



Αναφορά
STEM διδακτική ενότητα
για την Κλιματική Αλλαγή



Το έργο STEM-id “Ανάπτυξη διασυνδεδεμένης STEM ταυτότητας εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής” υλοποιείται στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας «Ελλάδα 2.0», με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης – NextGenerationEU (Φορέας Υλοποίησης: ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) <https://greece20.gov.gr>

<https://stem-id.edc.uoc.gr/el>

Επιστημονικά Υπεύθυνη: Έ. Μιχαηλίδη



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU

Δημιουργήθηκε από τους:

Έμιλυ Μιχαηλίδη, Αθανασία Κοκολάκη, Ελένη Μποτζάκη, Χαρά Μπιτσάκη & Δημήτρη Σταύρου (Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης)

σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς:

- Καλλιόπη Γιαννακουδάκη (Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Ηρακλείου)
- Κυριακή Δημητριάδη (Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Ρεθύμνου)
- Μιχάλη Καλατζαντωνάκη (Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Χανίων)
- Πέτρο Παπαδάκη (Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Λασιθίου)
- Γιώργο Πέικο (Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Χανίων)
- Γιάννη Σγουρό (Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Ρεθύμνου)
- Μανόλη Χαϊρέτη (Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Χανίων)

Εκτενής Περίληψη

Η παρούσα αναφορά αποτελεί το αποτέλεσμα του Πακέτου Εργασίας #2 του Έργου STEM-id. Η αναφορά παρέχει μια επισκόπηση της STEM διδακτικής ενότητας για την Κλιματική Αλλαγή που αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα σε συνεργασία με τους εν ενεργεία μέντορες εκπαιδευτικούς του έργου.

Η εν λόγω διδακτική ενότητα περιλαμβάνει:

- έναν σύντομο οδηγό εκπαιδευτικού, που παρέχει υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς σχετικά με: α) τις θεμελιώδεις έννοιες της Κλιματικής Αλλαγής, β) τις συνήθεις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τις έννοιες αυτές, γ) τις στοχευόμενες ικανότητες για τη διαχείριση όψεων της Κλιματικής Αλλαγής, δ) τα βασικά χαρακτηριστικά της διεπιστημονικής STEM διδακτικής προσέγγισης και ε) τον προτεινόμενο τρόπο υλοποίησης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων
- ένα σύνολο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων οι οποίες πραγματεύονται: α) την οριοθέτηση προβληματικών καταστάσεων που άπτονται της Κλιματικής Αλλαγής, β) τις ενδείξεις, γ) τα αίτια, δ) τις επιπτώσεις και ε) τα μέτρα αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής. Οι δραστηριότητες συνοδεύονται από περιγραφή της στοχοθεσίας τους και από ενδείξεις για την καταλληλότητά τους ανά βαθμίδα εκπαίδευσης.

Καθώς η ανάπτυξη της STEM διδακτικής ενότητας ήταν αποτέλεσμα μιας συνεργατικής και αλληλεπιδραστικής διαδικασίας ερευνητών του κλίματος, ερευνητών της διδακτικής των φυσικών επιστημών & μαθηματικών καθώς και εν ενεργεία εκπαιδευτικών, αρχικά παρουσιάζεται η μεθοδολογία ανάπτυξής της και οι κατά φάση εφαρμογές του αναφερόμενου διδακτικού υλικού.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο κύριος κορμός της αναφοράς που αποτελείται από τον οδηγό εκπαιδευτικού, πλαισιωμένου από τα αποτελέσματα προηγούμενης εκπαιδευτικής έρευνας σχετικά με τη STEM εκπαίδευση και την εκπαίδευση για την Κλιματική Αλλαγή, και από τις προτεινόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν.

.

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	5
Μεθοδολογία Ανάπτυξης	6
Οδηγός Εκπαιδευτικού	8
Επισκόπηση βασικών επιστημονικών εννοιών.....	9
Διδάσκοντας για την Κλιματική Αλλαγή	25
STEM Διδακτική Ενότητα για την Κλιματική Αλλαγή	43
Δραστηριότητες οριοθέτησης προβληματικής κατάστασης.....	47
Προαιρετικές δραστηριότητες προαπαιτούμενων γνώσεων.....	59
Δραστηριότητες επεξεργασίας ενδείξεων της Κλιματικής Αλλαγής	71
Δραστηριότητες επεξεργασίας αιτιών της Κλιματικής Αλλαγής	86
Δραστηριότητες επεξεργασίας επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής	120
Δραστηριότητες επεξεργασίας μέτρων αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής.....	155

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα πιο επείγοντα και πολυδιάστατα προβλήματα της σύγχρονης εποχής, με επιπτώσεις που εκτείνονται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και του φυσικού περιβάλλοντος. Η ανάδειξη του προβλήματος και η κατανόηση των βαθύτερων αιτιών, των επιπτώσεων και των πιθανών λύσεων είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση και την προσαρμογή σε ένα κόσμο που αλλάζει με ταχείς ρυθμούς. Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής δεν είναι προσωρινές, αλλά θα συνεχίσουν να επηρεάζουν τις γενιές του μέλλοντος για δεκαετίες, αν όχι αιώνες. Για τον λόγο αυτό, η καλλιέργεια του κλιματικού γραμματισμού μεταξύ των σημερινών μαθητών είναι απαραίτητη, ώστε ως μελλοντικοί πολίτες να είναι ικανοί να λαμβάνουν ενήμερες αποφάσεις και να αναλαμβάνουν δράσεις για την αντιμετώπιση αυτής της κρίσης.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι καθοριστικός, καθώς αποτελούν τον κρίκο που συνδέει τη γνώση με τη δράση. Η παρούσα αναφορά αποτελεί το αποτέλεσμα του Πακέτου Εργασίας #2 του Έργου STEM-id και παρέχει μια επισκόπηση της STEM διδακτικής ενότητας για την Κλιματική Αλλαγή, η οποία αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα σε συνεργασία με εν ενεργεία μέντορες εκπαιδευτικούς. Η ενότητα περιλαμβάνει έναν σύντομο οδηγό εκπαιδευτικού, ο οποίος υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς στην κατανόηση βασικών εννοιών, στην αντιμετώπιση εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και στην εφαρμογή μιας διεπιστημονικής STEM προσέγγισης. Παράλληλα, παρέχεται ένα σύνολο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που καλύπτουν θέματα όπως τα αίτια, οι ενδείξεις, οι επιπτώσεις και τα μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, συνοδευόμενες από οδηγίες για την υλοποίησή τους ανάλογα με την εκπαιδευτική βαθμίδα. Η ενότητα στοχεύει να ενισχύσει τις δεξιότητες και τις γνώσεις των μαθητών, προετοιμάζοντάς τους να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του μέλλοντος.

Μεθοδολογία Ανάπτυξης

Η μεθοδολογία ανάπτυξης της STEM διδακτικής ενότητας για την κλιματική αλλαγή, καθώς και του οδηγού εκπαιδευτικού που τη συνοδεύει, βασίστηκε σε μια δομημένη και συνεργατική διαδικασία, η οποία περιλάμβανε πολλαπλά στάδια και τη συμμετοχή ερευνητών και εκπαιδευτικών της πράξης. Η διαδικασία αυτή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου STEM-id και χαρακτηρίστηκε από την εφαρμογή σύγχρονων θεωρητικών προσεγγίσεων, την ενεργό συμμετοχή εκπαιδευτικών και ερευνητών, καθώς και τη χρήση ψηφιακών εργαλείων και πλατφορμών.

Φάση 1: Προσανατολισμός και Δημιουργία της Κοινότητας Μάθησης

Η πρώτη φάση ξεκίνησε με τη δημιουργία μιας Κοινότητας Μάθησης, η οποία αποτελείτο από ερευνητές STEM εκπαίδευσης, ερευνητές της επιστήμης του κλίματος και έξι έμπειρους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (2 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και 4 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (2 υπηρετούντες σε γυμνάσιο και 2 σε λύκειο)). Οι εκπαιδευτικοί ήταν υψηλών προσόντων, κάτοχοι διδακτορικού ή μεταπτυχιακού τίτλου στην διδακτική των φυσικών επιστημών. Η κοινότητα μάθησης είχε έναν διεπιστημονικό χαρακτήρα, καθώς κάθε ομάδα συνέβαλε με διαφορετική εμπειρία: οι εκπαιδευτικοί είχαν εμπειρία στη διδασκαλία σε πραγματικές συνθήκες τάξης, οι ερευνητές STEM εκπαίδευσης διέθεταν θεωρητική γνώση στη διεπιστημονική προσέγγιση και την επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών, ενώ οι ερευνητές του κλίματος είχαν ειδικές γνώσεις στα επιστημονικά ζητήματα της κλιματικής αλλαγής.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από 4 εργαστήρια (δια ζώσης και εξ αποστάσεως) μέσω της πλατφόρμας STEM-id, στα οποία παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν σύγχρονες θεωρητικές προσεγγίσεις σχετικές με την κλιματική αλλαγή, τη διεπιστημονική STEM διδασκαλία, την ανάπτυξη δεξιοτήτων βιωσιμότητας, την ανάπτυξη της επαγγελματικής ταυτότητας των εκπαιδευτικών και τη χρήση ψηφιακά υποστηριζόμενων περιβαλλόντων μάθησης. Αυτή η διαδικασία οδήγησε στη δημιουργία ενός κοινού επιστημονικού, θεωρητικού και μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο καθορίστηκε ως βάση για τη δεύτερη φάση της ανάπτυξης της διδακτικής ενότητας.

Φάση 2: Ανάπτυξη και Πιλοτική Εφαρμογή της Διδακτικής Ενότητας

Στη δεύτερη φάση, τα μέλη της ανωτέρω κοινότητας μάθησης σχεδίασαν και ανέπτυξαν μια διεπιστημονική STEM ενότητα για την κλιματική αλλαγή και τη βιωσιμότητα, βασιζόμενα στο Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction, Duit et al., 2012). Η διαδικασία περιλάμβανε μια σειρά από συναντήσεις και εργαστήρια, τα οποία πραγματοποιήθηκαν τόσο δια ζώσης όσο και μέσω τηλεδιασκέψεων. Η ενότητα σχεδιάστηκε να καλύπτει 8-12

διδασκτικές ώρες και διαφοροποιήθηκε ανάλογα με τις τρεις εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια, κατώτερη και ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση).

Οι στόχοι των δραστηριοτήτων της ενότητας ήταν: (i) η παροχή ενδείξεων για την κλιματική αλλαγή μέσω πραγματικών δεδομένων από παρατηρητήρια, (ii) η εξερεύνηση των παραγόντων που εντείνουν την υπερθέρμανση του πλανήτη, (iii) η εξοικείωση των μαθητών με πιθανά μέτρα μετριασμού και προσαρμογής, (iv) η διαπραγμάτευση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (SSI) που προκύπτουν και (v) η ανάπτυξη δεξιοτήτων βιωσιμότητας στους μαθητές.

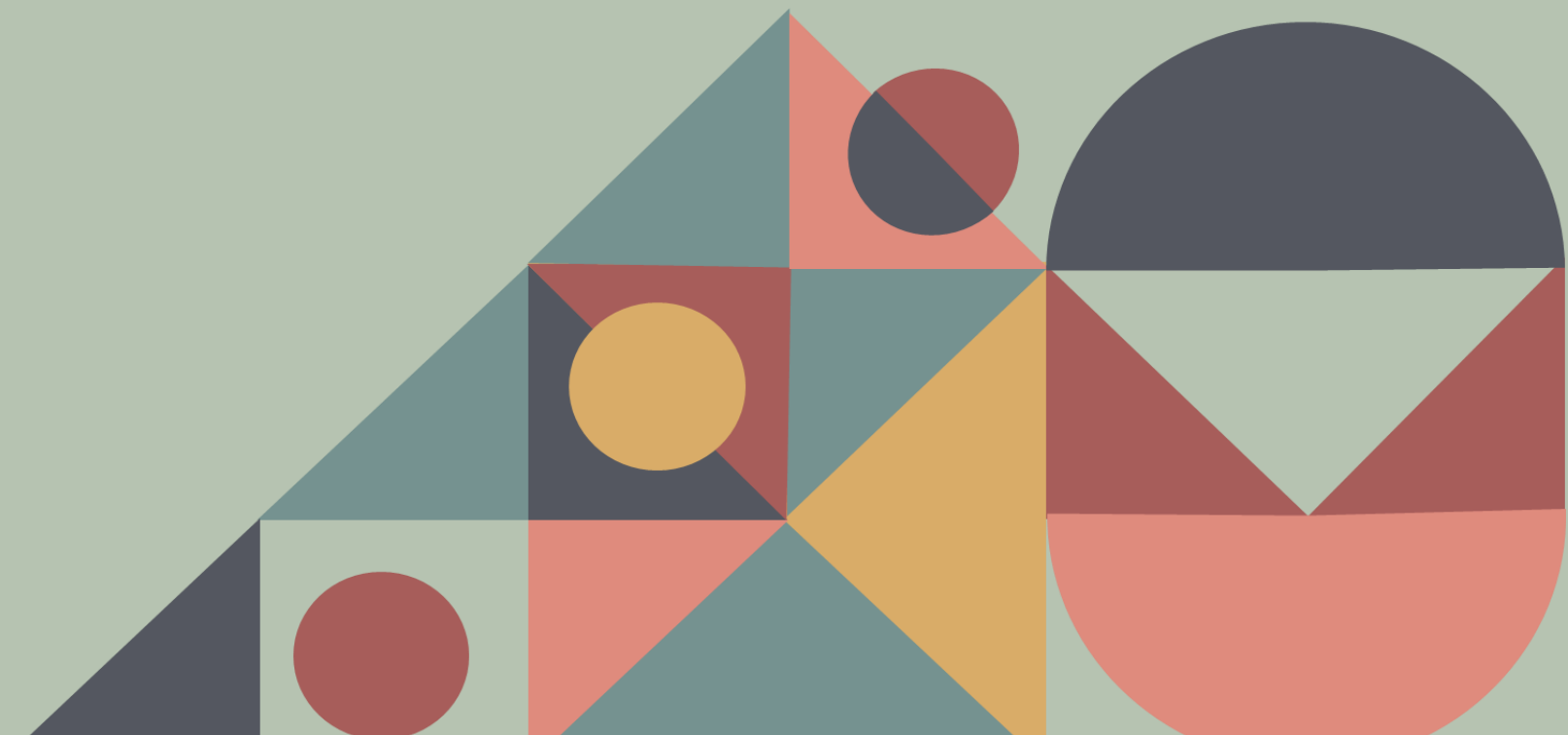
Παράλληλα, οι δραστηριότητες στόχευαν και στην εξοικείωση των μαθητών με τη διεπιστημονική STEM προσέγγιση η οποία χαρακτηρίζεται από την επίλυση προβλημάτων πραγματικού κόσμου, την έντονη τοπική διάσταση, την αλληλεπίδραση των επιστημονικών πεδίων (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά) και την ενσωμάτωση στοιχείων του κύκλου μηχανικού σχεδιασμού.

Η φάση αυτή ολοκληρώθηκε με την πιλοτική εφαρμογή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε πραγματικές τάξεις από τους έμπειρους εκπαιδευτικούς της Κοινότητας Μάθησης. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής, οι εκπαιδευτικοί λάμβαναν υποστήριξη από τους ερευνητές STEM εκπαίδευσης, οι οποίοι συμμετείχαν σε συνεδριάσεις αναστοχασμού για την αξιολόγηση της εφαρμογής και την παροχή ανατροφοδότησης. Αυτή η διαδικασία επέτρεψε τη βελτίωση του διδακτικού υλικού.

Φάση 3: Ενοποίηση δραστηριοτήτων – Ανάπτυξη οδηγού εκπαιδευτικού

Μετά από την πιλοτική εφαρμογή των επιμέρους δραστηριοτήτων, στη διάρκεια μιας δια ζώσης συνάντησης των ερευνητών της STEM εκπαίδευσης με τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς πραγματοποιήθηκε η ενοποίηση (consolidation) των δραστηριοτήτων και η θεμελίωση μιας ενιαίας διδακτικής ενότητας με κοινή δομή και για τις τρεις εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια, κατώτερη και ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση). Παράλληλα, αναπτύχθηκε και επιμορφωτικό υλικό για τους εκπαιδευτικούς, το οποίο διαφοροποιήθηκε από τους συνηθισμένους οδηγούς διδασκαλίας. Το υλικό αυτό είχε ως στόχο όχι μόνο την υποστήριξη των διδακτικών στρατηγικών, αλλά και την ενίσχυση της γνώσης των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορούν να εφαρμόζουν τις νέες γνώσεις σε διαφορετικές καταστάσεις. Το εκπαιδευτικό υλικό περιλάμβανε: (i) σύνοψη του επιστημονικού υποβάθρου της κλιματικής αλλαγής, (ii) επεξηγήσεις για τη λογική ακολουθία των δραστηριοτήτων, (iii) σημάνσεις για τη στοχοθεσία των δραστηριοτήτων από πλευράς πραγματευόμενων ικανοτήτων κλιματικής αλλαγής και εμπλεκόμενων STEM πεδίων, (iv) πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και (v) οδηγίες για τη διεπιστημονική προσέγγιση STEM και τη διασύνδεση των επιστημονικών πεδίων (S-T-E-M).

Οδηγός Εκπαιδευτικού



Επισκόπηση βασικών επιστημονικών εννοιών



Καιρός, Κλίμα, Μεταβλητότητα Κλίματος, Κλιματική Αλλαγή

Όταν μιλάμε για τον καιρό, αναφερόμαστε στις ατμοσφαιρικές συνθήκες που βιώνουμε σε ένα συγκεκριμένο, σύντομο χρονικό διάστημα. Ο καιρός αφορά τις βραχυπρόθεσμες μεταβολές της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των βροχοπτώσεων, της πυκνότητας των νεφών και της έντασης των ανέμων μιας περιοχής. Ο καιρός είναι δυναμικός και απρόβλεπτος, μπορεί να μεταβάλλεται πολύ απότομα ακόμα και από ώρα σε ώρα.

Αν ο καιρός είναι μια στιγμιαία εικόνα, το κλίμα μας υποδεκνύει τι να περιμένουμε από τον καιρό σε μια περιοχή κατά τη διάρκεια ενός έτους, μιας δεκαετίας ή ακόμη και ενός αιώνα. Είναι ο μακροπρόθεσμος μέσος όρος των καιρικών συνθηκών – πόσο ζεστά είναι τα καλοκαίρια, πόσο κρύοι οι χειμώνες, πόσο συχνά βρέχει ή χιονίζει. Για παράδειγμα, όταν λέμε ότι η Ελλάδα έχει "μεσογειακό κλίμα", εννοούμε ότι τα καλοκαίρια είναι ζεστά και ξηρά, ενώ οι χειμώνες είναι ήπιοι και βροχεροί. Το κλίμα της Γης, από την άλλη πλευρά, είναι η συνολική εικόνα όλων αυτών των τοπικών κλιμάτων μαζί.

Η φύση δεν είναι ποτέ στατική. Το κλίμα έχει τις δικές του φυσικές διακυμάνσεις, τις οποίες οι επιστήμονες ονομάζουν κλιματική μεταβλητότητα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το φαινόμενο El Niño, το οποίο επηρεάζει τις θερμοκρασίες, τις βροχοπτώσεις και τους ανέμους σε πολλές περιοχές του πλανήτη για διάστημα 2 έως 7 ετών. Αυτές οι διακυμάνσεις είναι φυσιολογικές και αποτελούν μέρος της δυναμικής του κλιματικού συστήματος.

Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή είναι κάτι διαφορετικό. Δεν πρόκειται για μια φυσική διακύμανση, αλλά για μια μακροπρόθεσμη και συστηματική μετατόπιση του κλίματος, η οποία παρατηρείται σε παγκόσμια κλίμακα. Οι επιστήμονες έχουν αποδείξει ότι οι αλλαγές που παρατηρούμε σήμερα – όπως η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης – δεν μπορούν να εξηγηθούν μόνο από φυσικές διακυμάνσεις. Στην πραγματικότητα, η πιθανότητα η τρέχουσα κλιματική αλλαγή να οφείλεται σε φυσικά αίτια είναι λιγότερο από 1%. Αυτό σημαίνει ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων και η αποψίλωση των δασών, παίζουν καθοριστικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη.

Κύκλος του άνθρακα

Ο κύκλος του άνθρακα είναι ένα από τα πιο σημαντικά φυσικά συστήματα στον πλανήτη μας. Περιγράφει πώς ο άνθρακας – ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία της ζωής – κινείται ανάμεσα

στην ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, το έδαφος και τους ζωντανούς οργανισμούς. Αυτή η συνεχής ροή του άνθρακα είναι αυτό που κρατάει τη ζωή στη Γη σε ισορροπία.

Όλα ξεκινούν με τα φυτά, τα οποία μέσω της φωτοσύνθεσης απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από την ατμόσφαιρα και τον μετατρέπουν σε οργανικές ενώσεις. Αυτός ο άνθρακας γίνεται μέρος των φυτών και, στη συνέχεια, των ζώων που τα τρώνε. Όταν τα φυτά και τα ζώα αναπνέουν ή αποσυντίθενται, ο άνθρακας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα ως CO_2 , συμπληρώνοντας έτσι τον κύκλο.

Αλλά ο κύκλος του άνθρακα δεν περιορίζεται μόνο στη στεριά. Στους ωκεανούς, το CO_2 διαλύεται στο νερό και χρησιμοποιείται από θαλάσσια φυτά και μικροοργανισμούς για την ανάπτυξή τους. Όταν αυτοί οι οργανισμοί πεθαίνουν, ο άνθρακας τους μπορεί να καταλήξει στον πυθμένα των ωκεανών, σχηματίζοντας αποθέσεις που με το πέρασμα των εκατομμυρίων ετών μπορεί να μετατραπούν σε βράχους ή ακόμη και σε ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Αυτές οι αποθέσεις λειτουργούν ως μακροπρόθεσμες "αποθήκες" άνθρακα, κρατώντας τον μακριά από την ατμόσφαιρα για χιλιάδες ή ακόμη και εκατομμύρια χρόνια.

Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν διαταράξει αυτήν την φυσική ισορροπία. Η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες CO_2 στην ατμόσφαιρα, ποσότητες που είχαν "κλειδωθεί" στο υπέδαφος για εκατομμύρια χρόνια. Επίσης, η αποδάσωση μειώνει τον αριθμό των φυτών που μπορούν να απορροφήσουν το CO_2 , επιδεινώνοντας ακόμη περισσότερο το πρόβλημα. Αυτές οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων του CO_2 στην ατμόσφαιρα, κάτι που συμβάλλει σημαντικά στην κλιματική αλλαγή.

Η κατανόηση του κύκλου του άνθρακα δεν είναι απλώς μια ακαδημαϊκή άσκηση – είναι ζωτικής σημασίας για να αντιληφθούμε πώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν το περιβάλλον και πώς μπορούμε να διαχειριστούμε τους φυσικούς πόρους μας με τρόπο βιώσιμο. Είναι ένα εργαλείο που μας βοηθά να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής και να προστατεύσουμε το μέλλον του πλανήτη μας.

Ενδείξεις της Κλιματικής Αλλαγής

Η Γη έχει βιώσει αμέτρητες κλιματικές αλλαγές στο παρελθόν, αλλά η τρέχουσα αυξητική τάση δεν έχει προηγούμενο. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ο πλανήτης μας θερμαίνεται με έναν ρυθμό που δεν έχει παρατηρηθεί

τα τελευταία 10.000 χρόνια. Αυτή δεν είναι μια απλή διακύμανση – είναι μια ραγδαία και επικίνδυνη τάση. Κάθε δεκαετία από το 1980 και μετά έχει γίνει θερμότερη από την προηγούμενη, και οι θερμοκρασίες συνεχίζουν να ανεβαίνουν διαρκώς.

Η Παγκόσμια Μέση Θερμοκρασία – ένας δείκτης που λαμβάνει υπόψη τις διακυμάνσεις ανάμεσα σε διάφορες περιοχές και εποχές – έχει αυξηθεί κατά $1,11^{\circ}\text{C} \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή (1850-1900). Το πιο τρομακτικό είναι πως το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αύξησης έχει λάβει χώρα τα τελευταία 40 χρόνια, γεγονός που δείχνει ότι η κλιματική αλλαγή επιταχύνεται με ανησυχητικό ρυθμό.

Η κύρια αιτία αυτής της θέρμανσης είναι η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) παγιδεύουν τη θερμότητα του ήλιου και προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας. Αν και μερικά από αυτά τα αέρια παράγονται φυσικά (π.χ. από ηφαίστεια ή την αποσύνθεση οργανικών ουσιών), η ανθρώπινη δραστηριότητα – όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η γεωργία και η βιομηχανία – είναι η κύρια πηγή της τρέχουσας εκτίναξης των εκπομπών.

Όμως, η φύση μας προσφέρει φυσικές "καταβόθρες", όπως τα δασικά οικοσυστήματα και τους ωκεανούς, που απορροφούν περίπου το μισό του CO_2 που εκπέμπουμε, βοηθώντας να ελαττωθεί η επίδραση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, αυτή η ικανότητα δεν είναι απεριόριστη. Με την αυξανόμενη ένταση των ανθρώπινων εκπομπών, υπάρχει ο κίνδυνος αυτές οι καταβόθρες να γίνουν λιγότερο αποτελεσματικές στο μέλλον, κάτι που θα μπορούσε να επιδεινώσει ακόμη περισσότερο την κατάσταση.

Είδος αερίου	Ποσοστό εκπομπών	Πηγές	Χρόνος ζωής	Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP)
Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)	82 %	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μεταφορές, πολλές βιομηχανικές διαδικασίες.	Περίπου 50-200 χρόνια. Ανεπαρκώς καθορισμένο επειδή το CO_2 δεν καταστρέφεται με την πάροδο του χρόνου· κινείται ανάμεσα σε διάφορα μέρη του ωκεάνιου-ατμοσφαιρικού-χερσαίου συστήματος.	1

Μεθάνιο (CH ₄)	10 %	Κοπριά ζώων, αποσύνθεση τροφίμων· εξόρυξη, διανομή και χρήση φυσικών φυσικό αέριο	12 έτη	25
Υποξείδιο του αζώτου (N ₂ O)	5 %	Οχήματα, εκπομπές σταθμών ηλεκτροπαραγωγής	115 ετών	298
Αιθάλη (άχνη, PM)	> 1 %	Πετρελαιοκινητήρες, βιομάζα δασικών πυρκαγιών σε οικιακές σόμπες μαγειρέματος (αναπτυσσόμενες χώρες)	Ημέρες έως εβδομάδες	3.200
Φθοριούχα αέρια: PFC, HFC, NF ₃ , SF ₆	> 5 %	Δεν υπάρχουν φυσικές πηγές. Πρόκειται για συνθετικούς ρύπους που βρίσκονται σε ψυκτικά μέσα, αερολύματα, φυτοφάρμακα, πυροσβεστήρες.	PFC: 2600-50,000 έτη HFC: 1-270 χρόνια NF ₃ : 740 ετών SF ₆ : 3200 έτη	PFC: 7.000–12.000 HFC: 12–14.000 NF ₃ : 17.2000 SF ₆ : 22.800

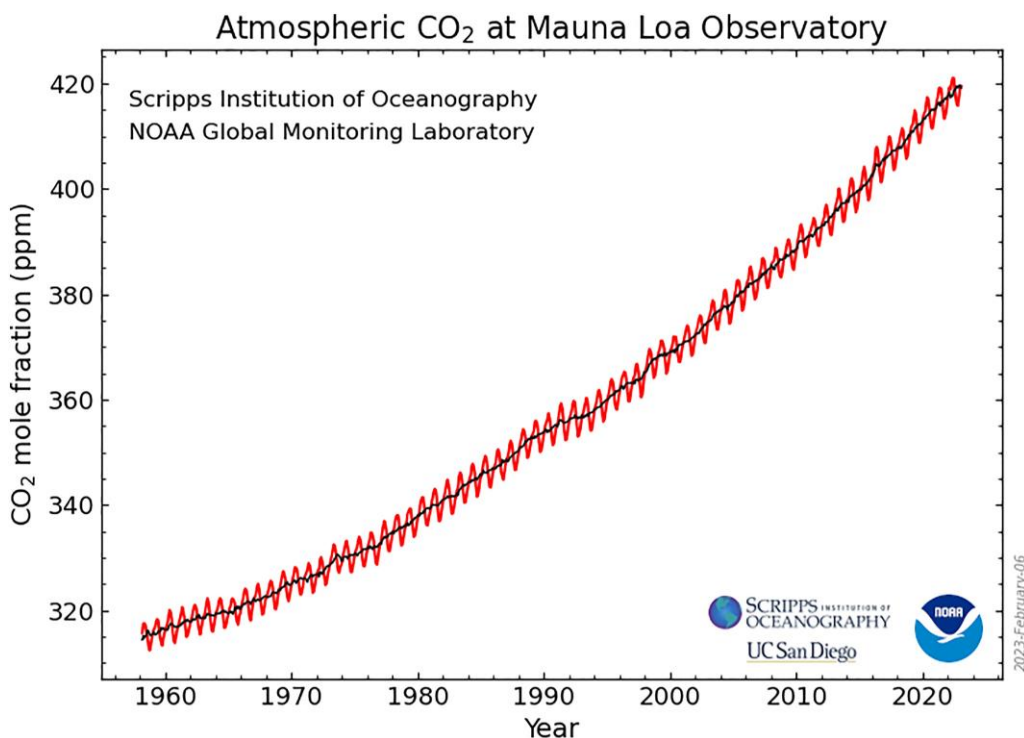
Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το πιο γνωστό και διαδεδομένο αέριο του θερμοκηπίου. Η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα μετράται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm), δηλαδή πόσα μόρια CO₂ υπάρχουν ανά ένα εκατομμύριο μόρια αέρα. Ωστόσο, δεν είναι μόνο το CO₂ που μας απασχολεί. Το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) είναι εξίσου σημαντικά, αν και υπάρχουν σε πολύ μικρότερες ποσότητες, που μετρούνται σε μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb).

Σήμερα, οι συγκεντρώσεις των αερίων αυτών έχουν φτάσει σε επίπεδα ρεκόρ:

- **CO₂**: 418,81 ppm – 150% πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Για χιλιάδες χρόνια, το CO₂ δεν ξεπέρασε ποτέ τα ~300 ppm.
- **CH₄**: 1889 ± 2 ppb – 262% πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα.
- **N₂O**: 333,2 ± 0,1 ppb – 123% πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα.

Αυτά τα νούμερα δεν είναι απλά στατιστικά – είναι η απόδειξη ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αλλάξει ριζικά τη χημεία της ατμόσφαιρας.

Για να καταλάβουμε πώς αλλάζει η ατμόσφαιρά μας, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν ένα πολυεπίπεδο δίκτυο παρακολούθησης. Αυτό περιλαμβάνει δορυφόρους που περιφέρονται γύρω από τη Γη και επίγειους σταθμούς που μετρούν τις συγκεντρώσεις των αερίων σε πραγματικό χρόνο. Η σύγχρονη καταγραφή των επιπέδων CO₂ ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 στο Παρατηρητήριο Mauna Loa στη Χαβάη, ένα από τα πιο σημαντικά σημεία παρακολούθησης στον κόσμο.



C.Wunsch (2023), <https://doi.org/10.1029/2022CN000204>

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα φαινόμενα στα δεδομένα του CO₂ είναι η ετήσια διακύμανση, που μοιάζει με μια γιγαντιαία "αναπνοή". Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, τα φυτά απορροφούν μεγάλες ποσότητες CO₂ για να αναπτυχθούν, κάτι που οδηγεί σε μια ετήσια μείωση των επιπέδων CO₂. Αυτή η μείωση ξεκινά συνήθως τον Μάιο. Όμως, με την έλευση του χειμώνα, τα φυτά μειώνουν τη φωτοσύνθεση και τα επίπεδα CO₂ αυξάνονται ξανά.

Αυτή η ετήσια διακύμανση φαίνεται στο παραπάνω γράφημα ως μια κόκκινη γραμμή, που μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχές. Όμως, αν κοιτάξουμε τη μαύρη γραμμή, που αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο, βλέπουμε μια ξεκάθαρη και επιταχυνόμενη ανοδική τάση. Αυτή η τάση είναι η απόδειξη ότι, παρά τις φυσικές διακυμάνσεις, τα επίπεδα CO₂ αυξάνονται συνεχώς λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Αίτια της Κλιματικής Αλλαγής

Ενίσχυση του Φαινομένου του θερμοκηπίου

Η ατμόσφαιρα της Γης είναι ένα μείγμα αερίων, αλλά τα πιο άφθονα από αυτά – το άζωτο (78%), το οξυγόνο (21%) και το αργό (0,9%) – δεν παίζουν σχεδόν κανένα ρόλο στη θέρμανση του πλανήτη. Αυτά τα αέρια δεν απορροφούν την ορατή ή την υπέρυθη ακτινοβολία, οπότε δεν συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο λαμβάνει χώρα χάρη σε μια μικρή ομάδα δευτερευόντων αερίων, που αποτελούν μόλις 0,43% της ατμόσφαιρας. Αυτά τα αέρια, όπως οι υδρατμοί (0,39%), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4) και το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), έχουν την ικανότητα να απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία, κρατώντας τη Γη ζεστή. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Όταν ο ήλιος φωτίζει τη Γη, περίπου το μισό της ηλιακής ενέργειας περνάει μέσα από την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια του πλανήτη. Η Γη στη συνέχεια εκπέμπει αυτή την ενέργεια ως υπέρυθη ακτινοβολία. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν περίπου 90% αυτής της θερμότητας και την εκπέμπουν ξανά προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας τόσο την επιφάνεια της Γης όσο και την ατμόσφαιρα. Χωρίς αυτό το φαινόμενο, η Γη θα ήταν μια παγωμένη έρημος, με μέση θερμοκρασία περίπου -18°C . Χάρη σε αυτό, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας διατηρείται στους 15°C , δημιουργώντας τις ιδανικές συνθήκες για τη ζωή.

Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν διαταράξει αυτήν την φυσική ισορροπία. Η καύση ορυκτών καυσίμων (όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο), η γεωργία και η αποψίλωση των δασών έχουν αυξήσει δραματικά τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Εκτός από τα φυσικά αέρια του θερμοκηπίου, οι άνθρωποι έχουν εισάγει και νέες χημικές ενώσεις, όπως τους χλωροφθοράνθρακες (CFC), που επίσης απορροφούν θερμότητα.

Αυτή η αύξηση έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Από την προβιομηχανική εποχή, η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 1°C , και ο ρυθμός αύξησης είναι πλέον περισσότερο από $0,2^\circ\text{C}$ ανά δεκαετία. Αυτή η ταχύτητα είναι πρωτοφανής στην ιστορία του πλανήτη και αποτελεί άμεσο αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας, ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1950 και μετά.

Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου – Αποτύπωμα άνθρακα

Από το 1950, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από την καύση ορυκτών καυσίμων έχουν αυξηθεί δραματικά. Στη δεκαετία του 1960, οι ετήσιες εκπομπές ήταν περίπου 11 δισεκατομμύρια τόνοι CO_2 . Μέχρι τη δεκαετία του 2010, αυτός ο αριθμός είχε εκτοξευτεί στους

35 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως. Αυτή η τάση δεν δείχνει σημάδια επιβράδυνσης, καθώς η ανθρώπινη δραστηριότητα συνεχίζει να βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα για ενέργεια και μεταφορά.

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC AR6, 2019), οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες έφτασαν σε ποσοστό 59% υψηλότερες από τα επίπεδα του 1990 και 12% υψηλότερες από αυτά του 2010. Αυτή η αύξηση είναι μια ξεκάθαρη ένδειξη ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες συνεχίζουν να επιδεινώνουν την κλιματική κρίση.

Το αποτύπωμα άνθρακα είναι ένας τρόπος να μετρήσουμε τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από ένα άτομο, μια οικογένεια, μια επιχείρηση ή ακόμη και μια χώρα. Μετράται σε ισοδύναμο CO₂, έναν τρόπο να συγκρίνουμε τις επιπτώσεις διαφορετικών αερίων του θερμοκηπίου (όπως το μεθάνιο ή το υποξείδιο του αζώτου) με βάση το πόσο συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό το μέτρο μας βοηθά να καταλάβουμε πόσο συμβάλλουμε στην κλιματική αλλαγή μέσω των καθημερινών μας επιλογών.

Όλοι μας συμβάλλουμε στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω των καθημερινών μας δραστηριοτήτων – από τη χρήση αυτοκινήτου και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έως την αγορά ρούχων και τροφίμων. Ωστόσο, οι επιλογές μας μπορούν να κάνουν τη διαφορά. Μικρές αλλαγές στον τρόπο ζωής μας μπορούν να μειώσουν σημαντικά το αποτύπωμα άνθρακα μας. Η μείωση του αποτυπώματος άνθρακα δεν απαιτεί ριζικές αλλαγές – αρκεί να γίνουμε πιο συνειδητοί στις καθημερινές μας επιλογές.

Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή δεν είναι πλέον μια απλή προειδοποίηση – έχει γίνει πραγματικότητα, επηρεάζοντας βαθιά τόσο τα φυσικά συστήματα όσο και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Από την τήξη των πάγων έως την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, οι επιπτώσεις της είναι εμφανείς και συνεχίζουν να επιδεινώνονται.

Τήξη πάγων

Η κρυόσφαιρα, που περιλαμβάνει τους θαλάσσιους πάγους, τους παγετώνες και τα ηπειρωτικά στρώματα πάγου, αποθηκεύει περίπου το 2% του νερού της Γης. Ωστόσο, η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί την ταχεία τήξη αυτών των πάγων. Τόσο τα στρώματα πάγου της Γροιλανδίας όσο και της Ανταρκτικής χάνουν μάζα πάγου από το 1990, με τον ρυθμό απώλειας να επιταχύνεται την τελευταία δεκαετία (2010-2019). Οι θαλάσσιοι πάγοι της Αρκτικής μειώνονται τόσο σε έκταση

όσο και σε πάχος, ενώ οι ορεινοί παγετώνες υποχωρούν από το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Αυτές οι αλλαγές είναι πρωτοφανείς τα τελευταία 2.000 χρόνια και έχουν ήδη επηρεάσει την εποχική ροή των ποταμών και τα οικοσυστήματα σε ορεινές περιοχές.

Θέρμανση & οξίνιση ωκεανών

Οι ωκεανοί παίζουν καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος της Γης. Ωστόσο, η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει σοβαρές επιπτώσεις σε αυτούς. Από το 1969, τα 100 ανώτερα μέτρα των ωκεανών έχουν θερμανθεί κατά 0,33°C, με την θέρμανση να επιταχύνεται τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Αυτή η θέρμανση δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη – ορισμένες περιοχές θερμαίνονται γρηγορότερα από άλλες, προκαλώντας αλλαγές στα ωκεάνια ρεύματα και τα καιρικά μοτίβα.

Οι ωκεανοί απορροφούν περισσότερο από το 90% της επιπλέον θερμότητας που παράγεται από την υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτή η θερμότητα προκαλεί τη διαστολή του νερού, η οποία συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Επιπλέον, η τήξη των πάγων προσθέτει επιπλέον νερό στους ωκεανούς, επιταχύνοντας ακόμη περισσότερο την άνοδο της στάθμης. Ωστόσο, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν είναι ομοιόμορφη – επηρεάζεται από τοπικές θερμοκρασιακές αλλαγές και διαφορές στην αλατότητα των ωκεανών.

Εκτός από τη θερμότητα, οι ωκεανοί απορροφούν περίπου το 25% του CO₂ που εκπέμπεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, αυτή η απορρόφηση έχει ως αποτέλεσμα την οξίνιση των ωκεανών. Όταν το CO₂ διαλύεται στο νερό, σχηματίζει άνθρακα, ο οποίος μειώνει το pH του νερού, καθιστώντας το πιο όξινο. Αυτή η οξίνιση είναι επιβλαβής για πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς, ιδιαίτερα για εκείνους που χρησιμοποιούν ασβεστίτη για να χτίσουν τα κελύφη ή τους σκελετούς τους, όπως τα κοράλλια και ορισμένα πλαγκτόν. Η οξίνιση των ωκεανών απειλεί τη βιοποικιλότητα και τη σταθερότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Οικοσυστήματα & βιοποικιλότητα

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλα τα οικοσυστήματα της Γης – από τα θαλάσσια και χερσαία έως τα γλυκού νερού. Στην ξηρά, οι υψηλότερες θερμοκρασίες αναγκάζουν τα φυτά και τα ζώα να μεταναστεύουν προς μεγαλύτερα υψόμετρα ή υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, προκαλώντας διαταραχές στα οικοσυστήματα. Ο κίνδυνος εξαφάνισης των ειδών αυξάνεται με κάθε βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας.

Στους ωκεανούς, η αύξηση της θερμοκρασίας και η οξίνιση απειλούν την επιβίωση των θαλάσσιων οργανισμών. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, που αποτελούν κρίσιμα οικοσυστήματα, βρίσκονται σε κίνδυνο εξαφάνισης λόγω της συνεχούς θέρμανσης.

Ακραία καιρικά φαινόμενα

Η κλιματική αλλαγή εντείνει τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές και οι θαλάσσιοι καύσωνες. Αυτά τα φαινόμενα επηρεάζουν την παραγωγικότητα της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα τροφίμων και αυξάνοντας τις τιμές τους. Η επισιτιστική ασφάλεια και τα μέσα διαβίωσης εκατομμυρίων ανθρώπων βρίσκονται σε κίνδυνο.

Υδρολογικός κύκλος

Η κλιματική αλλαγή έχει εντείνει τον υδρολογικό κύκλο, προκαλώντας σημαντικές αλλαγές στα μοτίβα των βροχοπτώσεων και την διαθεσιμότητα του νερού. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες αυξάνουν την εξάτμιση, γεγονός που οδηγεί σε περισσότερες βροχοπτώσεις σε ορισμένες περιοχές και σε ξηρασίες σε άλλες. Αυτή η ανομοιομορφία στις βροχοπτώσεις έχει σοβαρές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα και τις ανθρώπινες κοινωνίες.

Η τήξη των παγετώνων και η προγενέστερη εαρινή τήξη του χιονιού έχουν αλλάξει την εποχική ροή των ποταμών, επηρεάζοντας τις κοινότητες που εξαρτώνται από αυτούς για την ύδρευση, τη γεωργία και την ενέργεια. Σε ορισμένες περιοχές, η μείωση των αποθεμάτων νερού από την τήξη των παγετώνων έχει ήδη προκαλέσει έλλειψη νερού και οικονομικές απώλειες.

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι έντονες βροχοπτώσεις και οι πλημμύρες, έχουν γίνει πιο συχνά και έντονες, προκαλώντας ζημιές σε υποδομές, καλλιέργειες και κατοικίες. Από την άλλη πλευρά, οι ξηρασίες έχουν επιδεινώσει την έλλειψη νερού σε πολλές περιοχές, απειλώντας την επισιτιστική ασφάλεια και τα μέσα διαβίωσης εκατομμυρίων ανθρώπων.

Η μεταβλητότητα στον υδρολογικό κύκλο επηρεάζει επίσης τα οικοσυστήματα γλυκού νερού και τα χερσαία οικοσυστήματα. Η αλλαγή στις τάσεις των βροχοπτώσεων και των θερμοκρασιών μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βιοποικιλότητας και διαταραχές στις οικολογικές διαδικασίες. Παράλληλα, οι ακραίες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση του εδάφους και ρύπανση των υδάτινων πόρων, ενώ οι ξηρασίες μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια εδαφικής υγρασίας και καταστροφή των οικοσυστημάτων.

Πόλεις & υποδομές

Οι πόλεις και οι παράκτιες περιοχές είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι καύσωνες, οι πλημμύρες και οι πυρκαγιές διαταράσσουν τις υποδομές και τις υπηρεσίες, όπως η παροχή ενέργειας, η μεταφορά και η

παροχή νερού. Οι αυθαίρετοι οικισμοί και οι ορεινές περιοχές αντιμετωπίζουν ιδιαίτερους κινδύνους λόγω της έκθεσής τους σε αυτές τις απειλές.

Μετανάστευση και εκτόπιση πληθυσμών

Η κλιματική αλλαγή είναι ένας σημαντικός παράγοντας μετανάστευσης και εκτοπισμού πληθυσμών. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι ξηρασίες, οι τροπικές καταιγίδες και οι πλημμύρες, αναγκάζουν εκατομμύρια ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Οι περισσότερες μετακινήσεις γίνονται εντός των εθνικών συνόρων, αλλά υπάρχουν και διεθνείς μετακινήσεις, ιδιαίτερα μεταξύ γειτονικών χωρών. Η καταστροφή των σπιτιών, η απώλεια αγροτικών εσόδων και η έλλειψη πόρων είναι οι κύριοι παράγοντες που ωθούν τους ανθρώπους σε ακούσια μετανάστευση.

Προβλέψεις – Κλιματικά μοντέλα – Σενάρια εκπομπών

Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το κλιματικό σύστημα θα εξελιχθεί στο μέλλον είναι κρίσιμη για τη λήψη έγκαιρων αποφάσεων, τόσο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όσο και για την προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές. Για να επιτευχθεί αυτό, οι επιστήμονες συλλέγουν και αναλύουν δεδομένα από ποικίλα συστήματα παρατήρησης, όπως δορυφόρους και επίγειους σταθμούς. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για να κατανοήσουν τον κλιματικό μηχανισμό της Γης και τις αλλαγές του.

Αυτές οι γνώσεις μεταφράζονται σε κλιματικά μοντέλα, τα οποία είναι υπολογιστικά προγράμματα που μιμούνται τον τρόπο λειτουργίας του κλίματος. Τα μοντέλα αυτά βασίζονται σε μαθηματικές εξισώσεις και γλώσσες προγραμματισμού, και επιτρέπουν στους επιστήμονες να προσομοιώσουν πώς τα καιρικά φαινόμενα μεταβάλλονται σε μεγάλες χρονικές κλίμακες – από μήνες έως δεκαετίες ή ακόμη και αιώνες. Σε ορισμένες απόψεις, η μοντελοποίηση του κλίματος είναι μια επέκταση της πρόγνωσης του καιρού, αλλά εστιάζει σε μεγαλύτερες χρονικές περιόδους και σε ευρύτερες κλιματικές τάσεις.

Τα κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για δύο κύριους σκοπούς:

- Προσομοίωση του παρελθόντος: Για να ελεγχθεί η ακρίβεια τους, τα μοντέλα προσομοιώνουν το κλίμα του παρελθόντος και συγκρίνονται με πραγματικά δεδομένα.
- Πρόβλεψη του μέλλοντος: Τα μοντέλα χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν πώς μπορεί να αλλάξει το κλίμα στο μέλλον, ειδικά λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Τα μοντέλα έχουν δείξει μεγάλη ακρίβεια στην αναπαραγωγή των παρατηρούμενων κλιματικών συνθηκών. Για παράδειγμα, προβλέπουν με αξιοπιστία ότι η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου θα οδηγήσει σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης. Επιπλέον, προσπαθούν να προβλέψουν πώς η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τη βροχόπτωση, τη στάθμη της θάλασσας, την παγοκάλυψη και άλλες κλιματικές μεταβλητές.

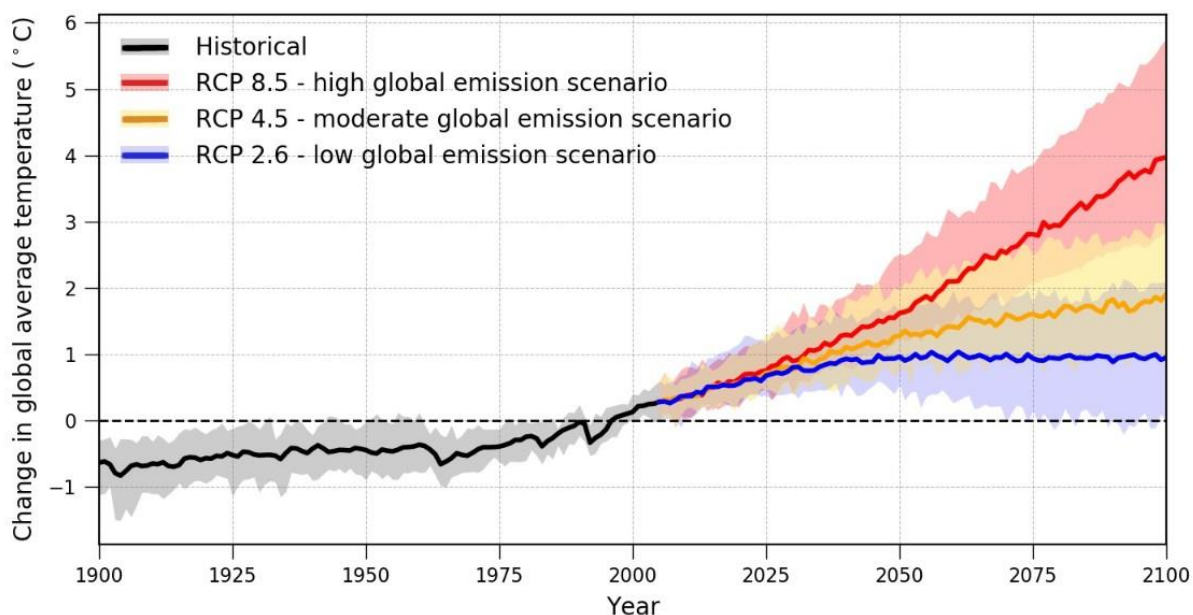
Ωστόσο, το κλιματικό σύστημα της Γης είναι εξαιρετικά πολύπλοκο, και κανένα μοντέλο δεν μπορεί να το περιγράψει με απόλυτη ακρίβεια. Όπως τα μοντέλα καιρού δεν μπορούν να προβλέψουν με βεβαιότητα αν θα βρέξει σε μια συγκεκριμένη ημέρα, έτσι και τα κλιματικά μοντέλα μπορούν να προσφέρουν μόνο ένα εύρος πιθανών εκβάσεων.

Για να περιγράψουν τις πιθανές επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα, οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει σενάρια γνωστά ως Αντιπροσωπευτικές Διαδρομές Συγκέντρωσης (RCPs). Αυτά τα σενάρια βασίζονται σε διαφορετικές υποθέσεις σχετικά με την ανάπτυξη του πληθυσμού, την αστικοποίηση, την παραγωγή ενέργειας, τις χρήσεις γης, την τεχνολογική πρόοδο και την παγκόσμια οικονομία. Κάθε σενάριο αντιπροσωπεύει μια διαφορετική πορεία για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από σήμερα έως το τέλος του 21ου αιώνα.

