



Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό CLIMAX

Συγγραφείς

Σαράντος Ψυχάρης, Νίκη Ευελπίδου, Ματθαίος Πατρινόπουλος, Αριστείδης Παλιούρας, Κωνσταντίνος Καλοβρέκτης, Παρασκευή Ιατρού, Γιάννης Σαΐτης, Αποστολία Κόμη, Παρασκευή Θεοδώρου, Απόστολος Ξενάκης, Κωνσταντίνος Δραγογιάννης και Giordano Vignoli

Η υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την παραγωγή της παρούσας δημοσίευσης δεν συνιστά έγκριση του περιεχομένου, το οποίο αντικατοπτρίζει τις απόψεις μόνο των συγγραφέων, και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.



<u>Σκοπός και στόχος του Toolkit</u>	5
<u>Επίπεδο 1 – Φυσικές-γεωλογικές διεργασίες</u>	8
<u>1.1 Τι είναι το φυσικό περιβάλλον;</u>	8
<u>1.2 Τι είναι το κλίμα;</u>	9
<u>1.3 Η κλιματική αλλαγή ως φυσική διαδικασία</u>	12
<u>1.4 Τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου (ως φυσική διαδικασία);</u>	13
<u>Ανθρωπογενείς διεργασίες</u>	13
<u>1.5 Η κλιματική αλλαγή ως ανθρωπογενής διαδικασία</u>	13
<u>Κλιματική αλλαγή και ρύπανση</u>	15
<u>1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση</u>	15
<u>Πείραμα 1: Όξινες βροχές</u>	16
<u>Υλικά:</u>	16
<u>Απαιτούμενα υλικά:</u>	16
<u>Διαδικασία βήμα προς βήμα:</u>	17
<u>1.7 Ρύπανση των υδάτων</u>	20
<u>1.8 Ρύπανση του εδάφους</u>	21
<u>Πείραμα 2: Διάβρωση απορροής, μεταφορά εδάφους/ιζημάτων</u>	23
<u>ΕΠΙΠΕΔΟ 2 - Ακτινοβολία ηλιακής ενέργειας σε περιβαλλοντικούς τομείς</u>	26
<u>Ποια είναι η ατμόσφαιρα;</u>	26
<u>2.1. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας</u>	26
<u>2.2. Η αρχική ατμόσφαιρα</u>	28
<u>2.3 - Ισοζύγιο θερμότητας και φαινόμενο του θερμοκηπίου</u>	30
<u>2.4. Υπερθέρμανση του Πλανήτη</u>	32
<u>Πείραμα 3: Φως στο ορατό φάσμα μέσα από διαφορετικές επιφάνειες</u>	34
<u>Η ηλιακή ακτινοβολία και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας</u>	39
<u>2.5. Ηλιακή ακτινοβολία</u>	39
<u>Πείραμα 4: Ένταση φωτός και απόσταση από τις πηγές</u>	41
<u>Η ηλιακή ακτινοβολία και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας</u>	44
<u>2.6. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας</u>	44
<u>2.7. Η περίπτωση της Αθήνας</u>	45
<u>2.8. Η επίδραση στα ζώα</u>	46
<u>Πείραμα 5: Πώς τα χρώματα απορροφούν το φως</u>	48
<u>Η ολίσθηση των κλιματικών ζωνών</u>	51



2.9. Κλιματικές ζώνες	51
2.10. Το κύτταρο του Hadley	52
2.11. Η μεταβολή του κυττάρου Hadley	54
Πείραμα 6: Ζώνες ηλιακού φωτισμού	56
Θαλάσσια ρύπανση και ζώνες ανοξίας	59
2.12 Θαλάσσια ρύπανση	59
Πείραμα 7: Η διαφορά στην ηλιακή ακτινοβολία	61
Η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι επιπτώσεις στο albedo	63
2.13 Ατμοσφαιρική ρύπανση	63
Πείραμα 8: Όργανο μέτρησης για την αιθαλομίχλη	65
2.14 Τι είναι η υπεριώδης ακτινοβολία;	67
2.15 Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ UVA, UVB και UVC;	67
2.16 Πώς εκτίθενται οι άνθρωποι στην υπεριώδη ακτινοβολία;	68
2.17 Υγεία και υπεριώδης ακτινοβολία	69
ΕΠΙΠΕΔΟ 3 - Ο κύκλος του νερού	70
Εισαγωγή	70
Κλιματική αλλαγή και θαλάσσια συστήματα	71
Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής	72
3.1 Δασικές πυρκαγιές	72
3.2 Παράκτια διάβρωση	72
Πείραμα 9: Πείραμα για τον κύκλο του νερού	73
Υλικά	73
Σημειώσεις	74
3.3 Ερημοποίηση	75
3.4 Πλημμύρες από αιφνίδιες πλημμύρες	75
3.5 Κατολισθήσεις	75
Πώς να παρακολουθείτε/μετράτε την κλιματική αλλαγή	76
Πώς να μετριαστεί η κλιματική αλλαγή	77
Πείραμα 10: Υπολογίστε την πλημμύρα	81
ΕΠΙΠΕΔΟ 4 - Πρακτικά πειράματα για τον κύκλο του νερού	84
4.1 Σύνδεση μεταξύ σφαιρών	84
Πείραμα 11: Εξάτμιση μιας δεξαμενής	87



<u>Κύκλος του νερού και διαπνοή των φυτών</u>	90
<u>4.2 Διαπνοή</u>	90
<u>4.3 Ερημοποίηση</u>	92
<u>4.4 Απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό</u>	93
<u>Πείραμα 12: Διαπνοή των φυτών</u>	95
<u>Πώς η κυκλοφορία των ωκεανών επηρεάζει τον κύκλο του νερού</u>	98
<u>4.5 Τα χαρακτηριστικά των θαλάσσιων υδάτων</u>	98
<u>4.6 Ωκεάνια κυκλοφορία</u>	100
<u>Πείραμα 13: Πυκνότητα νερού και ωκεάνιες κυκλοφορίες</u>	103
<u>Η επίδραση της θερμοκρασίας στα ωκεάνια ρεύματα</u>	106
<u>4.7 Το ρεύμα του Κόλπου</u>	106
<u>4.8 Μελλοντική εξέλιξη του ρεύματος του Κόλπου του Μεξικού</u>	107
<u>Πείραμα 14: Η επίδραση της θερμοκρασίας στα ωκεάνια ρεύματα</u>	109
<u>Κλιματική αλλαγή και ευημερία</u>	114
<u>4.9 Οι πιο εμφανείς ζημιές</u>	114
<u>4.10 Ενίσχυση της φύσης για την ενίσχυση της ανθρώπινης υγείας</u>	115
<u>4.11 Περιβαλλοντική ευημερία στα σχολεία</u>	116
<u>Πείραμα 15: Θερμοκρασία και υγρασία στην τάξη μας</u>	118
<u>Οι πόλεις ως εστίες κλιματικής αλλαγής</u>	120
<u>4.12 Επιπτώσεις στις πόλεις και προσπάθειες λύσεων</u>	120
<u>4.13 Ο χρόνος για δράση γίνεται όλο και πιο σύντομος</u>	121
<u>Πείραμα 16: Θερμοκρασία και υγρασία στο σχολείο μας</u>	122
<u>Σημαντικές αναφορές</u>	125
<u>Χρήσιμοι σύνδεσμοι</u>	125



Εισαγωγή

Σκοπός και στόχος του Toolkit

Αυτή η εργαλειοθήκη - **πληροφοριακό υλικό** αναπτύχθηκε ως βασικό αποτέλεσμα του έργου CLIMAX με κύριο στόχο να ενδυναμώσει τους μαθητές σχετικά με την ευαισθητοποίηση για την ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ μέσω μιας προσέγγισης STEM. Οι εκπαιδευτικοί, ακολουθώντας την Εργαλειοθήκη - **πληροφοριακό υλικό**, θα αποκτήσουν τις γνώσεις και τις ικανότητες να προωθήσουν και να διαδώσουν την ευαισθητοποίηση για την ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ στις τάξεις, ώστε να μεταδώσουν αυτές τις ικανότητες στους μαθητές.

Η Εργαλειοθήκη - **πληροφοριακό υλικό** προορίζεται για χρήση από τους εκπαιδευτικούς ως πρακτικό εργαλείο που θα μεταφερθεί στην τάξη ως διδακτικό υλικό για την ανάπτυξη ικανοτήτων.

Είναι απαραίτητο να κατανοηθούν τι σημαίνουν έννοιες όπως Κλίμα, καιρός, να εφαρμόσουν τις αρχές της υγιεινής διατροφής μέσω πειραμάτων και παιχνιδιών STEM. Οι μαθητές θα μάθουν επίσης να διαβάζουν τις ετικέτες τροφίμων και να γνωρίζουν τις τοπικές κουζίνες ως πολιτιστική κληρονομιά. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν ικανότητες που είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση σύνθετων θεμάτων και πληροφοριών για τη λήψη υπεύθυνων αποφάσεων σχετικά με τη διατροφή.

Τα κύρια θέματα που καλύπτονται από την εργαλειοθήκη - **πληροφοριακό υλικό** είναι:

- κατανόηση των κύριων εννοιών που αφορούν τη διατροφή
- αντιμετώπιση των πληροφοριών στις ετικέτες και στις διαφημίσεις
- κατανόηση του ρόλου των συστατικών των τροφίμων

Τα οφέλη για τους μαθητές από τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες που περιγράφονται στην Εργαλειοθήκη - **πληροφοριακό υλικό** είναι η περαιτέρω ανάπτυξη της ευαισθητοποίησής τους σχετικά με τη σημασία της υγιεινής διατροφής. Οι μαθητές θα μάθουν πώς να εργάζονται με πληροφορίες σχετικά με τα τρόφιμα, να εξετάζουν διαφορετικές απόψεις και οπτικές γωνίες και να διερευνούν τις δικές τους αξίες και νόρμες. Όλες αυτές οι δεξιότητες θα βοηθήσουν τους μαθητές να μη χειραγωγούνται και να είναι σε θέση να λαμβάνουν ενημερωμένες και υπεύθυνες αποφάσεις σχετικά με τη διατροφή τους.



Οι δραστηριότητες που παρέχονται από την Εργαλειοθήκη - [πληροφοριακό υλικό](#) θα [εφαρμοστούν](#) και θα αξιολογηθούν με επιτυχία από εκπαιδευτικούς σε σχολεία κατά τη διάρκεια της ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΦΑΣΗΣ του έργου CLIMAX.