Τα τέσσερα κύρια σενάρια RCPs είναι:

- RCP2.6: Ένα σενάριο χαμηλών εκπομπών, όπου λαμβάνονται δραστικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών. Σε αυτό το σενάριο, η υπερθέρμανση περιορίζεται στους 2°C ή λιγότερο.
- RCP4.5: Ένα σενάριο μέτριων εκπομπών, όπου εφαρμόζονται κάποιες πολιτικές μείωσης των εκπομπών. Η υπερθέρμανση φτάνει τους 2-3°C.
- RCP6.0: Ένα σενάριο υψηλότερων εκπομπών, με περιορισμένες παρεμβάσεις. Η υπερθέρμανση φτάνει τους 3-4°C.
- RCP8.5: Ένα σενάριο χωρίς μέτρα μείωσης, όπου οι εκπομπές αυξάνονται συνεχώς. Η υπερθέρμανση ξεπερνά τους 4°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

Αυτά τα σενάρια χρησιμοποιούνται από τα κλιματικά μοντέλα για να προβλέψουν τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να βοηθήσουν τους πολιτικούς και τους επιστήμονες να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.



(Canadian Centre for Climate Services)

Για να κατανοήσουν πώς οι κοινωνίες θα εξελιχθούν υπό τις πιέσεις της κλιματικής αλλαγής, οι επιστήμονες εισήγαγαν τις Κοινές Κοινωνικοοικονομικές Διαδρομές (ΚΚΔ), γνωστές και ως Shared Socioeconomic Pathways (SSPs). Αυτά τα σενάρια αναπτύχθηκαν από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) και παίζουν κεντρικό ρόλο στις εκθέσεις του ΟΗΕ για το κλίμα. Οι ΚΚΔ παρέχουν ένα πλαίσιο για να εξεταστούν οι διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους οι κοινωνίες μπορεί να εξελιχθούν από οικονομική, πληθυσμιακή και τεχνολογική άποψη, καθώς και οι παράγοντες που καθορίζουν πώς θα αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή.

Υπάρχουν πέντε βασικές ΚΚΔ (SSP1-SSP5), καθεμία από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια διαφορετική πορεία για την κοινωνικοοικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη τις επόμενες δεκαετίες. Αυτά τα σενάρια δεν περιλαμβάνουν πολιτικές για το κλίμα, αλλά προσφέρουν μια βάση για να εξεταστούν τα εμπόδια και οι ευκαιρίες για τον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

ΚΚΔ1: Αειφορία - Ο πράσινος δρόμος

Η ΚΚΔ1 παρουσιάζει το πιο θετικό σενάριο, όπου ο κόσμος κινείται προς μια βιώσιμη πορεία. Σε αυτό το σενάριο, υπάρχουν σημαντικές βελτιώσεις στην εκπαίδευση, την υγεία και την οικονομική ανάπτυξη, με σημαντική μείωση της φτώχειας και των ανισοτήτων. Η κοινωνία εστιάζει στην αειφορία και την περιβαλλοντική προστασία, χωρίς να απαιτείται έντονη κλιματική πολιτική. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κορυφώνονται μεταξύ 2040 και 2060 και μειώνονται σε 22-48

γιγατόνους CO₂ (Gt CO₂) ετησίως έως το 2100. Η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 3,0-3,5°C έως το τέλος του αιώνα.

ΚΚΔ2: Μέση κατάσταση

Η ΚΚΔ2 αντιπροσωπεύει μια μέση πορεία, όπου οι κοινωνικές, οικονομικές και τεχνολογικές τάσεις ακολουθούν τα ιστορικά πρότυπα. Η ανάπτυξη είναι άνιση, με ορισμένες χώρες να προοδεύουν, ενώ άλλες να μένουν πίσω. Οι παγκόσμιοι θεσμοί εργάζονται για την βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά η πρόοδος είναι αργή. Σε αυτό το σενάριο, οι εκπομπές συνεχίζουν να αυξάνονται, φτάνοντας 65-85 Gt CO₂ ετησίως έως το 2100, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3,8-4,2°C.

ΚΚΔ3: Περιφερειακή αντιπαλότητα - Ένας βραχύδης δρόμος

Η ΚΚΔ3 είναι ένα απαισιόδοξο σενάριο, όπου ο κόσμος χαρακτηρίζεται από εθνικισμό, περιφερειακές συγκρούσεις και αντιπαλότητες. Οι χώρες επικεντρώνονται στην ενεργειακή και επισιτιστική ασφάλεια, αγνοώντας τις παγκόσμιες προκλήσεις. Η οικονομική ανάπτυξη είναι αργή, οι ανισότητες μεγαλώνουν και η περιβαλλοντική υποβάθμιση είναι έντονη. Οι εκπομπές φτάνουν 76-86 Gt CO₂ ετησίως έως το 2100, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3,9-4,6°C.

ΚΚΔ4: Ανισότητα - Ένας δρόμος διχασμένος

Η ΚΚΔ4 παρουσιάζει έναν κόσμο με αυξανόμενες ανισότητες. Οι επενδύσεις στο ανθρώπινο κεφάλαιο και οι οικονομικές ευκαιρίες είναι άνισες, με αποτέλεσμα μια κοινωνία διχασμένη μεταξύ μιας υψηλής τεχνολογίας ελίτ και μιας χαμηλής τεχνολογίας πλειοψηφίας. Η τεχνολογική ανάπτυξη είναι υψηλή σε ορισμένους τομείς, αλλά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις παραμένουν σοβαρές. Οι εκπομπές κυμαίνονται από 34-45 Gt CO₂ ετησίως έως το 2100, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3,5-3,8°C.

ΚΚΔ5: Ανάπτυξη που τροφοδοτείται με ορυκτά καύσιμα

Η ΚΚΔ5 είναι ένα αισιόδοξο σενάριο όσον αφορά την οικονομική ανάπτυξη, αλλά βασίζεται στην μαζική χρήση ορυκτών καυσίμων. Αυτό οδηγεί σε τεράστιες εκπομπές και σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι εκπομπές φτάνουν 104-126 Gt CO₂ ετησίως έως το 2100, με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4,7-5,1°C.

Μέτρα Αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής

Η Γη κινείται προς μια επικίνδυνη κατεύθυνση, με την παγκόσμια θερμοκρασία να αυξάνεται πολύ πάνω από τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού (1,5-2°C). Ακόμα και αν σταματήσουμε να εκπέμπουμε αέρια του θερμοκηπίου σήμερα, η θερμοκρασία θα συνεχίσει να αυξάνεται για λίγα

ακόμη χρόνια και θα παραμείνει υψηλή για αιώνες, λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, δεν είναι πολύ αργά για να αποφύγουμε τις χειρότερες επιπτώσεις. Για να το πετύχουμε αυτό, χρειάζονται δύο βασικές στρατηγικές: να μειώσουμε τις εκπομπές και να προσαρμοστούμε στις αλλαγές που έρχονται.

Μετριασμός: Σταματώντας την κρίση στην πηγή της

Ο μετριασμός είναι η προσπάθεια να μειώσουμε τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να ενισχύσουμε τους φυσικούς μηχανισμούς που απορροφούν το CO₂, όπως τα δάση και οι ωκεανοί. Για να αποφύγουμε τις καταστροφικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, οι εκπομπές πρέπει να μειωθούν κατά το ήμισυ έως το 2030 και να μηδενιστούν έως το 2050. Αυτό απαιτεί ριζικές αλλαγές στον τρόπο που παράγουμε και καταναλώνουμε ενέργεια:

- Αποχώρηση από τα ορυκτά καύσιμα: Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ο ήλιος, ο άνεμος και το νερό, είναι απαραίτητη.
- Ενεργειακή απόδοση: Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, τις βιομηχανίες και τα μέσα μεταφοράς μπορεί να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές.
- Βιώσιμη γεωργία και δασοκομία: Η προστασία των δασών και η εφαρμογή πρακτικών βιώσιμης γεωργίας μπορούν να απορροφήσουν μεγάλες ποσότητες CO₂.

Πολλές χώρες έχουν ήδη δεσμευτεί για μηδενικές εκπομπές έως το 2050. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, για παράδειγμα, έχει θέσει αυτόν τον στόχο. Ωστόσο, η επιτυχία εξαρτάται από τη συμμετοχή όλων – κυβερνήσεων, επιχειρήσεων και πολιτών. Στις προηγμένες οικονομίες, οι πολίτες μπορούν να συμβάλουν μέσω της μείωσης της ενεργειακής τους κατανάλωσης και της υιοθέτησης πιο βιώσιμων επιλογών.

Προσαρμογή: Ζώντας με τις αλλαγές

Η προσαρμογή είναι η δεύτερη βασική στρατηγική για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Εστιάζει στην προστασία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων από τις επιπτώσεις που δεν μπορούν πλέον να αποφευχθούν. Παγκοσμίως, οι δράσεις προσαρμογής έχουν αυξηθεί, με άτομα, κοινότητες, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις να λαμβάνουν μέτρα για να αντιμετωπίσουν τους κλιματικούς κινδύνους.

Για τους ανθρώπους και τις κοινωνίες, η προσαρμογή σημαίνει:

- Αλλαγή στον τρόπο ζωής: Επιλογή ασφαλέστερων περιοχών για διαβίωση, σχεδιασμός πόλεων και οικισμών που αντιστέκονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες ή καύσωνες.
- Βελτίωση των υποδομών: Κατασκευή ανθεκτικών κτιρίων και υποδομών, αύξηση του πρασίνου στις αστικές περιοχές για την αποθήκευση νερού και τη μείωση της θερμοκρασίας.

Η επιτυχής προσαρμογή απαιτεί ανάλυση των κινδύνων και έγκαιρη εφαρμογή μέτρων. Τα καλά νέα είναι ότι η ευαισθητοποίηση και η αξιολόγηση των κλιματικών κινδύνων έχουν αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι εθνικές και τοπικές κυβερνήσεις, καθώς και οι επιχειρήσεις και η κοινωνία των πολιτών, αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο την ανάγκη για προσαρμογή.

Η κλιματική αλλαγή είναι μια πραγματικότητα που δεν μπορούμε να αγνοήσουμε. Ο μετριασμός και η προσαρμογή είναι οι δύο βασικοί τρόποι για να αντιμετωπίσουμε αυτήν την κρίση. Ενώ ο μετριασμός εστιάζει στη μείωση των εκπομπών, η προσαρμογή στοχεύει στην προστασία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων από τις επιπτώσεις που δεν μπορούν πλέον να αποφευχθούν. Η επιτυχία εξαρτάται από τη συλλογική δράση και την καθολική ευαισθητοποίηση για την ανάγκη προστασίας του πλανήτη μας.

Διδάσκοντας για την Κλιματική Αλλαγή

Ιδέες μαθητών για έννοιες της Κλιματικής Αλλαγής

Ιδέες για το Φαινόμενο του θερμοκηπίου

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται από ένα κάλυμμα ή ένα στρώμα που παγιδεύει την θερμότητα. Οι μαθητές/-τριες εκφράζουν την παραπάνω ιδέα όταν δείχνουν να αντιλαμβάνονται τα θερμοκηπικά αέρια σαν ένα “στρώμα”, μία “οροφή” ή ένα “εμπόδιο” που παγιδεύει τη θερμότητα ή την ηλιακή ενέργεια ώστε να επιστρέψουν πίσω στο έδαφος.
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν είναι φυσικό φαινόμενο. Οι μαθητές/-τριες συχνά προσλαμβάνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σαν ένα κατεξοχήν βλαβερό φαινόμενο και δεν διαχωρίζουν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου από το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου που προκαλεί η ανθρωπογενής δραστηριότητα.
- Δεν έχουν απαραίτητα μία σαφή ή ακριβή αντίληψη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου ή το συγχέουν με την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι μαθητές/-τριες εκφράζουν την παραπάνω ιδέα όταν δυσκολεύονται να διαχωρίσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου από το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη.
- Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι παγιδευμένα στην ατμόσφαιρα. Αυτή την εναλλακτική ιδέα παρουσιάζουν μαθητές/-τριες που αντιλαμβάνονται το CO₂ ως ένα αέριο το οποίο εισέρχεται ή απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και δεν μπορεί να “δραπετεύσει” από αυτήν.
- Το στρώμα του όζοντος συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εδώ σε συνέχεια της πρώτης ιδέας, οι μαθητές/-τριες αντιλαμβάνονται το φαινόμενο του θερμοκηπίου σαν ένα στρώμα, ή ένα επιπλέον στρώμα, που εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να επιστρέψει στο διάστημα.

(Lambert et al, 2012; Shepardson et al., 2012)

Ιδέες για τον Κύκλο του άνθρακα

- Ο κύκλος του άνθρακα λειτουργεί σαν φίλτρο που καθαρίζει τον αέρα. Με αυτή την ιδέα οι μαθητές/-τριες αντιλαμβάνονται διεργασίες όπως η φωτοσύνθεση και η απορρόφηση CO₂ από τους Ωκεανούς ως φίλτρα που καθαρίζουν τον αέρα.
- Δυσκολία να αντιληφθούν την έννοια της θετικής και αρνητικής ανάδρασης.

Όταν οι μαθητές/-τριες εκφράζουν μία τέτοια ιδέα εμφανίζουν δυσκολία στο να αντιληφθούν την διασύνδεση των δύο αυτών μορφών feedback στους διάφορους παράγοντες (π.χ. ατμόσφαιρα, πάγοι, ωκεανοί κ.α.) όταν μελετάμε το κλίμα της Γης σαν σύστημα

(Shepardson et al., 2011; Choi et al., 2010)

Ιδέες για τις έννοιες Ηλιακή ακτινοβολία και ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

- Θεωρούν ότι οι ηλιακές ακτίνες γενικά προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ή δυσκολεύονται να τις διαχωρίσουν.

Οι μαθητές/-τριες εκφράζουν μία τέτοια ιδέα εστιάζουν αποκλειστικά στην ηλιακή ακτινοβολία ως παράγοντα που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου και όχι ως έναν από τους παράγοντες που συμμετέχουν σε αυτό. Συχνά, δυσκολεύονται να διαχωρίσουν την ηλιακή ακτινοβολία στις διαφορετικές συχνότητες του φάσματος και ως εκ τούτου δεν διαχωρίζουν σε UV, ορατό φως και υπέρυθρη ακτινοβολία

(Shepardson et al., 2011; Choi et al., 2010)

Ιδέες για τα Αέρια του θερμοκηπίου

- Δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη συμβολή άλλων αερίων εκτός του διοξειδίου του άνθρακα.

Για τους/τις μαθητές/-τριες που εκφράζουν την παραπάνω ιδέα το CO₂ κυριαρχεί σαν αέριο του θερμοκηπίου και αγνοούν τη συμβολή των υδρατμών, του μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου στο φαινόμενο. Ιδιαίτερα σημασία έχει η ιδέα που κυριαρχεί σε σχέση με τους υδρατμούς καθώς το αντιλαμβάνονται ως ένα αέριο που προέρχεται από φυσικές πηγές και άρα δεν μπορεί να συμβάλλει.

- Το μονοξείδιο του άνθρακα αναγνωρίζεται ως αέριο του θερμοκηπίου.

(Shepardson et al., 2011; Choi et al., 2010)

Ιδέες για την ανθρώπινη συμπεριφορά απέναντι στην Κλιματική Αλλαγή

- “Στο μέλλον το κλίμα θα είναι παρόμοιο με το σημερινό”
- “Η κλιματική αλλαγή είναι σταδιακή και αργή και δεν θα επηρεάσει άμεσα τη γενιά μου”

Η αργή εξέλιξη της ανόδου της θερμοκρασίας, καθώς και η εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής δημιουργούν μία αίσθηση ότι δεν θα συμβούν σημαντικές αλλαγές στο άμεσο μέλλον και δεν θα επηρεάσουν τις ζωές των μαθητών. Οι παραπάνω απόψεις αποτελούν μία σειρά από ιδέες που προκύπτουν από αυτή την παρανόηση.

- Η ανάληψη δράσης από τα επιμέρους άτομα δεν επιφέρει αλλαγές

Συχνά οι μαθητές/-τριες αντιλαμβάνονται την συνεισφορά του ατόμου στις παραγόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ως μηδαμινή σε σχέση με άλλες μαζικές ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η βιομηχανία.

(Ledley et al., 2017; Tasquier, Levrini & Dillon, 2016)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Choi, S., Niyogi, D., Shepardson, D. P., & Charusombat, U. (2010). Do earth and environmental science textbooks promote middle and high school students' conceptual development about climate change? Textbooks' consideration of students' misconceptions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(7), 889-898. <https://doi.org/10.1175/2009BAMS2625.1>

Ledley, T. S., Rooney-Varga, J., & Niepold, F. (2017). Addressing climate change through education. In *Oxford research encyclopedia of environmental science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.56>

Shepardson, D. P., Niyogi, D., Roychoudhury, A., & Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research*, 18(3), 323-352. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.622839>

Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2011). Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change*, 104(3), 481-507. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9786-9>

Tasquier, G., Levrini, O., & Dillon, J. (2016). Exploring students' epistemological knowledge of models and modelling in science: Results from a teaching/learning experience on climate change. *International Journal of Science Education*, 38(4), 539-563. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1148828>

Κλιματική αλλαγή ως Κοινωνικοεπιστημονικό Ζήτημα & Ικανότητες Κλιματικής αλλαγής

1. Κλιματική αλλαγή ως κοινωνικοεπιστημονικό ζήτημα

Η κλιματική αλλαγή (ΚΑ) αποτελεί ένα από τα κρίσιμότερα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα της σύγχρονης εποχής δεδομένου ότι πρόκειται για ένα θέμα με επιστημονική βάση το οποίο επίσης συνδέεται με ποικίλες επιπτώσεις σε περιβαλλοντικό, κοινωνικό, πολιτικό και οικονομικό επίπεδο (Mukherji et al., 2023). Ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα των ζητημάτων και επιπτώσεων της ΚΑ σε επίπεδο κοινωνίας είναι τα ακόλουθα (πχ. Dunlap & Brulle, 2015):

1. **Πολιτικές αποφάσεις & ζητήματα ενέργειας:** Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) (πχ. ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική) αποτελεί κεντρικό σημείο στις πολιτικές για την καταπολέμηση της ΚΑ. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πολιτικών αποφάσεων που αφορούν σε προτάσεις καταπολέμησης της ΚΑ είναι η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) που στοχεύει στην πλήρη αποανθρακοποίηση της οικονομίας μέχρι το 2050 καθώς και η Συμφωνία του Παρισιού (Paris agreement) για το Κλίμα που στοχεύει στον περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2°C. Ωστόσο, οι αλλαγές που προτείνονται για την επίτευξη αυτών των στόχων απαιτούν σημαντικές επενδύσεις σε τεχνολογίες και υποδομές, οι οποίες συνήθως είναι αρκετά δαπανηρές προκαλώντας δυσκολίες σε πιο αναπτυσσόμενες οικονομίες να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες χωρίς να βασίζονται σε «φθηνά» ορυκτά καύσιμα. Παράλληλα, η ενεργειακή μετάβαση μπορεί να προκαλέσει κοινωνικές αναταράξεις, ιδίως σε περιοχές που εξαρτώνται από τη βιομηχανία άνθρακα ή το πετρέλαιο, γεγονός που επακόλουθα επηρεάζει ιδιαίτερα το κόστος της ενέργειας.
2. **Ανισότητα στην πρόσβαση σε πόρους:** Οι οικονομικά ασθενέστερες κοινωνικές ομάδες είναι πιο ευάλωτες στις επιπτώσεις της ΚΑ. Για παράδειγμα, η πρόσβαση σε καθαρό νερό και τρόφιμα περιορίζεται από τις ξηρασίες, τις πλημμύρες και τις μεταβολές στη γεωργική παραγωγή, πλήττοντας περισσότερο αυτούς που έχουν ήδη περιορισμένη πρόσβαση σε πόρους.
3. **Κλιματική μετανάστευση:** Λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των ακραίων καιρικών φαινομένων, πολλοί άνθρωποι αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τις περιοχές όπου κατοικούν. Η «κλιματική μετανάστευση» δημιουργεί νέα κύματα μετακινούμενων ανθρώπων, επιδεινώνοντας την κοινωνική αναταραχή και τις συγκρούσεις σε ήδη ευάλωτες περιοχές.

4. **Υγεία:** Η ΚΑ επιδεινώνει τα προβλήματα υγείας, ιδιαίτερα για τις πιο ευπαθείς ομάδες (πχ. ηλικιωμένοι & παιδιά). Οι παρατεταμένοι καύσωνες, οι νέες ασθένειες που σχετίζονται με το κλίμα και την ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζουν τη δημόσια υγεία, επιβαρύνοντας τα ήδη πιεσμένα συστήματα υγείας.
5. **Κοινωνική ανισότητα & δικαιοσύνη:** Η λήψη αποφάσεων σχετικά με την αντιμετώπιση της ΚΑ συχνά δεν λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες των πιο ευάλωτων κοινωνικών ομάδων. Οι βιομηχανικές χώρες, που ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, έχουν καλύτερες δυνατότητες να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της ΚΑ, ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες υποφέρουν δυσανάλογα.
6. **Εργασία & οικονομικές επιπτώσεις:** Η ΚΑ επηρεάζει τον τομέα της γεωργίας, της αλιείας και άλλων βασικών βιομηχανιών. Οι εργαζόμενοι που εξαρτώνται από αυτούς τους τομείς, ιδιαίτερα σε αναπτυσσόμενες χώρες, αντιμετωπίζουν απώλεια θέσεων εργασίας, δημιουργώντας επιπρόσθετα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα σε ήδη ευάλωτες κοινότητες.

Οι παραπάνω κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές διαστάσεις της ΚΑ σε συνδυασμό με τις αντιλήψεις που συχνά διαδίδονται μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης και κοινωνικής δικτύωσης και οι οποίες (πχ. Fleming et al., 2020):

1. αμφισβητούν την ανθρωπογενή φύση της ΚΑ
2. τονίζουν τις οικονομικές και πολιτικές επιπτώσεις που συνοδεύουν τα μέτρα αντιμετώπισης και προσαρμογής που προτείνονται
3. αντιμετωπίζουν την ΚΑ ως ένα ζήτημα που δεν χρήζει άμεσης αντιμετώπισης
4. θεωρούν ότι ευθύνη για την αντιμετώπιση της ΚΑ είναι αποκλειστικά κυβερνητική και βιομηχανική, και όχι ατομική

φαίνεται να περιορίζουν την ικανότητα των πολιτών για λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για ζητήματα ΚΑ καθώς και την ανάληψη ατομικών και συλλογικών δράσεων και πρωτοβουλιών για τη διαμόρφωση μιας πιο βιώσιμης κοινωνίας.

Οι πολίτες επομένως καλούνται να αξιολογούν αυτές τις αμφιλεγόμενες αντιλήψεις και ταυτόχρονα να «ζυγίζουν» περιβαλλοντικές, κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές επιπτώσεις προκειμένου να μπορέσουν να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για ζητήματα του κλίματος. Ως εκ τούτου προκύπτει η αναγκαιότητα για διαμόρφωση κλιματικά εγγράμματων πολιτών, οι οποίοι θα έχουν εξοπλιστεί με τις κατάλληλες Ικανότητες ΚΑ, δηλαδή ένα σύνολο γνώσεων δεξιοτήτων και στάσεων (πχ. Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011) οι οποίες θα τους καταστήσουν ικανούς να αναγνωρίζουν την πολυπαραγοντικότητα του ζητήματος, την εμπλοκή ποικίλων οπτικών καθώς

και να σχεδιάζουν και να υλοποιούν κατάλληλες δράσεις – λύσεις για την αντιμετώπιση ή/και προσαρμογή στο ζήτημα. Οι ικανότητες αυτές περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

2. Οι Ικανότητες Κλιματικής Αλλαγής

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι Ικανότητες ΚΑ που κρίνεται σημαντικό να καλλιεργήσει το άτομο ώστε να μπορέσει αφενός να κατανοήσει την πολυπλοκότητα και πολυπαραγοντικότητα της ΚΑ και αφετέρου να σχεδιάσει και να εφαρμόσει αποτελεσματικές λύσεις και δράσεις για την αντιμετώπιση της ΚΑ ή/και την προσαρμογή στις επιπτώσεις της. Πιο συγκεκριμένα:

Επιστημονική Διερεύνηση

Για την προσέγγιση και την κατανόηση των ζητημάτων ΚΑ, απαιτείται η καλλιέργεια επιστημονικών δεξιοτήτων και η εξοικείωση με επιστημονικές πρακτικές, ώστε οι μελλοντικοί/ές πολίτες να είναι σε θέση να σκέφτονται κριτικά και συστηματικά, να οριοθετούν το εκάστοτε πρόβλημα και να έχουν θετική στάση απέναντι στην επιστήμη. Πιο αναλυτικά, η καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού στους/στις μελλοντικούς/ές πολίτες τους καθιστά ικανούς να προσεγγίζουν με επιστημονικό τρόπο τις επιστημονικές πτυχές της Κ.Α. και πιο συγκεκριμένα, τα αίτια, τις επιπτώσεις, την μελλοντική εξέλιξη των φαινομένων και τις λύσεις (μέτρα αντιμετώπισης ή προσαρμογής) που μπορούν να εφαρμοστούν, αξιοποιώντας πραγματικά δεδομένα και επιστημονικές πρακτικές, όπως επεξεργασία κλιματικών δεδομένων, αξιολόγηση πηγών πληροφοριών κ.ά..

Στην επίτευξη αυτών, μπορούν να συμβάλλουν δραστηριότητες όπου οι μαθητές/τριες θα καλούνται να αντιμετωπίσουν κάποιο πραγματικό πρόβλημα Κ.Α., αξιοποιώντας επιστημονικές πρακτικές, όπως συλλογή δεδομένων (αναζήτηση πληροφοριών), ανάλυση δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων και αξιολόγηση επιχειρημάτων. Ακόμη, μπορούν να συμμετεχούν στην ομαδική διεξαγωγή μικρών ερευνών για κάποιο ζήτημα της επικαιρότητας (π.χ. του τόπου τους). Για παράδειγμα, μπορεί να δοθεί στους/στις μαθητές/τριες μία προβληματοκεντρική κατάσταση και να τους ζητηθεί να διαμορφώσουν ένα σχέδιο δράσης. Οι μαθητές/τριες θα κληθούν να προσεγγίσουν και να οριοθετήσουν το πρόβλημα αξιοποιώντας επιστημονικές πρακτικές. Παράλληλα, θα διαμορφώσουν και θα αξιολογήσουν επιχειρήματα βάσει επιστημονικών δεδομένων κατά την διάρκεια της συζήτησης με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, προκειμένου να καταλήξουν σε μια τεκμηριωμένη απόφαση.

Συστημική Σκέψη (Systems Thinking)

Η συστημική σκέψη αποτελεί μία από τις κυριότερες ικανότητες ΚΑ που πρέπει καλλιεργηθούν στα άτομα για να θεωρούνται κλιματικά εγγράμματοι πολίτες. Μέσα από την καλλιέργειά της συστημικής σκέψης, τα άτομα εξοπλίζονται με γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις, που τους/τις καθιστούν ικανούς/ές να αναλύουν ζητήματα Κ.Α., ώστε να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα των συγκεκριμένων ζητημάτων, τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν τα στοιχεία εντός και μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων (όπως ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα, βιόσφαιρα κ.ά.) και κατ' επέκταση τον τρόπο εξέλιξής τους (Shepardson et al., 2011; Wiek et al., 2011). Πιο συγκεκριμένα, έχοντας αναπτύξει τη συστημική σκέψη τους σε ικανοποιητικό επίπεδο, τα άτομα είναι σε θέση να εξετάσουν το κάθε ζήτημα μέσα από την εξέλιξή του σε ποικίλες κλίμακες, όπως του χρόνου (παρόν – παρελθόν – μέλλον) και του τόπου (τοπικό - παγκόσμιο επίπεδο), καθώς και ως προς τα χαρακτηριστικά των πολύπλοκων ζητημάτων, όπως θετική - αρνητική ανάδραση (feedback), μη γραμμικότητα και απροβλεψιμότητα (Lorenzo-Rial et al., 2024). Πιο αναλυτικά, η ανάδραση αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία μια αρχική αλλαγή σε ένα σύστημα μπορεί είτε να ενισχυθεί και να οδηγήσει σε περισσότερες και ισχυρότερες αλλαγές (θετική ανάδραση), είτε να περιοριστεί και να συμβάλλει στην άμβλυνση ενός φαινομένου (αρνητική ανάδραση). Επιπλέον, τα πολύπλοκα ζητήματα χαρακτηρίζονται από μη γραμμικότητα, καθώς η σχέση αίτιο-αποτέλεσμα δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις αναλογική, αφού μια αλλαγή σε ένα σύστημα μπορεί να προκαλέσει πολλαπλές και διαφορετικής έντασης επιπτώσεις. Αναφορικά με την απροβλεψιμότητα που χαρακτηρίζει τα φαινόμενα της Κ.Α., καθίστανται δύσκολες οι ακριβείς προβλέψεις που αφορούν στην εξέλιξη ενός ζητήματος Κ.Α., καθώς οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων τους είναι πολλαπλές και μη ευθύγραμμες. Ουσιαστικά, μία μικρή αλλαγή σε έναν παράγοντα μπορεί να προκαλέσει μη αναμενόμενες αλυσιδωτές αντιδράσεις (Jacobson et al., 2017). Ακόμη, η συστημική προσέγγιση των ζητημάτων ΚΑ συμβάλλει στην αναγνώριση της πολυπαραγοντικότητας των ζητημάτων αυτών και σε επίπεδο κοινωνικών, οικονομικών, πολιτικών και ηθικών πτυχών καθώς και στην αναγνώριση της αλληλεπίδρασης αυτών των πτυχών, γεγονός που συνεισφέρει στην αποτελεσματική διαπραγμάτευση των ζητημάτων ΚΑ ως κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων.

Για παράδειγμα, ένα ζήτημα ΚΑ που μπορεί να προσεγγιστεί διδακτικά, ώστε να υποστηρίξει την καλλιέργεια της συστημικής σκέψης, είναι το «λιώσιμο των πάγων». Για το συγκεκριμένο φαινόμενο υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που μας παρέχουν πληροφορίες για την εξέλιξή του ως προς τον χρόνο και τον τόπο. Επιπλέον, προσφέρει γόνιμο έδαφος για την μελέτη των στοιχείων που αλληλεπιδρούν εντός και μεταξύ των συστημάτων, ιδιαίτερα της βιόσφαιρας, κρυόσφαιρας υδρόσφαιρας και ατμόσφαιρας, καθώς και των συνεπειών που παρατηρούνται σε διάφορους τομείς (κοινωνία, οικονομία, περιβάλλον), ενισχύοντας στη συνέχεια άλλα ζητήματα ΚΑ (όπως διαταραχή βιοποικιλότητας, αύξηση συγκέντρωσης μεθανίου στην ατμόσφαιρα).

Δια-χρονική αντίληψη (Γραμματισμός για το μέλλον - Future Thinking)

Η απροβλεψιμότητα και η μη γραμμικότητα που χαρακτηρίζουν τα φαινόμενα ΚΑ καθιστούν δύσκολη την προσέγγισή τους σε βάθος χρόνου και απαραίτητη τη διαμόρφωση πολιτών, ικανών να εντοπίζουν τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν την μελλοντική εξέλιξη του εκάστοτε ζητήματος Κ.Α. (Wiek et al., 2011). Ουσιαστικά, μέσα από τη μελέτη του παρόντος και του παρελθόντος προκύπτουν δεδομένα που αναδεικνύουν τις τάσεις κάποιων παραγόντων των κλιματικών φαινομένων (π.χ. θερμοκρασίας, άνοδος στάθμης θαλασσών κ.ά.), οι οποίες μπορούν να μας υποδείξουν την εξέλιξή τους στο μέλλον. Συνεπώς, οι εγγράμματοι για το μέλλον πολίτες καλούνται να είναι ικανοί/ές να αναλύουν, αξιολογούν και να δημιουργούν πλούσιες και εμπειριστατωμένες εικόνες για το μέλλον βάσει επιστημονικών δεδομένων (Levrini et al., 2019; Wiek et al., 2011). Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτούνται δεξιότητες ανάλυσης και αξιοποίησης πραγματικών δεδομένων, συνδυασμένες με την ικανότητα αναγνώρισης τάσεων και ενδεχόμενων επιπτώσεων σε διάφορους τομείς, όπως το περιβάλλον, η οικονομία και η κοινωνία. Η καλλιέργεια του γραμματισμού για το μέλλον καθίσταται αναγκαία για την ανάπτυξη λύσεων που μπορούν να ανταποκριθούν στις σύνθετες μελλοντικές προκλήσεις της ΚΑ, προσφέροντας κατευθύνσεις για βιώσιμη και αποτελεσματική δράση (Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011).

Βάσει πραγματικών δεδομένων και τάσεων που έχουν αναδειχθεί, έχουν διαμορφωθεί πέντε διαφορετικά πιθανά σενάρια από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν ακόμη και στο πλαίσιο μίας διδασκαλίας ΚΑ. Τα σενάρια του IPCC κυμαίνονται από αισιόδοξες προβλέψεις, όπου λαμβάνονται άμεσα και αποτελεσματικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, έως απαισιόδοξα σενάρια, που παρουσιάζουν ένα μέλλον με σοβαρές κλιματικές επιπτώσεις λόγω της αδράνειας ή της ανεπαρκούς δράσης.

Σκέψη με γνώμονα τις αξίες (Normative Competency)

Η ΚΑ οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, γεγονός που απαιτεί μια ριζική αλλαγή στη στάση των πολιτών απέναντι σε τέτοιου είδους ζητήματα. Λόγω του ότι ο ανθρώπινος παράγοντας βρίσκεται στο επίκεντρο των κλιματικών εξελίξεων (Mukherji et al., 2023), η εκπαίδευση για την ΚΑ εστιάζει στο να καλλιεργήσει στους/στις μελλοντικούς/ές πολίτες το να σκέφτονται με γνώμονα τις αξίες της βιωσιμότητας, όπως είναι η δικαιοσύνη και η ισότητα για τις σημερινές και μελλοντικές γενιές και η διατήρηση και αποκατάσταση της φύσης (Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011). Τα κλιματικά εγγράμματα άτομα θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογούν το κατά πόσο βιώσιμες μπορεί να είναι κάποιες σημερινές ή/και μελλοντικές καταστάσεις σχετικά με ζητήματα ΚΑ, ώστε να ληφθούν αποφάσεις που θα αποτρέψουν μελλοντικές κρίσεις, εξασφαλίζοντας ένα πιο βιώσιμο και δίκαιο μέλλον (Wiek et al., 2011). Επιπλέον, οι μελλοντικοί/ές

πολίτες είναι αναγκαίο να εξοπλιστούν με τα απαραίτητα εφόδια που θα τους καθιστούν ικανούς/ές να αντιμετωπίζουν διλήμματα, λαμβάνουν αποφάσεις και να οργανώνουν δράσεις εναρμονίζοντας τις προσωπικές τους αξίες με τις αξίες της βιωσιμότητας.

Συνεπώς, η συνειδητοποίηση του πώς οι προσωπικές αξίες και συνήθειες του καθενός (π.χ. προσωπικό ανθρακικό αποτύπωμα) μπορούν να επηρεάσουν το περιβάλλον, καθώς και του πώς η υιοθέτηση αξιών που προάγουν τη βιωσιμότητα συμβάλλουν στη διατήρηση των συστημάτων ΚΑ (π.χ. διατήρηση φυσικών πόρων) και την αντιμετώπιση των φαινομένων ΚΑ, είναι ουσιαστικής σημασίας. Αυτή η αλλαγή στη νοοτροπία βασίζεται στην αξιοποίηση επιστημονικών πρακτικών, στην παρακολούθηση και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς και στην επεξεργασία πραγματικών δεδομένων που δείχνουν τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των επιλογών μας. Με αυτόν τον τρόπο, οι πολίτες μπορούν να οδηγηθούν στην υιοθέτηση πιο συνειδητών και υπεύθυνων στάσεων που να ευθυγραμμίζονται με τις αρχές της βιωσιμότητας.

Στρατηγική Ικανότητα (Strategic Competency)

Ένας από τους κύριους στόχους της εκπαίδευσης για την ΚΑ είναι η διαμόρφωση πολιτών ικανών να αναλαμβάνουν δράση τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο (Bianchi et al., 2022; Sass et al., 2020). Οι πολίτες του μέλλοντος πρέπει να εξοπλιστούν με τις απαραίτητες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις που θα τους επιτρέπουν να συμβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων και στη διαμόρφωση λύσεων και σχεδίων δράσης, ώστε να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τις προκλήσεις που προκύπτουν από τις συνέπειες της ΚΑ σε διάφορους τομείς, όπως το περιβάλλον, η οικονομία, η πολιτική, η ηθική και η κοινωνία (Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011). Οι δράσεις αυτές περιλαμβάνουν αφενός την εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης και προσαρμογής από το άτομο ή/και την πολιτεία, όπως είναι η χρήση ΑΠΕ ή η κατασκευή υπερυψωμένων σπιτιών λόγω της ανόδου της στάθμης των θαλασσών αντίστοιχα και αφετέρου τη συμμετοχή των πολιτών σε συλλογικότητες με στόχο την ευαισθητοποίηση της κοινωνίας γύρω από ζητήματα ΚΑ και την εφαρμογή ακτιβιστικών δράσεων για την άσκηση πίεσης σχετικά με τη λήψη πολιτικών αποφάσεων κ.λπ. (Sass et al., 2020)

Ουσιαστικά, η καλλιέργεια στρατηγικής σκέψης επιτρέπει στους πολίτες να οριοθετούν τα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν και να σχεδιάζουν συστημικές παρεμβάσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές συνέπειες αυτών των παρεμβάσεων. Συνεπώς, απαιτούνται δεξιότητες σχεδιασμού, ελέγχου, εφαρμογής και αξιολόγησης λύσεων. Επιπλέον, η εξοικείωση με καταστάσεις του πραγματικού κόσμου και τις πολιτικές αποφάσεις που σχετίζονται με την ΚΑ είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη πρακτικών λύσεων (Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011). Για παράδειγμα, πολιτικές αποφάσεις ή περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η διαταραχή της

βιοποικιλότητας, μπορούν να αξιοποιηθούν σε μια διδασκαλία για την Κ.Α., προκειμένου να κινητοποιηθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες για την εύρεση κατάλληλων τρόπων αντιμετώπισης.

Διαπροσωπική Ικανότητα (Interpersonal Competency)

Στα περισσότερα ζητήματα ΚΑ εμπλέκονται άτομα από διάφορους φορείς που φέρουν διαφορετικές οπτικές σχετικά με το εκάστοτε ζήτημα και που συχνά καλούνται να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν, προκειμένου να λάβουν συλλογικές αποφάσεις. Ένας κλιματικά εγγράμματος πολίτης για να μπορέσει να αντιμετωπίσει αυτή την ποικιλία θέσεων και οπτικών, είτε ως ενεργά εμπλεκόμενος στη λήψη αποφάσεων, είτε ως εξωτερικός παρατηρητής, χρειάζεται να είναι ικανός να κατανοεί, συγκρίνει και αξιολογεί κριτικά τις πληροφορίες που δέχεται. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να ελέγχει τα επιχειρήματα των διαφόρων φορέων με βάση επιστημονικά δεδομένα, να αξιολογεί τις πηγές πληροφόρησης και τον βαθμό εξειδίκευσης αυτών των πηγών σχετικά με το θέμα καθώς και να αναγνωρίζει πιθανά συμφέροντα και προκαταλήψεις ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα των συλλογικών αποφάσεων (Wiek et al., 2011). Επιπλέον, η ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας, διαπραγμάτευσης, συνεργασίας και ηγεσίας είναι σημαντική, καθώς επιτρέπουν στους πολίτες να διαπραγματεύονται συμφωνίες και να παρακολουθούν τις διαδικασίες και τις εξελίξεις, συμβάλλοντας έτσι στη διαμόρφωση ενημερωμένων απόψεων και προτάσεων για βιώσιμες λύσεις (Bianchi et al., 2022).

Παράδειγμα μιας κατάστασης που αναδεικνύει τη σημασία της διαπροσωπικής ικανότητας στους μελλοντικούς πολίτες, θα μπορούσε να είναι η λήψη απόφασης και η αντιμετώπιση ενός διλήμματος, όπως το κλείσιμο των λιγνιτικών μονάδων και η εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε μια περιοχή. Στη λήψη μιας τέτοιας απόφασης εμπλέκονται διάφοροι φορείς, όπως οι κάτοικοι της περιοχής, η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω των αποφάσεων της για απολιγνιτοποίηση, Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, Εταιρίες ΑΠΕ, Ακτιβιστές κ.ά., οι οποίοι θα πρέπει να επιχειρηματολογήσουν, να επικοινωνήσουν τις θέσεις τους και να συνεργαστούν προκειμένου να βρουν μια χρυσή τομή και να λάβουν μία απόφαση.

3. Πρακτικές & προσεγγίσεις για τη διδασκαλία της ΚΑ ως κοινωνικοεπιστημονικό ζήτημα

Οι πιο χαρακτηριστικές και συχνές διδακτικές πρακτικές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι α. η ανάλυση οφελών – κινδύνων μιας επιστημονικής ή τεχνολογικής καινοτομίας, β. η ηθική ανάλυση μιας κρίσιμης κατάστασης – περίπτωσης, γ. η ανάλυση απόψεων ποικίλων φορέων, δ. η

αξιολόγηση πηγών από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και ε. η εμπλοκή σε δράσεις και προγράμματα της κοινωνίας (πχ. Borgerding & Dagistan, 2018). Αυτές οι διδακτικές πρακτικές αντικατοπτρίζουν τους βασικούς τύπους δραστηριοτήτων που πρέπει να ενσωματώνουν τα διδακτικά υλικά ώστε να συμβάλλουν στην εμπλοκή των μαθητών/-τριων με τις Ικανότητες ΚΑ καθώς και σε διαδικασίες διατύπωσης θέσης και λήψης απόφασης σχετικά με προτεινόμενες λύσεις. Αναλύοντας τις διδακτικές αυτές πρακτικές προκύπτει ότι:

1. Η **ανάλυση οφελών – κινδύνων** προωθεί την εμπλοκή των μαθητών/-τριων σε διαδικασίες λήψης απόφασης μέσα από την εξισορρόπηση – «ζύγισμα» πιθανών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Η συγκεκριμένη διδακτική πρακτική συχνά εμπεριέχει συζητήσεις γύρω από τις ενδεχόμενες θετικές και αρνητικές επιδράσεις μιας επιστημονικής εξέλιξης ή τεχνολογικής εφαρμογής καθώς και συζητήσεις γύρω από διλήμματα για τη λήψη απόφασης με βάση επιστημονικές πληροφορίες και εμπειρικά δεδομένα. Για την περίπτωση της ΚΑ θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί από τους μαθητές/-τριες ανάλυση των οφελών – κινδύνων σχετικά με προτεινόμενες λύσεις προσαρμογής και αντιμετώπισης όπως πχ. εφαρμογών ΑΠΕ, του ηλεκτρικού αυτοκινήτου κλπ. καλλιεργώντας την ικανότητα στρατηγικής τους.
2. Η **ηθική ανάλυση μιας κρίσιμης περίπτωσης** εμπλέκει τους μαθητές/-τριες με διαδικασίες λήψης απόφασης γύρω από ζητήματα του δίπολου «σωστό – λάθος» καθώς και με διαδικασίες ανάλυσης των αντικρουόμενων σκοπών, δικαιωμάτων και ευθυνών των εμπλεκόμενων φορέων λόγω των διαφορετικών τους ιδεολογιών και προτεραιοτήτων. Η πρακτική αυτή - μέσα από τη διεξαγωγή ενός debate για παράδειγμα - θα μπορούσε να συμβάλλει στην καλλιέργεια αφενός της σκέψης των μαθητών/-τριων με γνώμονα τις αξίες της βιωσιμότητας και αφετέρου της διαπροσωπικής τους ικανότητας.
3. Η **ανάλυση απόψεων ποικίλων φορέων** περιλαμβάνει την ανάλυση και τον αναστοχασμό γύρω από τις απόψεις, θέσεις, πιστεύω και ενδεχόμενα συμφέροντα ποικίλων εμπλεκόμενων φορέων όπως πολιτικών, επιχειρηματιών, εκπροσώπων μη κυβερνητικών οργανώσεων κλπ. Η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη μέσα από την υλοποίηση ενός παιχνιδιού ρόλων (*role play*) και ταυτόχρονα να αξιοποιηθεί για την καλλιέργεια της διαπροσωπικής ικανότητας των μαθητών/-τριων.
4. Η **ανάλυση της αξιοπιστίας πηγών και πληροφοριών** από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι επίσης μια διδακτική πρακτική που μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την διδασκαλία όψεων της ΚΑ. Η συγκεκριμένη πρακτική συμβάλλει στο να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν οι μαθητές/-τριες τα ποικίλα μηνύματα που διατυπώνονται στα μέσα ενημέρωσης ή κοινωνικής δικτύωσης γύρω ζητήματα ΚΑ ώστε να αναγνωρίζουν ενδεχόμενη παραπληροφόρηση και

προκαταλήψεις. Με αυτό τον τρόπο καλλιεργείται η διαπροσωπική ικανότητα των μαθητών/-τριων οι οποίοι/-ες καλούνται να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν κριτικά τις πληροφορίες που δέχονται προτού διαμορφώσουν τα δικά τους επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα.

5. Η **εμπλοκή σε δράσεις και προγράμματα της κοινωνίας** που παρέχει στους μαθητές/-τριες τη δυνατότητα να αναλάβουν ατομική ή συλλογική δράση (*action – taking*) γύρω από τρέχοντα ζητήματα του κλίματος. Με αυτόν τον τρόπο θεωρείται ότι προωθείται και η ανάπτυξη της κοινωνικής υπευθυνότητας και πολιτειότητας των μαθητών (*social responsibility & citizenship*) ενώ ταυτόχρονα καλλιεργείται η στρατηγική τους ικανότητα σχετικά με το σχεδιασμό, υλοποίηση και εφαρμογή προτεινόμενων λύσεων.
6. Η **εμπλοκή με επιστημονικές διαδικασίες** οι οποίες επιτρέπουν την υλοποίηση μικρών ερευνών από τους μαθητές/-τριες μέσα από τον σχεδιασμό και εφαρμογή εργαστηριακών και πειραματικών δραστηριοτήτων. Μέσα από την εμπλοκή με επιστημονικές διαδικασίες οι μαθητές/-τριες εξασκούνται στη διατύπωση προβλέψεων, στη συλλογή και ερμηνεία δεδομένων, στην ανάπτυξη ή και ερμηνεία μοντέλων κλπ. γεγονός που συμβάλλει αφενός στο να αναγνωρίσουν ενδεχόμενες τάσεις και να προβλέψουν μελλοντικά σενάρια και αφετέρου να λάβουν ενήμερες αποφάσεις και να διαμορφώσουν ενήμερες θέσεις σχετικές με το κλίμα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp. The European Sustainability Competence Framework*. Available online: https://green-comp.eu/wp-content/uploads/2022/02/jrc128040_greencomp_f2.pdf (accessed on 8 August 2022).
- Borgerding, L. A., & Dagistan, M. (2018). Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. *Journal of Science Teacher Education*, 29(4), 283-306 <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1440860>
- Dunlap, R. E., & Brulle, R. J. (Eds.). (2015). *Climate change and society: Sociological perspectives*. Oxford University Press.
- Fleming, W., Hayes, A. L., Crosman, K. M., & Bostrom, A. (2021). Indiscriminate, irrelevant, and sometimes wrong: Causal misconceptions about climate change. *Risk analysis*, 41(1), 157-178. <https://doi.org/10.1111/risa.13587>
- Jacobson, M. J., Markauskaite, L., Portolese, A., Kapur, M., Lai, P. K., & Roberts, G. (2017). Designs for learning about climate change as a complex system. *Learning and instruction*, 52, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.03.007>
- Levrini, O., Tasquier, G., Branchetti, L., & Barelli, E. (2019). Developing future-scaffolding skills through science education. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2647-2674. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693080>

Mukherji, A., Thorne, P., Cheung, W. W. L., Connors, S. L., Garschagen, M., Geden, O., ... & Yassaa, N. (2023). *Synthesis Report Of The IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*. United Nations.

Sass, W., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Gericke, N., De Maeyer, S., & Van Petegem, P. (2020). Redefining action competence: The case of sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), 292-305. <https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1765132>

Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D., & Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13504620903564549>

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6, 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>

STEM προσέγγιση

Οριοθέτηση S-T-E-M πεδίων

Παρ' ότι στη βιβλιογραφία δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός η STEM διδακτική προσέγγιση προσδιορίζεται συχνά ως μια προσπάθεια συνδυασμού ορισμένων και των τεσσάρων πεδίων S-T-E-M, η οποία οριοθετείται από STEM πρακτικές μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο προβλημάτων του πραγματικού κόσμου με σκοπό τη διασύνδεση αυτών των πεδίων για τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών (Kelley & Knowles, 2016).

Προκύπτει συνεπώς η ανάγκη, πριν μελετηθούν εκτενέστερα τα χαρακτηριστικά μιας STEM διδασκαλίας, να οριοθετηθούν τα τέσσερα επιμέρους S-T-E-M πεδία

Science - Φυσικές Επιστήμες

Οι ΦΕ ασχολούνται με την μελέτη του φυσικού κόσμου και των νόμων της φύσης που σχετίζονται με τα αντικείμενα της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας, των Επιστημών της Γης & του Διαστήματος καθώς και τη διαχείριση και εφαρμογή των δεδομένων, αρχών, εννοιών και συμβάσεων που σχετίζονται με τα αντικείμενα αυτά. Οι ΦΕ είναι ταυτόχρονα και ένα σώμα γνώσης, που έχει συσσωρευτεί με το χρόνο, αλλά και η διαδικασία επιστημονικής διερεύνησης για την παραγωγή νέας γνώσης (NRC, 2014).