Η Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό περιέχει ένα σύνολο πληροφοριών σχετικά με τα τρόφιμα που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εξηγήσουν στην τάξη. Οι δραστηριότητες αντιστοιχούν στα θέματα της Μεθοδολογίας, ώστε οι εκπαιδευτικοί να μπορούν εύκολα να βρουν την κατάλληλη δραστηριότητα για το συγκεκριμένο αντικείμενο έρευνας που καλύπτεται.

Η εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό περιέχει επίσης υλικό εργασίας για τις δραστηριότητες που θα χρησιμοποιηθεί με τους μαθητές κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων. Τα υλικά αποτελούνται κυρίως από υποδείγματα που ο εκπαιδευτικός μπορεί να παραδώσει στους μαθητές για την καλύτερη δόμηση της δραστηριότητας.

Ο σχεδιασμός της Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό παρέχει διάφορες ευκαιρίες και προσεγγίσεις για το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Η Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό μπορεί να συνδεθεί καλά με οποιαδήποτε (σχολική/ταξική/ομαδική) δραστηριότητα μάθησης με βάση το σχέδιο, οποιουδήποτε αντικειμένου και πεδίου. Η Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό και οι δραστηριότητες που παρουσιάστηκαν μπορούν με αυτή την έννοια να χρησιμοποιηθούν ως βάση για το σχεδιασμό μιας τέτοιας δραστηριότητας μάθησης με βάση το έργο. Από την άλλη πλευρά, η Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως υποδηλώνει και το όνομά της, ως ξεχωριστά Εργαλεία που επιλέγονται ανάλογα με την περίπτωση για τη μαθησιακή δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της τάξης. Με αυτόν τον τρόπο ο εκπαιδευτικός μπορεί να υλοποιήσει μόνο την επιλεγμένη δραστηριότητα από το βιβλίο δραστηριοτήτων ή να χρησιμοποιήσει ένα ή περισσότερα επιλεγμένα πρότυπα από το υλικό εργασίας.

Δομή και θέματα που καλύπτονται από την Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό

Η Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό προτείνει γενικές πληροφορίες σχετικά με την υγιεινή διατροφή και πληροφορίες σχετικά με τη σημασία των ομάδων τροφίμων, που βρίσκονται και ποιος είναι ο ρόλος τους στην υγιεινή διατροφή.

Στο δεύτερο μέρος της εργαλειοθήκης - πληροφοριακού υλικού, υπάρχει ένας κατάλογος πειραμάτων και βλαστικών δραστηριοτήτων που έχουν σχεδιαστεί για να φέρουν τα θέματα που διερευνώνται στην τάξη.



Υπάρχει επίσης μια ενότητα που έχει σχεδιαστεί για να διδάξει πώς να διαβάζετε και να κατανοείτε τις ετικέτες τροφίμων.

Η τελευταία ενότητα διερευνά τις τοπικές δίαιτες και επιτρέπει στους μαθητές να αρχίσουν να θεωρούν τα τρόφιμα ως πολιτιστική κληρονομιά.

Πριν ξεκινήσετε

Πριν ξεκινήσετε ως εκπαιδευτικός να χρησιμοποιείτε την Εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό, πρέπει να τονίσουμε τις ακόλουθες ρυθμίσεις και προειδοποιήσεις:

1. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να έχει το ρόλο του οδηγού
 2. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να παρέχει καθοδήγηση και προβληματισμό στους μαθητές κατά τη διάρκεια της διερεύνησης του θέματος. Ο στόχος είναι να παρέχουμε στους μαθητές τα μέσα για να διερευνήσουν και να αξιολογήσουν το θέμα μόνοι τους και όχι λέγοντάς τους "πώς έχουν τα πράγματα".
 3. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι έτοιμοι να μάθουν οι ίδιοι.
 4. Αυτό που θα κάνουμε θα είναι πρόκληση για όλους τους συμμετέχοντες, χωρίς να αποκλείονται οι εκπαιδευτικοί. Να είστε έτοιμοι να εξερευνήσετε μαζί με τους μαθητές το θέμα που επιλέξατε και τον εαυτό σας επίσης.
 5. Το να παραμείνετε ανοιχτοί σε άλλες απόψεις, προσεγγίσεις και υποθέσεις θα είναι το κλειδί της επιτυχίας.
- Πρωτίστως υπάρχει η ανάγκη να κατανοήσετε (τους άλλους και τον εαυτό σας) και στη συνέχεια να αξιολογήσετε και να διατυπώσετε απόψεις και στόχους.
6. Δεν πρέπει να υπάρχουν προκαθορισμένοι κανόνες και αξίες (εκτός από το άνοιγμα και τον σεβασμό προς τους άλλους)

Καθώς τα θέματα που καλύπτονται στην εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό είναι αρκετά ευρύτατα, συνιστούμε να εξετάζετε σταδιακά τα θέματα. Τα θέματα είναι στην



ουσία αλληλένδετα, αλλά δεν υπάρχει πρόβλημα να επιλέξετε μόνο ένα από αυτά που σας ενδιαφέρουν και να εμβαθύνετε σε αυτό.