Technology - Τεχνολογία

Το πεδίο της Τεχνολογίας περιλαμβάνει το σύνολο των ανθρώπων, οργανισμών, γνώσεων, διαδικασιών και συσκευών τα οποία συντελούν στη δημιουργία και χρήση τεχνολογικών τεχνουργημάτων (artefacts), καθώς επίσης και τα τεχνουργήματα αυτά καθαυτά (NRC, 2014). Ως εκ τούτου στο πεδίο αυτό εντάσσονται τα εργαλεία Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) που χρησιμοποιούνται για διδασκαλία πχ. προσομοιώσεις, φορητές συσκευές κλπ, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε αυθεντικές πρακτικές επαγγελματιών, όπως αισθητήρες, μικροσκόπια, λογισμικά μοντελοποίησης κ.ά, και ο προγραμματισμός/ υπολογιστική σκέψη.

Engineering - Μηχανική

Το πεδίο της Μηχανικής είναι ένα σώμα γνώσης που αφορά το σχεδιασμό και τη δημιουργία προϊόντων του ανθρώπινου πολιτισμού, αλλά παράλληλα και μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Αυτή η διαδικασία ουσιαστικά είναι ο μηχανικός σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνει χώρα υπό τους κάτωθι περιορισμούς: αφενός περιορισμούς από τη φύση και τους νόμους που τη διέπουν και αφετέρου περιορισμούς λόγω υλικοτεχνικών υποδομών, εργονομίας, χρόνου, οικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων (NRC, 2014).

Mathematics - Μαθηματικά

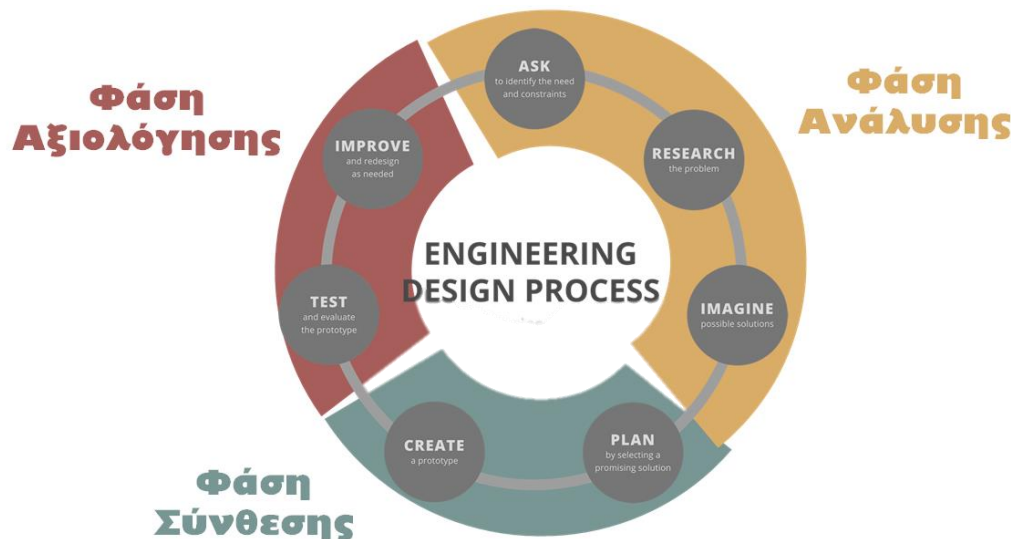
Το πεδίο των Μαθηματικών μελετάει τις δομές και τις σχέσεις μεταξύ ποσοτήτων, μεγεθών και του χώρου. Οι ισχυρισμοί στα Μαθηματικά στηρίζονται σε λογική επιχειρηματολογία που βασίζεται σε στοιχειώδη αξιώματα, σε αντίθεση με τις ΦΕ που στηρίζονται σε εμπειρικά δεδομένα από τη φύση. Η γνώση στα Μαθηματικά, όπως και στις ΦΕ, συνεχίζει να αυξάνεται, δεν μπορεί όμως να ανατραπεί, όπως γίνεται στις ΦΕ, εκτός αν μετασχηματιστούν τα στοιχειώδη αξιώματα. Στα πλαίσια σχολικής εκπαίδευσης, τα Μαθηματικά είθισται να περιλαμβάνουν την Αριθμητική, Άλγεβρα, Συναρτήσεις, Γεωμετρία, Στατιστική και Πιθανότητες (NRC, 2014).

Χαρακτηριστικά STEM εκπαίδευσης

Η εκπαίδευση STEM ενσωματώνει την Επιστήμη, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά σε ένα συνεκτικό παράδειγμα μάθησης που δίνει έμφαση στις εφαρμογές του πραγματικού κόσμου και στην επίλυση προβλημάτων. Τα βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την αποτελεσματική εκπαίδευση STEM είναι τα ακόλουθα (Roehrig et al., 2021):

1. Έμφαση σε **ρεαλιστικά προβλήματα του πραγματικού κόσμου**, δηλαδή προβληματικές καταστάσεις που συναντούν οι μαθητές γενικά στην καθημερινότητά τους ή στην επικαιρότητα. Τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου είναι σύνθετα και ανοιχτά, εμπλέκουν πλήθος μεταβλητών και παραγόντων, ενώ συνήθως δεν υπάρχει μια προκαθορισμένη διαδρομή επίλυσής τους. Μια τέτοια προβληματο-κεντρική προσέγγιση καθιστά τη μάθηση πιο ουσιαστική και αναβαθμίζει την αντίληψη της αξίας των επιστημών για την καθημερινή ζωή των μαθητών/τριών, ενώ για την επίλυσή τους υπάρχει ανάγκη αξιοποίησης περισσότερων του ενός επιστημονικών πεδίων. Υπό αυτό το πρίσμα, ενδείκνυται να απασχολούνται οι μαθητές και με προβλήματα που κινητοποιούν το συναίσθημα και αντιμετωπίζει γενικά η ανθρωπότητα όπως η κλιματική αλλαγή.
2. Σύνδεση με το **τοπικό πλαίσιο**. Μια STEM διδασκαλία θα πρέπει να δημιουργεί διασυνδέσεις με το εκάστοτε τοπικό πλαίσιο ώστε η μάθηση να έχει νόημα και άμεση χρησιμότητα για τους μαθητές.
3. Επικέντρωση στον **μηχανικό σχεδιασμό**. Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης STEM εκπαίδευσης οι μαθητές εμπλέκονται σε πρακτικές μηχανικού σχεδιασμού, υλοποίησης, αξιολόγησης και βελτίωσης τεχνουργημάτων για να αναπτύξουν πιθανές λύσεις σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Παράλληλα προσομοιώνοντας την εργασία των επαγγελματιών μηχανικών, οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν και τους περιορισμούς μιας αυθεντικής κατάστασης (όπως ο χρόνος, η πρόσβαση σε υλικά και ο προϋπολογισμός), καθώς και τα κοινωνικά, πολιτικά και ηθικά ζητήματα που είναι εγγενή στα περισσότερα προβλήματα πραγματικού κόσμου.

Η διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού διακρίνεται σε τρεις επαναλαμβανόμενες φάσεις (Kelley et al., 2010). Στη φάση της *ανάλυσης* οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν και να προσδιορίσουν το πρόβλημα, να διερευνήσουν σε βάθος τις πτυχές του και να φανταστούν πιθανές λύσεις. Στη διαδοχική φάση της *σύνθεσης* οι μαθητές επιλέγουν την πλέον ενδεικνυόμενη λύση, οργανώνουν τις ιδέες τους, σχεδιάζουν την υλοποίησή της (επιλογή υλικών, αναγνώριση περιορισμών κλπ.) και υλοποιούν το σχέδιό τους σε μορφή φυσικού τεχνουργήματος. Στη φάση της *αξιολόγησης* οι μαθητές δοκιμάζουν τις δημιουργίες τους, αξιολογούν τον βαθμό αποτελεσματικότητάς τους, συζητούν πιθανές τροποποιήσεις, βελτιώνουν τις λύσεις τους και τις δοκιμάζουν εκ νέου.



3. **Διασύνδεση επιστημονικών πεδίων.** Μια STEM διδασκαλία συνιστάται να διασυνδέει γνώσεις και δεξιότητες από τα τέσσερα S-T-E-M πεδία με ρητό τρόπο. Μια βασική κατηγοριοποίηση της διασύνδεσης μεταξύ των πεδίων είναι η ακόλουθη, ανά αυξανόμενο βαθμό διασύνδεσης (English, 2016):

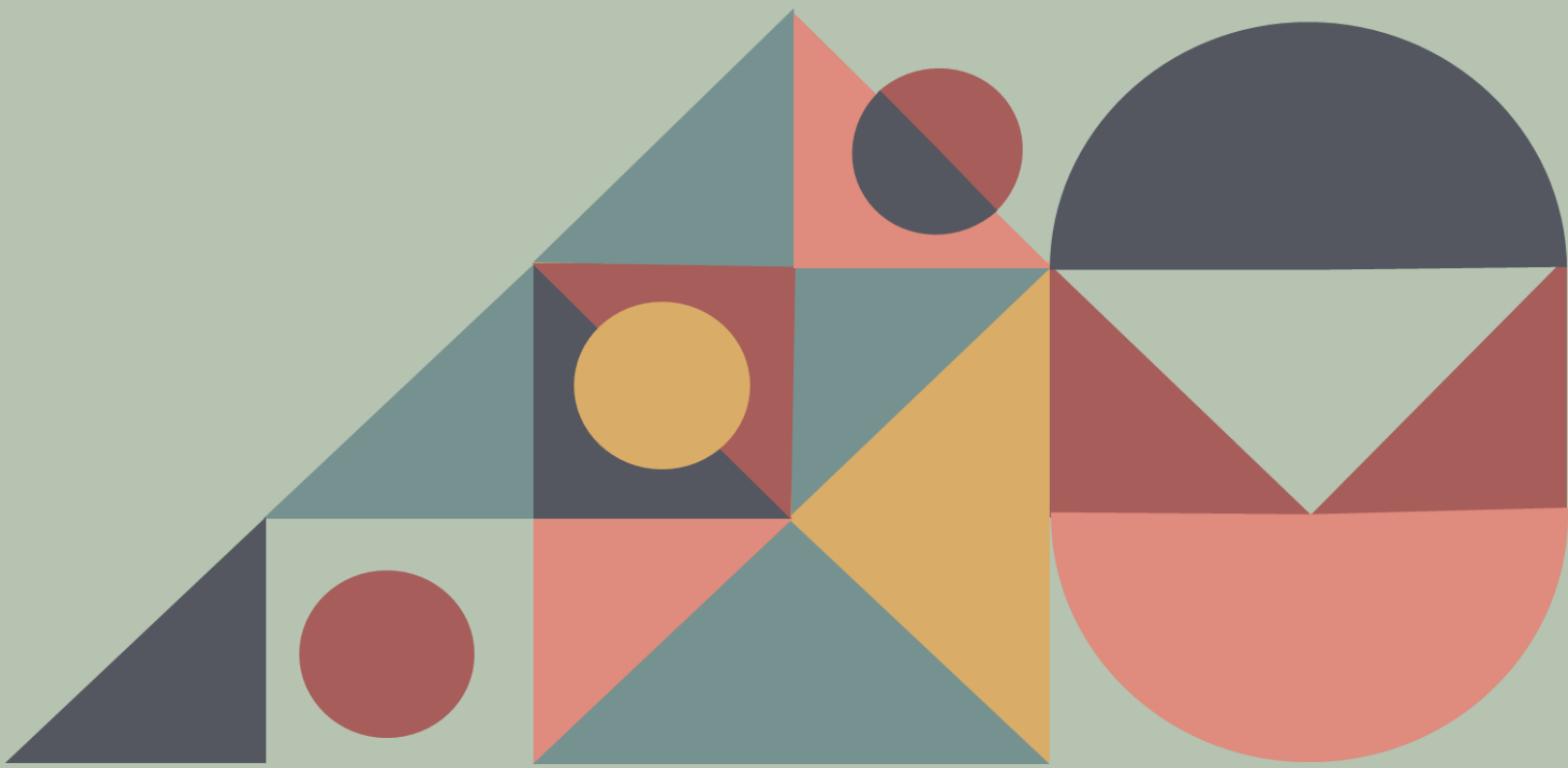
- ο πολυεπιστημονική (multidisciplinary) όπου ο εκπαιδευτικός διδάσκει χωριστά γνώσεις και δεξιότητες από τα επιμέρους πεδία αλλά έχοντας ένα κοινό θέμα. Στον τρόπο αυτό τα πεδία παρουσιάζονται με έναν τρόπο σειριακό ή συνεργατικό.
- ο διεπιστημονική (interdisciplinary): ο εκπαιδευτικός διδάσκει συναφείς έννοιες και δεξιότητες από δύο ή παραπάνω πεδία με σκοπό να εμβαθύνει τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών. Σε αυτή την προσέγγιση τα πεδία αλληλεπιδρούν με πιο ουσιαστικό τρόπο

- ο διαεπιστημονική (transdisciplinary): γνώσεις και δεξιότητες από δύο ή περισσότερα επιστημονικά πεδία χρησιμοποιούνται σε ρεαλιστικά προβλήματα και project, βοηθώντας έτσι να σχηματιστούν μαθησιακές εμπειρίες. Σε αυτόν τον βαθμό διασύνδεσης τα επιμέρους πεδία δεν γίνονται διακριτά.
4. **Καλλιέργεια STEM πρακτικών**, δηλαδή πρακτικών που προσομοιώνουν τις αυθεντικές πρακτικές των επαγγελματιών του εκάστοτε πεδίου. Ενδεικτικά αναφέρονται οι δεξιότητες επιστημονικής διερεύνησης, συλλογής & επεξεργασίας δεδομένων, η επιστημονική επιχειρηματολογία, η λήψη αποφάσεων, ο χειρισμός οργάνων & εργαλείων, η διερεύνηση αναγκών, ο έλεγχος υπάρχουσών λύσεων, η διαρκής προσπάθεια βελτίωσης μέσω πειραματισμού, σχεδιασμού, προβλέψεων, εικασιών & δημιουργίας πρωτοτύπων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kelley, T. R., Brenner, D. C., & Pieper, J. T. (2010). Two approaches to engineering design: Observations in sTEm education. *Journal of STEM Teacher Education*, 47(2), 4. <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol47/iss2/4>
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>

STEM Διδακτική Ενότητα για την Κλιματική Αλλαγή



Σύντομη περιγραφή της ενότητας

Η διδακτική ενότητα εστιάζει στις ενδείξεις, τα αίτια και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στις πρακτικές λύσεις που αφορούν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μέσα από την ενεργή συμμετοχή τους σε STEM δραστηριότητες, οι μαθητές θα αναπτύξουν ικανότητες όπως η σκέψη με γνώμονα τις αξίες, η συνεργασία και η επίλυση προβλημάτων, που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της πολυπλοκότητας της κλιματικής αλλαγής. Παράλληλα, θα καλλιεργήσουν δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να οραματιστούν ένα βιώσιμο μέλλον και να αναπτύξουν στρατηγικές αντιμετώπισης της επερχόμενης κλιματικής κρίσης.

Η ενασχόληση των μαθητών με τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής έχει διττή επίδραση: α) ενισχύει την περιβαλλοντική τους ευαισθητοποίηση και την κατανόηση του επείγοντος χαρακτήρα του προβλήματος, και β) τους δίνει τη δυνατότητα να συνειδητοποιήσουν τον ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν ως μελλοντικοί πολίτες και επιστήμονες στη διαμόρφωση καινοτόμων λύσεων για ένα βιώσιμο μέλλον, επηρεάζοντας θετικά τόσο την κοινωνία όσο και το φυσικό περιβάλλον.

Ηλικιακή Ομάδα

Η ενότητα, ακολουθώντας τις αντίστοιχες ενδείξεις προορίζεται για μαθητές όλων των τάξεων του δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου. Στην λεπτομερή περιγραφή της ενότητας επισημαίνονται οι δραστηριότητες (ή οι παραλλαγές τους) που ενδείκνυνται για κάθε βαθμίδα.

Προτεινόμενη διάρκεια

4 – 10 διδακτικές ώρες

Δομή της ενότητας

Ο Οδηγός Εκπαιδευτικού του προγράμματος STEM-id περιλαμβάνει ένα σύνολο δραστηριοτήτων οργανωμένων σε ευρύτερες θεματικές κατηγορίες από τις οποίες ο/η κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει να πραγματοποιήσει διαφορετικό συνδυασμό δραστηριοτήτων. Ωστόσο για την πληρέστερη παρουσίαση του θέματος της κλιματικής αλλαγής συστήνεται οι εκπαιδευτικοί να ενσωματώσουν στη διδασκαλία τους δραστηριότητες από όλες τις θεματικές περιοχές ακολουθώντας τη ροή που απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

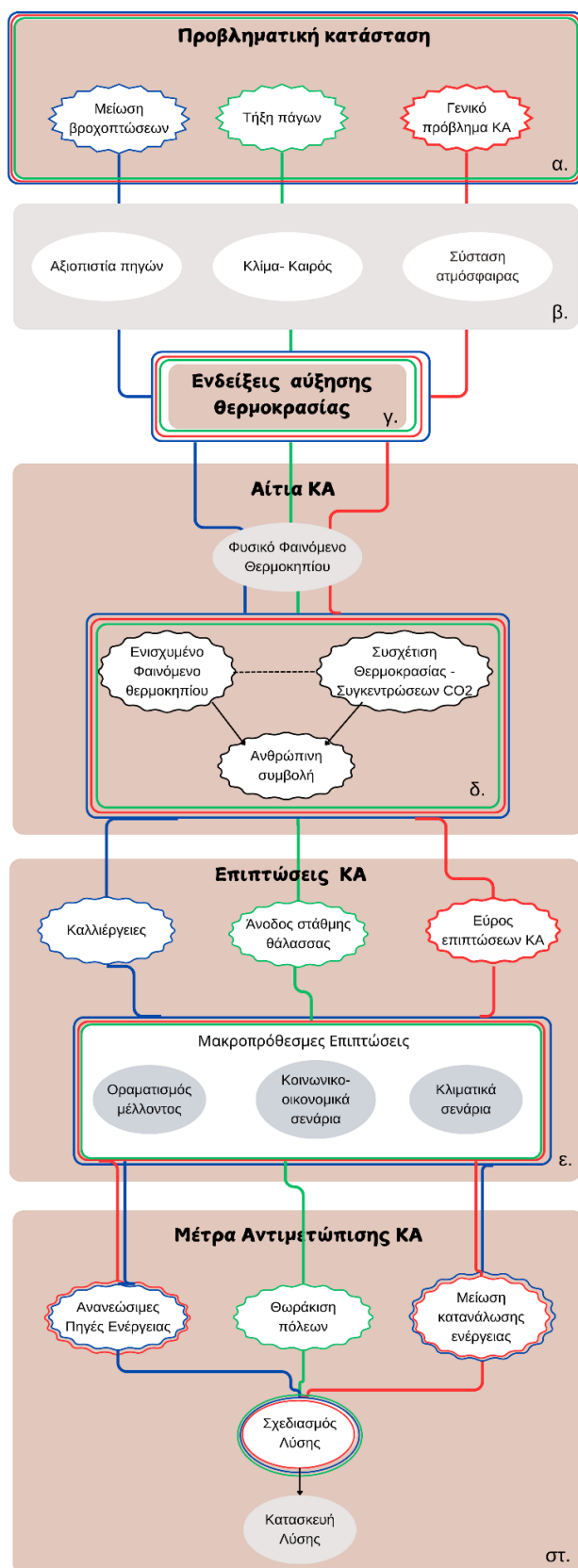
Βάσει της STEM προσέγγισης που τοποθετεί στο επίκεντρο την εμπλοκή των μαθητών με αυθεντικές προβληματικές καταστάσεις, ενδείκνυται οι εκπαιδευτικοί να εισάγουν τους μαθητές στο θέμα μέσω δραστηριοτήτων που παρουσιάζουν ένα πρόβλημα πραγματικού κόσμου που σχετίζεται με την Κλιματική Αλλαγή (α).

Στη συνέχεια μπορούν προαιρετικά να υλοποιηθούν κάποιες δραστηριότητες που αφορούν σε γνώσεις υποβάθρου που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή (β) και έπειτα να προχωρήσουν σε κάποια δραστηριότητα επεξεργασίας ενδείξεων της αύξησης της θερμοκρασίας (γ).

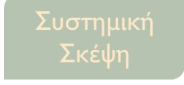
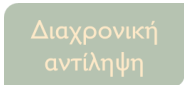
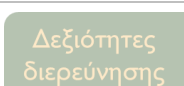
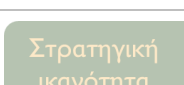
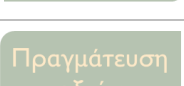
Ακολούθως οι μαθητές θα εξερευνήσουν τα αίτια της κλιματικής αλλαγής (δ) επεξεργαζόμενοι είτε τον μηχανισμό του ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου, είτε τη συσχέτιση της αυξητικής τάσης της θερμοκρασίας και των συγκεντρώσεων του CO₂ στην ατμόσφαιρα εστιάζοντας όμως σε κάθε περίπτωση στην ανθρώπινη συμβολή στις αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις.

Έπειτα οι μαθητές θα εμβαθύνουν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (ε) που σχετίζονται με την αρχική προβληματική κατάσταση που είχαν επεξεργαστεί αλλά και στα πιθανά σενάρια των μακροπρόθεσμων μελλοντικών επιπτώσεων.

Τέλος οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν πιθανά μέτρα αντιμετώπισης των άμεσων αυτών επιπτώσεων (στ) αλλά και να εμπλακούν στον σχεδιασμό λύσεων για πραγματικά προβλήματα που ανακύπτουν και προαιρετικά να κατασκευάσουν φυσικά πρωτότυπα/μοντέλα των προτεινόμενων αυτών λύσεων.



Εικονίδια και Συντομογραφίες

	Η δραστηριότητα περιλαμβάνει έννοιες Φυσικών Επιστημών
	Η δραστηριότητα περιλαμβάνει αξιοποίηση Τεχνολογίας
	Η δραστηριότητα περιλαμβάνει έννοιες Μηχανικής
	Η δραστηριότητα περιλαμβάνει έννοιες Μαθηματικών
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την ικανότητα της Συστημικής Σκέψης
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την ικανότητα της Διαχρονικής Αντίληψης
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την ικανότητα της Επιστημονικής Διερεύνησης
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την Στρατηγική ικανότητα
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την ικανότητα της Πραγμάτευσης Αξιών
	Η δραστηριότητα εμπλέκει την Διαπροσωπική ικανότητα
	Η δραστηριότητα απευθύνεται σε μαθητές/τριες Δημοτικού
	Η δραστηριότητα απευθύνεται σε μαθητές/τριες Γυμνασίου
	Η δραστηριότητα απευθύνεται σε μαθητές/τριες Λυκείου

Δραστηριότητες οριοθέτησης Προβληματικής Κατάστασης



Δραστηριότητες εποπτικής παρουσίασης προβλήματος

Κλιματικής Αλλαγής



Η κλιματική αλλαγή έχει σημαντικές επιπτώσεις στη φύση και την κοινωνία. Η υπερθέρμανση του πλανήτη που οφείλεται στην καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για την παραγωγή ενέργειας, τις μεταφορές και τη βιομηχανία, προκαλεί την τήξη των πάγων, επηρεάζοντας το σύστημα της κρυόσφαιρας, το οποίο περιλαμβάνει θαλάσσιους πάγους, παγετώνες και ηπειρωτικά στρώματα πάγου. Από το 1990, τα στρώματα πάγου στη Γροιλανδία και την Ανταρκτική μειώνονται συνεχώς, ενώ οι θαλάσσιοι πάγοι της Αρκτικής έχουν επίσης υποχωρήσει. Αυτή η μείωση προκαλεί εποχιακές αλλαγές στη ροή των υδάτων από παγετώνες.

Τα οικοσυστήματα, τόσο χερσαία όσο και θαλάσσια, έχουν επηρεαστεί έντονα, με πολλά είδη να μετακινούνται προς υψηλότερα υψόμετρα ή γεωγραφικά πλάτη λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Αυτό αυξάνει τον κίνδυνο εξαφάνισης ειδών. Επιπλέον, οι αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο εντείνονται, προκαλώντας ασυνήθη μοτίβα βροχοπτώσεων, ξηρασίες και πλημμύρες. Αυτές οι αλλαγές μειώνουν την αγροτική παραγωγή, αυξάνουν τις τιμές των τροφίμων και απειλούν την επισιτιστική ασφάλεια, ειδικά στις πιο ευάλωτες κοινωνίες που εξαρτώνται από τα υδάτινα αποθέματα της κρυόσφαιρας.



Δρ_A1.1 Επισκόπηση ενδείξεων, αιτιών & συνεπειών της Κλιματικής Αλλαγής



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες, μέσα από την ανάγνωση και ανάλυση σε ομάδες ενός άρθρου από εφημερίδα, συζητούν τις ενδείξεις, τις αιτίες και τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής οριοθετώντας το πρόβλημα.



Η Κλιματική αλλαγή είναι εδώ

Η υπερθέρμανση δεν είναι κάτι που θα συμβεί στο μέλλον, είναι κάτι που συμβαίνει σήμερα και ο κόσμος μας θα γίνεται όλο και πιο ζεστός.

Θερμοκρασίες – ρεκόρ στην Ευρώπη που υπερβαίνουν ακόμη και τους 40 βαθμούς Κελσίου, καταιγίδες και άνεμοι στην Ελλάδα που σπάνε τα... κοντέρ, πολικές αρκούδες που αναγκάζονται να ψάχνουν για τροφή σε κατοικημένες περιοχές...

Τρεις διαφορετικές εικόνες που επιβεβαιώνουν αυτό που οι επιστήμονες υποστηρίζουν εδώ και χρόνια: ότι η κλιματική αλλαγή συντελείται. Αυτό σημαίνει ότι ο κόσμος μας γίνεται όλο και πιο ζεστός (!). Και αυτό δεν επιδέχεται αμφισβήτηση, αφού – δυστυχώς – τα επιστημονικά στοιχεία το αποδεικνύουν.

Με απλά λόγια: η υπερθέρμανση δεν ΘΑ συμβεί. Συμβαίνει τώρα (!). Έτσι, σύμφωνα με τα τελευταία επιστημονικά συμπεράσματα έχουμε μόλις 11 χρόνια προκειμένου να μειώσουμε τις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και περίπου 25 χρόνια για τον εκμηδενισμό τους.

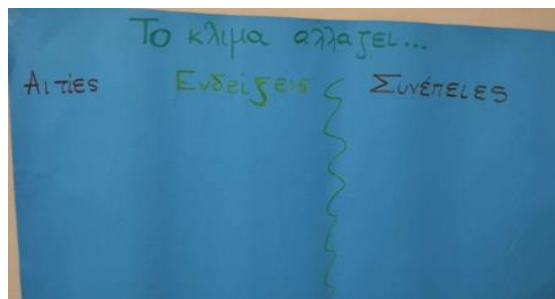
Πηγή: <https://www.tovima.gr/2019/06/28/science/i-klimatiki-allagi-einai-edo/>

1. Διαβάστε το παραπάνω απόσπασμα από ένα άρθρο εφημερίδας και συζητήστε στην ομάδα σας:

- Ποιες είναι οι βασικές **ενδείξεις** ότι το κλίμα αλλάζει;
- Ποιες είναι ορισμένες **συνέπειες** από αυτή την αλλαγή;
- Ποια είναι η **αιτία** για αυτή την αλλαγή σύμφωνα με το άρθρο;

2. Καταγράψτε σε ένα post -it την άποψη της ομάδας σας για κάθε μια από τις παραπάνω

ερωτήσεις και κολλήστε τα post – it στο ταμπλό της τάξης.



3. Ανακοινώστε τώρα στην ολομέλεια την άποψη της ομάδας σας.



Δρ_A1.2 Προβληματισμός για συνέπειες Κλιματικής Αλλαγής (I)



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα αξιοποιούνται εικόνες με σκοπό να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για την κλιματική αλλαγή. Πιο συγκεκριμένα δίνονται στους/στις μαθητές/-τριες φωτογραφίες που αφορούν σε συνέπειες της κλιματικής αλλαγής όπως οι ξηρασίες, το λιώσιμο των πάγων και οι πλημμύρες. Μέσα από αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες καλούνται να αναγνωρίσουν και να συσχετίσουν τα παραπάνω φαινόμενα, εντοπίζοντας τα κοινά τους αίτια.



Παρατηρήστε τις παρακάτω εικόνες:



Το φράγμα Sau στην
Ισπανία



Πολική αρκούδα παγιδευμένη
σε υπόλειμμα παγόβουνου



Πλημμύρες στη Βενετία

- Τι συναισθήματα σας δημιουργούν οι παραπάνω φωτογραφίες;

.....

.....

- Ποια φαινόμενα εντοπίζετε στις παραπάνω φωτογραφίες;

.....

.....

- Νομίζετε πως τα φαινόμενα που παρουσιάζονται στις φωτογραφίες συνδέονται μεταξύ τους; Με ποιον τρόπο;

.....

.....



Δρ_A1.3 Προβληματισμός για συνέπειες Κλιματικής Αλλαγής (II)



Πραγμάτευση
αξιών

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα αξιοποιούνται εικόνες με σκοπό να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για την κλιματική αλλαγή. Πιο συγκεκριμένα δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες μία φωτογραφία η οποία επιλέχθηκε τον Φεβρουάριο του 2024 ως η καλύτερη για το Βραβείο Wildlife Photographer of the Year. Με έναυσμα τη συγκεκριμένη φωτογραφία οι μαθητές/-τριες εκφράζουν τα συναισθήματά τους και σχολιάζουν το μήνυμα της φωτογραφίας σε σχέση με τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Μετά την απάντηση παρουσιάζονται στους μαθητές οι παρακάτω δηλώσεις:

Douglas Gurr, διευθυντής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας «Αυτή η εικόνα που προκαλεί σκέψεις είναι μια έντονη υπενθύμιση του αναπόσπαστου δεσμού μεταξύ ενός ζώου και της ιδιαίτερης κατοικίας του και χρησιμεύει ως οπτική αναπαράσταση των επιζήμιων επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του κλίματος και της απώλειας των τόπων που διαβιούν αυτά τα πλάσματα»

Ο Βρετανός νικητής ερασιτέχνης φωτογράφος Nima Sarikhani «Ενώ η κλιματική αλλαγή είναι η μεγαλύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζουμε, ελπίζω ότι αυτή η φωτογραφία εμπνέει, επίσης ελπίδα. Υπάρχει ακόμα χρόνος για να διορθώσουμε το χάος που έχουμε προκαλέσει». Είπε ακόμη πως αποφάσισε να τραβήξει το επίμαχο καρέ καθώς του προκάλεσε «έντονα συναισθήματα».

<https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2024/february/wildlife-photographer-of-the-year-59-peoples-choice-winner-announced.html>



Ερώτημα

Η φωτογραφία με τη νηολική αρκούδα επιλέχθηκε τον Φεβρουάριο του 2024 ως η καλύτερη της χρονιάς για το Βραβείο Wildlife Photographer of the Year. Το βραβείο απονέμεται από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Λονδίνου μετά από ψηφοφορία στην οποία συμμετείχαν 75,000 άνθρωποι.



i) Τι συναισθήματα σας δημιουργεί η συγκεκριμένη εικόνα;

.....
.....

ii) Θεωρείτε ότι τα κριτήρια των ανθρώπων που την ψήφισαν ως την καλύτερη, ήταν αμιγώς τεχνικής φύσεως; (π.χ. βέλτιστη για τις συνθήκες χρήση και ρύθμιση οπτικών παραμέτρων της φωτογραφικής μηχανής). Αν όχι, τι άλλο μπορεί να ήταν;

.....
.....

iii) Θεωρείτε ότι θα μπορούσε να υπάρχει κάποιο μήνυμα που θα ήθελε να "επικοινωνήσει" στο ευρύτερο κοινό ο φωτογράφος μέσα από αυτή την φωτογραφία;

.....
.....

Δραστηριότητες παρουσίασης προβλήματος τήξης πάγων



Ο πάγος στην επιφάνεια της Γης περιλαμβάνει τους θαλάσσιους πάγους, τους παγετώνες και τα ηπειρωτικά στρώματα πάγου, τα οποία συνολικά συγκρατούν περίπου το 2% του νερού στη Γη. Οι επιστήμονες αναφέρονται σε αυτό το σύστημα συνολικά ως κρυόσφαιρα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί το λιώσιμο των πάγων. Και τα δύο μεγάλα στρώματα πάγου της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής χάνουν μάζα πάγου τουλάχιστον από το 1990, με τον υψηλότερο ρυθμό απώλειας κατά την τελευταία δεκαετία (2010-2019). Επίσης, οι θαλάσσιοι πάγοι της Αρκτικής μειώνονται. Τόσο η έκταση όσο και το πάχος των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής έχουν μειωθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες. Με λίγες εξαιρέσεις, οι ορεινοί παγετώνες έχουν υποχωρήσει από το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Η συμπεριφορά αυτή είναι πρωτοφανής τουλάχιστον τα τελευταία 2.000 χρόνια. Η προκληθείσα από την υπερθέρμανση του πλανήτη προγενέστερη έναρξη της εαρινής τήξης του χιονιού και η αυξημένη τήξη των παγετώνων έχουν ήδη συμβάλει σε εποχιακές αλλαγές της ροής των παγετώνων στις ορεινές λεκάνες απορροής με χαμηλό υψόμετρο.



Δρ_A2.1 Επισκόπηση προβλήματος τήξης πάγων πολικών περιοχών (I)



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Με την συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή των μαθητών/τριών στο φαινόμενο “Τήξη των πάγων”. Αρχικά, ζητείται από τους/τις μαθητές/τριες να παρακολουθήσουν ένα βίντεο στο οποίο αναφέρεται το πρόβλημα, ενώ στη συνέχεια καλούνται να σκεφτούν και να καταγράψουν μια αιτία, μια συνέπεια και έναν τρόπο επίλυσης ή περιορισμού αυτού του προβλήματος.



Παρακολουθήστε το παρακάτω βίντεο και συζητήστε με την ομάδα σας ποιο θεωρείτε ότι είναι το σημαντικότερο πρόβλημα που θίγεται στο βίντεο:

<https://www.youtube.com/watch?v=10LGGQEafds>

Καταγράψτε μια αιτία, μια συνέπεια και έναν τρόπο επίλυσης ή περιορισμού του προβλήματος αυτού:

Αιτία:

Συνέπεια:

Λύση:

Συζητάμε τις απαντήσεις μας στην τάξη!

Στη συνέχεια καταγράψτε δύο σημεία που σας έκαναν εντύπωση και θα θέλατε να μάθετε περισσότερα:

.....
.....



Δρ_A2.2 Επισκόπηση προβλήματος τήξης πάγων πολικών περιοχών (II)



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Μέσα από την συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να γίνει μια εισαγωγή στους βασικούς κλιματικούς δείκτες, κάτω από την ομπρέλα του φαινομένου “Τήξη των πάγων”. Πιο συγκεκριμένα, ζητείται αρχικά από τους/τις μαθητές/τριες να επεξεργαστούν κάποια δεδομένα από την εξέλιξη των βασικών δεικτών (π.χ. θερμοκρασία, άνοδος στάθμης θαλασσών κ.ά.). Στη συνέχεια, καλούνται να φτιάξουν έναν εννοιολογικό χάρτη για την τήξη των πάγων, ο οποίος να απεικονίζει την σύνδεση και την αλληλεπίδραση όλων αυτών των δεικτών. Παράλληλα, οι μαθητές/τριες καλλιεργούν την συστημική σκέψη καθώς προσπαθούν να εντοπίσουν συνδέσεις και αλληλεπιδράσεις.



Ανοίξτε τον υπερσύνδεσμο [Climate Time Machine](https://climate.time-machine.nasa.gov/) (nasa.gov).

Παρακολουθήστε τις οπτικοποιήσεις.

Στη συνέχεια, φτιάξτε έναν εννοιολογικό χάρτη. Ένα σχεδιάγραμμα, δηλαδή, που θα έχει ως κεντρικό θέμα το «Λιώσιμο των Πάγων» και θα συνδέει τα υπόλοιπα φαινόμενα που αναφέρει το Climate Time Machine, προσπαθώντας να εντοπίσετε και να καταγράψετε πώς συνδέονται μεταξύ τους (π.χ. αίτιο, συνέπεια, κλπ.)

Για την κατασκευή αυτού του εννοιολογικού χάρτη μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο bubbl.us (ή όποιο άλλο εσείς επιθυμείτε).

Δραστηριότητες παρουσίασης προβλημάτων των τοπικών καλλιεργειών



Η κλιματική αλλαγή έχει σοβαρές επιπτώσεις στις καλλιέργειες των χωρών της Μεσογείου, όπου οι γεωργικές δραστηριότητες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες. Οι αυξημένες θερμοκρασίες και η μείωση των βροχοπτώσεων οδηγούν σε ξηρασίες, ενώ οι απότομες και ακραίες βροχοπτώσεις προκαλούν πλημμύρες και διάβρωση του εδάφους, καθιστώντας τη γη λιγότερο εύφορη. Αυτό επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή καλλιεργειών όπως τα ελαιόδεντρα, τα αμπέλια και τα εσπεριδοειδή, που αποτελούν βασικά προϊόντα της περιοχής.

Επιπλέον, οι αυξημένες θερμοκρασίες επιταχύνουν την εξάτμιση του νερού από τα εδάφη, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα νερού για άρδευση, ενώ τα αλμυρά νερά εισχωρούν στα παράκτια εδάφη λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, επιβαρύνοντας περαιτέρω τις καλλιέργειες. Αυτές οι αλλαγές απειλούν τη γεωργική παραγωγή και την επισιτιστική ασφάλεια των χωρών της Μεσογείου, ενώ οδηγούν και σε αύξηση των τιμών των τροφίμων, επιδεινώνοντας τις οικονομικές και κοινωνικές ανισότητες.



Δρ_Α3

Επισκόπηση προβλήματος καλλιεργειών περιοχών της Κρήτης



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα αξιοποιείται ένα άρθρο από εφημερίδα (διασκευασμένο) ώστε οι μαθητές/-τριες να γνωρίσουν και στη συνέχεια να συζητήσουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ελαιώνες του τόπου τους λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της έλλειψης βροχοπτώσεων.



Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ

Εφιαλτικά σενάρια για τους ελαιώνες σε Πελοπόννησο, νότια Κρήτη και Θεσσαλία

Οι δυσοίωνες μελέτες εξαιτίας της **κλιματικής κρίσης**. Ειδικοί μιλούν στην «Κ» και προτείνουν λύσεις για να σωθούν οι μελλοντικές σοδειές.



Δυσοίωνες είναι έρευνες για τους «**ελαιώνες του μέλλοντος**», καθώς το δέντρο που συνδέεται με την ιστορία μας **κινδυνεύει** κι αυτό από την **κλιματική κρίση**.

Οι **υψηλές θερμοκρασίες** όλο τον χρόνο, τα **ακραία κύματα καύσωνα** αλλά και η **μείωση των βροχοπτώσεων** δεν θα επηρεάσει μόνο την **καρποφορία**, αλλά και τις **καλλιέργειες** σύμφωνα με τον καθηγητή **Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ)**, Σταύρο Βέμμο.

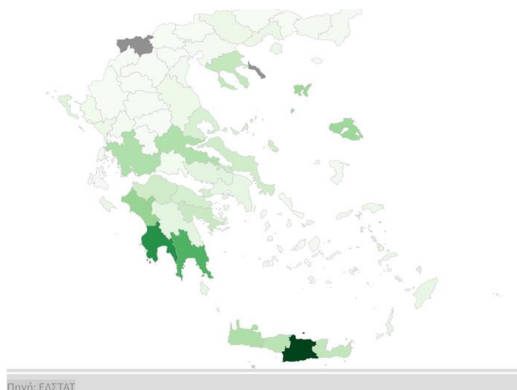
«Οι μελέτες είναι δυσοίωνες για τους ελαιώνες, καθώς είναι πολύ πιθανό στο μέλλον να υπάρξει **μείωση των καλλιεργειών** στις νοτιότερες περιοχές, όπως στην Πελοπόννησο, τη νότια Κρήτη και τη Θεσσαλία...»

«Τα κύματα καύσωνα με θερμοκρασίες ακόμη και **40 βαθμών** μπορούν κυριολεκτικά να κάψουν

τα λευκά άνθη πολλών ελαιόδεντρων. Είναι σαφές πως οι συνθήκες για τις ελιές δεν ήταν ποτέ τόσο άσχημες.

Εκτάσεις ελαιώνων στην Ελλάδα
Σύνολο στρεμμάτων ανά νομό, στοιχεία 2021

27 1.039.699



Οι ελιές «υποφέρουν» λόγω της κλιματικής κρίσης

Σύμφωνα με τον κ. Βέμμο, εξαιτίας της κλιματικής κρίσης οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί, ενώ έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας, καύσωνες μεγάλης διάρκειας και φυσικά πυρκαγιές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ελιές να «υποφέρουν» με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με την εποχή.

«Τον χειμώνα οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πρόβλημα στην καρποφορία των δέντρων με αποτέλεσμα να μειώνονται τα γόνιμα άνθη και να έχουμε φαινόμενα παραμορφώσεων των καρπών. Επίσης σε περίπτωση που υπάρξει πρόωπη καρποφορία, είναι πιθανό να έχουμε διακύμανση του δάκου. Από την άλλη πλευρά την άνοιξη έχουμε όλο και πιο συχνά υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες και λίγες βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα το “μαύρισμα”, τη συρρίκνωση και την αφυδάτωση των άνθεων, όταν αυτά βρίσκονται στο στάδιο της καρποφορίας τους. Επίσης οι έντονοι καύσωνες το καλοκαίρι προκαλούν τη συρρίκνωση των καρπών και κατ’ επέκταση τη χαμηλή περιεκτικότητά τους σε λάδι αλλά και την κακή ποιότητά τους», εξηγεί ο καθηγητής.

Σοφία Χρήστου

Το κείμενο αποτελεί διασκευή. Το πρωτότυπο βρίσκεται στον παρακάτω σύνδεσμο:

<https://www.kathimerini.gr/life/environment/562681648/efialtika-senaria-gia-toys-elaiones-se-peloponniso-notia-kriti-kai-thessalia/>

Αφού διαβάσουμε το άρθρο της εφημερίδας ας σκεφτούμε:

Από τι κινδυνεύουν οι ελαιώνες;

.....
.....

Προαιρετικές δραστηριότητες προαπαιτούμενων γνώσεων





Δρ_B1

Ανάδειξη αρχικών ιδεών μαθητών/τριών



Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους πάνω στην κλιματική αλλαγή. Με αυτό τον τρόπο ο/η εκπαιδευτικός θα έχει τη δυνατότητα να γνωρίζει τον τρόπο σκέψης των μαθητών/-τριών πριν την εφαρμογή. Προτείνεται να επαναληφθεί στο τέλος της διδακτικής ενότητας και οι μαθητές να συγκρίνουν τις απόψεις και τις ερμηνείες τους.



Τι γνωρίζεις για την κλιματική αλλαγή;

- Μπορείς να περιγράψεις τι σημαίνει ο όρος κλιματική αλλαγή;

.....

.....

- Πόσο σοβαρό πρόβλημα θεωρείς ότι είναι η κλιματική αλλαγή σήμερα;

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
(Καθόλου)

(Πάρα πολύ)

- Ποιες πιστεύεις ότι είναι οι αιτίες που προκαλούν την κλιματική αλλαγή;

.....

.....

- Ποια πιστεύεις ότι είναι τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής;

.....

.....

- Τι πιστεύεις ότι πρέπει να γίνει για να περιοριστεί η κλιματική αλλαγή;

.....

.....

- Ζωγραφίστε ένα μοντέλο για το κλίμα της γης, προσπαθώντας να συμπεριλάβετε τους πιο σημαντικούς παράγοντες



Δραστηριότητες διάκρισης εννοιών κλίματος-καιρού



Ο καιρός αναφέρεται στις ατμοσφαιρικές συνθήκες που εμφανίζονται τοπικά σε σύντομες χρονικές περιόδους - από λεπτά έως ώρες ή ημέρες. Οι περισσότεροι άνθρωποι σκέφτονται τον καιρό από την άποψη της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της βροχόπτωσης, της συννεφιάς, της φωτεινότητας, της ορατότητας, του ανέμου και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ο καιρός αφορά τις βραχυπρόθεσμες μεταβολές της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των βροχοπτώσεων, της πυκνότητας των νεφών και της έντασης των ανέμων μιας περιοχής ή πόλης. Ο καιρός μπορεί να μεταβάλλεται πολύ απότομα από την μία μέρα στην άλλη ακόμα και από ώρα σε ώρα.

- Από την άλλη πλευρά, το κλίμα αναφέρεται στις μακροπρόθεσμες (συνήθως τουλάχιστον 30 χρόνια) τοπικές, περιφερειακές ή ακόμη και παγκόσμιες μέσες τιμές της θερμοκρασίας, της υγρασίας και των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια εποχών, ετών ή δεκαετιών. Έτσι, το κλίμα είναι ο μέσος όρος των καιρικών συνθηκών στο χρόνο και στο χώρο.

- Το κλίμα της Γης συνολικά είναι η μέση τιμή (μέσος όρος) όλων των κλιμάτων των χωρών και των περιοχών της.

- Η κλιματική μεταβλητότητα αναφέρεται στη φυσική διακύμανση του κλίματος που συμβαίνει κατά τη διάρκεια μηνών έως δεκαετιών. Το El Niño, το οποίο αλλάζει τα μοτίβα θερμοκρασίας, βροχής και ανέμου σε πολλές περιοχές για περίπου 2-7 χρόνια, είναι ένα καλό παράδειγμα φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος, που ονομάζεται επίσης φυσική μεταβλητότητα.

- Η κλιματική αλλαγή είναι «μια συστηματική αλλαγή στη μακροπρόθεσμη κατάσταση της ατμόσφαιρας για πολλές δεκαετίες ή και περισσότερο».

Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν στατιστικές δοκιμές για να προσδιορίσουν την πιθανότητα οι αλλαγές στο κλίμα να είναι εντός του εύρους της φυσικής μεταβλητότητας. Για παράδειγμα, υπάρχει μια πιθανότητα λιγότερο από 1 % ότι η θέρμανση της ατμόσφαιρας από το 1950 θα μπορούσε να είναι αποτέλεσμα της φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος.



Δρ_B2.1 Διάκριση καιρού – κλίματος (I)



Περιγραφή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα αρχικά οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαμορφώσουν προτάσεις που να περιέχουν τις λέξεις καιρός & κλίμα ώστε να διαπιστωθούν οι αρχικές τους ιδέες αναφορικά με αυτές τις δύο έννοιες. Στη συνέχεια, οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαβάσουν μια αφίσα (infographic) στην οποία περιγράφονται οι διαφορές ανάμεσα στην έννοια του καιρού και του κλίματος καθώς και να διατυπώσουν αυτές τις διαφορές.



- Τι νομίζετε ότι είναι ο **καιρός**; Πείτε μια πρόταση που να έχει μέσα την λέξη “καιρό”.

- Τι νομίζετε ότι είναι το **κλίμα**; Πείτε μια πρόταση που να έχει μέσα την λέξη “κλίμα”.

- Διαβάστε τις πληροφορίες που δίνονται στην παρακάτω αφίσα - εικόνα.

Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στον καιρό και το κλίμα;

Weather

Ρίξε μια ματιά έξω από το παράθυρο. Έχει ζέση και ηλιοφάνεια; Έχει συννεφιά και βροχή; Χιονίζει; Όταν κοιτάς έξω από το παράθυρο, βλέπεις πώς είναι ο **καιρός** σήμερα.

Ο **καιρός** είναι μόνο προσωρινός. Για παράδειγμα, μια χιονοθύελλα μπορεί να μετατραπεί σε κατακαυσινό αμέσως μετά από κάποιες ζεστές ανοιξιάτικες ημέρες.

Climate

1970 → 2010

Το **κλίμα**, από την άλλη, είναι κάτι παραπάνω από μερικές ζεστές ή κρύες ημέρες. Το **κλίμα** περιγράφει τις τυπικές καιρικές συνθήκες σε μια αλόκληρη περιοχή για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα — 30 χρόνια ή περισσότερο.

Mon Tue Wed Thu Fri

Παρακολουθώντας τις αλλαγές στον **καιρό** μπορούμε να προγραμματίσουμε τις **καθημερινές** μας δραστηριότητες.

Γνωρίζουμε ότι αν σχηματίζονται σύννεφα που φέρνουν καταιγίδα, είναι πιθανώς καλή ιδέα να παραμεινουμε μέσα.

Είναι όμως σημαντικό να παρακολουθούμε και τις **αλλαγές στο κλίμα της Γης**. Και η NASA έχει παρατηρήσει ότι η **Γη γίνεται θερμότερη**.

Παρακολουθώντας τη στάθμη της θάλασσας μπορούμε να καταλάβουμε πόσο γρήγορα αλλάζει το κλίμα.

Καθώς το κλίμα της Γης θερμαίνεται, οι πάγοι στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία λιώνουν. Αυτό προκαλεί την άνοδο της στάθμης των ωκεανών.

Οι δορυφόροι της NASA περιφέρονται συνεχώς γύρω από τη Γη, παρατηρώντας τους ωκεανούς και τα σύννεφά μας. Επιπλέον, παρακολουθούν το κλίμα της Γης με άλλους τρόπους επίσης.

Οι δορυφόροι της NASA μπορούν να μετρήσουν την άνοδο της στάθμης της θάλασσας από το διάστημα.

Μπορούν επίσης να παρακολουθήσουν τις αλλαγές στο κλίμα μετρώντας τα σύννεφα. Γνωρίζουμε ότι οι αλλαγές στον αριθμό, το μέγεθος ή τη θέση των σύννεφων μπορούν να προκληθούν από μια αλλαγή στο κλίμα της Γης.

Είναι σημαντικό να παρακολουθούμε τον πλανήτη μας και όλους τους τρόπους με τους οποίους αλλάζει. Αυτή τη στιγμή, είναι ο μόνος που έχουμε!

For more information, go to: climate.nasa.gov/kids/weather-climate

- Ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στον καιρό και το κλίμα;



Δρ_B2.2 Διάκριση καιρού – κλίματος (II)



Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα αρχικά οι μαθητές/-τριες καλούνται να διατυπώσουν τις αρχικές τους ιδέες αναφορικά με αυτές τις δύο έννοιες. Στη συνέχεια, οι μαθητές/-τριες καλούνται μέσα από παραδείγματα εξέλιξης μέσω ετήσιων θερμοκρασιών και βραχύχρονων καιρικών προβλέψεων καθώς και με ένα infographic που περιγράφονται οι διαφορές ανάμεσα στην έννοια του καιρού και του κλίματος να εντοπίσουν τις διαφορές.