Αποποίηση ευθύνης

Πρέπει να επισημάνουμε ότι οι έννοιες που παρουσιάζονται σε αυτή την εργαλειοθήκη - πληροφοριακό υλικό δεν είναι δεδομένες και θα μπορούσαν να υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις σε αυτές. Ο στόχος της Εργαλειοθήκης - πληροφοριακού υλικού είναι να παρέχει αξιόπιστες και πρακτικές οδηγίες που θα ταιριάζουν σε σκοπούς για τους εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί καλούνται με αυτή την έννοια να εφαρμόσουν τις παρουσιαζόμενες προσεγγίσεις και έννοιες με ανοιχτό μυαλό.

Επίπεδο 1 – Φυσικές-γεωλογικές διεργασίες

1.1 Τι είναι το φυσικό περιβάλλον;

Όλα τα φυσικά έμβια και μη έμβια πράγματα στη Γη θεωρούνται μέρος του φυσικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, το δομημένο περιβάλλον, το οποίο περιλαμβάνει γεωγραφικές περιοχές που έχουν επηρεαστεί σημαντικά από τον άνθρωπο, διαφέρει από το φυσικό περιβάλλον, διότι το φυσικό περιβάλλον δεν είναι προϊόν ανθρώπινης δραστηριότητας. Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα οικοσυστήματα ως μια ολόκληρη οικολογική μονάδα, καθώς και τους παγκόσμιους φυσικούς πόρους, όπως ο αέρας και το νερό, στο φυσικό περιβάλλον. Η ατμόσφαιρα, η υδρόσφαιρα, η γεώσφαιρα και η βιόσφαιρα είναι τα τέσσερα κύρια συστήματα που συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον. Δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, είναι συχνά δύσκολο να προσδιοριστεί πού τελειώνει το ένα σύστημα και πού αρχίζει το άλλο.

#Ατμόσφαιρα: Είναι η αέρια μάζα που περιβάλλει τον πλανήτη.

#Υδρόσφαιρα: Είναι το συνολικό νερό του πλανήτη σε όλες τις μορφές του.

#Γεώσφαιρα: Αναφέρεται στη σφαίρα της Γης και κυρίως στο στερεό τμήμα της,



καθώς και στις διεργασίες που σχετίζονται με τον κύκλο των ορυκτών και των πετρωμάτων και τη δημιουργία εδαφών.

#Βιόσφαιρα: Στη βιόσφαιρα περιλαμβάνονται όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί του πλανήτη. Ένα οικοσύστημα αποτελείται από όλους τους μικρούς ή μεγάλους βιοτικούς (οργανισμούς) και αβιοτικούς (νερό, έδαφος και αέρα) παράγοντες που υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

1.2 Τι είναι το κλίμα;

Το κλίμα είναι ο μέσος όρος του καιρού για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ένα συγκεκριμένο μέρος. Η περιγραφή ενός κλίματος περιλαμβάνει λεπτομέρειες όπως η τυπική θερμοκρασία σε κάθε εποχή, η ποσότητα των βροχοπτώσεων και η ποσότητα της ηλιοφάνειας. Η μέση θερμοκρασία και η βροχόπτωση είναι ίσως οι πτυχές του κλίματος μιας περιοχής με τις οποίες οι άνθρωποι είναι περισσότερο εξοικειωμένοι. Ο άνεμος, η υγρασία, η νεφοκάλυψη, η ατμοσφαιρική πίεση και η ομίχλη είναι περαιτέρω χαρακτηριστικά του κλίματος. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό, 30 χρόνια είναι το παραδοσιακό χρονικό πλαίσιο για την περιγραφή ενός κλίματος.

- Ταξινόμηση του κλίματος (τροπικό, ξηρό, πολικό, ηπειρωτικό, ήπιο,): Ο Ρωσογερμανός επιστήμονας Wladimir Köppen, καθιέρωσε το 1900 το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα ταξινόμησης για τα κλίματα. Σύμφωνα με τον Köppen, ο τύπος βλάστησης μιας περιοχής επηρεάζεται έντονα από το κλίμα της. Αυτός και άλλοι επιστήμονες δημιούργησαν μια τεχνική για τον προσδιορισμό κλιματικών περιοχών εξετάζοντας δεδομένα σχετικά με τη χλωρίδα, τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις. Οι πέντε κλιματικές ομάδες που αναγνωρίζονται από το σύστημα ταξινόμησης Köppen είναι οι τροπικές, οι ξηρές, οι ήπιες, οι ηπειρωτικές και οι πολικές. Οι παραπάνω πέντε κλιματικές κατηγορίες διαχωρίζονται σε διάφορους τύπους κλιμάτων. Οι κλιματικές κατηγορίες και οι υποκατηγορίες τους παρατίθενται παρακάτω:

Τροπικό

- Υγρό (τροπικό δάσος)
- Μουσώνας
- Υγρό και ξηρό (σαβάνα)

Ξηρό

- Άγονη



- Ημίξηρος

Ήπια

- Μεσογειακή
- Υγρή υποτροπική
- Θαλάσσια

Ηπειρωτική

- Θερμό καλοκαίρι
- Δροσερός χειμώνας
- Υποαρκτικός (βόρειος)