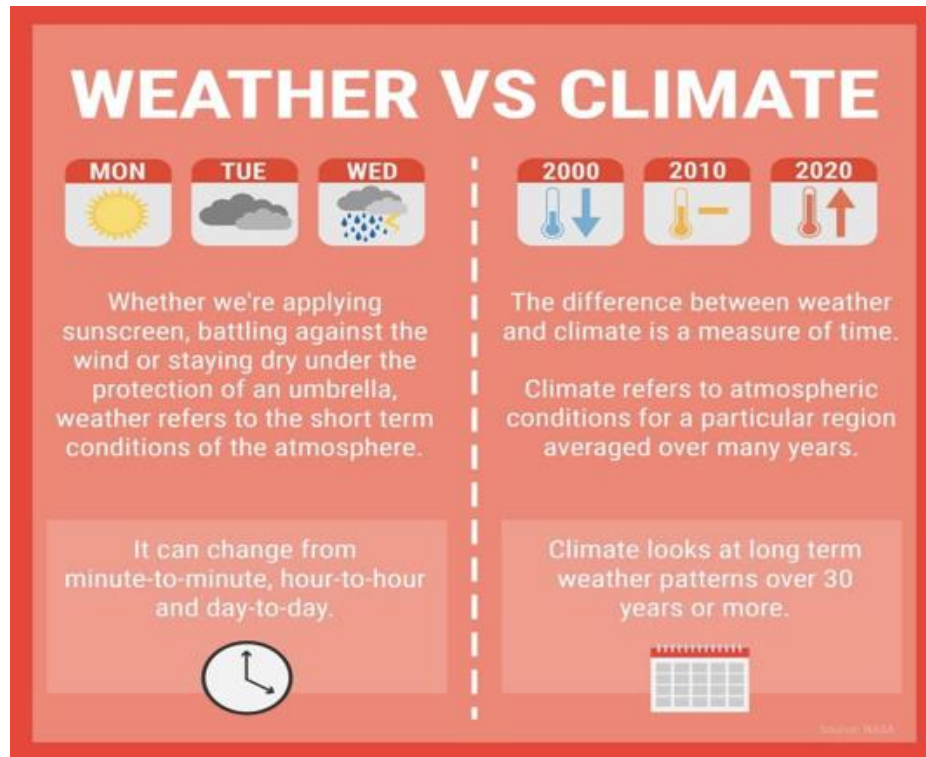
Κλίμα ή Καιρός;

- Οι έννοιες καιρός και κλίμα αναφέρονται στην ίδια έννοια;

- Τι περιγράφουν τα δύο παρακάτω σχήματα; Ποιο αναφέρεται στον καιρό και ποιο στο κλίμα; Δικαιολογήστε.



- Μελετήστε το παρακάτω infographic και καταγράψτε ποια είναι η βασική διαφορά που εντοπίζετε ανάμεσα στις δύο έννοιες;



Δραστηριότητα για τη Σύσταση της Ατμόσφαιρας



Η ατμόσφαιρα της Γης αποτελείται από ένα μείγμα αερίων που διατηρείται σταθερό σε μεγάλες αναλογίες, παρόλο που μικρές αλλαγές μπορούν να συμβούν λόγω φυσικών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η κύρια σύσταση της ατμόσφαιρας σε αέρια είναι η εξής:

- Άζωτο (N_2): 78 % – Το άζωτο είναι το πιο άφθονο αέριο στην ατμόσφαιρα. Δεν είναι χημικά δραστικό και παίζει βασικό ρόλο στη σταθερότητα του ατμοσφαιρικού μείγματος.
- Οξυγόνο (O_2): 21% – Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για την αναπνοή των περισσότερων ζωντανών οργανισμών και είναι επίσης σημαντικό για τις καύσεις.
- Αργό (Ar): 0,93% – Το αργόν είναι ένα αδρανές αέριο που δεν συμμετέχει σε χημικές αντιδράσεις και υπάρχει σε μικρή ποσότητα.
- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2): 0,04% (περίπου 400 ppm) – Αν και βρίσκεται σε μικρές ποσότητες, το CO_2 είναι σημαντικό για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή.
- Νερό (H_2O): Οι υδρατμοί ποικίλλουν σημαντικά, από 0% έως περίπου 4% της ατμόσφαιρας, ανάλογα με την τοποθεσία και το κλίμα. Είναι βασικό στοιχείο για τις καιρικές συνθήκες και την υγρασία.
- Άλλα αέρια: Σε μικρότερες ποσότητες υπάρχουν και άλλα αέρια, όπως το μεθάνιο (CH_4), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το όζον (O_3), και τα ευγενή αέρια. Αυτά τα αέρια παίζουν ρόλο στη ρύθμιση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και στις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο ανώτερο στρώμα της.



Δρ_B3 Σύσταση της Ατμόσφαιρας



Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να παρακολουθήσουν το πρώτο μέρος ενός εκπαιδευτικού video ώστε να γνωρίσουν τα αέρια από τα οποία αποτελείται η ατμόσφαιρα.



Παρακολουθήστε το παρακάτω video (έως 1:06) και στη συνέχεια σημειώστε στον πίνακα ποια είναι τα αέρια από τα οποία αποτελείται η ατμόσφαιρα.

[Η Ατμόσφαιρα της Γης : Σύσταση - Δομή - Θερμοκρασία](#)

Αέριο	Ποσοστό

Δραστηριότητα για την αντιμετώπιση της παραπληροφόρησης σε ζητήματα Κλιματικής Αλλαγής



Η ανάλυση της αξιοπιστίας πηγών και πληροφοριών από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι μια διδακτική πρακτική που μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την διδασκαλία όψεων της Κλιματικής Αλλαγής. Η συγκεκριμένη πρακτική συμβάλλει στο να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν οι μαθητές/-τριες τα ποικίλα μηνύματα που διατυπώνονται στα μέσα ενημέρωσης ή κοινωνικής δικτύωσης γύρω από ζητήματα Κλιματικής Αλλαγής ώστε να αναγνωρίζουν ενδεχόμενη παραπληροφόρηση και προκαταλήψεις. Με αυτό τον τρόπο καλλιεργείται η διαπροσωπική ικανότητα των μαθητών/-τριων οι οποίοι/-ες καλούνται να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν κριτικά τις πληροφορίες που δέχονται προτού διαμορφώσουν τα δικά τους επιχειρήματα και αντεπιχειρήματα.



Δρ_Β4

Αντιμετώπιση Παραπληροφόρησης

Διαπροσωπική
ικανότητα

Λύκειο

Περιγραφή

Αρχικά οι μαθητές προσανατολίζονται μέσα από μία παρουσίαση σχετικά με διαφορετικές απόψεις που ακούγονται ως προς το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά κριτήρια εγκυρότητας μιας πληροφορίας και τα χαρακτηριστικά αρθρογραφιών που αποσκοπούν στην παραπληροφόρηση τα οποία έπειτα θα αξιοποιηθούν ως κλειδα αξιολόγησης δύο σχετικών άρθρων.



Υπάρχει τελικά πρόβλημα
Κλιματικής Αλλαγής;
Μήπως είναι απλά ένα ακόμα
fake news;



Το πρόβλημα της
Κλιματικής Αλλαγής δεν μας
αφορά... Είναι πολύ μακριά
από εμάς.



Η θερμοκρασία στην πρωτοδική Ισπανία ξεπέρασε
επίσης τον μέσο όρο για αυτόν τον μήνα για το διάστημα
1991-2020 κατά 2,4 βαθμούς.

Δεν θα συμφωνήσω. Η Ισπανία
είχε τον θερμότερο Ιανουάριο
που έχει καταγραφεί ποτέ και
βρίσκεται σε μικρή απόσταση
από την χώρα μας.

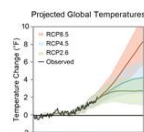


50 εκατομμύρια χωρίς νερό. Λόγω κλιματικής
αλλαγής - Τι δείχνει η απουχνητή ένωση για
τις αφρικανικές χώρες

Έχω αρχίσει να ανησυχώ με τον τρόπο που
σκέφτεσαι. Θα με ενδιέφερε πολύ να μάθω:
• Πόσον από τους παρακάτω ανθρώπους θα
εμπιστευόσουν για να αντιμετωπίσει σχετικά
με ζητήματα Κλιματικής Αλλαγής;
• Με ποια κριτήρια θα κάνεις την επιλογή σου;



Από ότι διαβάζω και άλλες
φορές στο παρελθόν ο
πλανήτης έχει θερμανθεί
ανάη και απότομα. Άρα, η
απίστη της Κλιματικής Αλλαγής
δεν είναι ανθρωπογενής.



Εγώ πάλι βλέπω την Κλιματική
Αλλαγή να είναι εδώ... Οι
προβλέψεις των επιστημόνων με
κάνουν να ανησυχώ. Πρέπει να
λάβουμε άμεσα δράση.



Άσε που πιστεύω
ότι όλο αυτό μπορεί
να είναι ένα ψέμα.



Fred Singer, φυσικός, επικεφαλής της μη
κυβερνητικής οργάνωσης για την κλιματική αλλαγή,
συμμετέχει στο Ινστιτούτο Μάρσαλ, ιδρυτής της
Εθνικής υπηρεσίας Μετεωρολογικών δορυφόρων και
πρώην αναπληρωτής διοικητής της Υπηρεσίας για
την Προστασία του Περιβάλλοντος.



Naoimí Oreskes ιστορικός της επιστήμης με
υπόβαθρο στην Γεωλογία και πρώην σύμβουλος
εξορύξεων ο οποίος ανέλυσε την ομοφωνία της
επιστήμης σχετικά με την κλιματική αλλαγή.

Ακολουθήστε τους συνδέσμους που ακολουθούν και αφού διαβάσετε προσεκτικά τα σχετικά άρθρα αναγνωρίστε και καταγράψτε τα βασικά εκείνα χαρακτηριστικά των αρθρογραφιών που τις κατατάσσουν ως επιστημονικά έγκυρα άρθρα ή ως πηγές παραπληροφόρησης.

i) <https://greveniotis.gr/selides-anagnwstwn/arthrografia/31555-klimatiki-allagi-50-chronia-psemata/>

ii) <https://www.mirc.ntua.gr/natural-disasters-metsovo/climate-change>

Χρησιμοποιήστε τις ακόλουθες κλείδες για τις παρατηρήσεις σας:

Κριτήριο Αξιολόγησης Εγκυρότητας	
Κριτήριο	Έλεγχος
Εκφέρεται από ανθρώπους εντός του επιστημονικού πεδίου που αφορά το θέμα	
Αποτελεί προϊόν επιστημονικής μεθοδολογίας ή έρευνας	
Υποστηρίζεται από επιστημονικά τεκμήρια	
Τυγχάνει ευρείας αποδοχής - επιβεβαίωσης από επιστήμονες στο ίδιο πεδίο	

Χαρακτηριστικά Αρθρογραφιών που Αποσκοπούν στην Παραπληροφόρηση	
Χαρακτηριστικό	Έλεγχος
Φαινόμενο διαρκούς επιρροής	
Φαινόμενο πλασματικής αλήθειας – Αίσθηση οικειότητας	
Χρήση συναισθηματικής γλώσσας	
Στρατηγική παράθεσης ερωτημάτων	
Αμφισβήτηση επιστημονικής συμφωνίας	
Επισήμανση επιστημονικής αβεβαιότητας	
Υπονόμηση αξιοπιστίας επιστημόνων/ -ισμών	
Παροχή ψευδο-επιστημονικών εναλλακτικών	

Δραστηριότητες επεξεργασίας Ενδείξεων της Κλιματικής Αλλαγής



Δραστηριότητες για τη μελέτη της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας



Σύμφωνα με την τελευταία επιστημονική έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή το κλίμα της Γης έχει αλλάξει στη διάρκεια της ιστορίας της αλλά η σημερινή αύξηση της θερμοκρασίας συμβαίνει με ένα ρυθμό που δεν έχει παρατηρηθεί τα τελευταία 10.000 χρόνια! Κάθε μία από τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες ήταν διαδοχικά θερμότερη από οποιαδήποτε προηγούμενη δεκαετία από το 1850. Η Παγκόσμια Μέση Θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης αυξάνεται. Είναι ένας παγκόσμιος μέσος όρος που καλύπτει τις ακραίες διακυμάνσεις των θερμοκρασιών σε διάφορες περιοχές και εποχές. Το 2021, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία ήταν κατά $1,11^{\circ} \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ (βαθμούς Κελσίου) θερμότερη από την προβιομηχανική περίοδο αναφοράς (1850-1900). Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της θερμοκρασίας σημειώθηκε τα τελευταία 40 χρόνια.



- Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι η κλιματική αλλαγή είναι σταδιακή και αργή και δεν συμβαίνει τώρα



Δρ_Γ1.1 Μελέτη εξέλιξης μέσης θερμοκρασίας μέσω αναπαραστάσεων και AR



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό

Περιγραφή

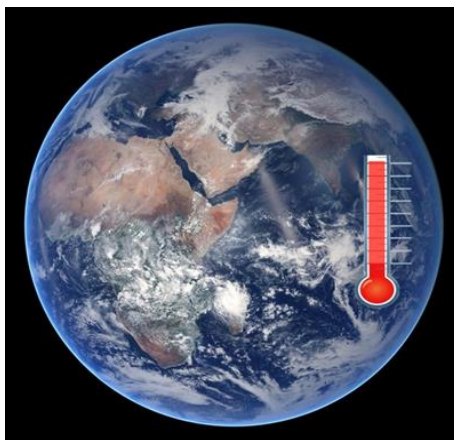
Στη δραστηριότητα αυτή, οι μαθητές/-τριες διαπιστώνουν την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης τα τελευταία χρόνια αντλώντας αρχικά πληροφορίες μέσω μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR). Συγκεκριμένα, μέσω της AR εφαρμογής οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή με αναπαραστάσεις της θερμοκρασίας της Γης σε διαφορετικές δεκαετίες (από το 1960 έως το 2020) και καλούνται να αντιστοιχίσουν το κόκκινο και μπλε χρώμα των αναπαραστάσεων με τις υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες της Γης αντίστοιχα. Τέλος, οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαμορφώσουν τις δικές τους χρωματικές αναπαραστάσεις της θερμοκρασίας της Γης για τις εικοσαετίες 1960 - 1980 και 2000 - 2020 καθώς και να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους αναφορικά με την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης τα τελευταία χρόνια.



Παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας

Είναι η θερμοκρασία της γης τα τελευταία χρόνια ίδια σε σχέση με πολλά χρόνια πριν;

1. Να συλλέξετε πληροφορίες για τη θερμοκρασία της γης σαρώνοντας πρώτα το QR code με την κάμερα του τάμπλετ και έπειτα την εικόνα.



2. Με ποιο **χρώμα** αναπαρέστησαν οι επιστήμονες τις περιοχές που κάνει περισσότερο **κρύο** και με ποιο τις περιοχές που κάνει περισσότερο **ζέστη**;



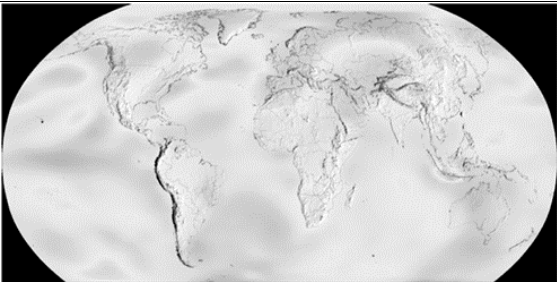
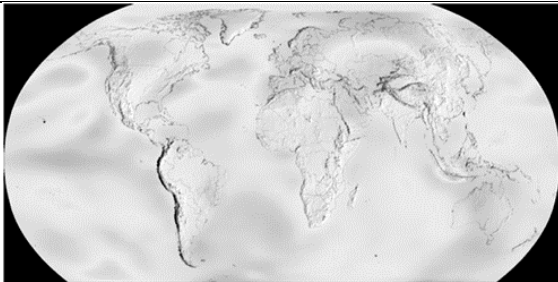
Περιοχές που κάνει.....

Περιοχές που κάνει.....

Χρώμα.....

Χρώμα.....

3. Να **βάψετε** τη γη με το κατάλληλο χρώμα για να δείξετε στο περίπου τη θερμοκρασία της, από το **1960 έως το 1980** και από το **2000 έως το 2020**.

1960-1980	2000-2020
	

4. Το κλίμα της γης έγινε πιο ζεστό ή πιο κρύο από το 1960 μέχρι το 2020;

.....

.....



Δρ_Γ1.2 Μελέτη εξέλιξης μέσης θερμοκρασίας μέσω διαδραστικών χαρτών



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

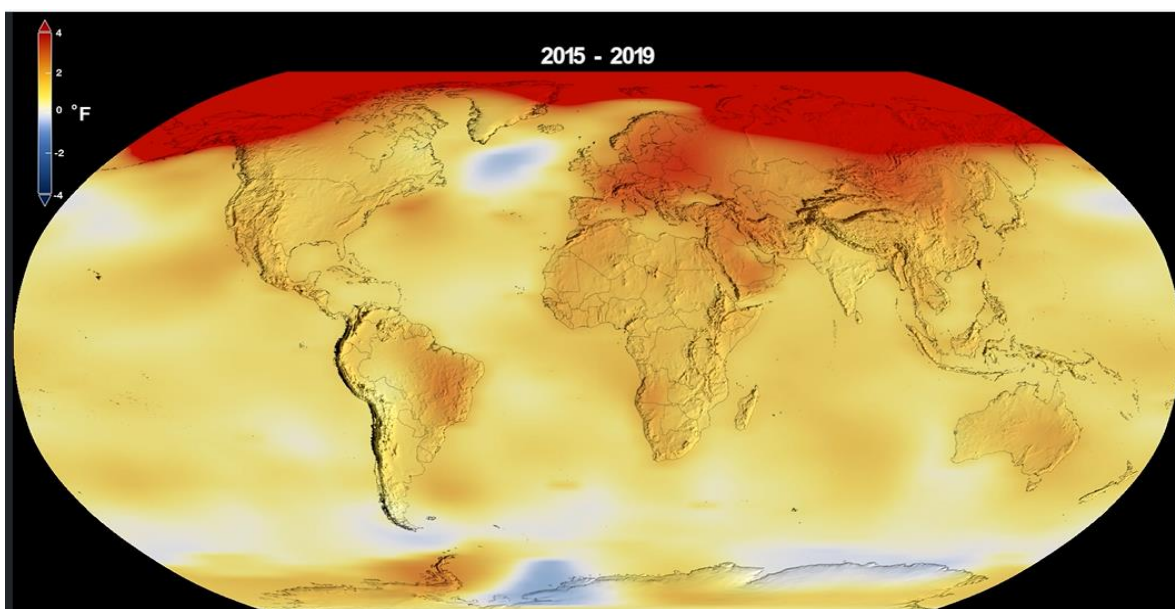
Περιγραφή

Η δραστηριότητα εστιάζει στην εξέλιξη των μεταβαλλόμενων ανωμαλιών της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης από το 1884 έως και σήμερα. Οι κανονικές θερμοκρασίες εμφανίζονται με λευκό χρώμα. Οι υψηλότερες από τις κανονικές θερμοκρασίες εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα και οι χαμηλότερες από τις κανονικές με μπλε. Οι κανονικές θερμοκρασίες υπολογίζονται για την περίοδο αναφοράς 30 ετών 1951-1980. Ο χάρτης αλλάζει χρώματα ανάλογα με το έτος το οποίο επιλέγουν οι μαθητές στην κάτω θέση του αλληλεπιδραστικού γραφήματος. Οι μαθητές/τριες καλούνται να μελετήσουν τις περιοχές στις οποίες παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας ανά τα χρόνια.



Ο διαδραστικός χάρτης παρουσιάζει της μεταβολής της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης σε σύγκριση με τον μέσο όρο θερμοκρασιών (1951 - 1980)

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4964>



- Σε ποιες περιοχές παρατηρείτε ότι παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αύξηση θερμοκρασίας την τελευταία εικοσαετία;

.....

.....

- Τι προβλήματα πιστεύετε ότι μπορεί να αντιμετωπίσουν αυτές οι περιοχές;

.....

.....



Δρ_Γ1.3 Μελέτη εξέλιξης μέσης θερμοκρασίας μέσω διαδραστικού διαγράμματος (I)



Διαχρονική
αντίληψη

Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η δραστηριότητα εστιάζει στη μελέτη της μεταβολής της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης σε σύγκριση με τον μέσο όρο θερμοκρασιών από το 1951 έως το 1980. Οι μαθητές/τριες αλληλεπιδρώντας με το διαδραστικό διάγραμμα της NASA έχουν τη δυνατότητα να εστιάσουν (zoom-in) σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και να εντοπίσουν τις ετήσιες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας από το 1880 μέχρι σήμερα.

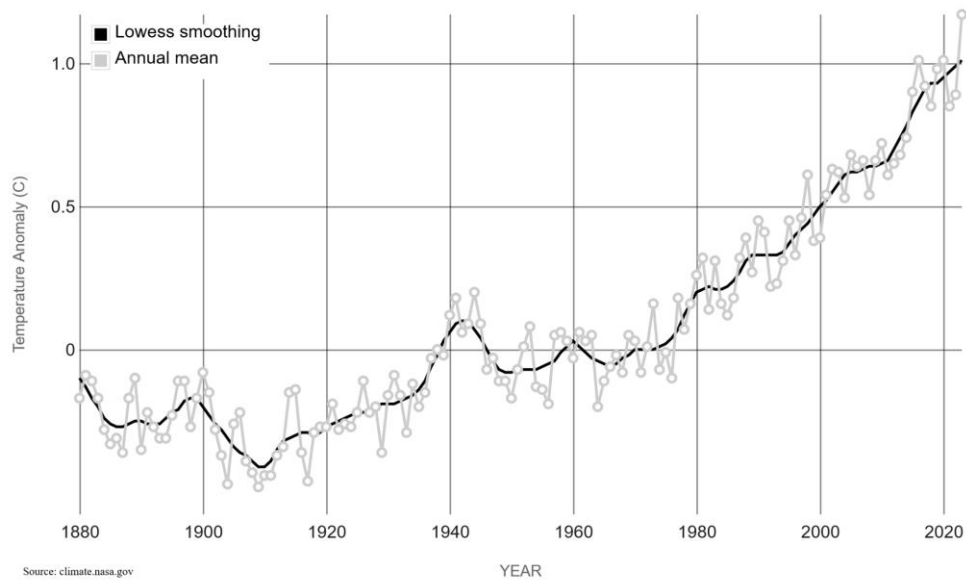


Το παρακάτω διάγραμμα, παρουσιάζει την εξέλιξη της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης τα τελευταία 150 χρόνια. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

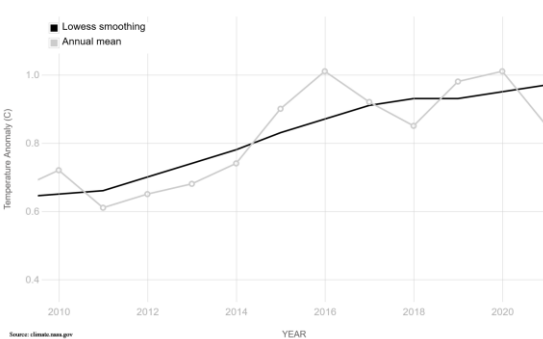
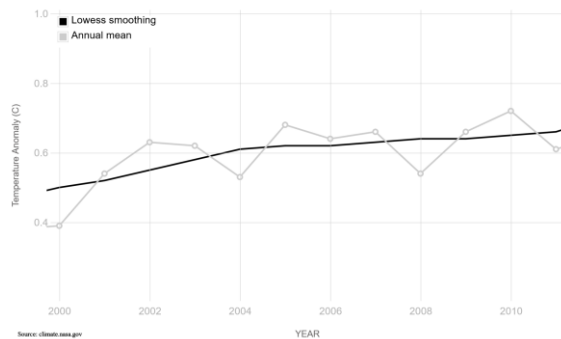
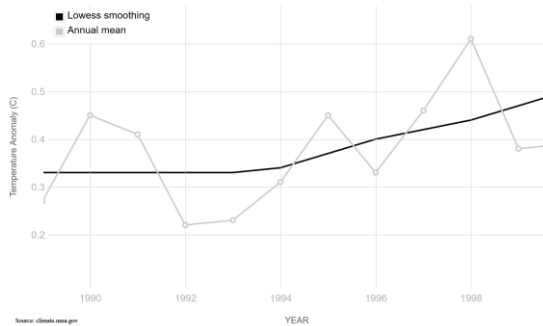
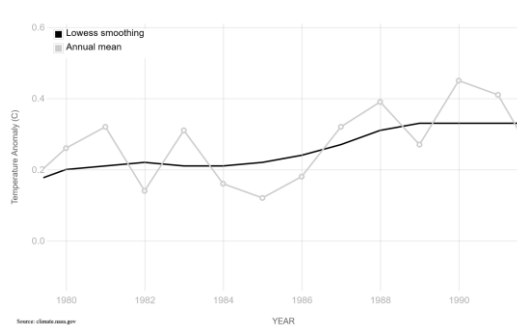
- Τι παρατηρείτε;

.....

.....



Κάντε zoom-in στις δεκαετίες 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2020 και συγκρίνετε την κλίση της καμπύλης.



- Τι παρατηρείτε για τον ρυθμό μεταβολής της θερμοκρασίας τις τελευταίες δεκαετίες;

.....

.....



Δρ_Γ1.4 Μελέτη της έντασης του ρυθμού μεταβολής της θερμοκρασίας



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

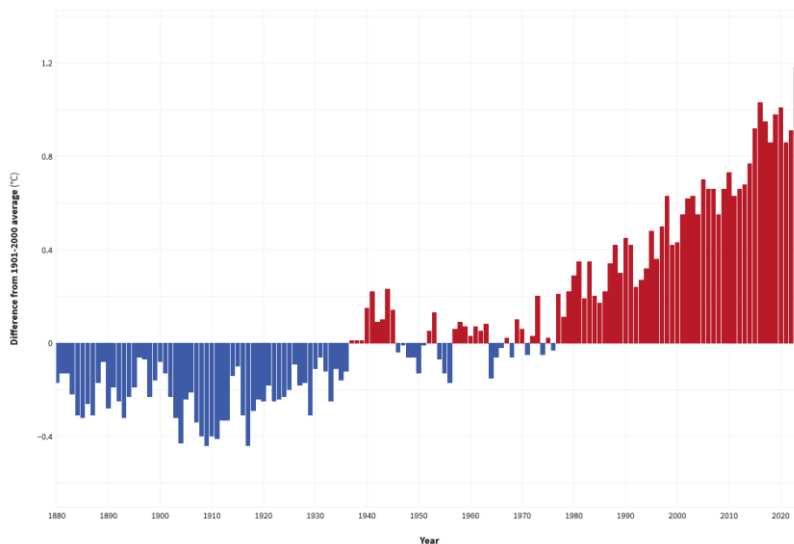
Περιγραφή

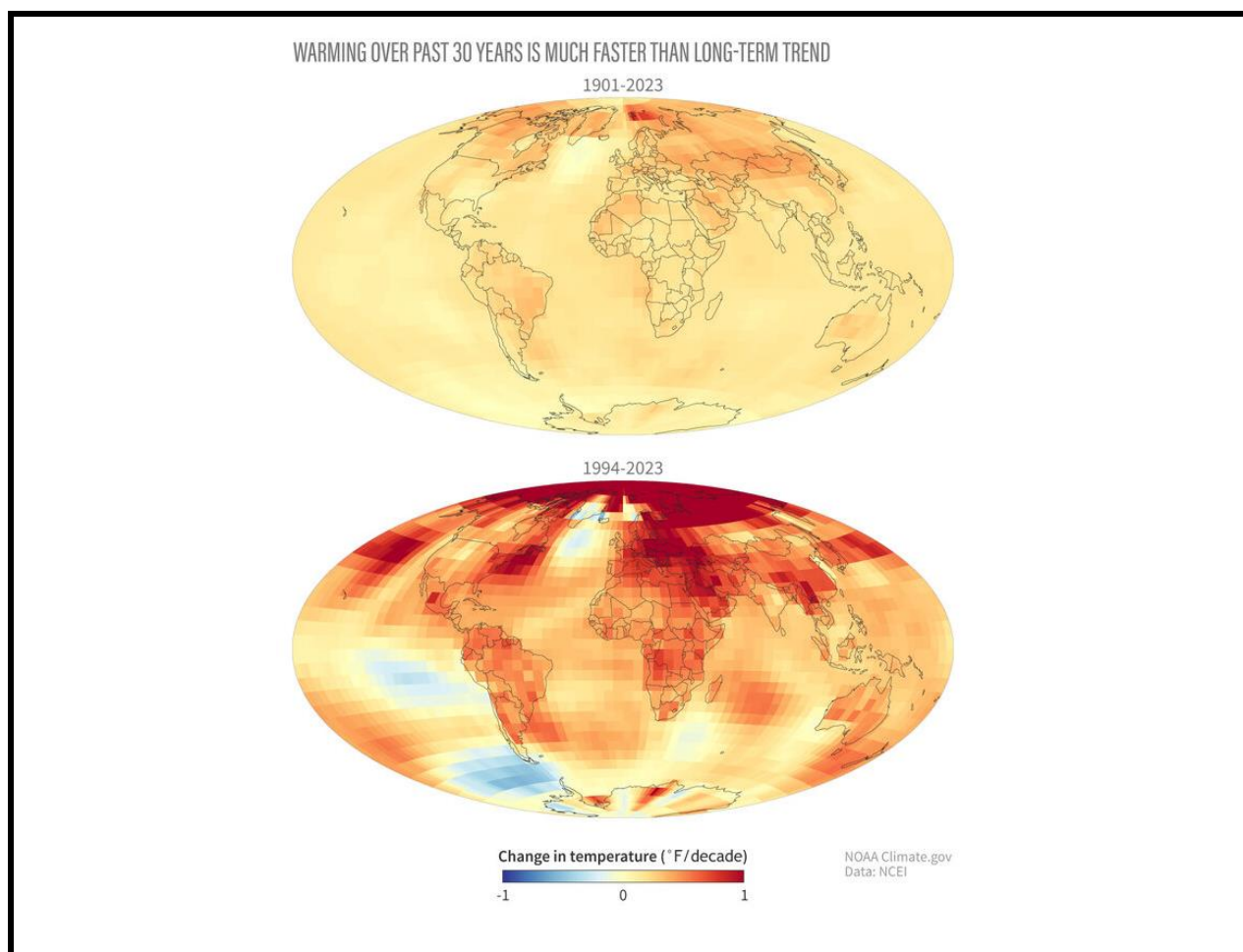
Η δραστηριότητα εστιάζει στη μελέτη της έντασης του ρυθμού μεταβολής της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης σε σύγκριση με τον μέσο όρο θερμοκρασιών παλαιότερων ετών αναδεικνύοντας τη ραγδικότητα της εξέλιξης του φαινομένου τις τελευταίες δεκαετίες. Οι μαθητές/τριες καλούνται να μελετήσουν δύο διαγράμματα. Το πρώτο πραγματεύεται τη διαφορά της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από τον μέσο όρο της περιόδου 1901-2000 από το 1880 μέχρι και σήμερα. Το δεύτερο παρουσιάζει συγκριτικά την αύξηση της θερμοκρασίας από το 1900 έως το 1993 με αυτή από το 1994 έως το 2023.



Παρατηρήστε τα ακόλουθα διαγράμματα (<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>) και εντοπίστε πότε ξεκίνησε να επιδεινώνεται το πρόβλημα της ανόδου της θερμοκρασίας του πλανήτη.

GLOBAL AVERAGE SURFACE TEMPERATURE





Δρ_Γ1.5 Μελέτη εξέλιξης μέσης θερμοκρασίας μέσω διαδραστικού διαγράμματος (II)



Διαχρονική
αντίληψη

Δεξιότητες
διερεύνησης

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα αφορά στην εξέλιξη της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας σε συνάρτηση του χρόνου. Ουσιαστικά, προτείνεται η αξιοποίηση ενός διαγράμματος, το οποίο έχει διαμορφωθεί βάσει πραγματικών δεδομένων από μετρήσεις στο παρατηρητήριο του Mauna Loa. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με ένα ερώτημα που καλεί τους/τις μαθητές/τριες να σκεφτούν πώς η τάση που αναγνωρίζουν στο διάγραμμα, ενδέχεται να εξελιχθεί στο μέλλον, αν δεν ληφθούν μέτρα άμεσα. Μέσα από αυτό το ερώτημα, οι μαθητές/τριες καλούνται να κάνουν μια υπόθεση για το μέλλον, βασιζόμενοι/ες σε πραγματικά δεδομένα καλλιεργώντας ως ένα σημείο την ικανότητα του γραμματισμού για το μέλλον.



Ας μελετήσουμε ένα διάγραμμα που έχει κατασκευαστεί με βάση τις μετρήσεις που έχουν ληφθεί από το παρατηρητήριο στο Mauna Loa.

Ανοίξτε τον παρακάτω σύνδεσμο:

<https://edthe.edc.uoc.gr/climateChange/temp.html>

- Τι απεικονίζει το διάγραμμα αυτό;

.....

Επιλέξτε το **Trend Line** και διαγράψτε το **Temp month average**.

- Τι παρατηρείτε σχετικά με την εξέλιξη της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη τα τελευταία 27 χρόνια;
-
-
- Μπορείτε να υποθέσετε πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία μέχρι το 2050, αν δε ληφθούν μέτρα; Εξηγήστε πώς σκεφτήκατε:
-
-



Δρ_Γ1.6 Μελέτη εξέλιξης μέσης θερμοκρασίας μέσω κατασκευής διαγραμμάτων



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα εστιάζει στον υπολογισμό των μέσων όρων της θερμοκρασίας ανά πενταετία μέσα από πραγματικά δεδομένα από το 1905 έως το 2022 και στη συνέχεια στη δημιουργία γραφικής παράστασης σε μιλιμετρέ χαρτί. Τέλος, οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή με την έννοια της κλίμακας καθώς καλούνται να εκφράσουν τον τρόπο που θα διαχειρίζονταν ένα μεγαλύτερο όγκο δεδομένων.

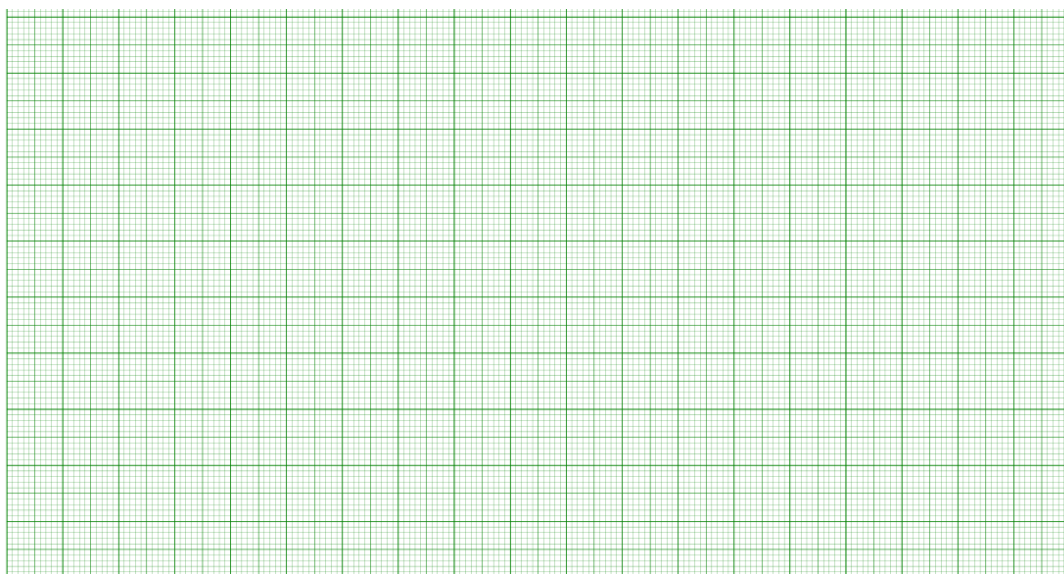


Δεδομένα που έχουν ληφθεί από επιστήμονες και αφορούν την μέση θερμοκρασία στην χώρα μας, δειγματοληπτικά για 5 διαφορετικές πενταετίες από το 1905 έως και το 2022, αποτυπώνονται στον Πίνακα.

1. Να υπολογίσετε τους μέσους όρους των θερμοκρασιών ανά πενταετία και στην συνέχεια να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση Μ.Ο μέσης θερμοκρασίας ανά πενταετία στο μιλιμετρέ χαρτί.

Ημερολογιακό έτος	Μέση θερμοκρασία	Μ.Ο πενταετίας	Ημερολογιακό έτος	Μέση θερμοκρασία	Μ.Ο πενταετίας
1905	15,77		1996	16,44	
1906	15,71		1997	16,57	
1907	15,67		1998	16,71	
1908	15,65		1999	16,84	
1909	15,65		2000	16,94	
1941	16,42		2018	17,31	
1942	16,31		2019	17,36	
1943	16,23		2020	17,42	
1944	16,21		2021	17,50	
1945	16,24		2022	17,58	
1966	16,67				
1967	16,63				
1968	16,58				
1969	16,51				
1970	16,44				

Πηγή:<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/greece/climate-data-historical>



2. Τι παρατηρείτε; Ποια τάση αποτυπώνεται στο διάγραμμα για την μεταβολή της θερμοκρασίας;

.....
.....

3. Τι θα κάνατε εάν είχατε να επεξεργαστείτε πειραματικά δεδομένα θερμοκρασιών της χώρας μας από το 1900 έως σήμερα; Τι κάνουν άραγε οι επιστήμονες που επεξεργάζονται δεδομένα χωρών σε Ευρωπαϊκό αλλά και Παγκόσμιο επίπεδο;

.....
.....

Δραστηριότητες για τη μελέτη της αύξησης των συγκεντρώσεων θερμοκηπικών αερίων



Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου - κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του μεθανίου, CH_4 , του υποξειδίου του αζώτου (N_2O), των χλωροφθορανθράκων (CFC), του όζοντος (O_3), και των υδρατμών (H_2O) - αντανakλούν το σύνολο των εκπομπών από τη φύση (βιογενείς) και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (ανθρωπογενείς), τις πηγές και τις απορροφήσεις από φυσικές διεργασίες, γνωστές και ως καταβόθρες. Η αύξηση των επιπέδων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα της κλιματικής αλλαγής, διότι αυξάνουν την παγκόσμια μέση θερμοκρασία. Τα χερσαία οικοσυστήματα και οι ωκεανοί απορροφούν περίπου το ήμισυ του CO_2 που εκπέμπεται και λειτουργούν ως ρυθμιστές (καταβόθρες) έναντι ακόμη μεγαλύτερης αύξησης της θερμοκρασίας. Υπάρχει όμως ο κίνδυνος αυτές οι καταβόθρες να είναι ίσως λιγότερο αποτελεσματικές στο μέλλον.

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι το πιο διαδεδομένο αέριο του θερμοκηπίου και η ατμοσφαιρική του συγκέντρωση μετράται σε μέρη ανά εκατομμύριο ατμοσφαιρικών σωματιδίων (parts per million - ppm). Το μεθάνιο (CH_4) και το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) είναι επίσης εξαιρετικά σημαντικά για το παγκόσμιο κλίμα και μετριοούνται με βάση τα μέρη ανά δισεκατομμύριο ατμοσφαιρικών σωματιδίων (parts per billion - ppb). Επί του παρόντος, οι μετρούμενες συγκεντρώσεις και οι αυξήσεις των αερίων του θερμοκηπίου είναι οι ακόλουθες:

- CO_2 : $418.81\text{ppm} = 150\%$ των προβιομηχανικών επιπέδων [Για χιλιετίες, το CO_2 δεν ξεπέρασε ποτέ τα $\sim 300\text{ppm}$].
- CH_4 : $1889 \pm 2\text{ppb} = 262\%$ των προβιομηχανικών επιπέδων
- N_2O : $333,2 \pm 0,1\text{ppb} = 123\%$ των προβιομηχανικών επιπέδων.

Οι επιστήμονες μετρούν συνεχώς τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως χρησιμοποιώντας ένα σύστημα παρατήρησης που βασίζεται σε συνδυασμό διαστημικών παρατηρήσεων και επίγειων δικτύων παρακολούθησης. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται έτσι με διαφορετικούς τρόπους χρησιμοποιώντας δορυφόρους και επίγειους σταθμούς. Η σύγχρονη καταγραφή των ατμοσφαιρικών επιπέδων CO_2 ξεκίνησε με τις παρατηρήσεις που καταγράφηκαν στο Παρατηρητήριο Mauna Loa (σε υψόμετρο 3.400 m) στη Χαβάη, στα τέλη της δεκαετίας του 1950.



Δρ_Γ2.1 Μελέτη εξέλιξης των συγκεντρώσεων του CO₂ στην ατμόσφαιρα (I)



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό

Δεξιότητες
διερεύνησης

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα φέρνει τους μαθητές σε επαφή με πραγματικά δεδομένα συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα. Οι μαθητές να ερμηνεύσουν ένα διάγραμμα και να εξάγουν συμπεράσματα για την εξέλιξη της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά τα τελευταία 60 χρόνια..



Σύμφωνα με τους επιστήμονες φαίνεται να έχει αυξηθεί η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν όμως μετρήσεις που να επιβεβαιώνουν το παραπάνω φαινόμενο;

Ας μελετήσουμε ένα διάγραμμα που έχει κατασκευαστεί με βάση τις μετρήσεις που έχουν ληφθεί από το παρατηρητήριο στο Mauna Loa. Ανοίγουμε τον παρακάτω σύνδεσμο:
<https://edthe.edc.uoc.gr/climateChange/co2.html>

Τι απεικονίζει το διάγραμμα αυτό; Τι συμπεράσματα βγάξετε;

.....
.....



Δρ_Γ2.2 Μελέτη εξέλιξης των συγκεντρώσεων του CO₂ στην ατμόσφαιρα (II)



Διαχρονική
αντίληψη
Δεξιότητες
διερεύνησης

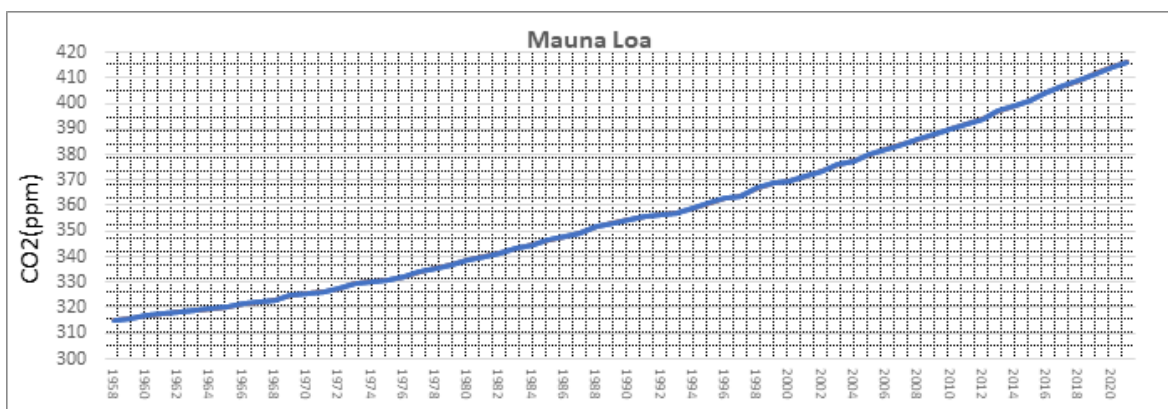
Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα φέρνει τους μαθητές σε επαφή με πραγματικά δεδομένα συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα. Οι μαθητές μέσω ενός διαγράμματος καλούνται να υπολογίσουν το ποσοστό αύξησης στην συγκέντρωση του CO₂ τα τελευταία 20 χρόνια.



Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του CO₂ του άνθρακα σύμφωνα με τις μετρήσεις του ερευνητικού κέντρου που βρίσκεται στην Mauna Loa στην Χαβάη.



- Υπολογίστε το ποσοστό αύξησης στην συγκέντρωση του CO₂ τα τελευταία 20 χρόνια.

.....

.....

Δραστηριότητες επεξεργασίας Αιτίων της Κλιματικής Αλλαγής



Δραστηριότητες για τη μελέτη του μηχανισμού (Φυσικού & Ενισχυμένου) Φαινομένου Θερμοκηπίου



Η ατμόσφαιρα της Γης αποτελείται κατά 99,5% από ένα μείγμα αζώτου, οξυγόνου και αργού, αέρια τα οποία δεν έχουν σχεδόν καμία επίδραση στη θέρμανση της Γης και της ατμόσφαιράς της, καθώς δεν απορροφούν την ορατή ή την υπέρυθρη ακτινοβολία. Ωστόσο, υπάρχουν δευτερεύοντα αέρια, που αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος της ατμόσφαιρας (περίπου το 0,43% όλων των μορίων του αέρα), τα οποία απορροφούν υπέρυθρη ακτινοβολία. Αυτές οι πολύ μικρές ποσότητες αερίων συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας της Γης λόγω του χαρακτηριστικού τους, να απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη Γη. Δεδομένου ότι αυτά τα αέρια επιτρέπουν τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζουν, επηρεάζουν τη Γη με τρόπο που μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου, αναφέρονται ως αέρια θερμοκηπίου.

Πιο συγκεκριμένα, σχεδόν η μισή φωτεινή ενέργεια που φτάνει στην ατμόσφαιρα της Γης περνάει μέσα από τον αέρα και τα σύννεφα προς την επιφάνεια, όπου απορροφάται και ακτινοβολείται με τη μορφή υπέρυθρης θερμότητας. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της θερμότητας απορροφάται από τα αέρια του θερμοκηπίου, και στη συνέχεια εκπέμπεται εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις στην ατμόσφαιρα θερμαίνοντας τη Γη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι ευεργετική, καθώς διατηρεί ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης για τους μικροβιακούς, ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Λόγω αυτού του φαινομένου, η Γη είναι πολύ θερμότερη από ό,τι θα ήταν χωρίς ατμόσφαιρα, καθώς η θερμότητα δεν μπορεί να διαφύγει στο διάστημα.

Οι αλλαγές που παρατηρούνται στο κλίμα της Γης, από τα μέσα του 20ου αιώνα, οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες που αυξάνουν τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου παγιδεύουν περισσότερη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, δρουν σαν μια “κουβέρτα που μονώνει τη Γη”, προκαλώντας μεγαλύτερη υπερθέρμανση του πλανήτη, αυξάνοντας τη μέση θερμοκρασία της Γης και ενισχύοντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Οι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι:

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται από ένα κάλυμμα ή ένα στρώμα που παγιδεύει την θερμότητα
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν είναι φυσικό φαινόμενο.
- Το στρώμα του όζοντος συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Δεν αναγνωρίζουν τη συμβολή άλλων αερίων εκτός του διοξειδίου του άνθρακα



Δρ_Δ1.1 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω AR



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Δεξιότητες
διερεύνησης

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή με το μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου αντλώντας πληροφορίες από μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Στη συνέχεια, εφαρμόζοντας τις πληροφορίες που άντλησαν από την εφαρμογή καλούνται να δημιουργήσουν ένα δικό τους γράφημα (bar chart) αναφορικά με τον αριθμό των ακτίνων του ήλιου που δεσμεύονται στην ατμόσφαιρα της Γης σε σχέση τον αριθμό των θερμοκηπικών αερίων σε αυτήν. Τέλος, οι μαθητές/-τριες διαμορφώνουν το συμπέρασμά σχετικά με το τι προκαλεί την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας συμπληρώνοντας μια άσκηση κενών.

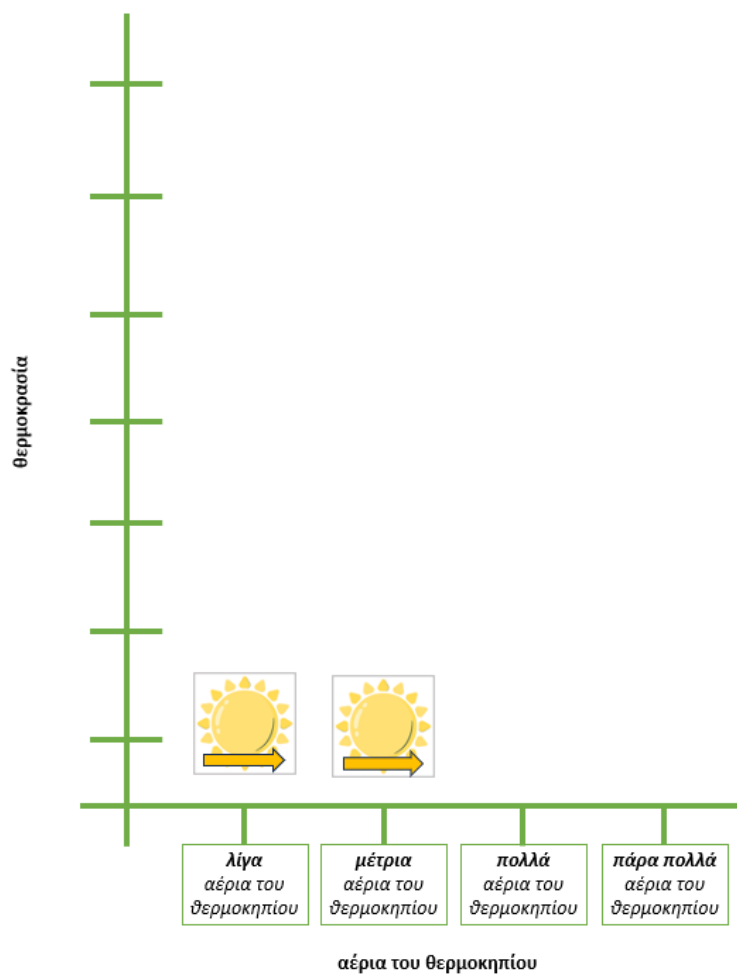


Τι προκαλεί την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας;

1. Να συλλέξετε πληροφορίες σαρώνοντας πρώτα το QR code με την κάμερα του τάμπλετ και έπειτα την εικόνα.



2. Στο γράφημα που σας δίνεται, να κολλήσετε τόσες ακτίνες όσες δεσμεύονται στην ατμόσφαιρα της Γης όταν έχουμε λίγα, μέτρια, πολλά ή πάρα πολλά αέρια του θερμοκηπίου.



3. Να συμπληρώσετε το παρακάτω κείμενο με τις παρακάτω λέξεις:

εργοστάσια, θερμοκρασία, ακτίνες, αέρια, αυτοκίνητα

Σήμερα χρησιμοποιούνται πολλά _____ για να μετακινούμαστε και _____ για να έχουμε ρεύμα. Τα _____ και τα _____ καίνε καύσιμα και εκπέμπουν _____ του θερμοκηπίου. Τα _____ του θερμοκηπίου μαζεύονται στην ατμόσφαιρα της γης και κρατάνε πολλές _____ του ήλιου μέσα στη γη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η _____ της γης.



Δρ_Δ1.2 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω βιωματικού παιχνιδιού



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Δεξιότητες
διερεύνησης

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να παίξουν ένα βιωματικό παιχνίδι ώστε να εξοικειωθούν με το μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι οδηγίες διεξαγωγής του παιχνιδιού είναι οι ακόλουθες:

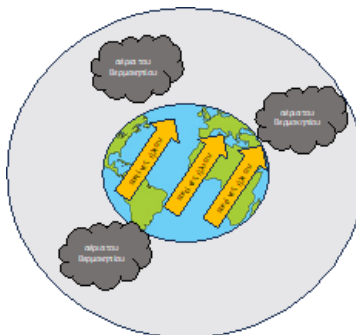
Οδηγίες παιχνιδιού:

- Το παιχνίδι παίζεται στην αυλή του σχολείου.
- Σχεδιάζουμε ένα κύκλο (μικρό - μπλε) που συμβολίζει τη Γη.
- Σχεδιάζουμε ένα μεγαλύτερο κύκλο (γκρι) που συμβολίζει την ατμόσφαιρα της Γης.
- Οι μαθητές/-τριες που αντιπροσωπεύουν τα αέρια του θερμοκηπίου κινούνται μέσα στο χώρο της ατμόσφαιρας.
- Οι μαθητές/-τριες που αντιπροσωπεύουν τις ακτίνες του ήλιου περνούν στο εσωτερικό της Γης και προσπαθούν να δραπετεύσουν.
- Τα αέρια του θερμοκηπίου προσπαθούν να πιάσουν όσες περισσότερες ακτίνες μπορούν.
- Κάθε μια ακτίνα που πιάνουν ανεβάζει την θερμοκρασία της γης κατά 5 βαθμούς κελσίου (ξεκινάμε το παιχνίδι από τους 0 βαθμούς).
- Οι ακτίνες του ήλιου πάντα είναι ο ίδιος αριθμός μαθητών (π.χ. 6).
- Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αρχικά μικρός αριθμός μαθητών (π.χ. 3).
- Έπειτα από το πρώτο γύρο ο εκπαιδευτικός λέει: αυξήθηκαν τα εργοστάσια που καίνε ορυκτά καύσιμα, όπως ο λιγνίτης, με αποτέλεσμα να αυξηθούν τα αέρια του θερμοκηπίου. Προστίθεται ένας/μία ακόμα μαθητής/-τρια στα αέρια του θερμοκηπίου.
- Έπειτα από τον δεύτερο γύρο ο εκπαιδευτικός λέει: αυξήθηκαν τα αυτοκίνητα που καίνε καύσιμα με αποτέλεσμα να αυξηθούν τα αέρια του θερμοκηπίου. Προστίθεται ένας/μία ακόμα μαθητής/-τρια στα αέρια του θερμοκηπίου.
- Επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για όσο θέλουμε να διαρκέσει το παιχνίδι.

Στη συνέχεια και με βάση τα αποτελέσματα του παιχνιδιού, οι μαθητές/-τριες συμπληρώνουν έναν πίνακα με δεδομένα αναφορικά με τον αριθμό των μαθητών/-τριων που αντιπροσωπεύουν τα αέρια του θερμοκηπίου, τον αριθμό των μαθητών/-τριων που αντιπροσωπεύουν τις ακτίνες του ήλιου και οι οποίοι/-ες δεσμεύτηκαν ("πιάστηκαν") από τα αέρια του θερμοκηπίου ενώ επίσης υπολογίζουν την θερμοκρασία της Γης θεωρώντας ότι κάθε ακτίνα αντιστοιχεί σε 5°C. Τέλος, οι μαθητές/-τριες, αφού συμπληρώσουν τον πίνακα και με βάση τα δεδομένα του, διαμορφώνουν ένα γράφημα (bar chart) αερίων του θερμοκηπίου και θερμοκρασίας.

Ώρα για παιχνίδι!

Πόσες ακτίνες μπορούν να πιάσουν τα αέρια του θερμοκηπίου;

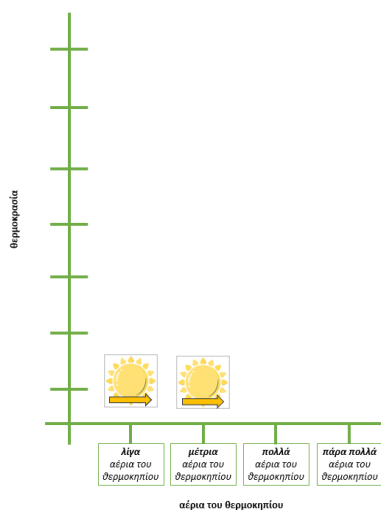


1. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα καθώς παίζετε το παιχνίδι.

Αέρια του θερμοκηπίου (αριθμός μαθητών)	Πόσες ακτίνες έπιασαν; (αριθμός μαθητών)	Θερμοκρασία της γης (5°C κάθε ακτίνα)

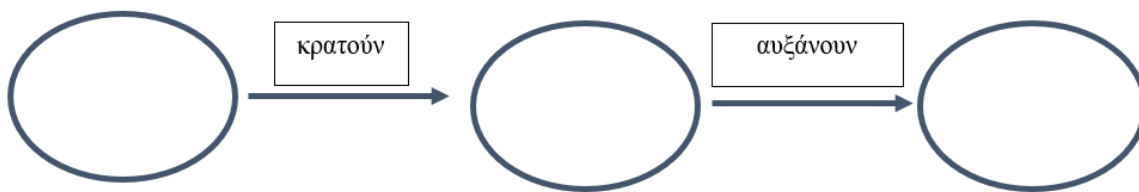
Σημείωση: Ένας/Μια μαθητής/-τρια αναλαμβάνει να συμπληρώσει τον πίνακα.

2. Με βάση τον παραπάνω πίνακα να συμπληρώσετε το ραβδόγραμμα που σας δίνεται.



3. Να συζητήσετε στην ομάδα σας ποιος παράγοντας ευθύνεται για την αύξηση της θερμοκρασίας.

4. Να συμπληρώστε στους κύκλους τις λέξεις που ταιριάζουν: θερμοκρασία, αέρια του θερμοκηπίου, ακτίνες του ήλιου.



Δρ_Δ1.3 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω προσομοίωσης (I)



Συστημική
Σκέψη
Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες μελετούν τον μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου στηριζόμενοι στις παρατηρήσεις τους από μια προσομοίωση. Παράλληλα, με την κατάλληλη διαπραγμάτευση των παρατηρήσεών τους διαμορφώνουν τα συμπεράσματά τους σχετικά με την ανάγκη ύπαρξης του φαινομένου του θερμοκηπίου για την ύπαρξη ζωής στη Γη καθώς και για τις συνέπειες που προκύπτουν στη θερμοκρασία της Γης από την ενίσχυση του φαινομένου..



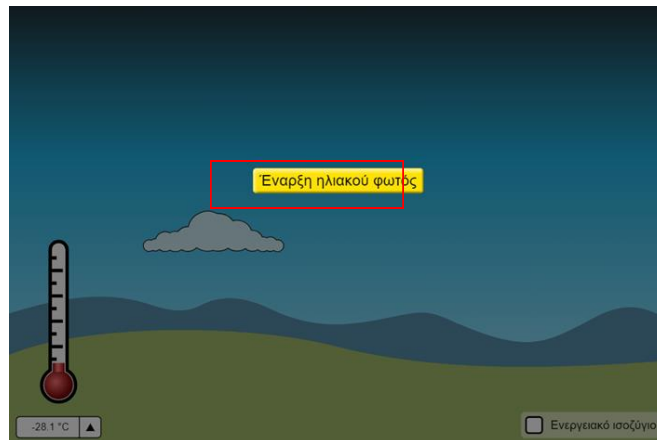
Γιατί η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας;

→ Ανοίξτε την προσομοίωση πατώντας τον ακόλουθο σύνδεσμο:

[Φαινόμενο του θερμοκηπίου - Κύματα](#)

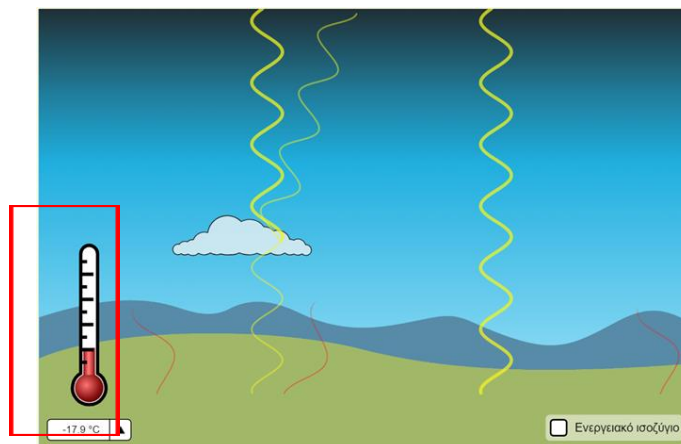
ΦΑΣΗ Α

1. Πατήστε έναρξη του ηλιακού φωτός.

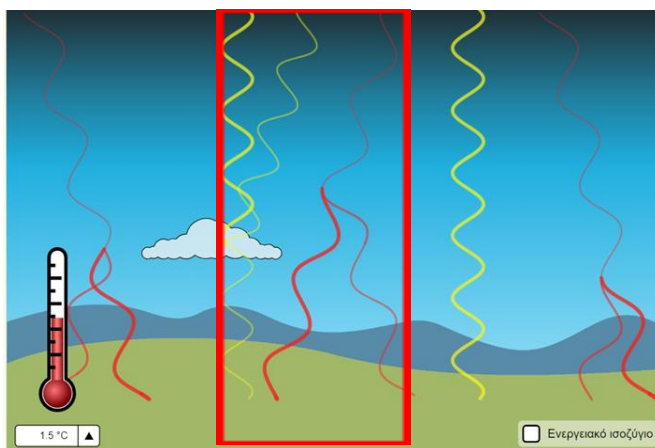


2. Αφήστε την προσομοίωση να «τρέξει» μέχρι η ηλιακή ακτινοβολία να «φτάσει» στην επιφάνεια της Γης.

3. Καταγράψτε την αρχική θερμοκρασία που έχει η επιφάνεια της Γης μόλις φτάσει η ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της.



4. Τι παρατηρείτε στην επιφάνεια της Γης μετά από λίγο;

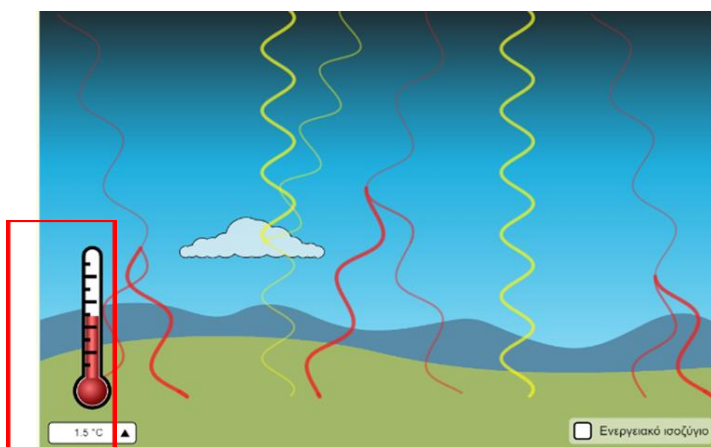


5. Σε τι μπορεί να οφείλεται αυτό;

.....

.....

6. Τι παρατηρείτε στη θερμοκρασία της Γης μετά από λίγο;



.....

.....

7. Μπορείτε να περιγράψετε με δικά σας λόγια τι συμβαίνει στην επιφάνεια της Γης και τη θερμοκρασία της λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας;

.....

.....

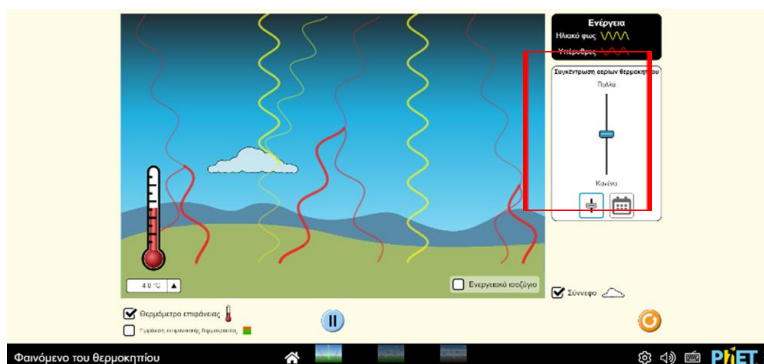
ΦΑΣΗ Β

1. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στη θερμοκρασία της Γης αν εξαφανιζόταν τα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα;

.....

.....

2. Κατεβάστε την μπάρα της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ένδειξη «Κανένα».



3. Τι παρατηρείτε μετά από λίγο στη θερμοκρασία;

.....

.....

4. Τι θα συνέβαινε στη Γη αν δεν υπήρχαν καθόλου αέρια του θερμοκηπίου;

.....

.....

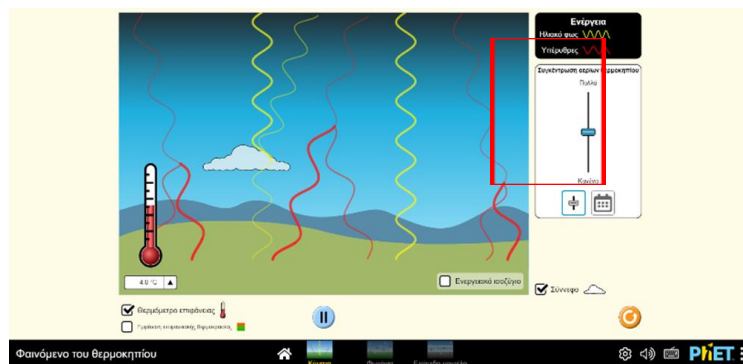
ΦΑΣΗ Γ

1. Τι νομίζετε πως θα συνέβαινε με την θερμοκρασία της γης αν αυξάνονταν τα θερμοκηπικά αέρια, H_2O , CO_2 , CH_4 ;

.....

.....

2. Ανεβάστε τη μπάρα της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ένδειξη «Πολλά».



3. Τι συμβαίνει με τη θερμοκρασία της Γης;

.....

.....

4. Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί;

.....

.....

5. Τι συμπεραίνετε για την επίδραση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου πάνω στο φαινόμενο;

.....

.....



Δρ_Δ1.4 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω βίντεο



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα μπορεί να συμβάλλει στην εξοικείωση των μαθητών/τριών με κάποια βασικά στοιχεία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως είναι η σημασία του για την ύπαρξη ζωής στη Γη, ο μηχανισμός του, καθώς και το πώς οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συμβάλλουν στην ενίσχυσή του. Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος ξεκινάει με την προβολή ενός βίντεο, το οποίο παρουσιάζει κάποιες βασικές πληροφορίες για το φαινόμενο αυτό και συνδυάζεται με σχετικές ερωτήσεις.



Παρακολουθήστε το παρακάτω βίντεο [Paxi – το φαινόμενο του θερμοκηπίου](#) και σε συνδυασμό με αυτά που ήδη γνωρίζετε, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Τι είναι η ατμόσφαιρα της Γης και ποιος ο ρόλος της για τη ζωή στον πλανήτη μας;

.....

.....

2. Πώς λειτουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου;

.....

.....

3. Από ποια αέρια αποτελείται η ατμόσφαιρα; Ποια από αυτά συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου;

.....

.....

4. Για ποιο λόγο οι επιστήμονες τα τελευταία χρόνια ανησυχούν;

.....

.....

5. Καταγράψτε τις ανθρώπινες δραστηριότητες που συντέλεσαν στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα:

.....

.....



Δρ_Δ1.5 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω πειράματος



Συστημική
Σκέψη

Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Το παρακάτω πείραμα προτείνεται για την αναγνώριση της σχέσης του CO₂ με την άνοδο της θερμοκρασίας. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν δύο φιάλες στη μια από τις οποίες έχει προστεθεί σόδα και ξύδι για να παραχθεί διοξείδιο του άνθρακα. Στη συνέχεια, τοποθετείται απέναντι από τις δύο φιάλες μια λάμπα υπεριώθρων ώστε αυτές να θερμανθούν. Η φιάλη με το διοξείδιο του άνθρακα είναι εκείνη στην οποία η θερμοκρασία θα αυξηθεί γρηγορότερα. Μέσα από την διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας, οι μαθητές/τριες καλλιεργούν δεξιότητες διερεύνησης, καθώς καλούνται να παρατηρήσουν, να καταγράψουν δεδομένα, να τα ερμηνεύσουν και να εξάγουν συμπεράσματα βάσει αυτών.

Στην δόμηση της πειραματικής διαδικασίας σε μορφή φύλλου εργασίας που ακολουθεί, ζητείται από τους/τις ίδιους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες να σχεδιάσουν την πορεία του πειράματος με βάση συγκεκριμένα υλικά που τους παρέχονται. Σε περίπτωση που δεν σχεδιάσουν την πειραματική διαδικασία οι ίδιοι/-ες οι μαθητές/-τριες, οι οδηγίες για την εκτέλεση του πειράματος είναι οι ακόλουθες:

Οδηγίες

1. Αφήνουμε τα δύο θερμόμετρα να έρθουν σε ισορροπία (να δείχνουν την ίδια θερμοκρασία).
2. Αφήνουμε κενή τη φιάλη 1 και τοποθετούμε το φελλό με το ένα θερμόμετρο.
3. Τοποθετούμε στη φιάλη 2 μια κουταλιά του γλυκού μαγειρική σόδα και 30 ml ξύδι.
4. Κλείνουμε τη φιάλη 2 γρήγορα με τον δεύτερο φελλό με το θερμόμετρο.
5. Ανοίγουμε τη θερμική λάμπα και την τοποθετούμε σε απόσταση 20 εκ. από τις 2 φιάλες.
6. Καταγράφουμε την ένδειξη των δύο θερμόμετρων κάθε 2 λεπτά.



Ωρα για πείραμα!

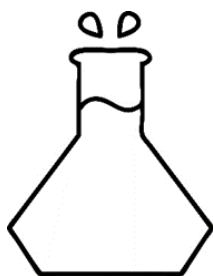
Α. Σχεδιάζω ένα πείραμα που να συσχετίζει τη συγκέντρωση CO_2 με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Διαθέσιμα υλικά:

Γυάλινες φιάλες, θερμομόμετρα, λάμπα
υπερύθρων, μαγειρική σόδα, ξύδι



Θυμάμαι ότι:



Μαγειρική σόδα + ξύδι $\rightarrow$ +
διοξείδιο του άνθρακα

1. Τι περιέχουν οι δύο φιάλες;

Φιάλη 1:

Φιάλη 2:

2. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί; Θα έχουν οι δύο φιάλες την ίδια θερμοκρασία μετά από δέκα λεπτά;

.....
.....

3. Καταγράφω τις τιμές της θερμοκρασίας με την πάροδο του χρόνου για κάθε φιάλη.

Χρόνος (σε λεπτά)	Φιάλη 1	Φιάλη 2
0		
2		
4		
6		
8		
10		

4. Τι παρατηρείτε σχετικά με τη θερμοκρασία στις 2 φιάλες; Συγκρίνετε.

.....
.....

5. Γιατί συμβαίνει αυτό;

.....
.....

6. Σε τι συμπέρασμα καταλήγετε σχετικά με τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα;

.....
.....

7. Πώς σχετίζεται το παραπάνω πείραμα με το φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης;

.....
.....



Δρ_Δ1.6 Μελέτη του μηχανισμού του φαινομένου θερμοκηπίου μέσω προσομοίωσης (II)



Συστημική
Σκέψη
Δεξιότητες
διερεύνησης

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες διαπιστώνουν το ρόλο της σύστασης της ατμόσφαιρας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στηριζόμενοι στις παρατηρήσεις τους από μια προσομοίωση. Επίσης καλούνται να διερευνήσουν την επίδραση της αύξησης της συγκέντρωσης των θερμοκηπικών αερίων καθώς και της έλλειψής τους στη μέση θερμοκρασία της Γης. Στη συνέχεια συγκρίνουν τη διαφορά θερμοκρασίας της Σελήνης σε ημέρα και νύχτα με αυτή που συμβαίνει στη Γη. Τέλος, συζητούν πάνω στη χρησιμότητα του φαινομένου του θερμοκηπίου για τη ζωή στη Γη.



Εντοπίστε τα αέρια του Θερμοκηπίου

- Ανοίξτε την προσομοίωση (https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_all.html), και εξερευνήστε τις διάφορες λειτουργίες της.
- Ποια από τα παρακάτω αέρια συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου; Γράψε την άποψή σου.
.....
.....
- Εξετάστε πως οι διαφορετικοί τύποι ακτινοβολίας αντιδρούν με τα μόρια των αερίων της ατμόσφαιρας. Στον παρακάτω πίνακα σημειώστε για τα μόρια των αερίων της ατμόσφαιρας αν αντιδρούν ή όχι με την ορατή και με την υπέρυθη ακτινοβολία.
- Ποια αέρια βλέπετε να αντιδρούν και με ποιο είδος ακτινοβολίας;
.....
.....

Αέρια της ατμόσφαιρας	Ορατό φως	Υπέρυθρη ακτινοβολία
CH ₄		
CO ₂		
H ₂ O		
N ₂		
O ₂		

- Κατεβάστε και εγκαταστήστε την προσομοίωση και επιλέξτε το “Build Atmosphere”. Κατασκευάστε την δική σας «ατμόσφαιρα» προσθέτοντας 5-10 μόρια από κάθε είδος μορίου. Πώς αντιδρά η «ατμόσφαιρά» σας με την ορατή και με την υπέρυθρη ακτινοβολία; Πώς δημιουργείται τελικά το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου;

.....

.....

- Τι συμπεραίνετε για το ρόλο της σύστασης της ατμόσφαιρας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου;

.....

.....

Τι αποτέλεσμα έχει η αύξηση των αερίων του Θερμοκηπίου;

- Στην προσομοίωση επιλέξτε την καρτέλα Greenhouse Effect. Για τις διαφορετικές χρονικές περιόδους της Γης συμπληρώστε στον παρακάτω πίνακα τις τιμές για τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου αλλά και για τη μέση θερμοκρασία της Γης.

Αέρια του Θερμοκηπίου	Χρονική περίοδος		
	Ice Age	1750	Today
H ₂ O			
CO ₂			
CH ₄			
NO ₂			
Μέση θερμοκρασία της Γης (° C)			

- Με βάση τις παρατηρήσεις που καταγράψατε στον παραπάνω πίνακα πώς νομίζετε ότι συνδέονται οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου με την μέση θερμοκρασία της Γης;

.....

.....

- Τι νομίζετε πώς θα συνέβαινε με την θερμοκρασία της Γης αν «εξαφανίζονταν» τα θερμοκηπικά αέρια; Τι θερμοκρασία νομίζετε θα είχε η Γη;

.....

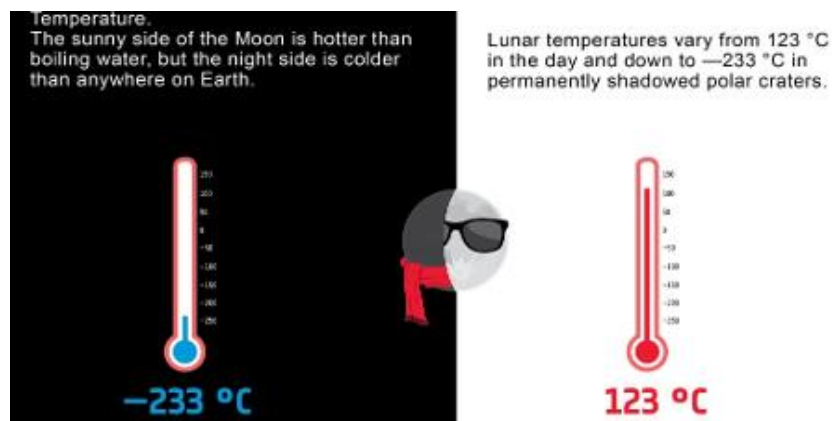
.....

- Επιβεβαιώνεται η πρόβλεψή σας από την προσομοίωση;

.....

.....

Το κλίμα στη Σελήνη!



- Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην μέρα και τη νύχτα της Σελήνης. Γιατί συμβαίνει αυτό; Συμβαίνει κάτι αντίστοιχο στη Γη; Εξηγήστε.

.....

.....

- Τελικά, ποια σημασία έχει το φαινόμενο του Θερμοκηπίου για το κλίμα της Γης;

.....

.....

Δραστηριότητες για τη μελέτη συσχέτισης θερμοκρασίας και συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα



Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου παγιδεύουν περισσότερη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας υπερθέρμανση του πλανήτη, αυξάνοντας τη μέση θερμοκρασία της Γης και ενισχύοντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από την προβιομηχανική περίοδο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκτιμάται ότι έχουν αυξήσει την παγκόσμια μέση θερμοκρασία της Γης κατά περίπου 1 βαθμό Κελσίου, αριθμός που σήμερα αυξάνεται κατά περισσότερο από 0,2 βαθμούς Κελσίου ανά δεκαετία. Ο τρέχων ρυθμός υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι αναμφισβήτητα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας από τη δεκαετία του 1950 και μετά και εξελίσσεται με πρωτοφανή ταχύτητα σε σύγκριση με τις προηγούμενες χιλιετίες.



Δρ_Δ2.1 Μελέτη της συσχέτισης θερμοκρασίας – συγκέντρωσης CO₂ μέσω διαγραμμάτων



Συστημική
Σκέψη
Δεξιότητες
διερεύνησης

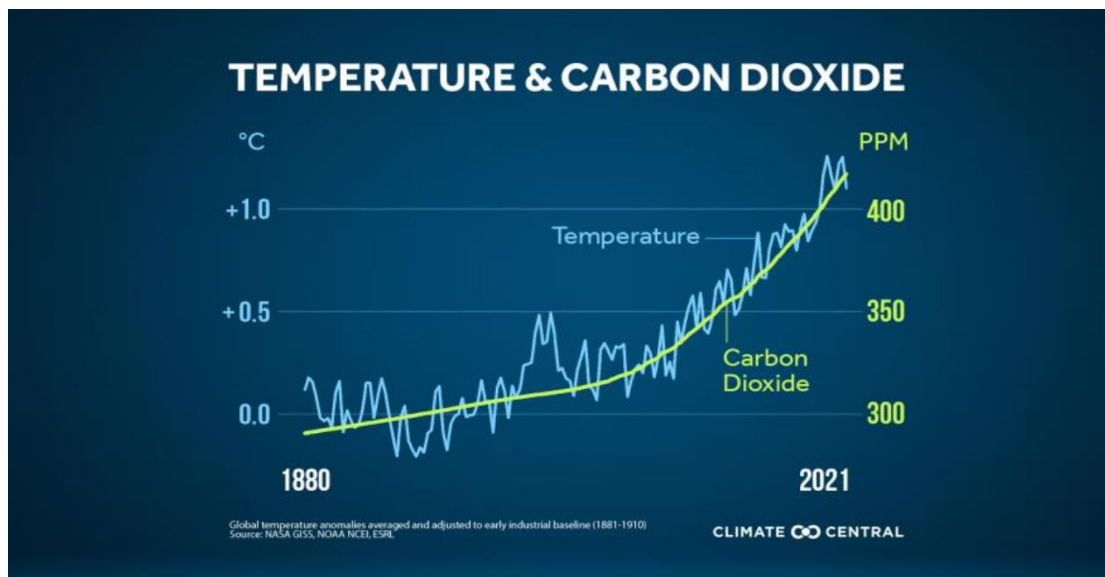
Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα εστιάζει στη μελέτη της συσχέτισης της αύξησης της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Οι μαθητές/τριες καλούνται να μελετήσουν ένα διάγραμμα που παρουσιάζει δεδομένα σχετικά με την αύξηση της θερμοκρασίας της Γης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα, καλλιεργώντας παράλληλα δεξιότητες διερεύνησης, όπως παρατήρηση, ερμηνεία και εξαγωγή συμπερασμάτων. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με μία ερώτηση που στόχο έχει να προκαλέσει την σκέψη των μαθητών/τριών σχετικά με το πώς η αύξηση της θερμοκρασίας ενδέχεται να επηρεάσει τη ζωή στον πλανήτη, καθώς οι μαθητές/τριες καλούνται να σκεφτούν συστημικά και να εντοπίσουν ποια υπό-συστήματα ενδέχεται να επηρεαστούν.



Παρατηρώ το ακόλουθο διάγραμμα αύξησης της θερμοκρασίας της Γης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα.



- Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγω;

.....

.....

- Πώς η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης μπορεί να επηρεάσει τη ζωή στον πλανήτη;



Δρ_Δ2.2 Μελέτη της συσχέτισης θερμοκρασίας – συγκέντρωσης CO₂ μέσω κατασκευής διαγραμμάτων



Συστημική
Σκέψη

Γυμνάσιο

Λύκειο

Δεξιότητες
διερεύνησης

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαχειριστούν πραγματικά δεδομένα και να κατασκευάσουν γραφικές παραστάσεις με αυτά σε λογισμικό υπολογιστικών φύλλων. Καθώς επεξεργάζονται τα δεδομένα και κατασκευάζουν τις παραστάσεις έρχονται σε επαφή με την επιλογή κατάλληλης κλίμακας για την καλύτερη απεικόνιση των δεδομένων. Επιπλέον, καλούνται να συσχετίσουν τα τρία διαγράμματα και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για τη σύνδεσή τους.



Για τη δραστηριότητα αυτή θα χωριστείτε σε ομάδες και ας δούμε τι συμβαίνει στη Γη χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα.

Σας δίνονται τρία αρχεία xls:

1_Συγκέντρωση CO₂: περιέχει την μέση μηνιαία συγκέντρωση CO₂ (ppm) στην ατμόσφαιρα της Γης από το 1958 έως και το 2021, μετρημένη από το παρατηρητήριο Mauna Loa στη Χαβάη.

2_Μέση θερμοκρασία Γης: περιέχει την μέση ετήσια θερμοκρασία (°C) της Γης από το 1959 έως και το 2021, υπολογισμένη στο Κέντρο διαστημικών πτήσεων Goddard της NASA.

3_Αύξηση στάθμης θαλασσών: περιέχει την μέση αύξηση της στάθμης των θαλασσών (mm) της Γης από το 1993 έως και το 2022, υπολογισμένη στο Κέντρο διαστημικών πτήσεων Goddard της NASA.

Ανοίξτε το αρχείο: 1_Συγκέντρωση CO₂ και κατασκευάστε την γραφική παράσταση της μέσης μηνιαίας συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα της Γης. Ορίστε τα όρια τιμών (300ppm – 420ppm) στον άξονα ψ'ψ για την καλύτερη απεικόνιση της γραφικής παράστασης.

- Πώς βλέπετε να μεταβάλλεται η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα της Γης; Γιατί

νομίζετε συμβαίνει αυτό;

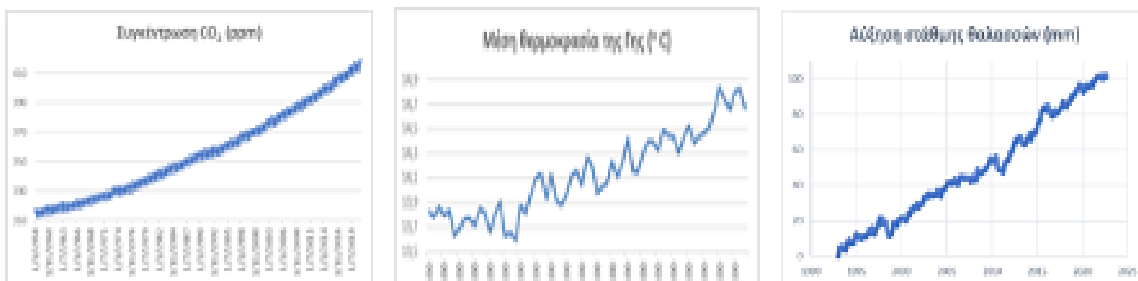
Ανοίξτε το αρχείο: 2_Μέση θερμοκρασία Γης και κατασκευάστε την γραφική παράσταση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της Γης. Ορίστε τα όρια τιμών ($13,5^{\circ}\text{C} - 14,9^{\circ}\text{C}$) στον άξονα ψ'ψ για την καλύτερη απεικόνιση της γραφικής παράστασης.

- Πως βλέπετε να μεταβάλλεται η μέση ετήσια θερμοκρασία της Γης; Γιατί νομίζετε συμβαίνει αυτό;

Ανοίξτε το αρχείο: 3_Στάθμη θαλασσών και κατασκευάστε την γραφική παράσταση της μέσης αύξησης της στάθμης των θαλασσών της Γης. Ορίστε τα όρια τιμών ($13,5^{\circ}\text{C} - 14,9^{\circ}\text{C}$) στον άξονα ψ'ψ για την καλύτερη απεικόνιση της γραφικής παράστασης.

- Πως βλέπετε να μεταβάλλεται η στάθμη των θαλασσών της Γης; Γιατί νομίζετε συμβαίνει αυτό;

Συγκρίνετε τις τρεις γραφικές παραστάσεις (Συγκέντρωση CO_2 -Μέση θερμοκρασία Γης-Στάθμη θαλασσών) μεταξύ τους. Πώς φαίνεται να συνδέονται μεταξύ τους τα τρία αυτά μεγέθη;



ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ EXCELL

1. Με πατημένο το αριστερό clic στο ποντίκι επιλέξτε τα δεδομένα και στις δύο στήλες.

2. Στην μπάρα εντολών επιλέγουμε: [Εισαγωγή Γραφήματα Γράφημα Γραμμών 2Δ οκ.](#)

Εφόσον είναι απαραίτητο μπορείτε να προσαρμόσετε τα όρια τιμών στον άξονα ψ'ψ για την καλύτερη απεικόνιση της γραφικής παράστασης:

1. Κάντε δεξί κλικ πάνω στις τιμές του άξονα ψ'ψ.

2. Στις επιλογές που εμφανίζονται πατήστε: [Μορφοποίηση άξονα.](#)

3. Στις επιλογές του άξονα που εμφανίζονται ορίστε τα Ελάχιστα και Μέγιστα όρια.

Δραστηριότητες για τη διερεύνηση της ανθρωπογενούς συμβολής στην αύξηση των εκπομπών CO₂



Από τα μέσα του 20ου αιώνα, οι ετήσιες εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων αυξάνονται κάθε δεκαετία, από 11 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα κατά μέσο όρο ετησίως τη δεκαετία του 1960 σε 35 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως τη δεκαετία του 2010.

Σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC AR6, 2019), οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρωπογενείς πηγές στην ατμόσφαιρα εκτιμήθηκαν περίπου σε 59 δισεκατομμύρια τόνους, σχεδόν 59% υψηλότερες από τα επίπεδα του 1990 και 12% υψηλότερες από εκείνες του 2010.

Το αποτύπωμα άνθρακα είναι οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που προκύπτουν από τις δραστηριότητες μεμονωμένων ανθρώπων, οργανισμών, κρατών, νοικοκυριών κ.λπ., εκφρασμένες ως ισοδύναμο CO₂, για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (μήνας, έτος, δεκαετία κ.λπ.). Το ισοδύναμο CO₂ είναι ένα μοναδικό μέτρο που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση και το σύνολο των εκπομπών όλων των αερίων του θερμοκηπίου (τα οποία έχουν διαφορετικό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη).

Μπορούμε να μειώσουμε το αποτύπωμα άνθρακα ξεκινώντας να κάνουμε μικρές αλλαγές στην καθημερινή μας ζωή. Όλοι μας χρησιμοποιούμε τα μέσα μεταφοράς, φοράμε ρούχα, τρώμε φαγητό, καταναλώνουμε ηλεκτρική ενέργεια και άλλα αγαθά της σύγχρονης εποχής που συμβάλλουν στην παραγωγή και αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, οι επιλογές που κάνει ο καθένας μας μπορούν να κάνουν τη διαφορά.



Δρ_Δ3.1 Υπολογισμός ατομικού αποτυπώματος άνθρακα από χρήση οικιακών συσκευών



Πραγμάτευση αξιών

Δημοτικό

Στρατηγική ικανότητα

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα αποτελείται από τρία μέρη και προτείνεται για την εξοικείωση των μαθητών/τριών με την έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος. Το πρώτο μέρος επικεντρώνει στο να εισάγει τους/τις μαθητές/τριες στον ορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος με την προβολή δύο βίντεο. Έπειτα, στο δεύτερο μέρος, οι μαθητές/τριες καλούνται να υπολογίσουν το αποτύπωμα τους, όπως διαμορφώνεται από την χρήση μόνο των οικιακών συσκευών τους, αξιοποιώντας την εφαρμογή "Carbon Digitalis". Στο τρίτο μέρος της δραστηριότητας καλούνται να υπολογίσουν εκ νέου το αποτύπωμά τους, αλλά αυτή την φορά λαμβάνοντας υπόψη όλες τις καθημερινές συνήθειες και αποφάσεις τους που συμβάλλουν στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με μία ερώτηση που στοχεύει στο, α. να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/τριες ποια/ες συνήθειές τους είναι (μη) βιώσιμες, καλλιεργώντας έτσι την ικανότητά τους να σκέφτονται με γνώμονα τις αξίες της βιωσιμότητας και β. να σκεφτούν τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του αποτυπώματός τους, καλλιεργώντας έτσι την στρατηγική ικανότητά τους.



Α. Παρακολουθώ τα ακόλουθα video:

- "Kids Learn About Energy: Your Energy Footprint" (διάρκειας 3,5 min), ακολουθώντας τον σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=d20GIlMaWWo>
- "Μειώνουμε το δικό μας αποτύπωμα άνθρακα στο σπίτι" (διάρκειας 9 min), ακολουθώντας τον σύνδεσμο https://www.youtube.com/watch?v=BWw8jfVH0sg&ab_channel=%CE%95%CE%A1%CE%A4%CE%91.%CE%95.

Τι είναι το ενεργειακό αποτύπωμα;

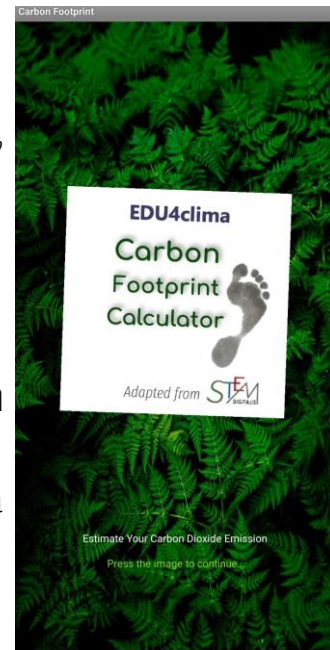
.....

.....

Β. Υπολογίζω το ενεργειακό αποτύπωμα του σπιτιού μου μέσω της εφαρμογής **Carbon Digitalis**.

Οδηγίες:

- Μέσω του **Play Store** ενός κινητού τηλεφώνου κατεβάζω την δωρεάν εφαρμογή Carbon Digitalis.
- Επιλέγω **Ελληνική γλώσσα**.
- Στη συνέχεια επιλέξτε τη χώρα: **Ελλάδα**.
- Επιλέξτε τις **Συσκευές** που χρησιμοποιείται εσείς και η οικογένειά σας στο σπίτι σας.
- Τέλος, επιλέξτε τα που χρησιμοποιείτε εσείς και η οικογένειά σας.



Ποσότητα του CO₂ (για το σπίτι μου) = _____

Γ. Υπολογίζω το προσωπικό μου ενεργειακό αποτύπωμα μέσω της ακόλουθης σελίδας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης:

https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/wp-content/uploads/2020/11/index_prod_el.html

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ημερομηνία στην οποία εξαντλείς όλους τους φυσικούς πόρους που σου αναλογούν είναι:

Αν ζούσαν όλοι σαν εσένα θα χρειαζόμασταν _____ πλανήτες Γη.

Ποιες αλλαγές στις καθημερινές οικογενειακές ή ατομικές συνήθειες θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη μείωση του ενεργειακού σου αποτυπώματος:

.....
.....



Δρ_Δ3.2 Υπολογισμός ατομικού αποτυπώματος άνθρακα και σε επίπεδο τάξης



Πραγμάτευση αξιών
Στρατηγική ικανότητα

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή χωρίζεται σε 2 μέρη. Αρχικά, στο πρώτο μέρος οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν το προσωπικό τους αποτύπωμα σε άνθρακα λόγω μετακίνησης και χρήσης οικιακών συσκευών. Για τη μέτρηση του αποτυπώματος αξιοποιείται η εφαρμογή Carbon Digitalis (κατάλληλη για android συσκευές). Ακολουθούν οι οδηγίες χρήσης της εφαρμογής:

Οδηγίες

1. Επιλογή γλώσσας: Ελληνικά
2. Επιλογή χώρας: Ελλάδα
3. Ξεκινήστε με τις οικιακές συσκευές.
 - α. Επιλέγετε οικιακή συσκευή.
 - β. Επιλέξετε χρόνο χρήσης (καθημερινά) σέρνοντας την μπάρα.
 - γ. Πατάτε το τικ.
 - δ. Πατάτε το βελάκι προς τα πίσω και διαλέγετε άλλη συσκευή.
4. Ακολουθήστε την ίδια διαδικασία και για τα μέσα μεταφοράς.
5. Τραβήξτε ένα screenshot από το διάγραμμα που προκύπτει με βάση τις επιλογές σας.

Αφού οι μαθητές/-τριες υπολογίσουν το προσωπικό τους αποτύπωμα, καταγράφουν σε ένα πίνακα την ολική ημερήσια εκπομπή τους σε CO₂ λόγω μετακίνησης και χρήσης οικιακών συσκευών και υπολογίζουν τον μέσο όρο των ολικών ημερήσιων εκπομπών της τάξης τους. Στη συνέχεια, στο δεύτερο μέρος, ομαδοποιούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον υπολογισμό του προσωπικού τους αποτυπώματος και διαμορφώνουν τρεις ευρύτερες κατηγορίες. Με βάση αυτές τις κατηγορίες και το πλήθος των μαθητών που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία, έπειτα αναπτύσσουν ένα γραφικό διάγραμμα (bar chart).



Ωρα μετρήσουμε το δικό μας προσωπικό αποτύπωμα σε άνθρακα λόγω μετακίνησης & χρήσης οικιακών συσκευών!

Μέρος 1

1.Γιατί άραγε διαλέξαμε αυτές τις δύο κατηγορίες ανθρωπογενών δραστηριοτήτων;

.....

.....



2. Ανοίξτε την εφαρμογή **Carbon Digitalis!**

3. Ποια είναι η ολική ημερήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα ανά μαθητή;

Μαθητής	Ολική ημερήσια εκπομπή

3.

Πόσος είναι ο μέσος όρος ολικών ημερήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της τάξης μας;

.....

.....

Μέρος 2

1. Ας ομαδοποιήσουμε την ολική ημερήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα των μαθητών/τριών της τάξης μας σε 3 μεγάλες ομάδες.

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3
ΕΥΡΟΣ			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ			

2. Ας φτιάξουμε το **γράφημα** των παραπάνω δεδομένων στην ομάδα μας.

Οδηγίες:

- Κόψτε 3 ισομήκεις κορδέλες που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία.
- Τοποθετήστε πάνω στην κορδέλα τον αριθμό από μανταλάκια που αντιστοιχούν στον αριθμό μαθητών/-τριων κάθε κατηγορίας.
- Διαμορφώστε το μήκος της κορδέλας ώστε να ανταποκρίνεται στο πλήθος μαθητών/-τριων κάθε κατηγορίας.



Δρ_Δ3.3 Υπολογισμός ατομικού αποτυπώματος άνθρακα από χρήση οικιακών συσκευών



Πραγμάτευση
αξιών
Στρατηγική
ικανότητα

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή αρχικά καλεί τους μαθητές να αναστοχαστούν την προσωπική τους επίδραση στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με εκπομπές CO₂ καθώς και τη δυνατότητα περιορισμού των εκπομπών αυτών μέσω της αλλαγής συνηθειών σε προσωπικό και συλλογικό επίπεδο. Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν το προσωπικό τους αποτύπωμα άνθρακα και να το αντιπαραβάλουν με τα συλλογικά μέτρα που θα έπρεπε να ληφθούν για να αντισταθμίσουν τις εκπομπές αυτές.



Μια από τις αιτίες ύπαρξης της Κ.Α είναι η αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλούν οι αυξημένες εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα, λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

1. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη συνεισφορά σας σε ατομικό επίπεδο, στην εκπομπή CO₂;

.....

.....

2. Σε τι βαθμό πιστεύετε ότι η ανάληψη δράσης σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο μπορεί να επιφέρει αλλαγές στην σύσταση της ατμόσφαιρας;

.....

.....

Υπολογίστε το ατομικό σας αποτύπωμα από την εφαρμογή για Android συσκευές Edu4Clima κάνοντας σάρωση με το κινητό σας στο barcode.



3. Πόσα γήπεδα μπάσκετ με πεύκα θα χρειάζονταν να φυτευτούν ώστε να απορροφηθούν οι εκπομπές CO₂ που παράγετε σε ετήσια βάση;

.....

.....



Δρ_Δ3.4 Εκπομπές CO₂ ανά τομέα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (I)



Πραγμάτευση
αξιών

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες εξοικειώνονται με τους τομείς ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με βάση τα δεδομένα που αντλούν από ένα διάγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά οι μαθητές/-τριες αναφέρουν παραδείγματα δραστηριοτήτων του ανθρώπου που θεωρούν ότι συνεισφέρουν στην αύξηση εκπομπών CO₂ ενώ στη συνέχεια επεξεργάζονται το διάγραμμα και παρέχουν παραδείγματα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων ανά τομέα.

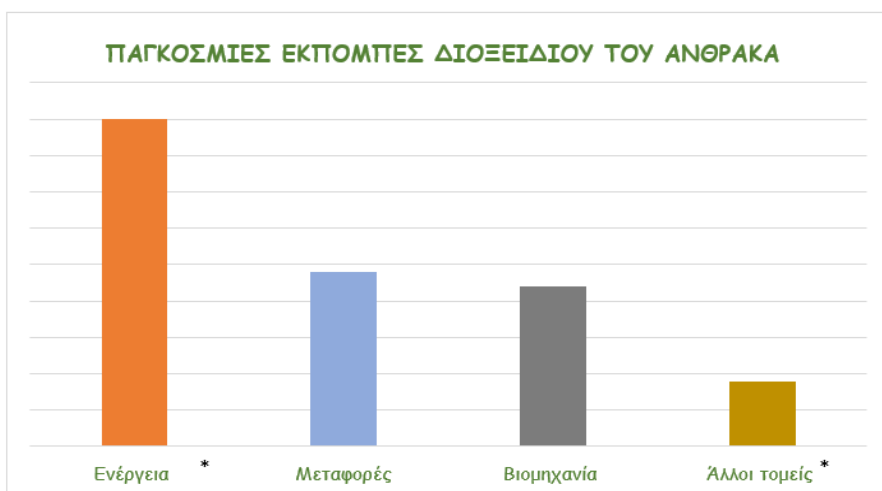


1. Ποιες πιστεύετε ότι οι είναι οι **δραστηριότητες του ανθρώπου** που συνεισφέρουν στην **αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα** στην ατμόσφαιρα;

.....

.....

2. Παρατηρήστε το παρακάτω διάγραμμα.



Πηγή: ΕΕ (2019)

* Ενέργεια: Ηλεκτρισμός & Θέρμανση

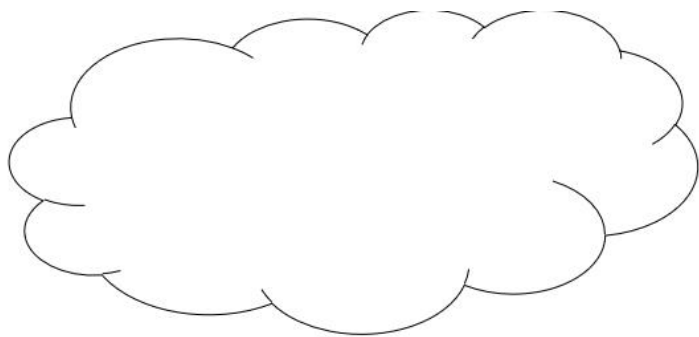
* Άλλοι τομείς: γεωργία, διατροφή, κατασκευές κλπ...

3. Τοποθετήστε κατά **φθίνουσα σειρά** τους τομείς δραστηριοτήτων του ανθρώπου με βάση τις εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα.

.....

.....

4. Αυτές τις δραστηριότητες τις ονομάζουμε:



5. Δώστε δύο παραδείγματα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων σε κάθε τομέα.

Τομέας	Παράδειγμα
Ενέργεια	
Μεταφορές	
Βιομηχανία	
Άλλοι τομείς	



Δρ_Δ3.5 Εκπομπές CO₂ ανά τομέα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (II)



Πραγμάτευση
αξιών

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή αποσκοπεί στην εξοικείωση των μαθητών με τους διαφορετικούς τομείς ανθρωπογενών δραστηριοτήτων που ευθύνονται για τις εκπομπές CO₂. Αρχικά οι μαθητές επεξεργάζονται έναν διαδραστικό χάρτη που αποκαλύπτει δεδομένα σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ ανά τομέα δραστηριοτήτων διαφορετικών χωρών. Έπειτα με βάση έναν διαδραστικό χάρτη που παρουσιάζει τις συνολικές εκπομπές του CO₂ σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, εξετάζουν τους παράγοντες που διαμορφώνουν τη διαφοροποίηση αυτή.



- Ποιες ανθρώπινες δραστηριότητες πιστεύετε ότι συνεισφέρουν περισσότερο στην Κλιματική Αλλαγή ;

.....

.....

Ανοίξτε τον [σύνδεσμο](#) και εξετάστε τις εκπομπές του CO₂ ανά τομέα δραστηριοτήτων για διάφορες χώρες της Ευρώπης.

- Κυρίως σε ποιες δραστηριότητες οφείλονται οι εκπομπές του CO₂;

.....

.....

- Πιστεύετε ότι όλες οι χώρες συνεισφέρουν το ίδιο στις συνολικές εκπομπές άνθρακα;

.....

.....