Πολική

- Τούντρα
- Παγοκάλυμμα

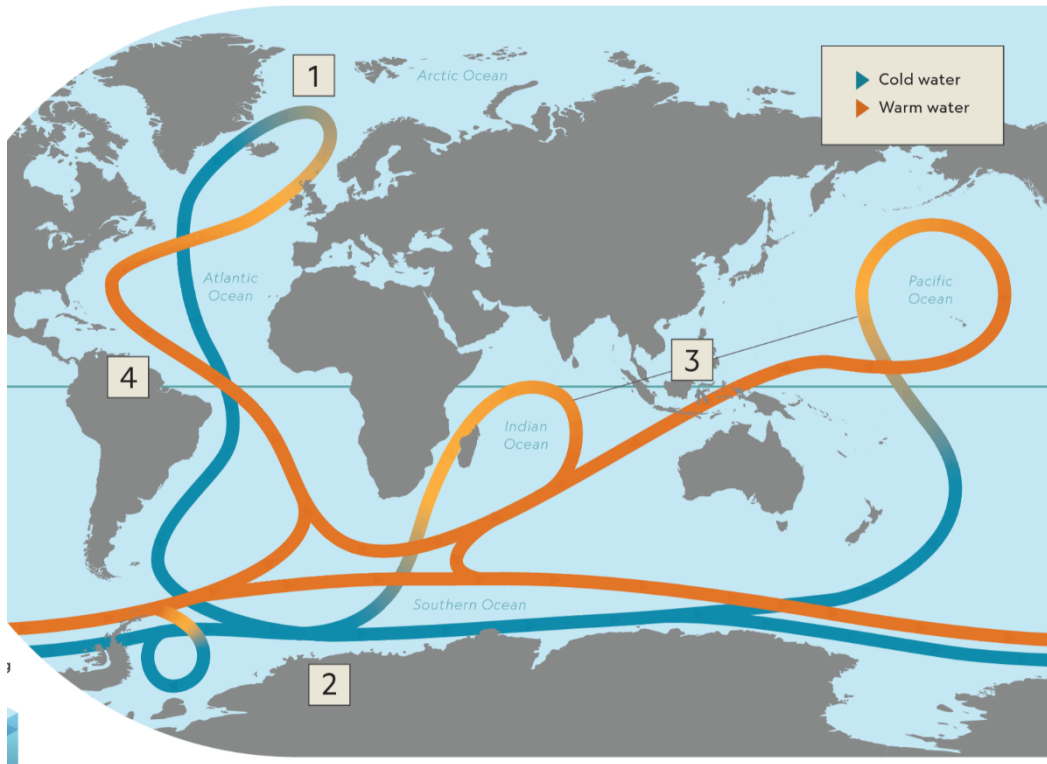


Figure 1.1 - Ocean conveyor belt - <https://www.nationalgeographic.org/media/global-conveyor-belt/>

- Διαφορά μεταξύ κλίματος και καιρού: Η διαφορά μεταξύ καιρού και κλίματος είναι η διάρκεια. Το κλίμα αναφέρεται στο πώς "συμπεριφέρεται" η ατμόσφαιρα για συγκριτικά μεγάλες χρονικές περιόδους, σε αντίθεση με τον καιρό, ο οποίος περιγράφει τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας για μικρότερο χρονικό διάστημα.
- Παγκόσμιος ωκεάνιος ιμάντας μεταφοράς: Το νερό μεταφέρεται σε όλο τον κόσμο από ένα δίκτυο ωκεάνιων ρευμάτων, γνωστό ως παγκόσμια μεταφορική ταινία. Τα βαθιά ρεύματα καθοδηγούνται από τις αλλαγές στις πυκνότητες του νερού σε μια διαδικασία γνωστή ως θερμοαλίνη κυκλοφορία, ενώ τα επιφανειακά ρεύματα καθοδηγούνται κυρίως από τον άνεμο. Η αλατότητα του νερού (haline) και η θερμοκρασία (thermo) επηρεάζουν την πυκνότητα. Η θερμότητα και τα θρεπτικά συστατικά μεταφέρονται σε όλη την υδρόγειο σε έναν αργό, 1000ετή κύκλο μέσω αυτού του μεταφορικού ιμάντα. Η Νορβηγική Θάλασσα λειτουργεί ως "αρχή" του ωκεάνιου μεταφορέα, θερμαίνοντας την ατμόσφαιρα στα ψυχρά βόρεια γεωγραφικά πλάτη με το θερμό νερό από το ρεύμα του Κόλπου. Το νερό γίνεται ψυχρότερο και πυκνότερο λόγω της απώλειας θερμότητας προς την ατμόσφαιρα, γεγονός που το κάνει να βυθίζεται στον πυθμένα του ωκεανού. Το ψυχρότερο νερό βυθίζεται και



κινείται νότια για να κάνει χώρο για το εισερχόμενο θερμό νερό, καθώς περισσότερο θερμό νερό μεταφέρεται βόρεια. Αυτό το ψυχρό νερό του πυθμένα ταξιδεύει μέχρι την Ανταρκτική νότια του ισημερινού. Μέσω της ανάμιξης και της ανύψωσης που προκαλείται από τον άνεμο, τα ψυχρά νερά του πυθμένα αναδύονται τελικά και συνεχίζουν τον ιμάντα μεταφοράς που κάνει τον γύρο του πλανήτη.

1.3 Η κλιματική αλλαγή ως φυσική διαδικασία

Το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη δεν είναι πρόσφατο. Υπήρξαν περίοδοι ψύξης και θέρμανσης κατά τη διάρκεια της ιστορίας της ύπαρξης της Γης. Πρόκειται για τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους. Σήμερα βιώνουμε μια μεσοπαγετώδη περίοδο, όπου η θερμοκρασία θα ανέβαινε ούτως ή άλλως (ανεξάρτητα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες), οι πάγοι θα έλιωναν και η στάθμη της θάλασσας θα ανέβαινε.