Ανοίξτε τον [σύνδεσμο](#) και εξετάστε τις συνολικές εκπομπές του CO₂ διάφορες χώρες της Ευρώπης.

- Ποιοι παράγοντες πιστεύετε ότι διαμορφώνουν τις διαφορές μεταξύ των χωρών;

.....

.....



Δρ_Δ3.6 Λήψη δεδομένων πραγματικού χρόνου από εκπομπές μηχανοκίνητων οχημάτων



Στρατηγική
ικανότητα

Γυμνάσιο



Δεξιότητες
διερεύνησης

Λύκειο



Πραγμάτευση
αξιών

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή χωρίζεται σε 2 μέρη. Αρχικά οι μαθητές/-τριες καλούνται να σχεδιάσουν μία πειραματική διάταξη που θα μπορεί να λάβει μετρήσεις από τα καυσαέρια μίας μηχανής εσωτερικής καύσης ενώ στη συνέχεια καλούνται να εφαρμόσουν και να ελέγξουν την αποτελεσματικότητα της διάταξής τους ακολουθώντας το μηχανικό σχεδιασμό. Ενδεικτικά στο παρακάτω παράδειγμα αξιοποιήθηκε ένα τοπικό πρόβλημα ως αφορμή για την κατασκευή, ενώ στο τέλος παρατίθενται στοιχεία για την υλοποίηση τους πειράματος μέσα από το οποίο μετρούνται οι εκπομπές CO₂ από τα καυσαέρια που απελευθερώνει ένα μηχανάκι. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/-τριες θα ασχοληθούν με την μελέτη / κατασκευή σταθμού μέτρησης εκπομπών CO₂ με χρήση Arduino. Στόχος είναι η κατασκευή πρωτοτύπου που θα μπορεί να αξιοποιηθεί ως εργαλείο για την ανίχνευση αυξημένων εκπομπών CO₂ και άρα να συμβάλλει στην έγκαιρη διάγνωση – αντιμετώπιση του προβλήματος.



Έχουν ξεκινήσει οι διαδικασίες για την κατασκευή ενός μεγάλου έργου υποδομής στο νησί μας, αυτό του νέου ΒΟΑΚ. Στο πλαίσιο αυτό θα κατασκευαστούν σταθμοί διοδίων κατά μήκος του οδικού δικτύου στις οποίες τα αυτοκίνητα θα πρέπει να σταματούν για να πληρώνουν το αντίτιμο χρήσης του νέου οδικού δικτύου.

Αρκετοί κάτοικοι περιοχών στις οποίες θα δημιουργηθούν οι σταθμοί διοδίων ισχυρίζονται - ανησυχούν για αυξημένες εκπομπές CO₂ στην περιοχή τους.

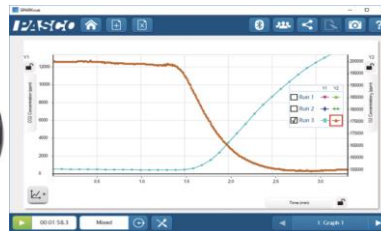
1. Θεωρείτε ότι αυτή η ανησυχία μπορεί να ελεγχθεί με επιστημονικά μέσα; Τι θα μπορούσαμε να κάνουμε ώστε να την ελέγξουμε;
2. Μπορείτε να προτείνετε μια πειραματική διάταξη που να υπηρετεί αυτόν τον σκοπό;

Βασικά στάδια σχεδιασμού μιας πειραματικής διάταξης από τους επιστήμονες είναι:

- Σχεδιασμός (προδιαγραφές με βάση τις ανάγκες)
- Υλοποίηση (επιλογή υλικών, κόστος, διαθεσιμότητα)

- Έλεγχος (δοκιμή σε εργαστήριο και σε πραγματικές συνθήκες)
- Αξιολόγηση (ακρίβεια μετρήσεων, ευκολία λήψης, επαναληψιμότητα)
- Βελτίωση (προτάσεις για βελτιστοποίηση)

Στην προσπάθεια σας αυτή, θα έχετε στην διάθεση σας ένα σύγχρονο ασύρματο αισθητήρα μέτρησης συγκέντρωσης CO₂.



Δραστηριότητες επεξεργασίας Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής



Δραστηριότητα για τη διερεύνηση του εύρους των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα



Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι πολυδιάστατες και επηρεάζουν διάφορες περιοχές του πλανήτη με διαφορετικούς τρόπους. Αρχικά, η άνοδος της θερμοκρασίας είναι μια παγκόσμια τάση, αλλά οι πιο σοβαρές επιπτώσεις παρατηρούνται στην Αρκτική, όπου οι θερμοκρασίες αυξάνονται δύο φορές πιο γρήγορα από τον παγκόσμιο μέσο όρο, επηρεάζοντας τη θαλάσσια ζωή και τους αυτόχθονες πληθυσμούς.

Αναφορικά με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι τροπικές περιοχές, όπως η Καραϊβική και η Νοτιοανατολική Ασία, αντιμετωπίζουν αυξημένη συχνότητα και ένταση τροπικών καταιγίδων και τυφώνων. Στη Μεσογειακή περιοχή, οι πλημμύρες και οι ξηρασίες γίνονται πιο συχνές, επηρεάζοντας τη γεωργία και την υδροδότηση.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει επίσης τους υδάτινους πόρους, με τις ξηρές περιοχές της Αφρικής, όπως η Σαχάρα, να βιώνουν πιο σοβαρές και παρατεταμένες ξηρασίες, που απειλούν την αγροτική παραγωγή και την πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Αντίστοιχα, η ποιότητα και η ποσότητα του νερού στις περιοχές της Νότιας Ασίας και της Μεσογείου επιδεινώνονται από την αύξηση της θερμοκρασίας και την εξάτμιση.

Πέρα από τη γεωργία, η απώλεια βιοποικιλότητας είναι ιδιαίτερα έντονη στα τροπικά δάση του Αμαζονίου και τους κοραλλιογενείς υφάλους της Καραϊβικής, όπου οι κλιματικές αλλαγές οδηγούν σε υποβάθμιση οικοσυστημάτων και εξαφάνιση ειδών.



Οι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι...

- Η κλιματική αλλαγή είναι σταδιακή και αργή και δεν θα επηρεάσει άμεσα τη γενιά τους
- Στο μέλλον το κλίμα θα είναι παρόμοιο με το σημερινό



Δρ_Ε1 Μελέτη εύρους επιπτώσεων σε παγκόσμια κλίμακα



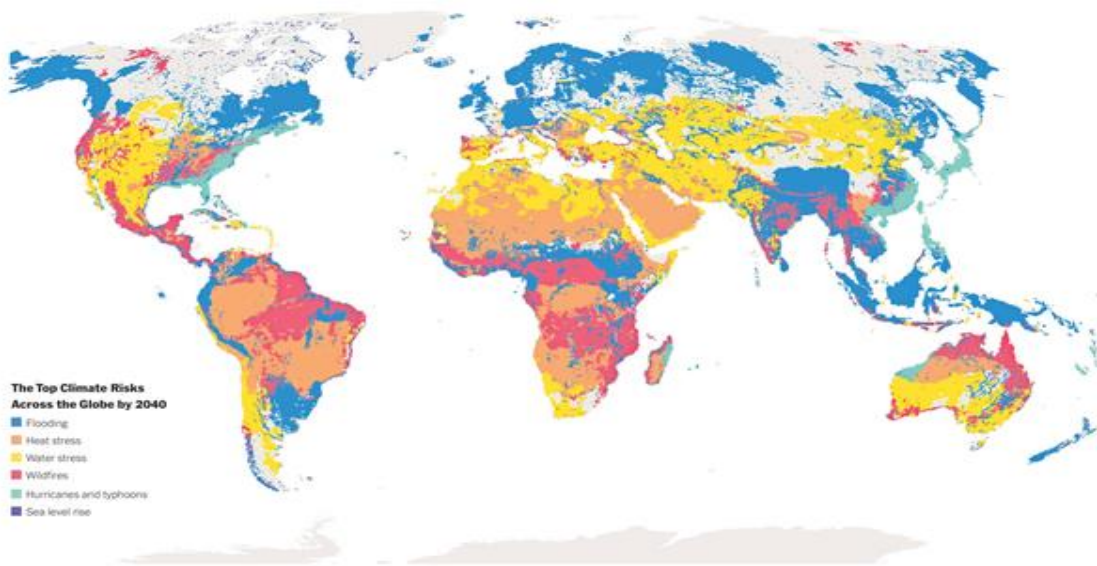
Πραγμάτευση αξιών	Δημοτικό
Συστημική Σκέψη	Γυμνάσιο
Διαχρονική αντίληψη	Λύκειο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές θα ερευνήσουν τους κύριους κλιματικούς κινδύνους ανά περιοχή έως το 2040. Εργαζόμενοι σε ομάδες επικεντρώνονται σε διαφορετικές περιοχές (π.χ. Βόρεια Αμερική, Ευρώπη, Υποσαχάρια Αφρική, Νοτιοανατολική Ασία, κ.λπ.) και με βάση τον παγκόσμιο χάρτη που αναπαριστά τους υψηλότερους κλιματικούς κινδύνους αναστοχάζονται σχετικά με το πώς οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να επηρεάσουν τους ανθρώπους, τα οικοσυστήματα και τις οικονομίες σε όλο τον κόσμο. Τέλος οι μαθητές/τριες καλούνται να εντοπίσουν τις περιοχές που αντιμετωπίζουν τους περισσότερους κινδύνους, τις ομοιότητες και τις διαφορές περιοχών που βρίσκονται στις ίδιες γεωγραφικές ζώνες, αλλά και την μετατόπιση/ διεύρυνση των επιπτώσεων και σε άλλες περιοχές του πλανήτη (πχ λόγω μαζικών μετακινήσεων πληθυσμών, οικονομικών συνεπειών, εμπορίου κλπ).



Αξιοποιώντας τον ακόλουθο παγκόσμιο χάρτη εντοπίστε ποιοι είναι οι κύριοι κλιματικοί κίνδυνοι μέχρι το 2040 για την περιοχή που σας έχει ανατεθεί.



Συζητήστε και καταγράψτε...

- Πώς επηρεάζει η κλιματική αλλαγή την καθημερινή ζωή, την πρόσβαση σε νερό, τρόφιμα και κατοικίες στην περιοχή που σας έχει ανατεθεί;

.....

.....

- Ποια άγρια ζωή βρίσκεται σε μεγαλύτερο κίνδυνο;

.....

.....

- Πώς μπορεί να αλλάξουν οι δουλειές, η γεωργία ή οι βιομηχανίες;

.....

.....

Παρουσιάστε στην τάξη την περιοχή που σας έχει ανατεθεί, και τους κύριους κλιματικούς κινδύνους,

Σκεφτείτε όλοι μαζί:

- Ποιες περιοχές φαίνεται να αντιμετωπίζουν τους περισσότερους κινδύνους;

.....

.....

- Ποιες ομοιότητες και διαφορές βλέπουμε μεταξύ των περιοχών;

.....

.....

- Οι κίνδυνοι σε μία περιοχή επηρεάζουν άλλες περιοχές του κόσμου;

.....

.....

Δραστηριότητες για τη μελέτη των επιπτώσεων της μείωσης των βροχοπτώσεων στις καλλιέργειες



Η κλιματική αλλαγή έχει σοβαρές επιπτώσεις στις καλλιέργειες των χωρών της Μεσογείου, όπου οι γεωργικές δραστηριότητες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες. Οι αυξημένες θερμοκρασίες και η μείωση των βροχοπτώσεων οδηγούν σε ξηρασίες, ενώ οι απότομες και ακραίες βροχοπτώσεις προκαλούν πλημμύρες και διάβρωση του εδάφους, καθιστώντας τη γη λιγότερο εύφορη. Αυτό επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή καλλιεργειών όπως τα ελαιόδεντρα, τα αμπέλια και τα εσπεριδοειδή, που αποτελούν βασικά προϊόντα της περιοχής.

Επιπλέον, οι αυξημένες θερμοκρασίες επιταχύνουν την εξάτμιση του νερού από τα εδάφη, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα νερού για άρδευση, ενώ τα αλμυρά νερά εισχωρούν στα παράκτια εδάφη λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, επιβαρύνοντας περαιτέρω τις καλλιέργειες. Αυτές οι αλλαγές απειλούν τη γεωργική παραγωγή και την επισιτιστική ασφάλεια των χωρών της Μεσογείου, ενώ οδηγούν και σε αύξηση των τιμών των τροφίμων, επιδεινώνοντας τις οικονομικές και κοινωνικές ανισότητες.



Οι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι...

- Η κλιματική αλλαγή είναι σταδιακή και αργή και δεν θα επηρεάσει άμεσα τη γενιά τους
- Στο μέλλον το κλίμα θα είναι παρόμοιο με το σημερινό



Δρ_E2.1 Μελέτη εξέλιξης των βροχοπτώσεων και της χρήσης νερού άρδευσης



Συστημική
Σκέψη
Δεξιότητες
διερεύνησης

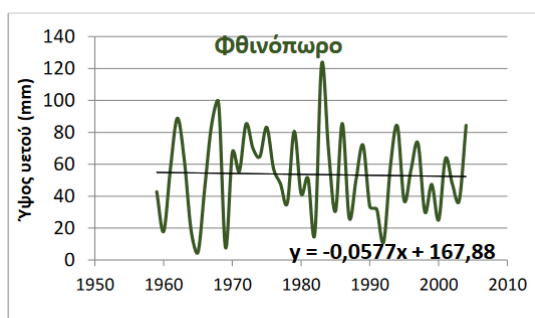
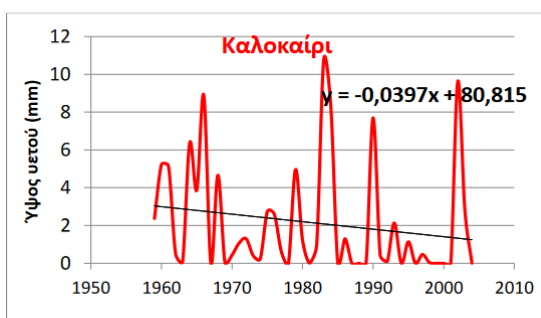
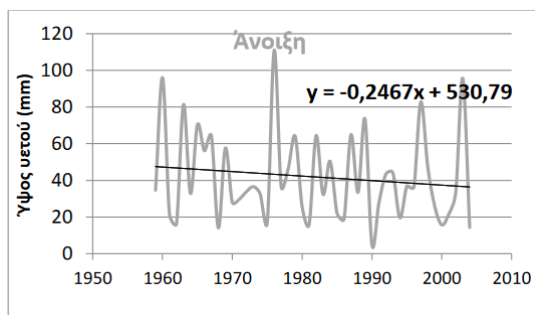
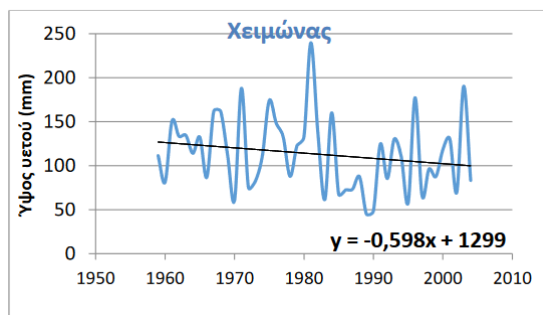
Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές θα εξετάσουν την εξέλιξη των βροχοπτώσεων και τη χρήση νερού άρδευσης στην περιοχή των Χανίων μέσα από τη χρήση πραγματικών δεδομένων. Επίσης θα κληθούν να συσχετίσουν την αλλαγή στα κλιματικά δεδομένα με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την ανάγκη για άρδευση.



Μελετήστε τα διαγράμματα των βροχοπτώσεων ανά εποχή και της άρδευσης. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:



Γράφημα 7: Εποχική διακύμανση του ολικού ύψους νετού στον Δήμο Χανίων για την περίοδο 1959-2004 τον χειμώνα (δεξιά πάνω), την άνοιξη (αριστερά πάνω), το καλοκαίρι (δεξιά κάτω) και το φθινόπωρο (αριστερά)

1. Ποια είναι η τάση στις βροχοπτώσεις από το 1950 έως το 2010; Σημειώστε αν οι βροχοπτώσεις αυξάνονται, μειώνονται ή παραμένουν σταθερές.

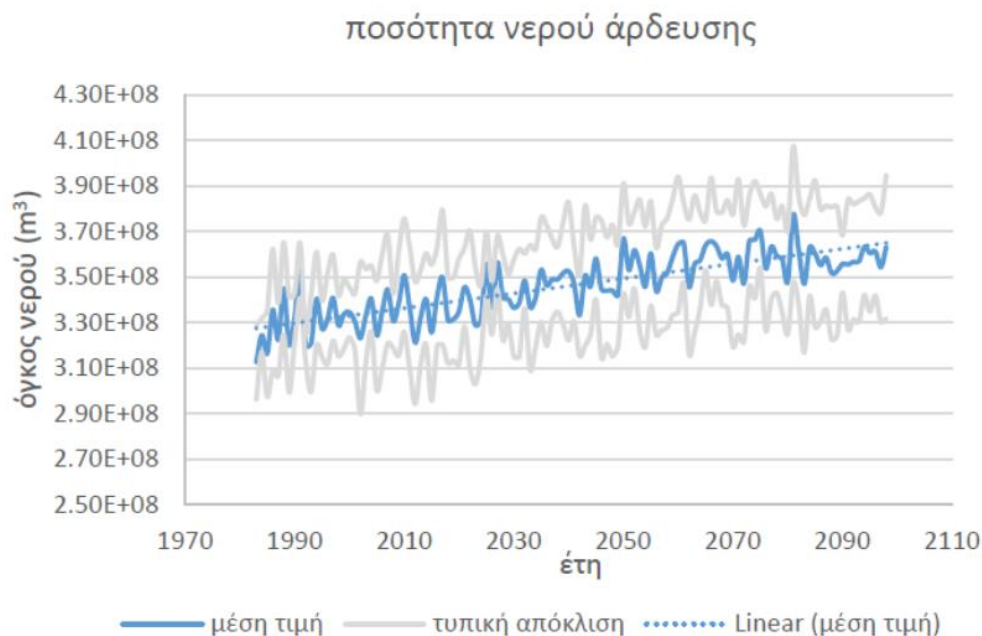
.....

.....

2. Υπάρχουν διαφορές στις βροχοπτώσεις ανάμεσα στις εποχές (καλοκαίρι, φθινόπωρο, χειμώνας, άνοιξη); Ποια εποχή έχει τις μεγαλύτερες/μικρότερες μεταβολές στις βροχοπτώσεις;

.....

.....



Γράφημα 9: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση ποσότητα νερού άρδευσης για την Κρήτη, για τα 11 σενάρια και για την περίοδο 1983-2098 (AQUAMAN, 2016)

3. Τι δείχνει το διάγραμμα για την ποσότητα νερού άρδευσης τα τελευταία χρόνια; Σημειώστε αν η ποσότητα νερού άρδευσης αυξάνεται ή μειώνεται.

.....

.....

4. Πώς νομίζετε ότι συνδέονται η μείωση των βροχοπτώσεων και η αύξηση της ποσότητας νερού άρδευσης;

.....

.....

5. Γιατί πιστεύετε ότι οι γεωργοί χρειάζονται περισσότερο νερό άρδευσης όσο μειώνονται οι βροχοπτώσεις;

.....

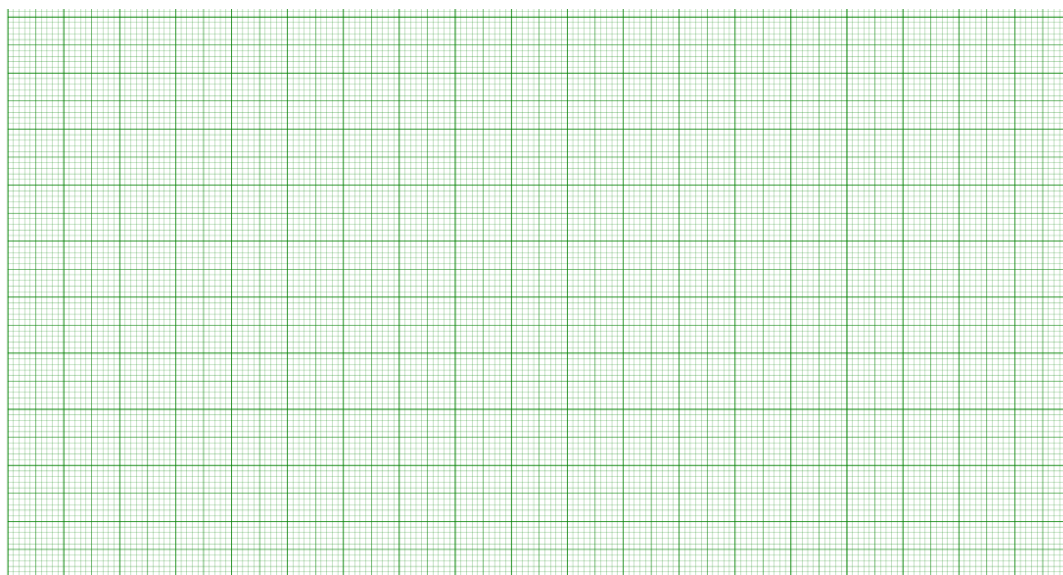
.....

6. Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες για την τοπική γεωργία και την οικονομία αν συνεχιστεί η μείωση των βροχοπτώσεων;

.....

.....

7. Σχεδιάστε το δικό σας γράφημα για να δείξετε πώς η μείωση των βροχοπτώσεων και η αύξηση της άρδευσης σχετίζονται μεταξύ τους.



Δρ_Ε2.2 Συνέντευξη με έναν γεωργό



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Διαπροσωπική
ικανότητα

Γυμνάσιο

Διαχρονική
αντίληψη

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές /-τριες που έχουν επεξεργαστεί την προβληματική κατάσταση αναφορικά με την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στους ελαιώνες του τόπου τους καλούνται να πάρουν συνέντευξη από έναν/μία γεωργό ώστε να διαπιστώσουν α. αν έχουν παρατηρήσει αλλαγές στις καιρικές συνθήκες του τόπου τους τα τελευταία τριάντα χρόνια, β. αν η αύξηση της θερμοκρασίας έχει επηρεάσει την καλλιέργεια της ελιάς και τις γεωργικές εργασίες γενικότερα, και γ. σε ποιους τομείς έχει επηρεαστεί η ζωή του/της γεωργού λόγω της κλιματικής αλλαγής. Με τη συνέντευξη αυτή αναμένεται οι μαθητές/-τριες να μπορέσουν να αναγνωρίσουν διασυνδέσεις και αλληλεπιδράσεις διαφορετικών τομέων και πτυχών της ανθρώπινης δραστηριότητας (πν. οικονομία. κοινωνία κλπ.).



Στο μάθημα της μελέτης περιβάλλοντος μελετάμε τις αλλαγές που συμβαίνουν στο κλίμα της γης. Οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται.

Πώς έχει επηρεάσει η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας **τον τόπο μας**;

1. Να ρωτήσετε κάποιον/-α ενήλικα που εργάζεται ή εργαζόταν ως γεωργός (αν έχετε στο περιβάλλον σας) τα παρακάτω:

Πριν 30 χρόνια	Σήμερα
Πώς ήταν οι καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, άνεμοι κτλ.) πριν 30 χρόνια;	Πώς είναι οι καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, άνεμοι κτλ.) τα τελευταία χρόνια;
Πώς ήταν η καλλιέργεια της ελιάς πριν 30 χρόνια;	Πώς είναι η καλλιέργεια της ελιάς τα τελευταία χρόνια;
Πώς ήταν η ζωή των γεωργών πριν 30 χρόνια;	Πώς είναι η ζωή των γεωργών τα τελευταία χρόνια;

2. Να φτιάξετε στις ομάδες σας μια αφίσα στην οποία θα καταγράψετε το πώς ήταν οι καιρικές συνθήκες πριν 30 χρόνια και πώς σήμερα.

.....
.....

3. Να συζητήσετε στις ομάδες σας πώς έχει επηρεάσει τη ζωή των γεωργών και την παραγωγή της ελιάς η αύξηση της θερμοκρασίας.

.....
.....



Δρ_E2.3 Εννοιολογικός χάρτης αιτίων & επιπτώσεων στις καλλιέργειες



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

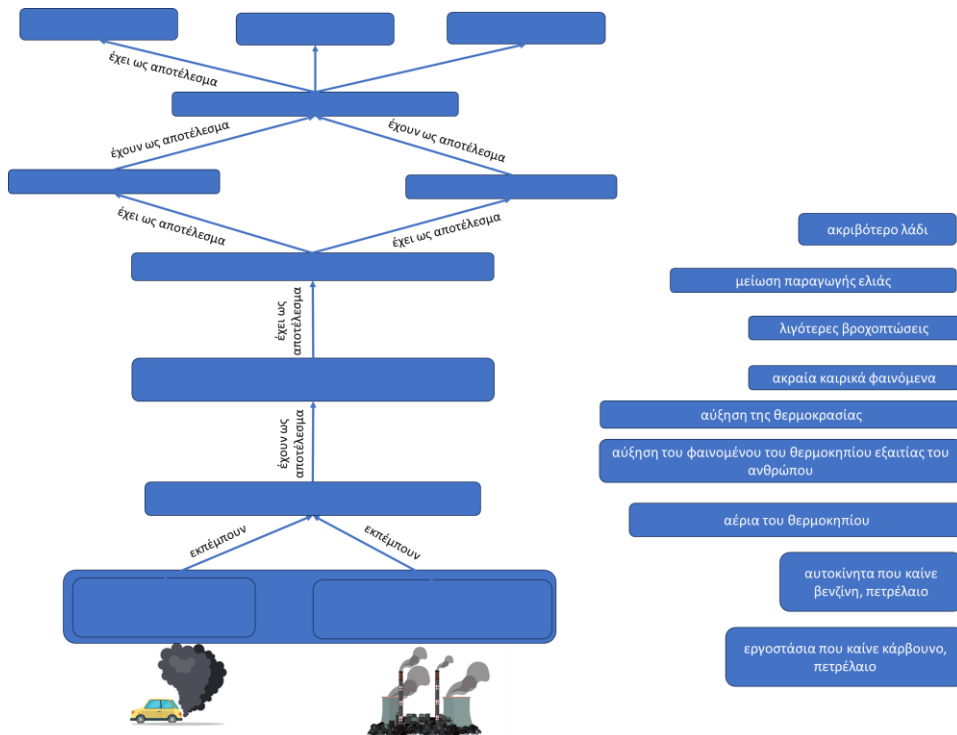
Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να συμπληρώσουν έναν εννοιολογικό χάρτη ώστε να διαπιστώσουν τις αλληλεπιδράσεις και συσχετίσεις της μεταξύ των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, της αύξησης της θερμοκρασίας, της καλλιέργειας των ελαιώνων του τόπου μας και της τιμής του λαδιού.

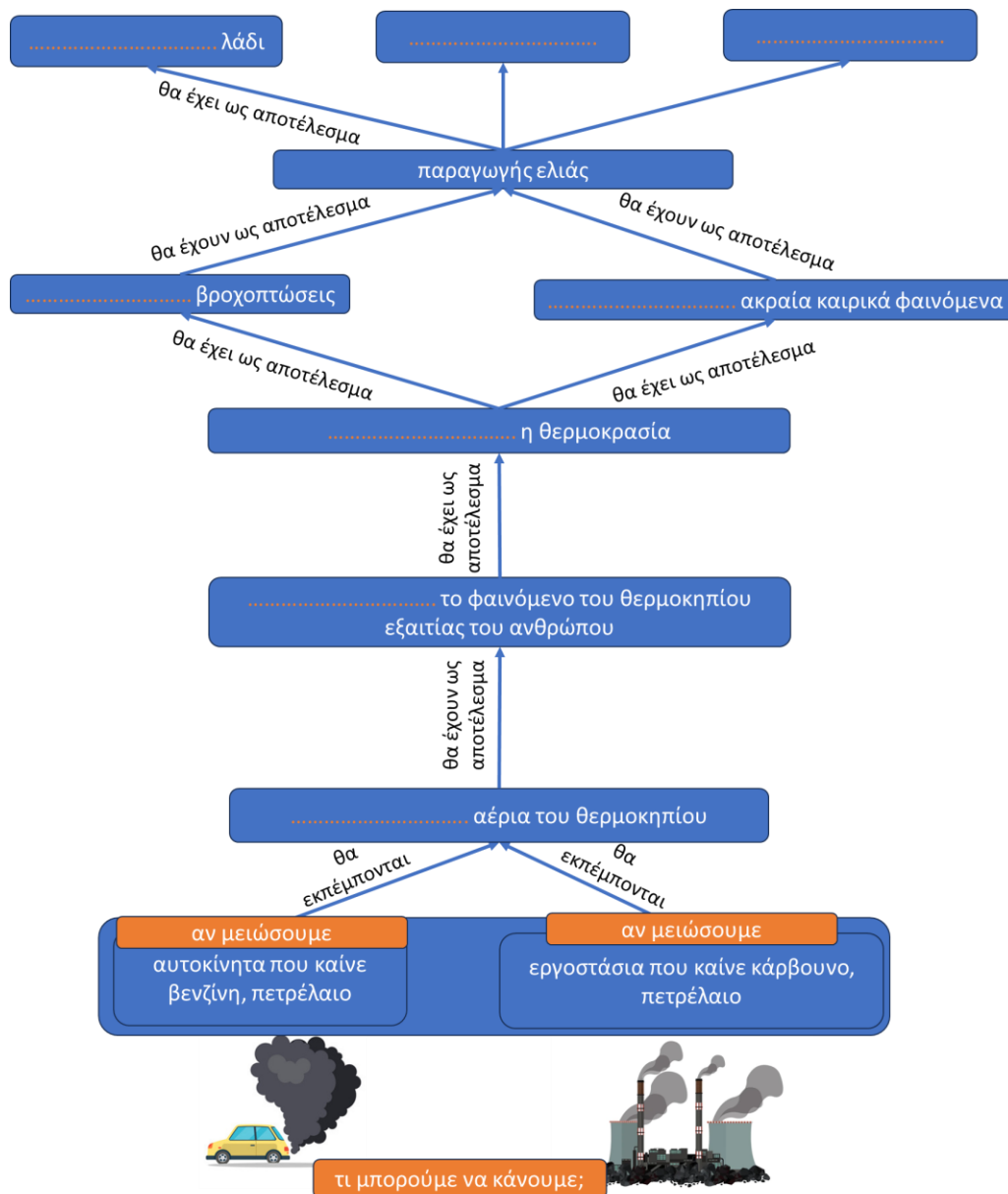
Παράλληλα, η συγκεκριμένη δραστηριότητα μπορεί να αποτελέσει μια ομαλή μετάβαση για συζήτηση σχετικά με τις λύσεις που προτείνονται για την άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου και συνεπώς της κλιματικής αλλαγής. Τέλος, η δραστηριότητα αυτή προτείνεται ιδιαίτερα για τους μαθητές/-τριες που έχουν επεξεργαστεί την προβληματική κατάσταση αναφορικά με την καλλιέργεια της ελιάς στον τόπο μας.



1. Συμπληρώστε τον παρακάτω εννοιολογικό χάρτη με τις κατάλληλες εκφράσεις από το πλάι.



2. Ας σκεφτούμε τι θα συμβεί αν **μειώσουμε τα αέρια του θερμοκηπίου**. Σημειώστε τις κατάλληλες λέξεις στον εννοιολογικό σας χάρτη ώστε να δείξετε το αποτέλεσμα της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου.



3. Πώς μπορούμε να μειώσουμε τα αέρια του θερμοκηπίου που δημιουργούνται από τα εργοστάσια που καίνε ορυκτά καύσιμα, όπως ο λιγνίτης, για έχουμε εμείς ρεύμα ή από τα αυτοκίνητα που καίνε καύσιμα;

.....

.....

Δραστηριότητες για τη διερεύνηση των επιπτώσεων της τήξης των πάγων των πολικών περιοχών



Ο πάγος στην επιφάνεια της Γης περιλαμβάνει τους θαλάσσιους πάγους, τους παγετώνες και τα ηπειρωτικά στρώματα πάγου, τα οποία συνολικά συγκρατούν περίπου το 2% του νερού στη Γη. Οι επιστήμονες αναφέρονται σε αυτό το σύστημα συνολικά ως κρυόσφαιρα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί το λιώσιμο των πάγων. Και τα δύο μεγάλα στρώματα πάγου της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής χάνουν μάζα πάγου τουλάχιστον από το 1990, με τον υψηλότερο ρυθμό απώλειας κατά την τελευταία δεκαετία (2010-2019). Επίσης, οι θαλάσσιοι πάγοι της Αρκτικής μειώνονται. Τόσο η έκταση όσο και το πάχος των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής έχουν μειωθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες. Με λίγες εξαιρέσεις, οι ορεινοί παγετώνες έχουν υποχωρήσει από το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Η συμπεριφορά αυτή είναι πρωτοφανής τουλάχιστον τα τελευταία 2.000 χρόνια. Η προκληθείσα από την υπερθέρμανση του πλανήτη προγενέστερη έναρξη της εαρινής τήξης του χιονιού και η αυξημένη τήξη των παγετώνων έχουν ήδη συμβάλει σε εποχιακές αλλαγές της ροής των παγετώνων στις ορεινές λεκάνες απορροής με χαμηλό υψόμετρο.

Οι πόλεις και οι οικισμοί (ιδίως οι αυθαίρετοι οικισμοί) καθώς και οι παράκτιες και ορεινές περιοχές συνέχισαν να αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς και παραμένουν κρίσιμοι ως συγκεντρωμένοι τόποι αυξημένης έκθεσης σε κινδύνους και αυξανόμενης ευπάθειας. Από την προηγούμενη δεκαετία, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι, βασικά περιουσιακά στοιχεία και υποδομές σε πόλεις και οικισμούς εκτίθενται στις επιπτώσεις που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος. Τέτοιες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι καύσωνες, οι ξηρασίες, οι αλλαγές στην απορροή, οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές και η απόψυξη του μόνιμου πάγου που προκαλούν διαταραχές σε βασικές υποδομές και υπηρεσίες, όπως η παροχή και η μεταφορά ενέργειας, οι επικοινωνίες, η παροχή τροφίμων και νερού και τα συστήματα μεταφορών μέσα και μεταξύ αστικών και περιφερειακών περιοχών.



Οι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι...

- Η κλιματική αλλαγή είναι σταδιακή και αργή και δεν θα επηρεάσει άμεσα τη γενιά τους
- Στο μέλλον το κλίμα θα είναι παρόμοιο με το σημερινό



Δρ_E3.1 Επισκόπηση των συνεπειών της τήξης των πάγων



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η ακόλουθη δραστηριότητα χωρίζεται σε δύο μέρη και εστιάζει στις συνέπειες που προκύπτουν από την τήξη των πάγων. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες καλούνται να συζητήσουν σε ομάδες και να σκεφτούν κάποιες συνέπειες που μπορεί να έχει η τήξη των πάγων σε επίπεδο περιβάλλοντος, οικοσυστήματος και ανθρώπου. Στη συνέχεια, κάθε ομάδα μελετάει το άρθρο που της δίνεται και καλείται να τροποποιήσει τις αρχικές απαντήσεις της. Μέσα από αυτή την διαδικασία και την επεξεργασία πληροφοριών, οι μαθητές/τριες συνειδητοποιούν την σύνδεση των συστημάτων, καθώς και το πώς αυτά αλληλεπιδρούν.



Α. Συζητήστε με την ομάδα σας και προσπαθήστε να σκεφτείτε τι συνέπειες έχει το λιώσιμο των πάγων,

- για το περιβάλλον:

.....

.....

- για το οικοσύστημα:

.....

.....

- για τον άνθρωπο:

.....

.....

Β. Μελετάμε το απόσπασμα που μας δίνεται και συμπληρώνουμε τις προηγούμενες απαντήσεις μας (με διαφορετικό χρώμα στυλό).

Κάθε ομάδα αναλαμβάνει να μελετήσει ένα από τα παρακάτω άρθρα:

1. <https://www.kathimerini.gr/life/science/562884865/oi-pagoi-lionoyn-oi-polikes-arkoydes-limoktonoyn/>
2. [Οι πάγοι λιώνουν, το οικοσύστημα καταστρέφεται | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ \(kathimerini.gr\)](https://www.kathimerini.gr/life/science/562884865/oi-pagoi-lionoyn-oi-polikes-arkoydes-limoktonoyn/)
3. [Περισσότεροι καύσωνες, δυνατότερες βροχές | in.gr](https://www.in.gr/life/science/562884865/oi-pagoi-lionoyn-oi-polikes-arkoydes-limoktonoyn/)
4. <https://gr.euronews.com/2023/02/16/i-anodos-tis-stathmis-tis-thalassas-kai-oi-epiptoseis>

5. https://www.fishforward.eu/wp-content/uploads/2019/11/FF_ClimateChangeOceansandFisheries_2018_EL-002_final.pdf

Γ. Συζητάμε στην ολομέλεια τις προσθήκες που κάναμε στις προηγούμενες απαντήσεις μας με βάση το άρθρο που διαβάσαμε.



Δρ_Ε3.2 Μελέτη της διαφορετικής επίδρασης της τήξης παγόβουνων και παγετώνων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας



Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Το παρακάτω πείραμα προτείνεται για τον διαχωρισμό των εννοιών “Παγόβουνα” και “Παγετώνες”. Στόχος του πειράματος είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/τριες ότι με την τήξη των παγετώνων συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης των θαλασσών. Με τη διεξαγωγή του πειράματος, οι μαθητές/τριες καλλιεργούν δεξιότητες διερεύνησης, όπως παρατήρηση, καταγραφή και ανάλυση δεδομένων κ.ά..



Ποιοι πάγοι πιστεύετε ότι ευθύνονται για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας; Οι πάγοι της θάλασσας (παγόβουνα) ή οι πάγοι της ξηράς (παγετώνες);

.....

.....

Πειραματιζόμαστε...

Υλικά

- 2 πλαστικά δοχεία
- Πλαστελίνη
- Χάρακας
- Παγάκια
- Νερό



Διαδικασία

1. Τοποθετήστε ίσες ποσότητες πλαστελίνης στην μία πλευρά κάθε πλαστικού δοχείου δημιουργώντας μια επίπεδη επιφάνεια που αντιπροσωπεύει την ξηρά. Η άδεια πλευρά, στη συνέχεια, θα γεμίσει με νερό και αντιπροσωπεύει την θάλασσα.
2. Στο ένα δοχείο, τοποθετήστε μερικά παγάκια πάνω στην επίπεδη επιφάνεια της πλαστελίνης. Αυτό αντιπροσωπεύει τον πάγο της ξηράς (παγετώνες).
3. Στο άλλο δοχείο, τοποθετήστε ίδιο αριθμό από παγάκια στο κάτω μέρος του δοχείου, δίπλα στην πλαστελίνη. Αυτό αντιπροσωπεύει τον πάγο θάλασσας (παγόβουνα).
4. Βάλτε νερό στο δοχείο με τον πάγο θάλασσας μέχρι όλα τα παγάκια να αρχίσουν να επιπλέουν.
5. Βάλτε νερό στο δοχείο με τον πάγο γης μέχρι η στάθμη του νερού να είναι στο ίδιο ύψος με το επίπεδο του νερού στο δοχείο με τον πάγο θαλάσσης.
6. Με έναν μαρκαδόρο επισημάνετε το επίπεδο του νερού στο εξωτερικό μέρος κάθε δοχείου.
7. Χρησιμοποιώντας τον χάρακα, μετρήστε το επίπεδο του νερού (σε χιλιοστά) σε κάθε δοχείο και καταγράψτε τα δεδομένα στον παρακάτω πίνακα.

Χρόνος (min)	Άνοδος της στάθμης του νερού στο «παγόβουνο» (mm)	Άνοδος της στάθμης του νερού στο «παγετώνα» (mm)
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		

Τελικά ποιοι πάγοι διαπιστώσατε ότι ευθύνονται για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας; Οι πάγοι της θάλασσας (παγόβουνα) ή οι πάγοι της ξηράς (παγετώνες);

.....

.....



Δρ_E3.3 Μελέτη της επίδρασης της θερμικής διαστολής του νερού στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας



Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν δεξιότητες διερεύνησης καθώς καλούνται να πειραματιστούν κάνοντας προβλέψεις, παρατηρήσεις, καταγραφή και διατύπωση συμπερασμάτων. Με το παρόν πείραμα οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή με τα αίτια της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και συγκεκριμένα τη θερμική διαστολή του νερού.



Πειραματιστείτε:
Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Γυάλινο μπουκάλι ή πλαστικό μπουκάλι με σκληρά τοιχώματα
- Καλαμάκι
- Πλαστελίνη
- Χάρακας
- Νερό



Διαδικασία:

1. Γεμίστε το μπουκάλι με νερό τελείως ως πάνω.
2. Εφαρμόστε το καλαμάκι στο καπάκι του μπουκαλιού και «σφραγίστε» το με πλαστελίνη ώστε να μην εξέρχεται νερό.
3. Θα πρέπει η στάθμη του νερού να φαίνεται μέσα στο καλαμάκι
4. Τοποθετήστε το μπουκάλι στο άμεσο φως του ήλιου ή σε μια πηγή φωτός.

Χρόνος (min)	Ύψος της στάθμης του νερού στο καλαμάκι (mm)
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	



- Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στη στάθμη του νερού καθώς θερμαίνεται το νερό μέσα στο μπουκάλι;

.....

.....

5. Με έναν μαρκαδόρο επισημάνετε τη στάθμη του νερού στο καλαμάκι.
6. Χρησιμοποιώντας τον χάρακα, μετρήστε το επίπεδο του νερού (σε χιλιοστά) στο καλαμάκι και καταγράψτε τα δεδομένα στον παρακάτω πίνακα.

- Τι συνέβη με τη στάθμη του νερού καθώς ζεσταίνονταν; Γιατί νομίζετε ότι συνέβη αυτό;

.....

.....

- Τι συμπεραίνετε για την στάθμη του νερού όταν έρχεται σε επαφή με τη θερμότητα;

.....

.....

- Με ποιον τρόπο σχετίζεται το παραπάνω φαινόμενο με την αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

.....

.....



Δρ_Ε3.4 Υπολογισμός της ανόδου της στάθμης θάλασσας από την τήξη πάγων πολικών περιοχών



Δεξιότητες
διερεύνησης

Γυμνάσιο
Λύκειο

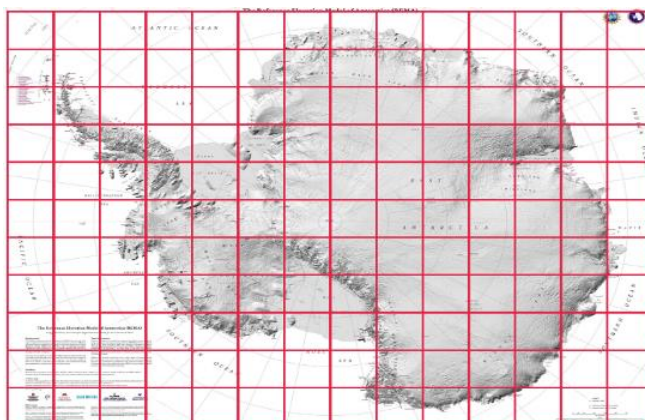
Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες καλούνται να υπολογίσουν την έκταση και τον όγκο των παγετώνων, καθώς και τον όγκο του νερού που θα προκύψει εάν λιώσουν. Στη συνέχεια πραγματοποιείται υπολογισμός της ανόδου της στάθμης της θάλασσας που θα προκαλέσει μία τέτοια συνθήκη.



Ποιο θα ήταν το ύψος που θα έφτανε η θάλασσα αν όλος ο όγκος νερού που απελευθερώνονταν από την Ανταρκτική απλώνονταν στην επιφάνεια των ωκεανών; Ακολουθήστε την παρακάτω διαδικασία.

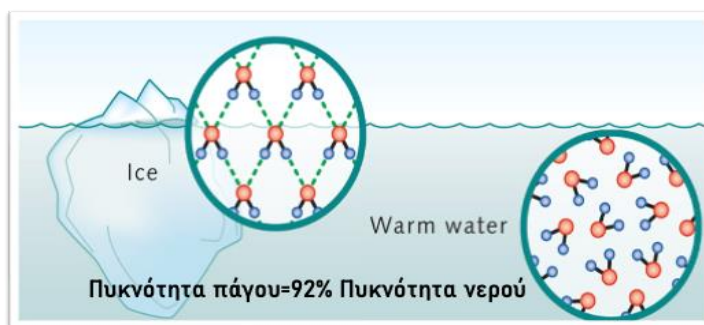
1ο Βήμα: Υπολογίστε την επιφάνεια της Ανταρκτικής;
Στοιχείο: Η πλευρά κάθε τετραγώνου είναι 400km.



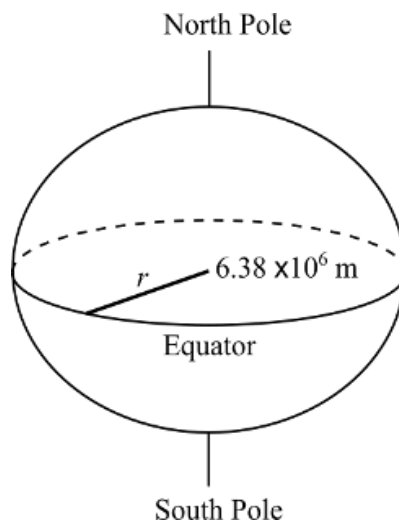
2ο Βήμα: Υπολογίστε τον συνολικό όγκο του πάγου στην Ανταρκτική;
 Στοιχείο: Το πάχος του πάγου στην Ανταρκτική είναι κατά μέσο όρο 2 χιλιόμετρα.



3ο Βήμα: Υπολογίστε τον όγκο του νερού που θα απελευθερωθεί στον ωκεανό αν λιώσει όλος ο πάγος της Ανταρκτικής.
 Στοιχείο: Η πυκνότητα του πάγου στην Ανταρκτική είναι περίπου το 92% της πυκνότητας του νερού.

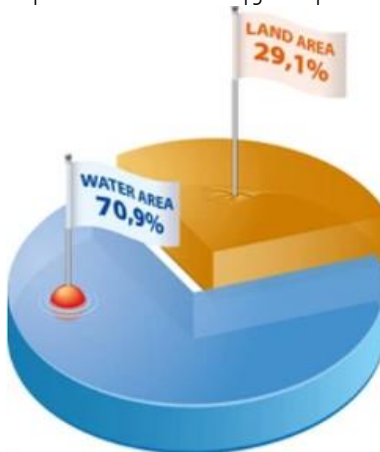


4ο Βήμα: Υπολογίστε το εμβαδόν της επιφάνειας της Γης.
 Στοιχείο: Η ακτίνα της Γης είναι περίπου 6.380km.



5ο Βήμα: Υπολογίστε την επιφάνεια των ωκεανών.

Στοιχείο: Οι ωκεανοί καλύπτουν περίπου το 71% της επιφάνειας της Γης.



Τελευταίο Βήμα: Υπολόγισε το ύψος που θα έφτανε η θάλασσα αν όλος ο όγκος νερού που απελευθερώνονταν από την Ανταρκτική απλώνονταν στην επιφάνεια των ωκεανών.

Στοιχείο: Για ευκολία στους υπολογισμούς θεωρείστε επίπεδη την επιφάνεια της Γης.



Δραστηριότητες επεξεργασίας μακροπρόθεσμων επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής



Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε πώς θα εξελιχθεί το κλιματικό σύστημα στο μέλλον, προκειμένου να λαμβάνουμε έγκαιρα αποφάσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προσαρμογή στις αλλαγές. Οι επιστήμονες αντλούν πολύτιμες πληροφορίες για την κατανόηση του κλιματικού μηχανισμού της Γης και των αλλαγών του, εκτελώντας πειράματα και συλλέγοντας και αναλύοντας συνεχώς μετρήσεις από συστήματα παρατήρησης. Οι γνώσεις αυτές μεταφράζονται στη συνέχεια σε έναν υπολογιστικό κώδικα/πρόγραμμα, που ονομάζεται Κλιματικό Μοντέλο το οποίο μιμείται τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλονται τα καιρικά φαινόμενα σε μεγάλες χρονικές περιόδους.

Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τα κλιματικά μοντέλα για να προσομοιώσουν το κλίμα στο παρελθόν και να προβλέψουν πώς μπορεί να αλλάξει το κλίμα στο μέλλον, ιδίως καθώς οι ανθρώπινες ενέργειες, αλλάζουν τις βασικές συνθήκες του πλανήτη μας. Ωστόσο, το κλίμα της Γης είναι πολύ περίπλοκο και δεν υπάρχει τέλειο μοντέλο για να το περιγράψει. Έτσι τα κλιματικά μοντέλα μπορούν να προβλέψουν μόνο ένα πιθανό εύρος μεταβολών.

Για να περιγράψουν την ανθρωπογενή δραστηριότητα στα κλιματικά μοντέλα με ποσοτικούς όρους, οι επιστήμονες έχουν καταρτίσει σενάρια για τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου που μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με μια σειρά διαφορετικών παραδοχών για τις επικείμενες αλλαγές στις κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα σενάρια αυτά αποτελούν, επομένως, εκτιμήσεις για τις ποσοτικές μεταβολές των εκπομπών όλων των αερίων του θερμοκηπίου - γνωστές ως «Αντιπροσωπευτικές διαδρομές συγκέντρωσης» (Representative Concentration Pathways)- από τη σημερινή εποχή έως το 2100. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται στην αύξηση του πληθυσμού, την αστικοποίηση, την παγκόσμια παραγωγή ενέργειας, των χρήσεων γης, το εμπόριο, την τεχνολογική πρόοδο και την παγκόσμια οικονομία. Διαφορετικοί συνδυασμοί αυτών των εκτιμήσεων οδηγούν σε διαφορετικά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτά τα σενάρια εκπομπών χρησιμοποιούνται στη συνέχεια σε κλιματικά μοντέλα για την προσομοίωση της κλιματικής απόκρισης.

RCR2.6: Ένα σενάριο χαμηλών εκπομπών, όπου λαμβάνονται δραστικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών, με αποτέλεσμα τη συγκράτηση της υπερθέρμανσης στους 2°C ή λιγότερο.

RCR4.5: Σενάριο με μέτρια μείωση εκπομπών, όπου εφαρμόζονται κάποιες πολιτικές μείωσης των εκπομπών, αλλά η υπερθέρμανση φτάνει τους 2-3°C.

RCR6.0: Σενάριο υψηλότερων εκπομπών, με περιορισμένες παρεμβάσεις, οδηγώντας σε αύξηση θερμοκρασίας περίπου 3-4°C.

RCR8.5: Το σενάριο χωρίς μέτρα μείωσης, όπου οι εκπομπές αυξάνονται συνεχώς, με υπερθέρμανση που ξεπερνά τους 4°C μέχρι το τέλος του αιώνα.



Δρ_Ε4.1 Δραστηριότητα οραματισμού μέλλοντος



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαβάσουν ένα άρθρο από εφημερίδα αναφορικά με τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στους ελαιώνες του τόπου τους και να φανταστούν πώς θα ήταν η ζωή στον τόπο τους - ιδιαίτερα για τους γεωργούς - μετά από 30 χρόνια σε δύο περιπτώσεις: α. αν η θερμοκρασία σταματήσει να αυξάνεται και β. αν η θερμοκρασία συνεχίσει να αυξάνεται. Επομένως, οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαμορφώσουν σενάρια για το μέλλον αναστοχαζόμενοι/-ες μάλιστα την αξιοποίηση προτεινόμενων για την κλιματική αλλαγή λύσεων. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα προτείνεται ιδιαίτερα στην περίπτωση που έχει επιλεγεί η προβληματική κατάσταση αναφορικά με τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στους ελαιώνες του τόπου μας καθώς και η υλοποίηση συνεντεύξεων σε γεωργούς.



Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ

Εφιαλτικά σενάρια για τους ελαιώνες σε Πελοπόννησο, νότια Κρήτη και Θεσσαλία

Οι δυσοίωνες μελέτες εξαιτίας της κλιματικής κρίσης. Ειδικοί μιλούν στην «Κ» και προτείνουν λύσεις για να σωθούν οι μελλοντικές σοδειές.



Δυσοίωνες είναι έρευνες για τους «ελαιώνες του μέλλοντος», καθώς το δέντρο που συνδέεται με

την ιστορία μας κινδυνεύει κι αυτό από την κλιματική κρίση.

Οι υψηλές θερμοκρασίες όλο τον χρόνο, τα ακραία κύματα καύσωνα αλλά και η μείωση των βροχοπτώσεων δεν θα επηρεάσει μόνο την καρποφορία, αλλά και τις καλλιέργειες σύμφωνα με τον καθηγητή Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ), Σταύρο Βέμμο.

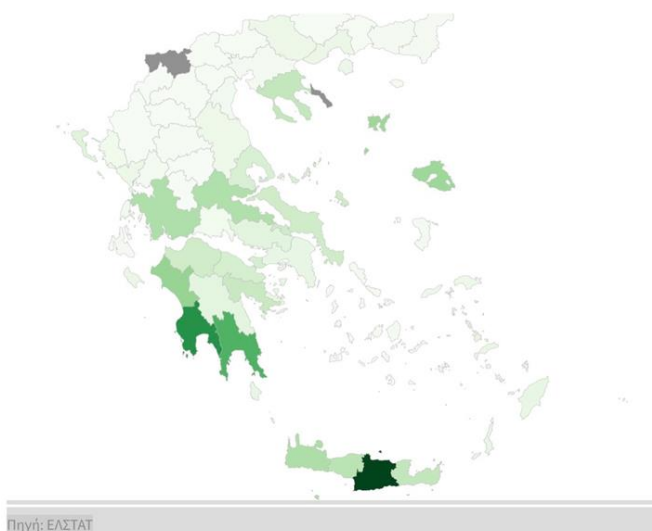
«Οι μελέτες είναι δυσοίωνες για τους ελαιώνες, καθώς είναι πολύ πιθανό στο μέλλον να υπάρξει μείωση των καλλιεργειών στις νοτιότερες περιοχές, όπως στην Πελοπόννησο, τη νότια Κρήτη και τη Θεσσαλία...

«Τα κύματα καύσωνα με θερμοκρασίες ακόμη και 40 βαθμών μπορούν κυριολεκτικά να κάψουν τα λευκά άνθη πολλών ελαιόδεντρων. Είναι σαφές πως οι συνθήκες για τις ελιές δεν ήταν ποτέ τόσο άσχημες.

Εκτάσεις ελαιώνων στην Ελλάδα

Σύνολο στρεμμάτων ανά νομό, στοιχεία 2021

27 1.039.699



Οι ελιές «υποφέρουν» λόγω της κλιματικής κρίσης

Σύμφωνα με τον κ. Βέμμο, εξαιτίας της κλιματικής κρίσης οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί, ενώ έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας, καύσωνες μεγάλης διάρκειας και φυσικά πυρκαγιές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ελιές να «υποφέρουν» με διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με την εποχή.

«Τον χειμώνα οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πρόβλημα στην καρποφορία των δέντρων με αποτέλεσμα να μειώνονται τα γόνιμα άνθη και να έχουμε φαινόμενα παραμορφώσεων των καρπών. Επίσης σε περίπτωση που υπάρξει πρόωμη καρποφορία, είναι πιθανό να έχουμε διακύμανση του δάκου. Από την άλλη πλευρά την άνοιξη έχουμε όλο και πιο συχνά υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες και λίγες βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα το “μαύρισμα”, τη συρρίκνωση και την αφυδάτωση των άνθων, όταν αυτά βρίσκονται στο στάδιο της καρποφορίας τους. Επίσης οι έντονοι καύσωνες το καλοκαίρι προκαλούν τη συρρίκνωση των καρπών και κατ’ επέκταση τη

χαμηλή περιεκτικότητά τους σε λάδι αλλά και την κακή ποιότητά τους», εξηγεί ο καθηγητής.

Σοφία Χρήστου

Το κείμενο αποτελεί διασκευή. Το πρωτότυπο βρίσκεται στον παρακάτω σύνδεσμο:

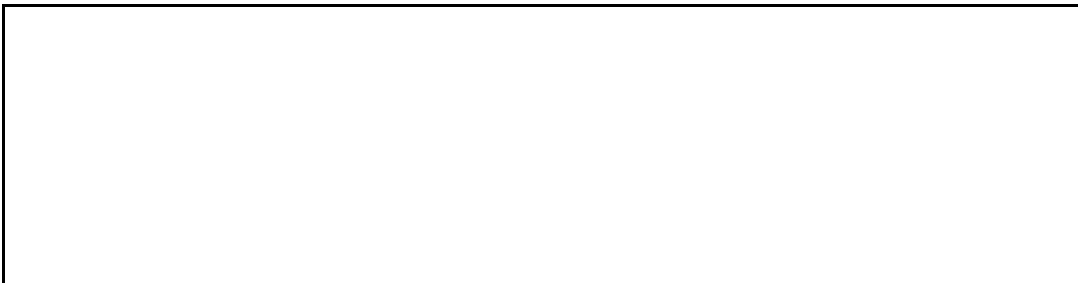
<https://www.kathimerini.gr/life/environment/562681648/efialtika-senaria-gia-toys-elaiones-se-peloponniso-notia-kriti-kai-thessalia/>

Αφού διαβάσετε το παραπάνω άρθρο ζωγραφίστε:

1. Πώς φαντάζεστε τη ζωή στο χωριό σας, ειδικά για τους γεωργούς, μετά από 30 χρόνια αν **σταματήσει** να αυξάνεται η θερμοκρασία;



2. Πώς φαντάζεστε τη ζωή στο χωριό σας, ειδικά για τους γεωργούς, μετά από 30 χρόνια αν **συνεχίσει** να αυξάνεται η θερμοκρασία;



Αφού δημιουργήσετε τις ζωγραφιές σας, **παρουσιάστε** τις στους/στις συμμαθητές/-τριες σας και **ηχογραφήστε** τις παρουσιάσεις σας!



Δρ_Ε4.2 Δραστηριότητα οραματισμού μέλλοντος



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να φανταστούν πώς θα έμοιαζε ο πλανήτης μας σε 30 χρόνια από σήμερα αν όλοι οι άνθρωποι ζούσαν με τέτοιο τρόπο που να αντιστοιχεί στις συνήθειες των μαθητών/-τριων που υιοθετούν συνήθειες με μεγάλο ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 1), με μέτριο ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 2) και με μικρό ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 3). Επομένως, οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαμορφώσουν σενάρια για το μέλλον μέσω ζωγραφικής.



Ας φανταστούμε πώς θα έμοιαζε ο πλανήτης μας σε **30 χρόνια** από τώρα αν όλοι οι άνθρωποι υιοθετούσαν συνήθειες με μεγάλο ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 1), με μέτριο ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 2) και με μικρό ανθρακικό αποτύπωμα (Κατηγορία 3).

Ζωγραφίζω!

Κατηγορία 1

Κατηγορία 2

Κατηγορία 3



Δρ_Ε4.3 Επεξεργασία κοινωνικο-οικονομικών σεναρίων για το μέλλον



Διαχρονική
αντίληψη

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στόχος αυτής της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να εξερευνήσουν τα πέντε Κοινά Κοινωνικοοικονομικά Σενάρια (SSPs) και να φανταστούν πώς κάθε σενάριο θα μπορούσε να επηρεάσει τη ζωή τους, την κοινότητά τους και τον κόσμο. Αρχικά οι μαθητές καλούνται να φανταστούν τον κόσμο ή την πόλη τους σε 50 χρόνια. Στη συνέχεια ο/η εκπαιδευτικός εξηγεί ότι οι επιστήμονες πιστεύουν ότι υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να εξελιχθεί το μέλλον, ανάλογα με τις επιλογές που κάνουμε σήμερα. Έπειτα οι μαθητές χωρισμένοι σε 5 ομάδες μελετούν τα απλουστευμένα κοινωνικο-οικονομικά σενάρια για το μέλλον (ένα σενάριο η κάθε ομάδα). Στη συνέχεια καλούνται να φανταστούν πώς θα ήταν η ζωή στο μέλλον που περιγράφεται από το δικό τους σενάριο.



Πώς νομίζετε ότι θα είναι ο κόσμος σε 50 χρόνια;

Διαβάστε το σενάριό σας προσεκτικά:

SSP1: "Ο Πράσινος Δρόμος" – Ένας Κόσμος που Συνεργάζεται

Σε αυτό το μέλλον, οι χώρες και οι άνθρωποι δουλεύουν σκληρά μαζί για να κάνουν τον κόσμο ένα καλύτερο μέρος. Προστατεύουν τη φύση, βρίσκουν τρόπους να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια και μοιράζονται νέες τεχνολογίες. Υπάρχει λιγότερη ρύπανση και όλοι προσπαθούν να σταματήσουν την κλιματική αλλαγή.

SSP2: "Ο Μέσος Δρόμος" – Τα Πράγματα Μένουν Σταθερά

Αυτό είναι ένα μέλλον όπου τα πράγματα δεν αλλάζουν πολύ. Οι άνθρωποι προσπαθούν να βελτιώσουν κάποια πράγματα, αλλά πολλά μένουν τα ίδια. Ορισμένες χώρες παίρνουν μέτρα για να μειώσουν τη ρύπανση και να βοηθήσουν το περιβάλλον, αλλά όχι όλοι. Ο κόσμος αλλάζει αργά.

SSP3: "Ένας Βραχύδης Δρόμος" – Ο Καθένας για τον Εαυτό του

Σε αυτό το μέλλον, οι χώρες νοιάζονται περισσότερο για τον εαυτό τους παρά για να συνεργαστούν. Έχουν έντονες αντιπαραθέσεις και δεν βοηθούν η μία την άλλη. Αυτό καθιστά

δύσκολο να λυθούν μεγάλα προβλήματα, όπως η κλιματική αλλαγή. Η φύση υποφέρει και υπάρχει περισσότερη ρύπανση.

SSP4: "Ένας Διχασμένος Δρόμος" – Οι Πλούσιοι και οι Φτωχοί

Σε αυτό το μέλλον, ο κόσμος είναι χωρισμένος σε πλούσιες και φτωχές χώρες. Οι πλούσιες χώρες γίνονται καλύτερες στο να χρησιμοποιούν καθαρή ενέργεια και να προστατεύουν το περιβάλλον, αλλά οι φτωχές χώρες δεν έχουν τα χρήματα για να κάνουν το ίδιο. Υπάρχει μεγάλο χάσμα και οι φτωχοί υποφέρουν περισσότερο.

SSP5: "Ο Γρήγορος Δρόμος" – Ένα Μέλλον Υψηλής Τεχνολογίας

Σε αυτό το μέλλον, ο κόσμος γίνεται πολύ πλούσιος και χρησιμοποιεί πολλή τεχνολογία. Οι άνθρωποι αναπτύσσουν πολλές τεχνολογικές καινοτομίες και χρησιμοποιούν πολλή ενέργεια. Αλλά επειδή νοιάζονται περισσότερο για να βγάλουν χρήματα και να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες, δεν δίνουν αρκετή προσοχή στην κλιματική αλλαγή, η οποία επιδεινώνεται.

Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις για το σενάριό σας. Χρησιμοποιήστε τις απαντήσεις σας για να δημιουργήσετε μια αφίσα με εικόνες, σύμβολα και λέξεις που να δείχνουν το μέλλον σας.

Πώς θα μοιάζει η πόλη ή το χωριό σας σε αυτό το μέλλον;

- Υπάρχουν πολλά δέντρα ή είναι οι πόλεις γεμάτες κτίρια και ρύπανση;
-

Πώς θα μετακινούνται οι άνθρωποι;

- Θα χρησιμοποιούν αυτοκίνητα, ποδήλατα, ή θα περπατούν;
-

Τι δουλειές θα κάνουν οι άνθρωποι;

- Ποιες δουλειές θα είναι πιο σημαντικές σε αυτό το μέλλον;
 - Σκεφτείτε πώς η τεχνολογία ή η φύση θα αλλάξουν τη δουλειά των ανθρώπων.
-

Πώς θα συνεργάζονται οι άνθρωποι;

- Θα συνεργάζονται οι χώρες και οι άνθρωποι για να βοηθήσουν το περιβάλλον ή θα σκέφτονται μόνο τον εαυτό τους;
-

Πώς θα είναι το περιβάλλον;

- Θα υπάρχει καθαρός αέρας και νερό ή θα καταστραφεί η φύση;

Μετά την ολοκλήρωση της αφίσας σας, παρουσιάστε την στην τάξη.

Αφού όλες οι ομάδες παρουσιάσουν τα σενάρια τους, σκεφτείτε τα εξής και γράψτε τις σκέψεις σας:

1. Σε ποιο μέλλον θα προτιμούσατε να ζείτε; Γιατί;

2. Τι μπορούμε να κάνουμε σήμερα για να έχουμε ένα καλύτερο μέλλον για όλους;



Δρ_E4.4 Επεξεργασία κλιματικών σεναρίων και μοντέλων πρόβλεψης θερμοκρασίας (I)



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα αξιοποιούνται διαγράμματα με σκοπό να εξοικειώσουν τους/τις μαθητές/-τριες με την πρόβλεψη της εξέλιξης του φαινομένου της αύξησης της θερμοκρασίας καθώς και της συσχέτισης της με την αύξηση του CO₂. Τέλος, μέσα από αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εξοικειώνονται με τα μοντέλα πρόβλεψης και τις μετατροπές των μονάδων μέτρησης της θερμοκρασίας.



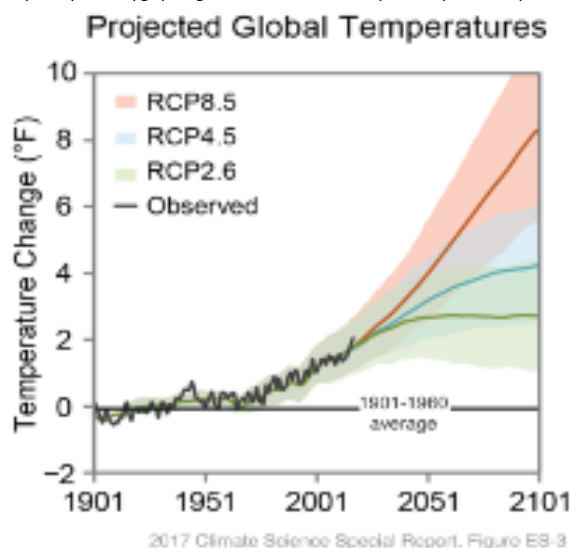
Στο επόμενο διάγραμμα αποτυπώνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας της χώρας μας από το 1900 έως σήμερα.



<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/greece/climate-data-historical>

Λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα των τελευταίων 30 ετών (1990-2020) και θεωρώντας σταθερό τον ρυθμό μεταβολής της θερμοκρασίας, μπορείτε να προβλέψετε την θερμοκρασία στην χώρας μας το έτος 2100;

Τα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνουν μελέτες-προβλέψεις επιστημόνων για τις μεταβολές της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης CO₂ σε διαφορετικά σενάρια που αφορούν την δράση μας απέναντι στην κλιματική αλλαγή.



RCP-2.6: Καλό σενάριο μείωσης εκπομπών CO₂, μηδενισμός εκπομπών το 2050/ RCP-4.5: Μέτριο σενάριο μείωσης εκπομπών CO₂, μηδενισμός εκπομπών το 2100 /RCP-8.5: Χείριστο σενάριο, αύξηση εκπομπών CO₂, διπλασιασμός εκπομπών μέχρι το 2050

Μπορείτε να συγκρίνετε τους υπολογισμούς σας όσο αναφορά την μεταβολή της θερμοκρασίας

με εκείνες των επιστημόνων; Τι μετατροπές θα χρειαστεί να κάνετε;

.....

.....



Δρ_Ε4.5 Επεξεργασία κλιματικών σεναρίων και μοντέλων πρόβλεψης (I)



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Στην δραστηριότητα αυτή οι μαθητές επεξεργάζονται πίνακες και διαγράμματα σχετικά με τη μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα, με την μέση θερμοκρασία και την αύξηση της στάθμης των θαλασσών στις περιπτώσεις των διαφορετικών κλιματικών σεναρίων. Μέσα από αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εξοικειώνονται με τα μοντέλα πρόβλεψης.



Χωρισμός της τάξης σε δύο ομάδες:



- Νομίζετε πως το φαινόμενο της ανόδου της στάθμης των θαλασσών λόγω της κλιματικής αλλαγής, μας αφορά άμεσα ή όχι; Μπορεί να έχει επιπτώσεις στην πόλη μας; Χρειάζεται να λάβουμε άμεσα μέτρα; Συζητήστε το θέμα στην ομάδα σας, καταγράψτε τα επιχειρήματά σας και παρουσιάστε τα στην τάξη.

.....

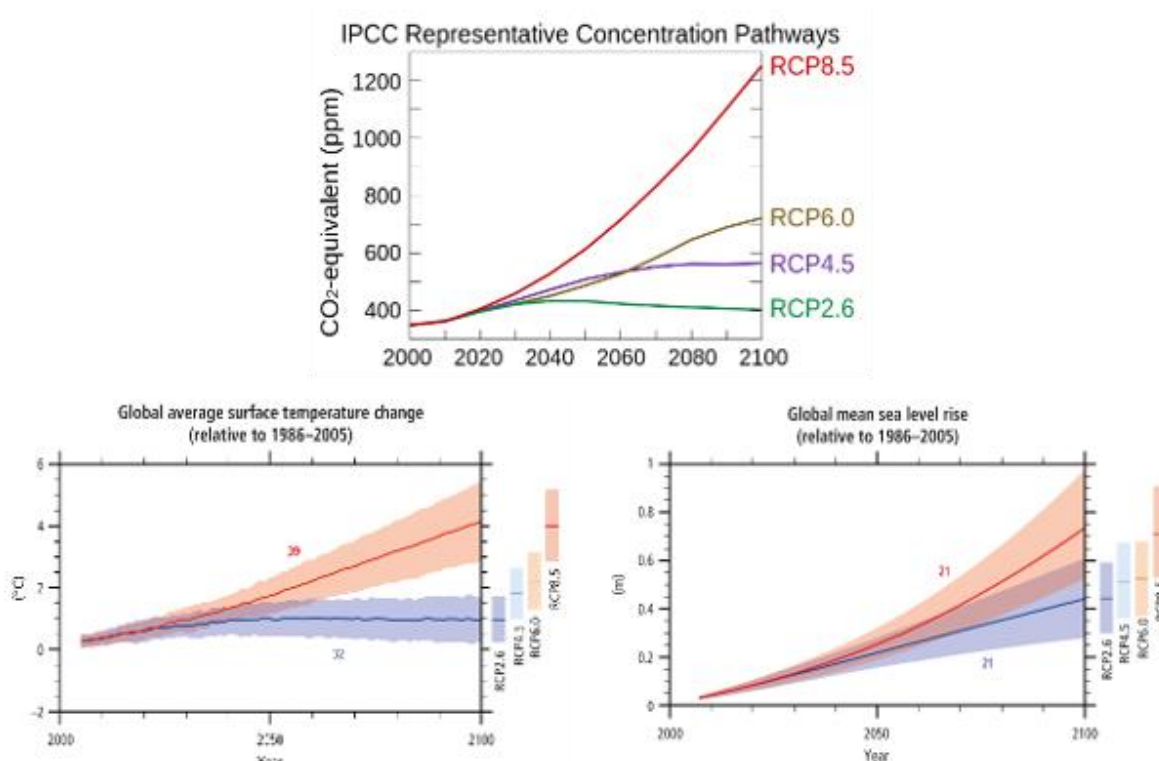
.....

Διαβάστε τα παρακάτω σχετικά με τα κλιματικά σενάρια:

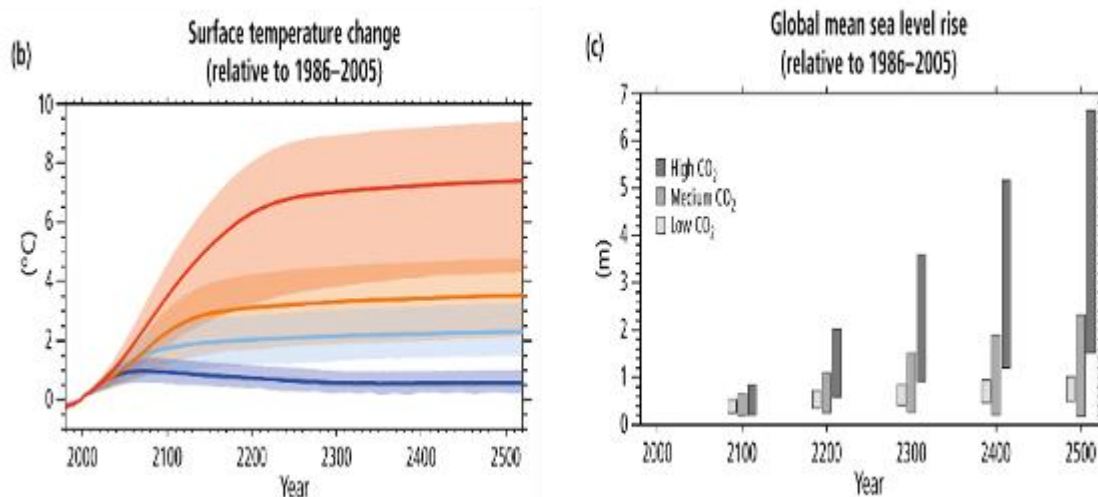
Τα Κλιματικά σενάρια (RCPs)

Έως το 2100			
	Σενάριο	Μέσος	Εύρος
Global Mean Surface Temperature Change (°C)	RCP2.6	1.0	0.3 to 1.7
	RCP4.5	1.8	1.1 to 2.6
	RCP6.0	2.2	1.4 to 3.1
	RCP8.5	3.7	2.6 to 4.8
	Σενάριο	Μέσος	Εύρος
Global Mean Sea-level Rise (m)	RCP2.6	0.44	0.28- 0.61
	RCP4.5	0.53	0.36- 0.71
	RCP6.0	0.55	0.38- 0.73
	RCP8.5	0.74	0.52- 0.98

Η μεταβολή της συγκέντρωσης του CO₂, της μέσης θερμοκρασίας και της μέσης στάθμης των θαλασσών όπως προβλέπεται από τα κλιματικά σενάρια έως το 2100.



Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται οι προβλέψεις των κλιματικών σεναρίων για τη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας και της μέσης στάθμης των θαλασσών έως το 2500.



- Τι παρατηρείτε για τη συσχέτιση των τριών αυτών παραγόντων;

- Τελικά, τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής είναι κάτι που μας αφορά; Χρειάζεται να λάβουμε μέτρα άμεσα ή όχι;

.....

.....



Δρ_Ε4.6 Τοπικές επιπτώσεις ανόδου της στάθμης της θάλασσας (I)



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

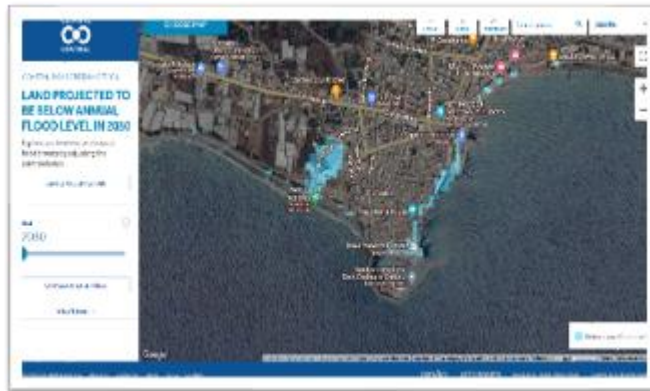
Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/τριες καλούνται να αλληλεπιδράσουν με ένα διαδραστικό μέσο και να αντλήσουν πληροφορίες για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας στον τόπο τους, ακολουθώντας διαφορετικά σενάρια.



- Οι τρεις παραπάνω φωτογραφίες αποτελούν κατασκευές της ΑΙ για την πόλη της Ιεράπετρας του 2100; Ποια φωτογραφία θεωρείτε πως είναι πιο κοντά στην αλήθεια με βάση τα επιστημονικά δεδομένα;

.....

.....



Ανοίξτε τον [σύνδεσμο](#) και εντοπίστε την πόλη της Ιεράπετρας στον χάρτη. Εξετάστε πώς μεταβάλλεται ως το 2100 ο κίνδυνος πλημύρας στην πόλη της Ιεράπετρας από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Μπορείτε να πειραματιστείτε με πιο αισιόδοξα και πιο απαισιόδοξα σενάρια.

- Τελικά, ποια από τις παραπάνω φωτογραφίες βρίσκεται πιο κοντά στην πραγματικότητα;

.....

.....



Δρ_Ε4.7 Τοπικές επιπτώσεις ανόδου της στάθμης της θάλασσας (II)



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η παρακάτω δραστηριότητα προτείνεται για να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/τριες το πώς η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να πλήξει πολλές κατοικίσιμες περιοχές. Οι μαθητές/τριες επεξεργάζονται τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον χάρτη (εικόνα) και έπειτα τους ζητείται να σκεφτούν ποιες θα είναι οι αλλαγές στη ζωή των ανθρώπων εξαιτίας αυτής της συνέπειας.



Με βάση την παρακάτω εικόνα, τι διαπιστώνετε για το μέλλον της πόλης στην οποία ζούμε;

Ποιες πιστεύετε ότι θα είναι οι συνέπειες για τη ζωή σας;

.....

.....



Εικόνα 1_Χωρική κατανομή της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου Πελάγους για άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 0,4m μέχρι το 2100 (Alexandrakis et al., 2010)

Δραστηριότητες επεξεργασίας
Μέτρων Αντιμετώπισης
Κλιματικής Αλλαγής

Δραστηριότητες επεξεργασίας μέτρων αντιμετώπισης για την θωράκιση των πόλεων απέναντι σε επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής



Η παγκόσμια θερμοκρασία συνεχίζει να αυξάνεται, ξεπερνώντας τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού, που είναι οι 1,5-2 °C. Ακόμα και αν σταματήσουμε άμεσα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία θα παραμείνει αυξημένη για αιώνες λόγω της μακροχρόνιας παρουσίας αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, είναι ακόμη εφικτό να μειώσουμε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μέσω δύο κύριων προσεγγίσεων: του μετριασμού και της προσαρμογής.

Ο μετριασμός περιλαμβάνει τη δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, απαιτώντας μισή μείωση μέχρι το 2030 και μηδενισμό έως το 2050. Αυτό απαιτεί τη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων. Πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχουν θέσει στόχους «ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα» για να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Η προσαρμογή αφορά την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την προσαρμογή των κοινωνιών και της φύσης σε αυτές. Οι άνθρωποι, οι κοινότητες και οι επιχειρήσεις υιοθετούν στρατηγικές προσαρμογής, όπως η αναδιάρθρωση των πόλεων και η αύξηση των πρασίνων περιοχών για την αποθήκευση νερού. Η ανάλυση των κινδύνων που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή είναι κρίσιμη για την επιτυχία αυτής της προσαρμογής, καθώς και η έγκαιρη εφαρμογή μέτρων που θα μειώσουν αυτούς τους κινδύνους.



Δρ_ΣΤ1.1 Διάκριση μέτρων μετριασμού και προσαρμογής



Στρατηγική
ικανότητα

Διαπροσωπική
ικανότητα

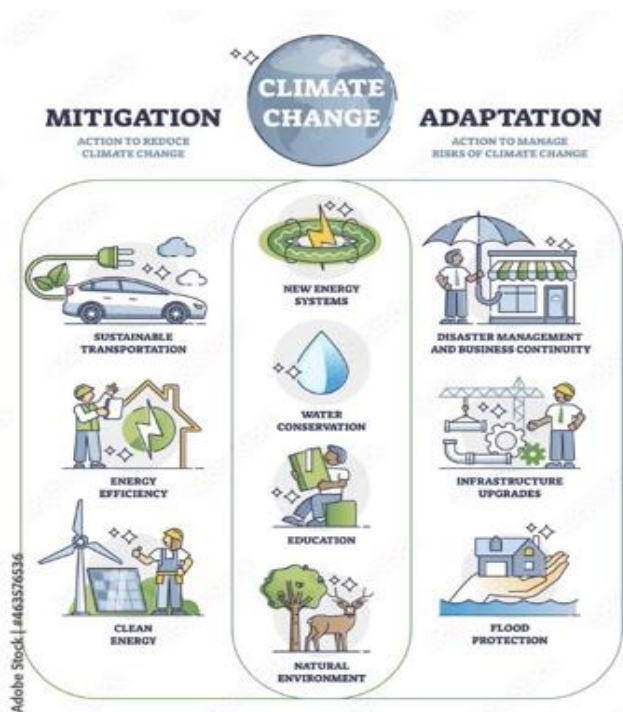
Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες εξοικειώνονται με τις έννοιες “μετριασμός” και “προσαρμογή” στην κλιματική αλλαγή, ενώ μπαίνουν στη διαδικασία να διαχωρίζουν μέτρα που μπορούν να ληφθούν για την αντιμετώπιση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας ανάλογα με την συνεισφορά τους σε αυτές. Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες καλούνται να σχολιάσουν ποιες από τις προαναφερθείσες λύσεις είναι εφαρμόσιμες στην πόλη τους.



Οι Έννοιες «Μετριασμός» και «Προσαρμογή» στην κλιματική αλλαγή



Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής: Η ανθρωπογενής παρέμβαση για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ή την αύξηση των απορροφήσεων.

Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή: Η προσαρμογή των φυσικών και ανθρωπογενών συστημάτων στα σημερινά ή στα αναμενόμενα κλιματικά φαινόμενα ή στις επιπτώσεις τους, η οποία μετριάξει τις ζημιές ή εκμεταλλεύεται τις ευκαιρίες.

Παρακάτω παρουσιάζονται μια σειρά από προτάσεις για τον περιορισμό των ανθρωπογενών αιτιών της κλιματικής αλλαγής και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από την άνοδο της στάθμης των θαλασσών. Καλείστε να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις αυτές ως Μέτρα Μετριασμού (Μ.Μ.) ή Μέτρα Προσαρμογής (Μ.Π.).

- **Εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων της θάλασσας και της παλίρροιας:** Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τα θαλάσσια κύματα και την παλίρροια δημιουργούνται σε παράκτιες περιοχές.
- **Περιορισμός της κυκλοφορίας των Ι.Χ. αυτοκινήτων στις πόλεις:** Όλο και περισσότερες πόλεις μειώνουν την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, ενισχύοντας τα μέσα μαζικής μεταφοράς, δημιουργώντας πεζόδρομους και ποδηλατοδρόμους.
- Η μετεγκατάσταση υποδομών κοινής ωφέλειας σε υψηλότερα υψόμετρα θα μειώνει τους κινδύνους από πλημμύρες των παράκτιων περιοχών και την έκθεσή τους λόγω διάβρωσης των ακτών.
- **Εκπαίδευση για τη βιώσιμη κατανάλωση:** τα σχολεία εισάγονται μαθήματα για να ενθαρρύνουν τους μαθητές στην κατανάλωση αγαθών με τις λιγότερες επιπτώσεις για το περιβάλλον.
- **Λάβετε υπόψη το μέλλον στον σχεδιασμό:** Όταν επιτρέπεται η ανάπτυξη ή γίνονται επενδύσεις σε υποδομές, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μελλοντική στάθμη της θάλασσας.
- **Παράκτια οχύρωση:** Σε έργα οχύρωσης παράκτιας περιοχής προχωρούν οι τοπικές αρχές ώστε να αποφευχθούν καταστροφές από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και της παλίρροιας.
- **Πράσινες οροφές:** Στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας κινητροδοτείται η δημιουργία πράσινων οροφών μέσω επιδοτούμενων προγραμμάτων.
- **Φράγματα πλημμύρας:** για την προστασία κρίσιμων υποδομών περιλαμβάνουν αναχώματα, φράγματα και θαλάσσια τείχη.
- **Βοηθήστε τους ανθρώπους που βρίσκονται σε κίνδυνο να μετακινηθούν σε υψηλότερα εδάφη:** Ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων που ζουν σε χαμηλές παράκτιες περιοχές δεν διαθέτουν τους πόρους για να εγκαταλείψουν το σπίτι τους και να βρουν ένα καινούριο σε πιο εσωτερική περιοχή.
- **Εκπαίδευση της τοπικής κοινότητας για την αντιμετώπιση ακραίων καιρικών φαινομένων** Στην τοπική κοινότητα πραγματοποιούνται επιμορφώσεις με θέμα την προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα.
- **Κατανάλωση τοπικών & εποχικών προϊόντων:** Οι κάτοικοι των αναπτυγμένων χωρών ενθαρρύνονται για την ενίσχυση της αγροτικής παραγωγής και την κατανάλωση τοπικών και εποχικών προϊόντων, με στόχο τον περιορισμό των τροφολιόμετρων.
- **Ευρωπαϊκός μηχανισμός αντιμετώπισης καταστροφών:** Το 2001 θεσπίζεται ο Ευρωπαϊκός Μηχανισμός Πολιτικής Προστασίας με στόχο την πρόληψη των καταστροφών και την ετοιμότητα για την αντιμετώπισή τους εντός ή εκτός Ε.Ε.
- **Εφαρμογή αυστηρών προδιαγραφών μόνωσης κτηρίων:** Θεσπίζονται νέοι κανονισμοί για τη μόνωση των κτηρίων. Οι ιδιοκτήτες κτηρίων οφείλουν να εφαρμόσουν μονώσεις πολύ υψηλών προδιαγραφών με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- **Παρακολούθηση και Μοντελοποίηση των Υδροφορέων:** Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω της παρακολούθησης της στάθμης του νερού στους υδροφορείς, των μεταβολών στη χημική του σύσταση και του εντοπισμού της εισβολής αλμυρού νερού μπορούν να ενσωματωθούν σε μοντέλα πρόβλεψης της μελλοντικής παροχής νερού.

- Καθαρότερες βιομηχανίες - Αξιοποίηση δευτερογενών καυσίμων: Οι βιομηχανίες καλούνται να στραφούν στη χρήση δευτερογενών καυσίμων (προϊόντων υψηλής θερμογόνου αξίας, που προέρχονται από την επεξεργασία αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων, αγροτικών και δασικών υπολειμμάτων κ.ά.) για να μειώσουν την εξάρτησή τους από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα
- Πού θα κατατάσσατε αυτό το μέτρο;



- Για ποια από τα παραπάνω μέτρα θα υποστηρίζατε την άμεση εφαρμογή τους στην πόλη της Ιεράπετρας; Ποια χαρακτηριστικά της Ιεράπετρας λαμβάνετε υπόψη σας;

.....

.....

- Νομίζετε πως κάποια από αυτά τα μέτρα μπορεί να συναντήσουν αντιδράσεις από μερίδα κατοίκων; Γιατί νομίζετε;

.....

.....



Δρ_ΣΤ1.2 Μελέτη συμβολής δασών ως καταβοθρών άνθρακα



Δεξιότητες
διερεύνησης
Πραγμάτευση
αξιών

Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Στην παρούσα δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες γνωρίζουν τον ρόλο των δασών ως καταβοθρών άνθρακα και τη συμβολή τους στον έλεγχο των εκπομπών CO₂. Μέσα από την επεξεργασία αυθεντικών δεδομένων και την ανάπτυξη γραφικών παραστάσεων οι μαθητές παρατηρούν την εποχικότητα στη συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα ενώ μέσα από την επεξεργασία κειμένων αντλούν στοιχεία για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη συμβολή των δασών στη “μάχη” ενάντια στην Κλιματική Αλλαγή



Τα δάση στη μάχη ενάντια στην κλιματική αλλαγή!

Ας δούμε τι συμβαίνει στη Γη χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα.

Σας δίνεται ένα αρχείο xls [2_Μέση θερμοκρασία Γης](#): περιέχει την μέση ετήσια θερμοκρασία (ο C) της Γης από το 1959 έως και το 2021, υπολογισμένη στο Κέντρο διαστημικών πτήσεων Goddard της NASA

Ανοίξτε το αρχείο: 2_Μέση θερμοκρασία Γης και επιλέγοντας τα δεδομένα μόνο της πρώτης χρονιάς (1958) κατασκευάστε την γραφική παράσταση της μέσης μηνιαίας συγκέντρωσης CO₂ (ppm) στην ατμόσφαιρα της Γης.

- Πως βλέπετε να μεταβάλλεται η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της χρονιάς; Ποιους μήνες η συγκέντρωση CO₂ παίρνει μέγιστες και ποιους μήνες παίρνει ελάχιστες τιμές;

.....

.....

- Εξετάστε αν οι παρατηρήσεις σας ισχύουν και για άλλες χρονιές (1959, κ.ο.κ.). Για ποιον λόγο νομίζετε η εποχή επηρεάζει τη συγκέντρωση του CO₂;

.....

.....

- Διαβάστε το κείμενο του Jerry Melillo. Σε τι συμπεράσματα καταλήγετε σε σχέση με την συγκέντρωση του CO₂ και τη διαχείριση των δασών;

Δάση και Κλιματική Αλλαγή

του Jerry Melillo

Senior Scientist, Ecosystems Center, Marine Biological Laboratory

Τα δάση καλύπτουν περίπου το 30% της χερσαίας επιφάνειας της Γης. Καθώς μεγαλώνουν τα δάση, τα δέντρα τους απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα και το αποθηκεύουν στο ξύλο, τα φυτικά υπολείμματα και το έδαφος. Αν δεν υπήρχαν τα δάση, μεγάλο μέρος αυτού του άνθρακα θα παρέμενε στην ατμόσφαιρα με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του πιο σημαντικού αερίου του θερμοκηπίου που προωθεί την κλιματική αλλαγή. Αυτή η «λειτουργία απορρόφησης άνθρακα» των δασών επιβραδύνει την κλιματική αλλαγή μειώνοντας τον ρυθμό με τον οποίο το CO₂, κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων, συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα. Συνεπώς, η προσεκτική διαχείριση των δασών μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική στρατηγική για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στο μέλλον.

Αποψίλωση δασών και οι επιλογές μας για την αντιστροφή της

Τα τελευταία 8.000 χρόνια, οι άνθρωποι έχουν αποψιλώσει έως και το μισό των δασών στον πλανήτη μας, κυρίως για να δημιουργήσουν χώρο για γεωργία. Η κοπή ή η καύση των δασών απελευθερώνει τον άνθρακα που αποθηκεύεται στα δέντρα και το έδαφος τους, και εμποδίζει την απορρόφηση περισσότερου CO₂ στο μέλλον. Από το 1850, περίπου το 30% όλων των εκπομπών CO₂ προέρχεται από την αποψίλωση των δασών. Η αποψίλωση των δασών μπορεί επίσης να έχει πιο τοπικές επιπτώσεις στο κλίμα. Επειδή τα δέντρα απελευθερώνουν υγρασία που ψύχει τον αέρα γύρω τους, οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει ότι η αποψίλωση των δασών έχει οδηγήσει σε πιο έντονους καύσωνες στη Βόρεια Αμερική και την Ευρασία.

Υπάρχουν τρεις τρόποι για να αντιστραφούν αυτές οι απώλειες: ο εμπλουτισμός, ο αναδασμός και η φυσική αναγέννηση των δασικών οικοσυστημάτων. Ο εμπλουτισμός αναφέρεται στη φύτευση δασών όπου δεν υπήρχαν πριν, ή όπου τα δάση λείπουν για μεγάλο χρονικό διάστημα - 50 χρόνια ή περισσότερο. Ο αναδασμός είναι η φύτευση δέντρων σε περιοχές όπου τα δάση αποψιλώθηκαν πρόσφατα. Η φυσική αναγέννηση, από την άλλη πλευρά, δεν περιλαμβάνει φύτευση δέντρων. Αντίθετα, οι διαχειριστές δασών βοηθούν τα κατεστραμμένα δάση να αναπτυχθούν ξανά επιτρέποντας στα δέντρα να αναπαραχθούν φυσικά και μέσω τεχνικών όπου τα δέντρα κλαδεύονται ώστε να μπορέσουν να αναπτυχθούν νέοι βλαστοί.

Τα δάση ως λύση για την κλιματική αλλαγή

Η φυσική αναγέννηση των δασών έχει λίγες μη επιδιωκόμενες συνέπειες και μεγάλες δυνατότητες αποθήκευσης άνθρακα τις επόμενες δεκαετίες. Αν εφαρμοστεί παγκοσμίως, η φυσική αναγέννηση των δασών θα μπορούσε να αποθηκεύσει έως και 70 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα σε φυτά και εδάφη μέχρι το 2050 - ποσότητα ίση με περίπου επτά χρόνια τρεχουσών βιομηχανικών εκπομπών. Ο συνδυασμός της φυσικής αναγέννησης με προσεκτικό εμπλουτισμό και αναδασμό αποτελεί μια σημαντική επιλογή για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Δραστηριότητες επεξεργασίας δράσεων για τη μείωση των εκπομπών CO₂



Τα μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ενίσχυση των καταβολών αναφέρονται ως "μετριασμός". Πολλά από αυτά τα μέτρα αφορούν την ενεργειακή απόδοση στον κατασκευαστικό κλάδο, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βιώσιμη χρήση των δασών και τις αποτελεσματικότερες μεταφορές κ.λπ. Για τη διατήρηση ενός βιώσιμου κλίματος, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν κατά το ήμισυ έως το 2030 και να μηδενιστούν έως το 2050. Πολλές χώρες έχουν θέσει στόχους «ουδέτερου ισοζυγίου άνθρακα» για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050. Όμως, η μετάβαση σε έναν κόσμο με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα απαιτεί επίσης τη συμμετοχή των πολιτών - ιδίως στις προηγμένες οικονομίες.

Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ολόκληρο τον ενεργειακό τομέα απαιτεί σημαντικές μεταβάσεις, συμπεριλαμβανομένης της ουσιαστικής μείωσης της συνολικής χρήσης ορυκτών καυσίμων, της ανάπτυξης ενεργειακών πηγών χαμηλών εκπομπών, της μετάβασης σε εναλλακτικούς φορείς ενέργειας, της ενεργειακής απόδοσης και της εξοικονόμησης ενέργειας. Τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτούνται κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθίστανται όλο και πιο βιώσιμα.



- Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι η ανάληψη δράσης από τα επιμέρους άτομα δεν επιφέρει αλλαγές



Δρ_ΣΤ2.1 Αναζήτηση λύσεων περιορισμού των εκπομπών CO₂



Πραγμάτευση
αξιών
Στρατηγική
ικανότητα

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από δύο μέρη και προϋποθέτει να έχει προηγηθεί η μέτρηση του προσωπικού αποτυπώματος των μαθητών/-τριων σε άνθρακα μέσω της εφαρμογής Carbon Digitalis. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας οι μαθητές/-τριες με βάση το διάγραμμα που προκύπτει από την εφαρμογή και το οποίο αποτυπώνει τη συνεισφορά κάθε οικιακής συσκευής ή μέσου μεταφοράς στην ολική ημερήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα του/της μαθητή/-τριας συζητούν σχετικά με τις οικιακές συσκευές και τα μέσα μεταφοράς που συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Στη συνέχεια, με βάση αυτή τη συζήτηση καλούνται να προτείνουν λύσεις αναφορικά με τη χρήση οικιακών συσκευών και μέσων μεταφοράς στην καθημερινή ζωή ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ενώ στο τέλος οι μαθητές/-τριες καλούνται να εκφράσουν άλλες λύσεις που ενδεχομένως έχουν ακούσει προκειμένου να γίνει μια αναφορά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας, οι μαθητές/-τριες καλούνται να αναστοχαστούν σχετικά με τα διλήμματα που συνοδεύουν τις προτεινόμενες λύσεις καθώς και τους λόγους που συχνά οι λύσεις αυτές δεν βρίσκουν πρακτική εφαρμογή στην καθημερινότητα των ανθρώπων.

Έπειτα από τη συζήτηση σχετικά με τα διλήμματα που συνοδεύουν τις προτεινόμενες λύσεις της κλιματικής αλλαγής οι μαθητές/-τριες μπορούν να δημιουργήσουν το δικό τους επιτραπέζιο για την επεξεργασία αυτών των διλημάτων (βλ. Δρ_ΣΤ2.2).



Μέρος 1

Παρατηρήστε τα διαγράμματα που προέκυψαν μετά τον υπολογισμό του προσωπικού σας αποτυπώματος μέσω της εφαρμογής Carbon Digitalis.

1. Ποιες από τις **οικιακές συσκευές** που χρησιμοποιείτε συμβάλλουν περισσότερο στην **αύξηση** των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα;

.....

2. Σε ποιο τομέα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων ανήκουν;

3. Ποιο μεταφορικό μέσο από αυτά που χρησιμοποιείτε συμβάλλει περισσότερο στην αύξηση εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα;

4. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που χρησιμοποιείτε τα πόδια σας ή το ποδήλατό σας;

5. Με βάση τα παραπάνω τι λύσεις θα προτείνατε για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από την καθημερινή δραστηριότητα των ανθρώπων;

ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ

6. Υπάρχουν άλλες λύσεις που έχετε ακούσει σχετικά με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα;

Μέρος 2

1. Αυτές οι λύσεις είναι όλες εύκολες; Τι διλήμματα μπορεί να προκύπτουν στους ανθρώπους και για αυτό δεν τα εφαρμόζουν όλοι;

ΔΙΛΗΜΜΑΤΑ
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

2. Μπορούμε να σκεφτούμε **γιατί** οι παραπάνω λύσεις προκαλούν διλήμματα στους ανθρώπους και **δεν τις εφαρμόζουν** όλοι;

.....

.....



Δρ_ΣΤ2.2 Διαμόρφωση θέσης σε διλήμματα που προκύπτουν από μέτρα αντιμετώπισης



Πραγμάτευση
αξιών

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες καλούνται να παίξουν ένα επιτραπέζιο ώστε να πάρουν μια θέση σε διλήμματα σχετικά με όψεις και προτεινόμενες λύσεις της κλιματικής αλλαγής.

Στο συγκεκριμένο επιτραπέζιο (το οποίο υπάρχει σε φυσική μορφή) τα διλήμματα που καλούνται να πάρουν θέση οι μαθητές/-τριες είναι τα ακόλουθα:

- Θα συμβουλευάτε την οικογένειά σας να αγοράσει ηλεκτρικό αυτοκίνητο; Ναι ή Όχι;
- Θα συμβουλευάτε την οικογένειά σας να τοποθετήσει στο σπίτι σας θερμομονωτικά υλικά στην πρόσοψη; Ναι ή Όχι;
- Θα συμμετείχατε στην διαμαρτυρία των κατοίκων της περιοχής σας σχετικά με την δημιουργία αιολικών πάρκων σε βουνά του νομού Ρεθύμνου; Ναι ή Όχι;
- Θα συμμετείχατε στην διαμαρτυρία των κατοίκων της περιοχής σας σχετικά με την δημιουργία φωτοβολταϊκών πάρκων σε περιοχές του νομού Ρεθύμνου; Ναι ή Όχι;
- Θα χρησιμοποιούσατε το λεωφορείο για να πάτε μια εκδρομή σε ένα κοντινό χωριό του Ρεθύμνου; Ναι ή Όχι;
- Θα καταναλώνετε το χειμώνα λαχανικά του καλοκαιριού όπως αγγούρια και ντομάτες; Ναι ή Όχι;
- Θα καταναλώνετε φρούτα που δεν καλλιεργούνται στην Κρήτη όπως μάνγκο; Ναι ή Όχι;
- Θα αγοράζατε φρούτα από το σούπερ μάρκετ ή από την αγορά της γειτονιάς;
- Θα συμβουλευάτε την οικογένειά σας να χρησιμοποιήσει ηλιακά πάνελ στο σπίτι σας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας; Ναι ή Όχι;

Στο επιτραπέζιο εκτός από τα διλήμματα (κάρτες: **“Πάρε μια απόφαση”**) υπάρχουν άλλες τέσσερις κατηγορίες καρτών που μπορεί να τύχουν στον καθένα από τους παίκτες κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν:

1. Οι κάρτες **“Μπορείς να αλλάξεις την απόφασή σου”** στις οποίες οι παίκτες έχουν το δικαίωμα να “σκανάρουν” το qr code που βρίσκεται τοποθετημένο πάνω στην κάρτα με το δίλημμα που τους έτυχε τελευταίο, να διαβάσουν τις πληροφορίες που τους παρέχονται και να αλλάξουν γνώμη στην αρχική τους τοποθέτηση.
2. Οι κάρτες **“Πρότεινε μια λύση”** στις οποίες οι παίκτες προτείνουν λύσεις για την αντιμετώπιση ή προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.
3. Οι κάρτες **“Πάρε μια εικόνα, ρίξε το ζάρι και παίξε”** όπου οι παίκτες καλούνται να περιγράψουν με παντομίμα, ταμπού ή σκιτσογραφίες αιτίες, λύσεις και συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Οι κάρτες **“Χάνεις τη σειρά σου”** όπου οι παίκτες τραβούν μια κάρτα και ανακαλύπτουν το λόγο που έχασαν τη σειρά τους. Ο λόγος αφορά σε κάποια “κακή” συνήθεια αναφορικά με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα



Ας παίξουμε!