- Μεσοπαγετώδεις περίοδοι: Η θερμότερη περίοδος μεταξύ των παγετώνων, κατά την οποία οι παγετώνες υποχωρούν και η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει, είναι γνωστή ως μεσοπαγετώδης εποχή. Τα τελευταία 450.000 χρόνια οι μεσοπαγετώδεις περίοδοι διαρκούν περίπου 10.000 χρόνια.

- Παγετώδεις περίοδοι: Όταν οι θερμοκρασίες σε παγκόσμια κλίμακα πέφτουν αρκετά δραστικά ώστε οι παγετώνες να προωθηθούν και να καλύψουν περισσότερο από το ένα τρίτο της γήινης επιφάνειας τόσο πλευρικά όσο και κατά μήκος, αυτό είναι γνωστό ως εποχή των παγετώνων ή παγετώδης περίοδος. Τα τελευταία 450.000 χρόνια, οι παγετώδεις περίοδοι διήρκεσαν από 70.000 έως 90.000 χρόνια.

- Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας: Δεδομένου ότι όλοι οι ωκεανοί συνδέονται μεταξύ τους, οποιαδήποτε μεταβολή της στάθμης της θάλασσας γίνεται αισθητή σε παγκόσμια κλίμακα. Ενώ αυτό ισχύει κατά κανόνα, υπάρχουν ορισμένοι πολύπλοκοι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά και τις διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας. Η επιφάνεια της θάλασσας απλώνεται σε μια πολύπλοκη διάταξη ανυψώσεων, όπως για παράδειγμα πάνω από τον Ατλαντικό Ωκεανό, και βυθίσεων, όπως πάνω από τον ισημερινό του Ινδικού Ωκεανού, των οποίων η μέγιστη υψομετρική διαφορά είναι περίπου 200 μέτρα. Η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από την αύξηση ή τη μείωση της ποσότητας του νερού στους ωκεανούς. Όταν η μεταβολή της στάθμης οφείλεται στη μεταβολή του όγκου του νερού στη λεκάνη του ωκεανού, το φαινόμενο ονομάζεται "ευστατισμός".



1.4 Τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου (ως φυσική διαδικασία);

Η ατμόσφαιρα επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να διεισδύσει στην επιφάνεια της Γης. Η επιφάνεια της Γης απορροφά μέρος αυτής της ακτινοβολίας, ενώ η υπόλοιπη ανακλάται στο διάστημα. Ένα στρώμα ατμοσφαιρικών αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί, συλλαμβάνει ένα μικρό μέρος της ακτινοβολίας που ανακλάται πίσω στο διάστημα. Ως αποτέλεσμα, η θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια της Γης, αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου, επειδή λειτουργεί παρόμοια με ένα θερμοκήπιο. Εξαιτίας αυτού, η επιφάνεια της Γης έχει μια μέση θερμοκρασία 15°C, η οποία επιτρέπει την ανάπτυξη της ζωής.

- **Ηλιακή ακτινοβολία:** Η ηλιακή ακτινοβολία είναι ένας γενικός όρος για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπει ο ήλιος. Μερικές φορές αναφέρεται επίσης ως ηλιακός πόρος ή απλώς ως ηλιοφάνεια. Μια ποικιλία συσκευών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και τη μετατροπή της σε χρήσιμες μορφές ενέργειας, όπως η θερμότητα και η ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, η τεχνολογική βιωσιμότητα και η οικονομική αποδοτικότητα αυτών των συστημάτων σε μια συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται από τον διαθέσιμο ηλιακό πόρο.
- **Στρώμα όζοντος:** Το όζον είναι μια ουσία που εμφανίζεται φυσικά στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και έχει σημαντικό αντίκτυπο επειδή δημιουργεί ένα "προστατευτικό" στρώμα που απορροφά σημαντική ποσότητα υπεριωδών ακτίνων.
- **Αέρια θερμοκηπίου:** Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αέρια στην ατμόσφαιρα της Γης που παγιδεύουν τη θερμότητα.

Ανθρωπογενείς διεργασίες

1.5 Η κλιματική αλλαγή ως ανθρωπογενής διαδικασία

- **Παγκόσμια υπερθέρμανση:** Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης που παρατηρείται από την προβιομηχανική εποχή (μεταξύ 1850 και 1900) και αποδίδεται στην ανθρωπίνη δραστηριότητα, ιδίως στην καύση ορυκτών καυσίμων, η οποία αυξάνει τα επίπεδα των θερμοπαγωγών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι ανθρωπίνες δραστηριότητες πιστεύεται ότι συνέβαλαν στην αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας της Γης κατά περίπου 1 βαθμό Κελσίου (1,8 βαθμούς Φαρενάιτ) από την προβιομηχανική εποχή. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας συμβαίνει σήμερα με ρυθμό άνω των 0,2 βαθμών Κελσίου (0,36 βαθμών Φαρενάιτ) ανά δεκαετία. Χωρίς αμφιβολία, η ανθρωπίνη δραστηριότητα από τη δεκαετία του 1950 έχει συμβάλει



στην τρέχουσα τάση αύξησης της θερμοκρασίας, η οποία επιταχύνεται με πρωτοφανή ρυθμό εδώ και χιλιετίες.

- Αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου (χλωροφθοράνθρακες): Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου που προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Δεν είναι τα ίδια τα αέρια του θερμοκηπίου που είναι κακά, **καθότι** χωρίς αυτά η Γη θα ήταν πολύ κρύα για να υπάρξει ζωή, αλλά οι άνθρωποι **οι οποίοι** προσθέτουν πάρα πολλά αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα με την καύση ορυκτών καυσίμων και τον γενικότερο υπερκαταναλωτικό τρόπο ζωής μας. Ακόμη και μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσε να έχει καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη μας.

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι κυρίως:

- Υδρατμοί

- διοξείδιο του άνθρακα

- Μεθάνιο

- Όζον

- Οξείδιο του αζώτου

- Χλωροφθοράνθρακες

- αποδυνάμωση του στρώματος του όζοντος: Όταν το όζον (O₃) υπάρχει στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, θεωρείται ρύπος. Το όζον υπάρχει φυσικά και διαδραματίζει σημαντική λειτουργία στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου δημιουργεί ένα "προστατευτικό" στρώμα που απορροφά σημαντική ποσότητα υπεριώδους ακτινοβολίας. Ωστόσο, το αέριο αυτό εξαλείφεται όταν οι χλωροφθοράνθρακες απορρίπτονται στην ατμόσφαιρα. Αυτό προκαλεί την υποβάθμιση του στρώματος του όζοντος, επιτρέποντας στο επιβλαβές υπεριώδες φως να εισέλθει στην ατμόσφαιρα και να βλάψει τους ζωντανούς οργανισμούς (προκαλώντας καρκίνο του δέρματος κ.λπ.).



- φαινόμενο του θερμοκηπίου και κλιματική αλλαγή: Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί υψηλότερη από την κανονική φυσιολογική θερμοκρασία της Γης ως αποτέλεσμα της αυξημένης διατήρησης της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, η οποία προκαλείται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανικές εκπομπές, μεταφορές με οχήματα κ.λπ.) που απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί το λιώσιμο των πάγων στους πόλους, με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την εξασφάλιση εδαφών και την αλλαγή του κλίματος του πλανήτη.

Κλιματική αλλαγή και ρύπανση

1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Το στρώμα που διατηρεί τη ζωή στη Γη ζωντανή είναι η ατμόσφαιρα. Μόνο αν οι άνθρωποι και οι δραστηριότητές τους δεν υπήρχαν στη γη, η ατμόσφαιρα θα ήταν απαλλαγμένη από ρύπους. Τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι ο κύριος παράγοντας που συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις. Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, το οποίο έχει επιδεινωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλείται κυρίως από τη χρήση συμβατικών ορυκτών καυσίμων.

- Χημική σύνθεση του αέρα: Το αέριο άζωτο είναι το κύριο συστατικό του αέρα. Περίπου το 99% των στοιχείων που συνθέτουν τον αέρα είναι το άζωτο, το οξυγόνο, οι υδρατμοί, το αργό και το διοξείδιο του άνθρακα. Το νέον, το μεθάνιο, το ήλιο, το κρυπτόν, το υδρογόνο, το ξένο, το όζον και αρκετές ακόμη ουσίες αποτελούν παραδείγματα ιχνοαερίων. Από τη μια τοποθεσία στην άλλη, και μάλιστα ανάλογα με το αν είναι μέρα ή νύχτα, η σύνθεση του αέρα ποικίλλει.

- Φωτοχημικό νέφος: Συχνά υπάρχει μικρότερη ορατότητα στις μεγάλες πόλεις. Η κατάσταση αυτή προκαλείται από τη συσσώρευση αέριων ρύπων, κυρίως από τις μηχανές καύσης των αυτοκινήτων και των βιομηχανιών. Πολυάριθμα οξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα και όζον εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία, γνωστή ως φωτοχημικό νέφος. Οι άνθρωποι που ζουν σε μεγάλες πόλεις και αναπνέουν τακτικά αυτές τις τοξίνες αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα υγείας ως αποτέλεσμα.

- Όξινη βροχή: Το σημαντικότερο φαινόμενο όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει τα είδη των φυτών και, τελικά, τον άνθρωπο θεωρείται η όξινη βροχή. Οι αιτίες της όξινης βροχής είναι το θείο και το διοξείδιο του αζώτου.



- Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι στην ανθρώπινη υγεία: Τα κύρια καθήκοντα του αναπνευστικού συστήματος περιλαμβάνουν την τροφοδοσία του αίματος με οξυγόνο και την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα από το σώμα. Το αναπνευστικό σύστημα είναι η κύρια οδός για να φτάσουν οι ατμοσφαιρικοί ρύποι στο ανθρώπινο σώμα. Η περιοχή της αναπνοής στην οποία θα "εκτεθούν" οι εισπνεόμενοι ρύποι θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στις συνέπειες για την υγεία. Τα σωματίδια μετακινούνται σε διάφορες περιοχές του αναπνευστικού συστήματος ανάλογα με το μέγεθός τους, ενώ οι αέριοι ρύποι μετακινούνται ελεύθερα στους πνεύμονες και στη συνέχεια στο αίμα.

Πείραμα 1: Όξινες βροχές

Πειραματική διαδικασία παρατήρησης των επιπτώσεων της όξινης βροχής στη χλωρίδα, την πανίδα και την κοινωνία.