Παίξτε με τους/τις συμμαθητές/-τριες σας το παρακάτω επιτραπέζιο και πάρτε θέση γύρω από τα διάφορα διλήμματα με τα οποία θα έρθετε σε επαφή!!



Δρ_ΣΤ2.3 Διενέργεια έρευνας & ανάληψη δράσης σε επίπεδο σχολικής μονάδας



Διαχρονική
αντίληψη

Γυμνάσιο
Λύκειο

Στρατηγική
ικανότητα

Περιγραφή

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο και δεύτερο μέρος της δραστηριότητας, οι μαθητές/-τριες διενεργούν μια μικρή έρευνα με βάση το επιτραπέζιο παιχνίδι που περιγράφεται παραπάνω αναλυτικά. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά καλούν τους συμμαθητές/-τριες μιας άλλης τάξης να παίξουν το επιτραπέζιο παιχνίδι και να πάρουν τις δικές τους αποφάσεις στα διάφορα διλήμματα. Στη συνέχεια, αφού πάρουν τις αποφάσεις τους, τους καλούν να σκεφτούν και να ψηφίσουν σε ποιον από τους τρεις μελλοντικούς κόσμους οδηγούν οι επιλογές τους (Κόσμος 1: Αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, Κόσμος 2: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε μέτρια επίπεδα, Κόσμος 3: Μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα). Έπειτα, μετατρέπουν τα αποτελέσματα της ψηφοφορίας σε ποσοστά και διαμορφώνουν τα αντίστοιχα διαγράμματα και πίτες.

Στο τρίτο μέρος, οι μαθητές/-τριες διαμορφώνουν ένα ψηφιακό μήνυμα (πχ. podcast) προς την υπόλοιπη σχολική κοινότητα όπου περιγράφουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους και καλούν τους συμμαθητές/-τριες όλων των τάξεων να ευαισθητοποιηθούν και να αναλάβουν δράση για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.



Ας παίξουμε & ερευνήσουμε!

Μέρος 1

1. Καλέστε συμμαθητές/-τριες από μια άλλη τάξη του σχολείου σας να παίξει το επιτραπέζιο!



2. Αφού παίξουν το επιτραπέζιο και πάρουν τις αποφάσεις τους στα διάφορα διλήμματα, ζητήστε τους να σκεφτούν και να ψηφίσουν σε ποιον από τους τρεις κόσμους θεωρούν ότι οδηγούν οι επιλογές τους.



Μέρος 2

1. Αφού ψηφίσουν οι συμμαθητές/-τριες σας, βρείτε τα ποσοστά που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία.

.....
.....

2. Περάστε τα δεδομένα σας στο excel και διαμορφώστε τις γραφικές παραστάσεις σε ραβδόγραμμα και πίτα.



Μέρος 3

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας σας, φτιάξτε και ηχογραφήστε ένα μήνυμα προς την υπόλοιπη κοινότητα του σχολείου σας για να:

- A. την ενημερώσετε για τα αποτελέσματα της έρευνάς σας.
- B. την ευαισθητοποιήσετε γύρω από ζητήματα κλιματικής αλλαγής.

Δραστηριότητες επεξεργασίας μέτρων αντιμετώπισης με αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας



Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι φυσικές πηγές που ανανεώνονται συνεχώς και δεν εξαντλούνται, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο). Οι βασικές ΑΠΕ περιλαμβάνουν την ηλιακή ενέργεια, την αιολική, την υδροηλεκτρική, τη γεωθερμία και τη βιομάζα. Αυτές οι πηγές έχουν πολύ χαμηλότερες ή μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, καθώς δεν βασίζονται στην καύση άνθρακα ή πετρελαίου για την παραγωγή ενέργειας.

Η χρήση των ΑΠΕ είναι κρίσιμη για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, καθώς συμβάλλει στη μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που ευθύνονται για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Αντικαθιστώντας τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας με ΑΠΕ, μπορούμε να περιορίσουμε τις εκπομπές CO₂, μείωση απαραίτητη για να διατηρήσουμε την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας εντός των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού.

Οι τεχνολογίες που αξιοποιούν τις ΑΠΕ έχουν εξελιχθεί σημαντικά και σήμερα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα παγκοσμίως. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ, για παράδειγμα, μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια του ανέμου. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια εκμεταλλεύονται τη δύναμη των υδάτων, ενώ οι γεωθερμικές εγκαταστάσεις εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης. Η βιομάζα χρησιμοποιεί οργανικά υλικά, όπως τα γεωργικά απόβλητα και το ξύλο, για την παραγωγή ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα.



Δρ_ΣΤ3.1 Γνωριμία με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



Πραγμάτευση
αξιών

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες γνωρίζουν τη χρήση των φωτοβολταϊκών ως μια λύση για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου λόγω καύσης ορυκτών καυσίμων. Αρχικά μέσω μιας προσομοίωσης εξοικειώνονται με τον τρόπο λειτουργίας των φωτοβολταϊκών και στη συνέχεια με τη χρήση εικόνων αναγνωρίζουν τρόπους αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών σε ποικίλες συσκευές.



Γνωριμία με τα φωτοβολταϊκά!

1. Παρατηρήστε τις παρακάτω εικόνες. Έχετε δει στην περιοχή σας κάποια από τις παρακάτω εικόνες; Συζητήστε στην ομάδα σας.



Εικόνα 1. Εργοστάσιο που καίει ορυκτά καύσιμα για να έχουμε ρεύμα

Πηγή: <https://www.iapopsi.gr/nekroi-dyo-ergates-se-ergostasio-tis-dei-stin-kozani>

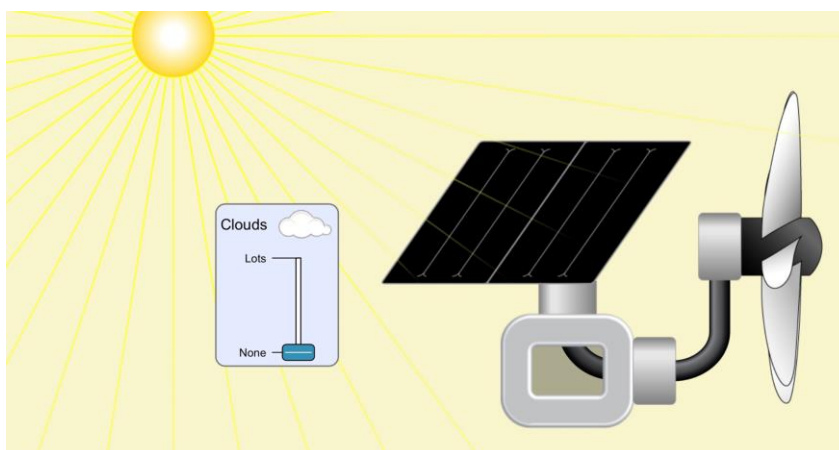


Εικόνα 2. Φωτοβολταϊκά για να έχουμε ρεύμα

Πηγή: <https://energypress.gr/news/minoa-energeiaki-egkainiastike-protο-fotovoltaiko-parko-sto-arkalohori>

Πώς μπορούμε να μειώσουμε τα αέρια του θερμοκηπίου που δημιουργούνται από τα εργοστάσια που καίνε ορυκτά καύσιμα για να έχουμε ρεύμα;

→ Ανοίξτε την παρακάτω προσομοίωση: [Μορφές ενέργειας & Μετατροπές](#)



1. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στο ανεμιστηράκι όταν πέσουν οι ακτίνες του ήλιου πάνω στο φωτοβολταϊκό;



2. Πατήστε
Τι παρατηρείτε όταν πέφτουν οι ακτίνες του ήλιου πάνω στο φωτοβολταϊκό;

3. Γνωρίζετε συσκευές που χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκό για να λειτουργήσουν; Αν ναι, ποιες;

4. Παρατηρήστε τις παρακάτω εικόνες και συζητήστε στις ομάδες σας με ποιον τρόπο και γιατί χρησιμοποιείται το φωτοβολταϊκό σε αυτές τις περιπτώσεις.



Πηγή: <https://www.ot.gr/2023/04/20/green/ape/fotovoltaiika-sti-stegi-epidotisi-eos-kai-16-000-eyro-pote-ksekinoun-oi-aitiseis/>



Πηγή: <https://energypress.gr/news/minoa-energeiaki-egkainiastike-protο-fotovoltaiiko-parko-sto-arkalohori>



Πηγή: <https://edition.cnn.com/travel/article/lightyear-0-solar-assisted-car-spc-c2e-intl/index.html>



Πηγή: <https://www.gadgettime.gr/liako-power-bank-5-000mah-mple-ef4900>



Δρ_ΣΤ3.2 Γνωριμία με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τις εκπομπές CO₂ (I)



Δεξιότητες
διερεύνησης
Πραγμάτευση
αξιών

Δημοτικό
Γυμνάσιο
Λύκειο

Περιγραφή

Η παρακάτω δραστηριότητα προτείνεται για την εισαγωγή των μαθητών/τριών στις ΑΠΕ, ξεκινώντας με μία καταγραφή των μορφών ενέργειας γενικότερα. Έπειτα, παρουσιάζονται εικόνες, προκειμένου οι μαθητές/τριες να διαχωρίσουν τις ανανεώσιμες από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με μία συζήτηση γύρω από τη σημασία της χρήσης ΑΠΕ.

Η ακόλουθη δραστηριότητα εστιάζει στις εκπομπές CO₂ τόσο από τις συμβατικές πηγές ενέργειας (π.χ. λιγνίτης), όσο και από τις για τις ανανεώσιμες (π.χ. ηλιακή). Οι μαθητές/τριες καλούνται να επεξεργαστούν τα δεδομένα που δίνονται σχετικά με τις εκπομπές CO₂ από ποικίλες πηγές ενέργειας και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για το ποια/ες είναι προτιμότερη/ες. Στη συνέχεια, καλούνται να μελετήσουν την αξιοποίηση των ΑΠΕ συγκεκριμένα στο πλαίσιο της Ελλάδας, με τη βοήθεια ενός γραφήματος. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές/τριες καλλιεργούν δεξιότητες διερεύνησης, όπως παρατήρηση,



Συζητώ με την ομάδα μου και καταγράφω ποιες μορφές ενέργειας γνωρίζω.

Παρατηρώ τις επόμενες εικόνες και τις διαχωρίζω σε ανανεώσιμες και συμβατικές (μη ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας.



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3



Εικόνα 4



Εικόνα 5



Εικόνα 6

Συζητώ με την ομάδα μου: ποια η ανάγκη χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;

1. Με βάση τους παρακάτω πίνακες, σε τι συμπέρασμα καταλήγω ως προς τις εκπομπές CO₂ για τις ανανεώσιμες και τις συμβατικές πηγές ενέργειας;

Καύσιμο	Εκπομπές CO ₂ (Kg ανά KWh)
Λιγνίτης	0,92-1,15
Λιθάνθρακας	0,75-0,98
Φυσικό αέριο	0,29-0,48
Αργό πετρέλαιο	0,55-0,6



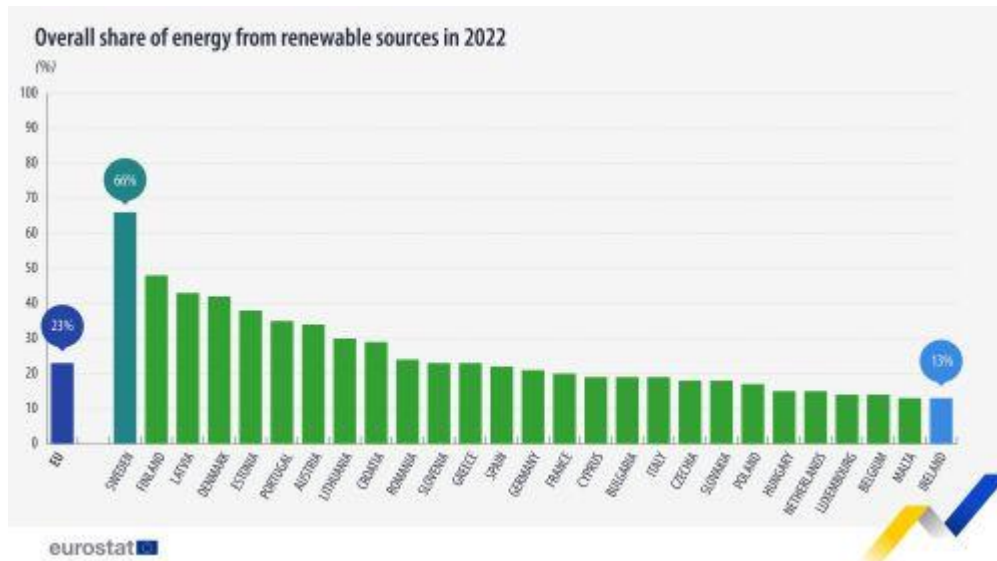
Τύπος Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας	Εκπομπές CO ₂ (gr ανά KWh)
Γεωθερμική	38
Ηλιακή	27
Υδροηλεκτρική	24

2. α. Τι ποσοστό από την ενέργεια που χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα, πιστεύετε ότι προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας; _____

2. β. Σε ποια θέση πιστεύετε ότι βρίσκεται η χώρα μας στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης;

γ. Ακολουθήστε τον παρακάτω σύνδεσμο:

https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Renewable_energy_statistics



δ. Συζητώ με την ομάδα μου για την προηγούμενη πρόβλεψή μου και καταγράφω τα συμπεράσματά μου.

.....

.....



Δρ_ΣΤ3.3 Υπολογισμός εκπομπών CO₂ συμβατικών και «πράσινων» οχημάτων



Δεξιότητες
διερεύνησης

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στόχος αυτής της δραστηριότητας είναι να υπολογίσουν οι μαθητές τις εκπομπές CO₂ διαφορετικών τύπων λεωφορείων σε διάστημα 20 ετών και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα. Η δραστηριότητα θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη σημασία της μείωσης των εκπομπών CO₂ και τις επιλογές βιώσιμης μεταφοράς στην καθημερινή τους ζωή.

**Για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Συνολικές Εκπομπές CO}_2 = \text{Εκπομπές CO}_2 \text{ (g/km)} \times \text{Χιλιόμετρα/έτος} \times \text{Έτη}$$



Μελετήστε τα παρακάτω δεδομένα σχετικά με τις εκπομπές CO₂ διαφορετικών τύπων λεωφορείων:

Τύπος Λεωφορείου	Εκπομπές CO ₂ (g/km)
Λεωφορείο Αερίου	80 g/km
Λεωφορείο Βενζίνης	120 g/km
Λεωφορείο Πετρελαίου	160 g/km
Ηλεκτρικό Λεωφορείο	0 g/km (έμμεσες εκπομπές)

Εάν κατά μέσο όρο ένα λεωφορείο διανύει 50.000km κάθε χρόνο λειτουργίας του και η διάρκεια ζωής του είναι 20 χρόνια, υπολογίστε τις συνολικές εκπομπές CO₂ για κάθε τύπο λεωφορείου και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα αποτελέσματά σας:

Τύπος Λεωφορείου	Συνολικές Εκπομπές CO ₂ (kg)
Λεωφορείο Αερίου	
Λεωφορείο Βενζίνης	
Λεωφορείο Πετρελαίου	
Ηλεκτρικό Λεωφορείο	

Ποιοι τύποι λεωφορείων παράγουν τις περισσότερες εκπομπές CO₂;

.....

.....

Ποιες είναι οι επιλογές που έχουν οι πόλεις για να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων από τα ΜΜΜ;

.....

.....

Δραστηριότητες σχεδιασμού λύσεων και κατασκευής πρωτοτύπων για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής



Ένας από τους κύριους στόχους της εκπαίδευσης για την ΚΑ είναι η διαμόρφωση πολιτών ικανών να αναλαμβάνουν δράση τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο. Οι πολίτες του μέλλοντος πρέπει να εξοπλιστούν με τις απαραίτητες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις που θα τους επιτρέπουν να συμβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων και στη διαμόρφωση λύσεων και σχεδίων δράσης, ώστε να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τις προκλήσεις που προκύπτουν από τις συνέπειες της ΚΑ σε διάφορους τομείς, όπως το περιβάλλον, η οικονομία, η πολιτική, η ηθική και η κοινωνία. Οι δράσεις αυτές περιλαμβάνουν αφενός την εφαρμογή μέτρων αντιμετώπισης και προσαρμογής από το άτομο ή/και την πολιτεία, όπως είναι η χρήση ΑΠΕ ή η κατασκευή υπερυψωμένων σπιτιών λόγω της ανόδου της στάθμης των θαλασσών αντίστοιχα και αφετέρου τη συμμετοχή των πολιτών σε συλλογικότητες με στόχο την ευαισθητοποίηση της κοινωνίας γύρω από ζητήματα Κ.Α. και την εφαρμογή ακτιβιστικών δράσεων για την άσκηση πίεσης σχετικά με τη λήψη πολιτικών αποφάσεων κ.λπ.

Ουσιαστικά, στόχος είναι οι πολίτες να είναι σε θέση να οριοθετούν τα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν και να σχεδιάζουν συστημικές παρεμβάσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές συνέπειες αυτών των παρεμβάσεων. Συνεπώς, απαιτούνται δεξιότητες σχεδιασμού, ελέγχου, εφαρμογής και αξιολόγησης λύσεων. Επιπλέον, η εξοικείωση με καταστάσεις του πραγματικού κόσμου και τις πολιτικές αποφάσεις που σχετίζονται με την ΚΑ είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη πρακτικών λύσεων.



Δρ_ΣΤ4.1 Επεξεργασία τρόπων αντιμετώπισης για άνοδο στάθμης θαλασσών



Στρατηγική
ικανότητα
Διαπροσωπική
ικανότητα

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα εστιάζει στην αναζήτηση λύσεων για την αντιμετώπιση ανόδου στάθμης της θάλασσας στις παράκτιες κατοικίσιμες περιοχές. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές/τριες καλούνται να αναζητήσουν πληροφορίες, βρουν πιθανές λύσεις που ενδεχομένως να εφαρμόζονται ήδη, να τις αξιολογήσουν και να προτείνουν την καταλληλότερη σύμφωνα με αυτούς/ές. Ουσιαστικά, οι μαθητές/τριες καλλιεργούν την στρατηγική ικανότητά τους, καθώς προσεγγίζουν ένα πρόβλημα, το αναλύουν και προσπαθούν να βρουν λύση, λαμβάνοντας παράλληλα δράση για τις συνέπειες της Κλιματικής Αλλαγής.



Συζητήστε με την ομάδα σας και καταγράψτε τις σκέψεις σας σχετικά με το πώς θα μπορούσατε να αντιμετωπίσετε τα προβλήματα που προκύπτουν για την πόλη μας από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας:

Τι λάβατε υπόψη σας προκειμένου να προτείνετε τις παραπάνω λύσεις;

Αναζητήστε πληροφορίες σχετικά με τις πιθανές λύσεις ή μεθόδους αντιμετώπισης που προτείνονται ή/και έχουν εφαρμοστεί σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Στη συνέχεια, με βάση την αναζήτησή σας, καταγράψτε τις προτάσεις σας σχετικά με το πώς θα μπορούσατε να αντιμετωπίσετε τα προβλήματα που προκύπτουν για την πόλη μας από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας:

Μετά την αναζήτηση που κάνατε, συζητήστε με την ομάδα σας για την τελική λύση που προτείνετε προκειμένου να αντιμετωπίσετε το πρόβλημα της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στο Ρέθυμνο:

Συζητήστε και καταγράψτε τις συνέπειες της λύσης που προτείνετε:



Δρ_ΣΤ4.2 Σχεδιασμός βιοκλιματικού κτηρίου

S

Συστημική
Σκέψη

Γυμνάσιο

E

Στρατηγική
ικανότητα

Λύκειο

Περιγραφή

Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με την εφαρμογή του κύκλου μηχανικού σχεδιασμού και με αυθεντικές πρακτικές των μηχανικών μέσα από τον σχεδιασμό ενός βιοκλιματικού σπιτιού ή σχολείου. Οι μαθητές με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού ακολουθούν τα επιμέρους βήματα διερεύνησης καλών πρακτικών, σχεδιασμού λύσεων, αναστοχασμού επί των πραγματικών περιορισμών ή των πιθανών επιπτώσεων των λύσεων αυτών και του τελικού ανασχεδιασμού της προτεινόμενης λύσης.



ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

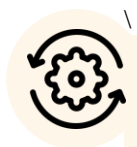
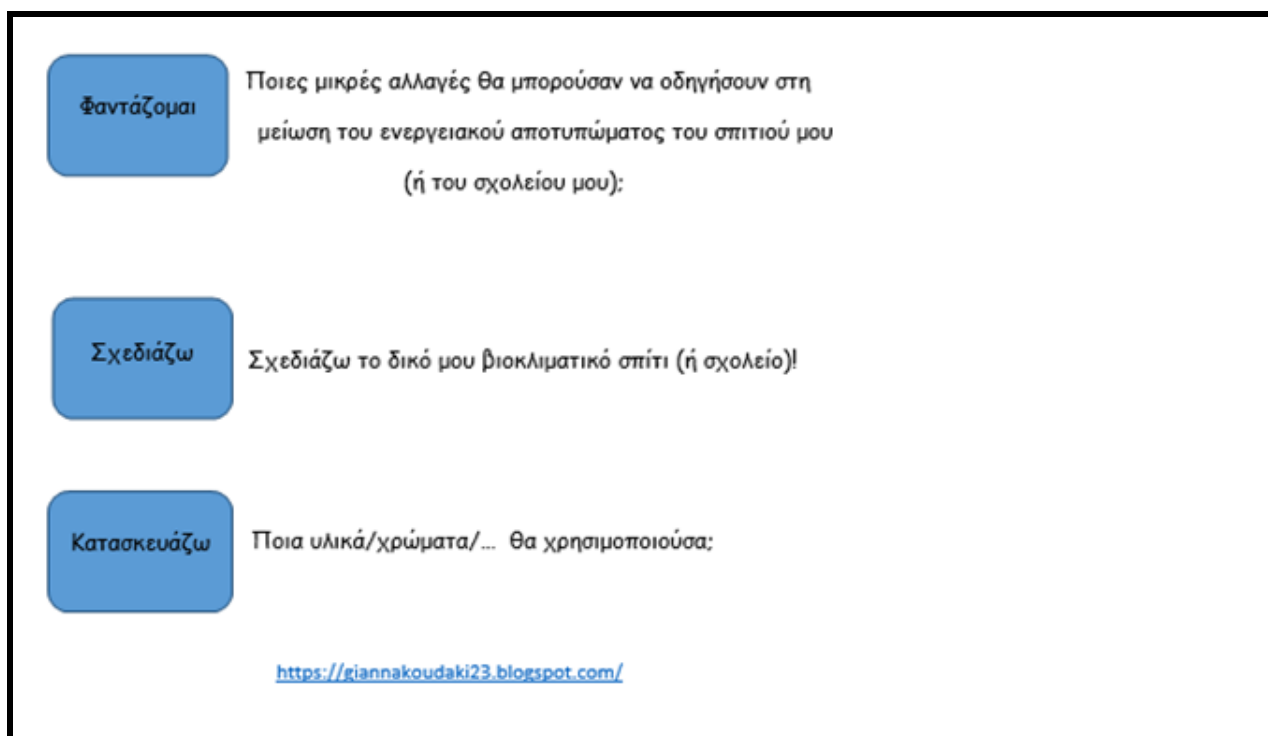
Αναρωτιέμαι

Ποιο «σπίτι» έχει το μεγαλύτερο ενεργειακό αποτύπωμα;



Ερευνώ

Ποια χαρακτηριστικά ενός «σπιτιού» οδηγούν στην αύξηση του ενεργειακού του αποτυπώματος;



Δρ_ΣΤ4.3 Παιχνίδι ρόλων για την αξία των βιώσιμων μέσων μεταφοράς



Συστημική
Σκέψη

Δημοτικό

Πραγμάτευση
αξιών

Γυμνάσιο

Διαπροσωπική
ικανότητα

Περιγραφή

Στόχος της δραστηριότητας είναι να συμμετέχουν οι μαθητές σε έναν διάλογο, υποδυόμενοι ρόλους με διαφορετικές απόψεις, ώστε να καταλήξουν σε μια κοινή απόφαση για τη δημιουργία ενός βιώσιμου συστήματος MMM στην πόλη τους.

Βήματα για την Οργάνωση της Δραστηριότητας:

1. Δημιουργία Ομάδων:

Χωρίστε τους μαθητές σε 4 ομάδες, καθεμία από τις οποίες θα αναλάβει έναν ρόλο.

2. Καθοδήγηση για τους Ρόλους:

Δώστε στους μαθητές πληροφορίες για το ρόλο τους και την οπτική που θα πρέπει να υποστηρίξουν.

3. Συζήτηση- Σενάριο:

Το σενάριο αφορά τη συζήτηση για την κατασκευή ενός βιώσιμου MMM (π.χ., ηλεκτρικά λεωφορεία) στην πόλη τους. Κάθε ομάδα θα παρουσιάσει τις ανησυχίες,

τις προτάσεις και τις λύσεις της σχετικά με το έργο.

4. Προετοιμασία - Σκελετός Συζήτησης:

Παρουσιάστε μια σειρά ερωτήσεων και προτροπών που θα βοηθήσουν κάθε ομάδα να σκεφτεί και να αναπτύξει τα επιχειρήματά της.

Στη συνέχεια παρατίθενται ενδεικτικά επιχειρήματα για κάθε ρόλο:

1. Επιχειρηματίες

- **Υπέρ:** Μπορούμε να επενδύσουμε σε νέες τεχνολογίες, όπως ηλεκτρικά λεωφορεία ή φορτιστές οχημάτων, και να κερδίσουμε χρήματα από αυτές τις επιχειρήσεις. Οι καταναλωτές θα επιλέξουν τα MMM, αλλά αυτό θα οδηγήσει σε νέες ευκαιρίες ανάπτυξης σε άλλους τομείς, όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- **Κατά:** Φοβόμαστε ότι η μείωση της χρήσης βενζίνης θα επηρεάσει αρνητικά τα κέρδη μας. Οι πετρελαϊκές επιχειρήσεις θα χάσουν χρήματα, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας

2. Δήμαρχοι

- **Υπέρ:** Το βιώσιμο MMM θα μειώσει τη ρύπανση, θα ενισχύσει την υγεία των πολιτών και θα προσελκύσει τουρισμό. Θα μπορούσαμε επίσης να λάβουμε χρηματοδότηση από την κυβέρνηση ή την Ευρωπαϊκή Ένωση για το έργο.
- **Κατά:** Είναι ακριβό να χτίσουμε και να συντηρήσουμε το νέο σύστημα. Ορισμένοι πολίτες μπορεί να προτιμούν τα αυτοκίνητά τους, ενώ οι επιχειρηματίες μπορεί να αντιδράσουν λόγω του κόστους ή των αλλαγών στην οικονομία της πόλης.

3. Βιομήχανοι

- **Υπέρ:** Μπορούμε να αναπτύξουμε καινοτόμα προϊόντα για το νέο σύστημα MMM, όπως ανακυκλώσιμα υλικά για τα οχήματα ή πιο αποδοτικά συστήματα ενέργειας. Το βιώσιμο MMM θα δημιουργήσει νέες ανάγκες σε υλικά και τεχνολογία.
- **Κατά:** Η παραγωγή νέων, πιο βιώσιμων υλικών μπορεί να είναι ακριβή και θα χρειαστούμε να αλλάξουμε τον εξοπλισμό μας, κάτι που θα αυξήσει τα κόστη.

4. Επιστήμονες

- **Υπέρ:** Τα ηλεκτρικά λεωφορεία ή τα τραμ που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 90%. Επιπλέον, οι πολίτες θα εκτεθούν σε λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση, κάτι που θα βελτιώσει την υγεία τους.
- **Κατά:** Οι τεχνολογίες αυτές είναι ακόμη καινούριες και ενδέχεται να υπάρξουν προβλήματα στην εφαρμογή τους. Η κατασκευή ενός πλήρους συστήματος μπορεί να χρειαστεί αρκετά χρόνια.



Οδηγίες για Κάθε Ομάδα

1. Επιχειρηματίες

Ρόλος: Οι επιχειρηματίες αναζητούν οικονομικό όφελος από το νέο MMM, αλλά ανησυχούν για τις επιπτώσεις στη βιομηχανία πετρελαίου και τη μείωση στη χρήση βενζίνης.

Ερωτήσεις:

- Πώς μπορείτε να ωφεληθείτε από τη δημιουργία του βιώσιμου MMM;
- Ποια θα είναι τα οικονομικά κέρδη ή οι προκλήσεις;
- Ποιες ανησυχίες έχετε σχετικά με την πτώση της αγοράς βενζίνης;

2. Δήμαρχοι

Ρόλος: Οι δήμαρχοι θέλουν να ενισχύσουν την πράσινη ενέργεια και να κάνουν την πόλη τους πιο φιλική προς το περιβάλλον. Ωστόσο, πρέπει να λάβουν υπόψη τους το κόστος και τις ανάγκες των πολιτών.

Ερωτήσεις:

- Πώς θα ωφεληθεί η πόλη σας από το νέο βιώσιμο MMM;
- Πώς θα πείσετε τους πολίτες και τους επιχειρηματίες για το έργο;
- Τι σκέφτεστε για το κόστος και την εφαρμογή του;

3. Βιομήχανοι

Ρόλος: Οι βιομήχανοι διαχειρίζονται μεγάλες βιομηχανικές μονάδες και σκέφτονται το κόστος παραγωγής και τις αλλαγές που θα επιφέρει το νέο MMM στα υλικά και τις πρώτες ύλες.

Ερωτήσεις:

- Πώς θα επηρεάσει το βιώσιμο MMM την παραγωγή σας;
- Ποια είναι τα οφέλη και οι προκλήσεις για τον κλάδο σας;
- Πώς θα συνεργαστείτε με τους επιστήμονες και τους δημάρχους για την ανάπτυξη του νέου συστήματος;

4. Επιστήμονες

Ρόλος: Οι επιστήμονες προσπαθούν να βρουν τρόπους να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να κάνουν το νέο MMM όσο το δυνατόν πιο φιλικό προς το περιβάλλον.

Ερωτήσεις:

- Ποια τεχνολογία προτείνετε για να γίνει το MMM βιώσιμο;
- Πώς θα ωφελήσει αυτό το έργο το περιβάλλον και την υγεία των πολιτών;
- Τι προκλήσεις θα αντιμετωπίσουμε από τεχνική άποψη;

Οργάνωση παιχνιδιού ρόλων

- Συζητήστε μέσα στην ομάδα σας τις ερωτήσεις και αποφασίστε ποια επιχειρήματα θα υποστηρίξετε.

- Σημειώστε τα σημαντικά σας επιχειρήματα και προετοιμαστείτε για τη συζήτηση.
- Κάθε ομάδα θα έχει 5 λεπτά για να παρουσιάσει τα επιχειρήματά της και να εξηγήσει τη θέση της.
- Μετά τις παρουσιάσεις, οι ομάδες θα συζητήσουν μεταξύ τους. Μπορείτε να κάνετε ερωτήσεις στις άλλες ομάδες ή να απαντήσετε σε σχόλια που σας αφορούν.
- Μετά τη συζήτηση, προσπαθήστε να βρείτε μια κοινή λύση που να λαμβάνει υπόψη τις ανησυχίες όλων των ομάδων.

Συζητήστε

- Πώς οι διαφορετικές οπτικές γωνίες επηρέασαν τις αποφάσεις σας;
- Τι θα μπορούσε να κάνει η πόλη σας για να είναι πιο βιώσιμη στο μέλλον;



Δρ_ΣΤ4.4 Debate για κατασκευή σταθμών διοδίων στον ΒΟΑΚ



Συστημική
Σκέψη

Στρατηγική
ικανότητα

Γυμνάσιο

Λύκειο

Περιγραφή

Η παρούσα δραστηριότητα εστιάζει στην εξοικείωση των μαθητών/-τριων με την επιχειρηματολογία και τις πολλαπλές οπτικές που παρουσιάζει ένα πρόβλημα του πραγματικού κόσμου όταν αφορά στα συμφέροντα διαφορετικών ομάδων.



Προετοιμασία

Γνωρίζετε ίσως, ότι έχουν ξεκινήσει οι διαδικασίες για την κατασκευή ενός μεγάλου έργου για το νησί μας, αυτό του νέου ΒΟΑΚ. Ως ένα μεγάλο έργο υποδομής για το νησί μας αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις σε διάφορους τομείς της καθημερινότητάς μας.

Ποιους τομείς θεωρείτε ότι θα επηρεάσει και πως μπορεί το έργο αυτό να συνδέεται με το θέμα που συζητάμε, την Κ.Α;

Τίθεται το θέμα προς διαπραγμάτευση:

“Κάθε χρόνο πολυάριθμα τροχαία δυστυχήματα λαμβάνουν χώρα στον Ο ΒΟΑΚ με αποτέλεσμα αρκετοί συνάνθρωποι μας να τραυματίζονται σοβαρά και να θρηνούμε ανθρώπινες ζωές. Η κατασκευή του νέου ΒΟΑΚ αποτελούσε για χρόνια πεδίο προεκλογικών υποσχέσεων από τους πολιτικούς του νησιού μας. Το έργο αυτό φαίνεται να μπαίνει πλέον σε τροχιά υλοποίησης.

Αρκετοί θέτουν ως προτεραιότητα την υλοποίηση του έργου για λόγους μείωσης των τροχαίων ατυχημάτων, βελτίωσης των υποδομών μετακίνησης των κατοίκων του νησιού αλλά και χιλιάδων επισκεπτών – τουριστών, αναβαθμίζοντας ακόμα περισσότερο την τουριστική και εμπορική ανάπτυξη του τόπου.

Περιβαλλοντολογικοί φορείς θέτουν ως προτεραιότητα την Μελέτη των άμεσων και έμμεσων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) του έργου όπως η περαιτέρω αύξηση επισκεπτών τουρισμού - ανάγκη αύξησης τουριστικών καταλυμάτων, αυξημένες ενεργειακές ανάγκες, κατάχρηση αιγιαλού και παραθαλάσσιων περιοχών <https://www.tanea.gr/2024/02/19/greece/paralies-perivallontikes-organoseis-kataggelloun-katargisi-tis-adomitis-zonis/>)

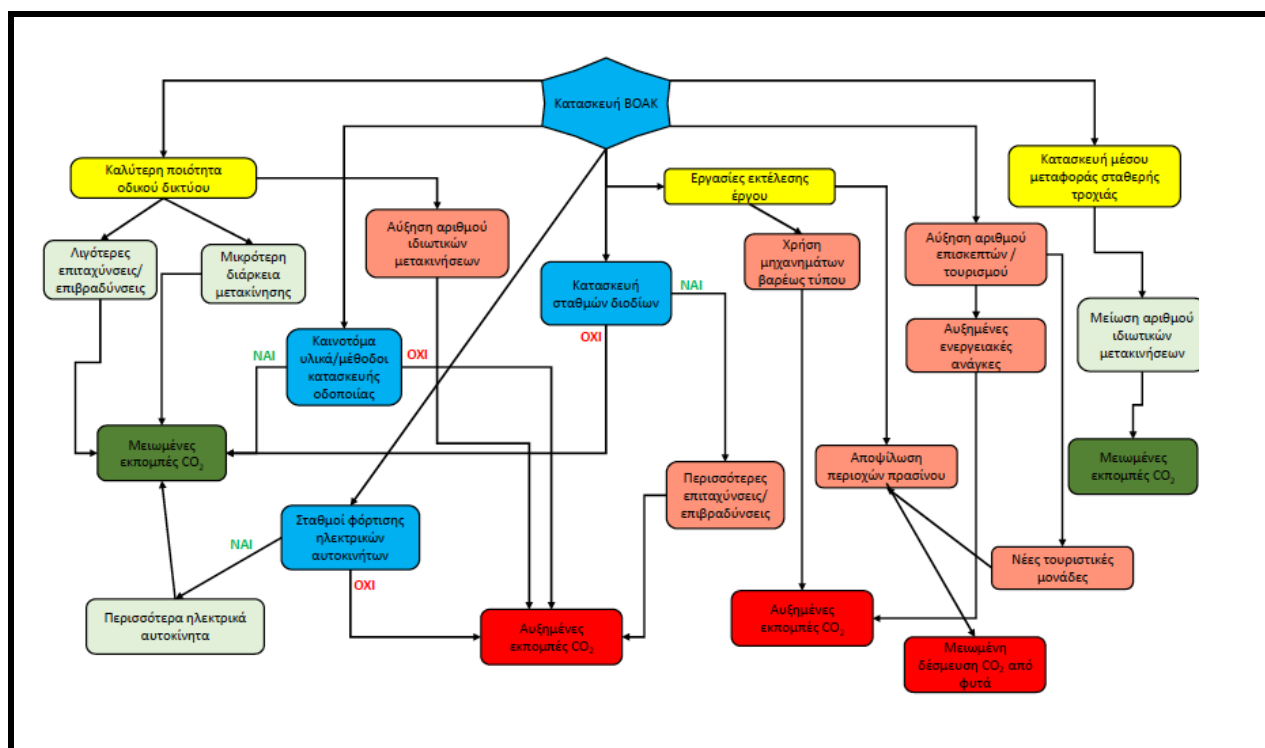
Κάτοικοι διαφόρων περιοχών κατά μήκος του νέου ΒΟΑΚ διαμαρτύρονται για την “δήμευση” γης και αποψίλωση εκτάσεων από τις οποίες θα περάσει ο νέος ΒΟΑΚ, οικονομική καταστροφή λόγω νέας παράκαμψης, υπερεκμετάλλευση φυσικού πλούτου / μόλυνση παραθαλάσσιων περιοχών λόγω έλλειψης υποδομών για επιπλέον ξενοδοχειακές μονάδες, αυξημένες εκπομπές CO₂

Θα χωριστείτε σε ομάδες και στη συνέχεια θα προετοιμαστείτε για το debate. Στο πλαίσιο αυτό θα αναζητήσετε επιχειρήματα για να υποστηρίξετε τα συμφέροντα της ομάδας που εκπροσωπείτε και θα κατασκευάσετε έναν εννοιολογικό χάρτη με τις διαφορετικές οπτικές και τις συνέπειες που αυτές έχουν σε σχέση με την κλιματική αλλαγή. Οι ομάδες θα είναι: 1. Εργολάβος έργου, 2. Εκπρόσωπος Τουριστικών -εμπορικών επιχειρήσεων, 3. Εκπρόσωπος συλλόγων τοπικών κοινοτήτων 4. Περιβαλλοντολογικές οργανώσεις

Διεξαγωγή Debate

Στο τέλος του Debate θα ανακατασκευαστεί ο εννοιολογικός χάρτης εμπλουτίζοντας τα αλληλοσχετιζόμενα πεδία.

Παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη:



Δρ_ΣΤ4.5 Κατασκευή πρωτοτύπων που λειτουργούν με ΑΠΕ

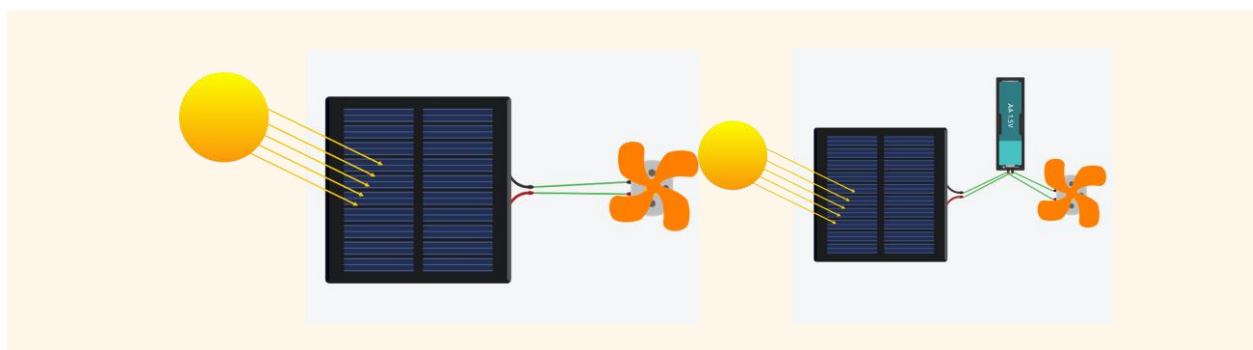


Στρατηγική
ικανότητα

Δημοτικό
Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες ακολουθούν τα βήματα μηχανικού σχεδιασμού προκειμένου να κατασκευάσουν οι ίδιοι/-ες ένα τεχνούργημα (αυτοκινητάκι ή ανεμιστηράκι) που να λειτουργεί με φωτοβολταϊκό. Οι μαθητές/-τριες συζητούν στην ομάδα τους και καταγράφουν τα υλικά που θα χρειαστούν για την ανάπτυξη του τεχνουργήματός τους, διαμορφώνουν ένα προσχέδιο του τεχνουργήματός τους, το κατασκευάζουν, δοκιμάζουν, αναστοχάζονται σχετικά με ενδεχόμενες βελτιώσεις και τις εφαρμόζουν. Με τον τρόπο αυτό, εξοικειώνονται με προτεινόμενες λύσεις για την κλιματική αλλαγή και συζητούν για ενδεχόμενες δυνατότητες και περιορισμούς καλλιεργώντας την στρατηγική τους ικανότητα. Προκειμένου να υποστηρίξουμε τους μαθητές/-τριες στη διαδικασία διαμόρφωσης του προσχεδιού τους μπορούν να δοθούν οι παρακάτω εικόνες αναφορικά με τη συνδεσμολογία:



Πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε αυτοκινητάκια και ανεμιστηράκια που να λειτουργούν με φωτοβολταϊκό;

Συζητάω με την ομάδα μου:

- Τι υλικά θα χρειαστούμε;

.....

.....

- Ζωγραφίζουμε πώς περίπου φανταζόμαστε την κατασκευή μας (αυτοκινητάκι ή ανεμιστήρα).

- Κατασκευάζουμε!

- Δοκιμάζουμε & Παρατηρούμε!

- Πόσο γρήγορα κινείται το αυτοκινητάκι ή ανεμιστηράκι όταν ο ήλιος πέφτει σε όλο το φωτοβολταϊκό;
- Πόσο γρήγορα κινείται το αυτοκινητάκι ή ανεμιστηράκι όταν καλύπτουμε με ένα χαρτί το μισό φωτοβολταϊκό;
- Πόσο γρήγορα κινείται το αυτοκινητάκι ή ανεμιστηράκι όταν καλύπτουμε με ένα χαρτί

όλο το φωτοβολταϊκό;

- Σκεφτόμαστε: Τι **δεν** δουλεύει καλά; Τι μπορούμε να βελτιώσουμε;

- Κάνουμε τις βελτιώσεις μας!

Ας σκεφτούμε τελικά:

Πώς συμβάλλουμε στο κλίμα αν χρησιμοποιούμε φωτοβολταϊκά αντί για καύσιμα;



Δρ_ΣΤ4.6 Κατασκευή πρωτοτύπου για βιώσιμο λεωφορείο



Στρατηγική
ικανότητα

Δημοτικό

Γυμνάσιο

Περιγραφή

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές ακολουθώντας τον κύκλο μηχανικού σχεδιασμού αναπτύσσουν ένα πρωτότυπο (μοντέλο) ενός ηλιακού λεωφορείου.

Αρχικά, αντλούν πληροφορίες υποβάθρου για την ιστορία των MMM, για τις τρέχουσες τεχνολογίες των MMM και μελετούν τον τρόπο λειτουργίας ενός ηλεκτρικού MMM και ενός συμβατικού. Έπειτα διεξάγουν διερευνούν τους πραγματικούς περιορισμούς και τις πραγματικές συνθήκες, δηλαδή ενημερώνονται από την ΕΜΥ για τα δεδομένα ηλιοφάνειας στον τόπο τους και μετρούν τις διαστάσεις ενός πραγματικού λεωφορείου. Με βάση τις πληροφορίες αυτές σχεδιάζουν υπό κλίμακα το σκαρίφημα ενός βιώσιμου MMM. Έπειτα αναζητούν τις διαθέσιμες τεχνολογίες που θα μπορούσαν να ενσωματώσουν στο πρωτότυπό τους λαμβάνοντας υπόψιν περιορισμούς όπως το κόστος. Τέλος κατασκευάζουν το μοντέλο του βιώσιμου λεωφορείου και δοκιμάζουν την απόδοσή του.



Κατασκευάζω ένα βιώσιμο Μέσο Μαζικής Μεταφοράς!

Βήμα 1ο: Ερευνώ τις τρέχουσες πρακτικές

Α. Παρακολουθήστε προσεκτικά [το βίντεο](#) σχετικά με την ιστορία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και κρατήστε σημειώσεις για όσα μπορεί να σας χρειαστούν για τον σχεδιασμό τους δικού σας λεωφορείου.

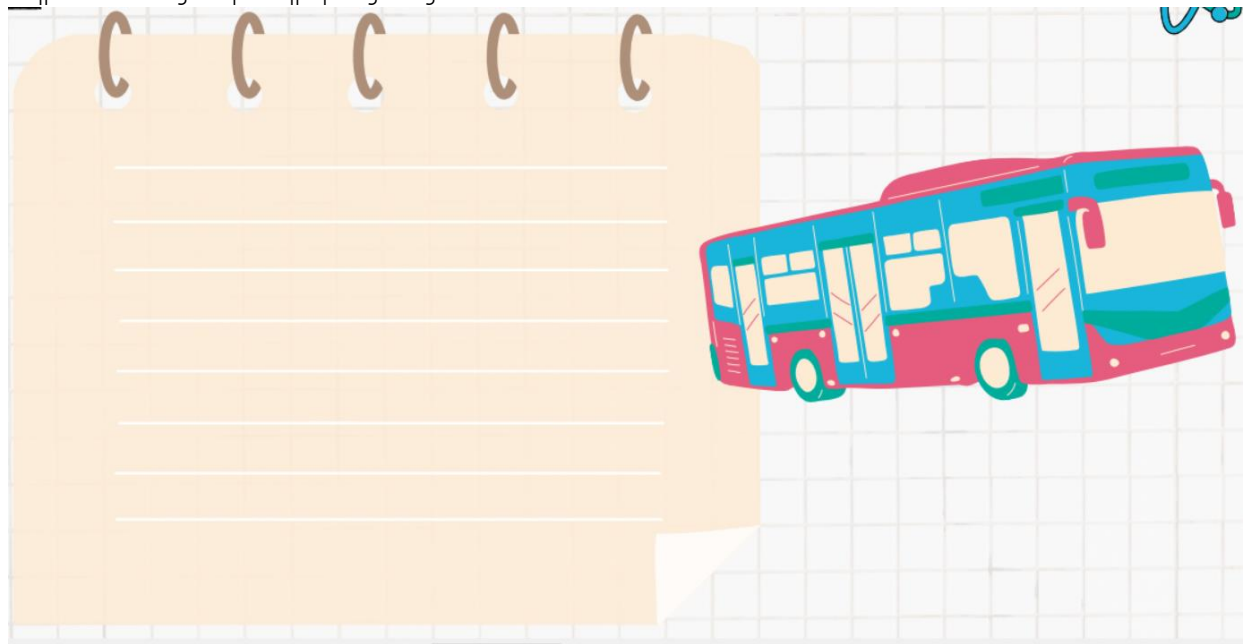
Εσωτερικό	Εξωτερικό

Β. Μετρήστε τις διαστάσεις ενός πραγματικού σχολικού λεωφορείου

Μήκος: _____ μ.	Πλάτος: _____ μ.	Ύψος: _____ μ.
Πόρτες: _____	Διαστάσεις πόρτας: _____ μ. Χ _____ μ.	
Συνολικές ρόδες: _____	Διάμετρος ρόδας: _____ μ.	
Παράθυρα: _____	Διαστάσεις παραθύρων: _____ μ. Χ _____ μ.	
Μήκος διαδρόμου: _____ μ.	Πλάτος: _____ μ.	
Θέσεις: _____	Απόσταση μεταξύ τους: _____ μ.	
Διαστάσεις θέσεων: _____ Χ _____ Χ _____ μ.		

Γ. Ποιες τεχνολογίες βιώσιμης μετακίνησης θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε;

Παρακολουθήστε τα παρακάτω βίντεο για να αντλήσετε πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρικών οχημάτων: <https://www.youtube.com/watch?v=WGxWLpFZWoM> και των ηλιακών οχημάτων: <https://www.youtube.com/watch?v=DtynzS7EXCM>
Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας:



Δ. Η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία έχει σαν αποστολή της την πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών. Για τον σκοπό αυτό διαθέτει ένα δίκτυο από ειδικούς μετεωρολογικούς σταθμούς που συγκεντρώνουν παρατηρήσεις. Με βάση αυτές μας δίνει πληροφορίες για τον καιρό.

- Μελετήστε τα γραφήματα της ΕΜΥ για την ηλιοφάνεια σε διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας: http://www.emy.gr/emv/el/agriculture/agriculture_city
- Τι ιδιαίτερο συμβαίνει στην Κρήτη (Τυμπάκι);

.....
.....
• Πώς θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε την κατάσταση αυτή;
.....
.....

Βήμα 2º: Φαντάζομαι και σχεδιάζω ένα βιώσιμο λεωφορείο

Με βάση τις μετρήσεις του προηγούμενου βήματος σχεδιάστε σε χαρτί μιλιμετρέ σε κλίμακα 1:20 ένα βιώσιμο λεωφορείο.

Σκεφτείτε και καταγράψτε...

- Τι τεχνολογίες και αυτοματισμούς θα θέλαμε να έχει το βιώσιμο λεωφορείο μας;

.....

.....

- Ποιες από αυτές είναι πρακτικά εφαρμόσιμες;

.....

.....

- Τι υλικά θα χρειαστούμε;

.....

.....

Βήμα 3^ο: Ας σηκώσουμε τα μανίκια! Ήρθε η ώρα για την κατασκευή του βιώσιμου λεωφορείου

Χωριστείτε σε ομάδες και μοιράστε αρμοδιότητες:

- Ομάδα μετρήσεων:
- Ομάδα τεχνολογίας:
- Ομάδα μακέτας:
- Ομάδα διακόσμησης:
- :

Βήμα 3^ο: Δοκιμάζουμε και αξιολογούμε την αποδοτικότητα της κατασκευής μας.

- Τι δεν δουλεύει καλά; Τι μπορούμε να βελτιώσουμε;

.....

.....

- Κάνουμε τις βελτιώσεις μας και δοκιμάζουμε ξανά! ...και ξανά! ...και ξανά!