Υλικά:

Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε πειραματικά, σε σύντομο χρονικό διάστημα, τις επιπτώσεις της όξινης βροχής, χρησιμοποιούμε ξύδι, το οποίο μας επιτρέπει να παρατηρήσουμε τις επιπτώσεις της όξινης βροχής σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από αυτό που θα χρειαζόταν για να εμφανιστούν οι βλάβες στη φύση.

Απαιτούμενα υλικά:

- Ξύδι
- Δύο σύριγγες των 60 ή 20 ml από το φαρμακείο
- Μερικά γυάλινα δοχεία
- Μετρητής pH ή μετρικοί δείκτες pH (χαρτιά)
- Στυλό ανεξίτηλου μαρκαδόρου
- Δύο φυτά (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε μικρά φυτά από θερμοκοιτίδα είτε να βάλετε λίγες ημέρες πριν, μερικά φασόλια ή φακές σε ένα δοχείο με νερό και βαμβάκι. Όταν μεγαλώσουν λίγο, θα μεταφυτευτούν σε άλλα μικρά δοχεία ξεχωριστά το ένα από το άλλο, για γλάστρες μπορείτε να χρησιμοποιήσετε πλαστικά ποτήρια).
- Δύο αυγά
- Δύο κομμάτια μάρμαρο
- Ένα κομμάτι δέρμα (μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα δέρμα με το οποίο καθαρίζουμε τα ποτήρια)
- Ένα κομμάτι ύφασμα (μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μια παλιά βαμβακερή μπλούζα)



- Μια κιμωλία
- Αυτοκόλλητη ταινία

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

α) Βυθίστε το πεχαμετρικό δείκτη στο νερό και έναν στο ξύδι.

β) Τι παρατηρείτε;

γ) Γεμίστε τις σύριγγες μία με ξύδι και μία με νερό από τη βρύση και, στη συνέχεια, γράψτε σε αυτές το περιεχόμενό τους για να τις διακρίνετε.

δ) Τοποθετείστε τα φυτά το ένα δίπλα στο άλλο. Καθημερινά να τα ραντίζετε το ένα με το ξύδι και το άλλο με το νερό.



Εικόνα 1.2 - Ψεκασμός φυτών με ξύδι.

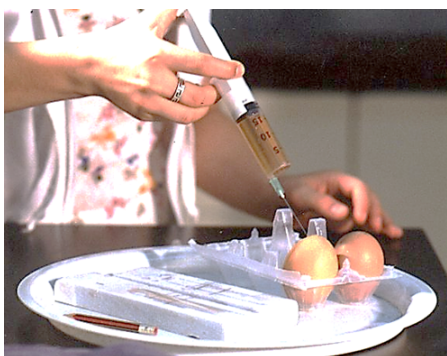
ε) Μετά από μια εβδομάδα κόψτε τα φυτά και με πεχαμετρικούς δείκτες παρατηρήστε την τιμή του pH που παρουσιάζουν οι χυμοί τους.

στ) Με το ξύδι και το νερό ραντίστε τα αυγά, τα μάρμαρα την μπλούζα, και το δέρμα



Σχήμα 1.3 - Δείγματα σήμανσης.

η) Δεν πρέπει να ξεχάσετε να σημειώνετε σε κάθε δείγμα κάποια ένδειξη ώστε να ξέρετε που θα ρίξετε το ξύδι και που το νερό.



Εικόνα 1.4 - Ψεκασμός αυγών.

ι) Ραντίζετε καθημερινά για μια εβδομάδα.

ιβ) Παρατηρείστε τις μεταβολές στο κέλυφος των αυγών, το μάρμαρο, την μπλούζα και το δέρμα και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.



Εικόνα 1.4 - Αλλαγές στο κέλυφος των αυγών.

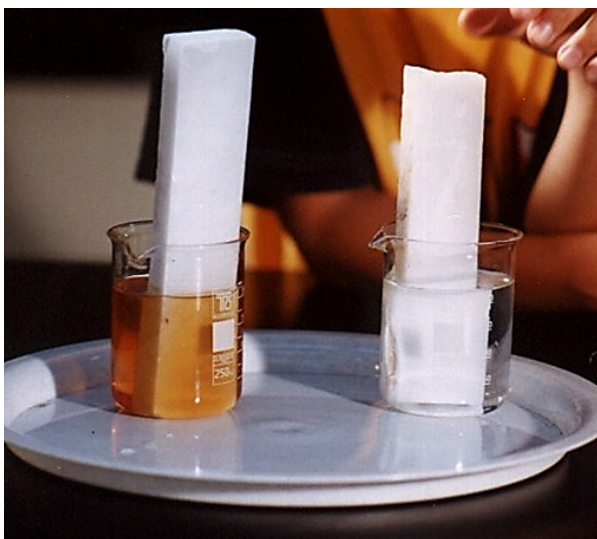


Σχήμα 1.5 - Αποτελέσματα.

μ) Αν θέλετε να παρατηρήσετε πιο γρήγορα αποτελέσματα μπορείτε να γεμίσετε ένα μικρό γυάλινο δοχείο με ξύδι και ένα άλλο με νερό, σε καθένα από αυτά βυθίστε ένα βρασμένο αυγό ή ένα μαρμαράκι ή μια κιμωλία αφού πρώτα τυλίξετε το ένα άκρο της με σελοτέιπ και τα αφήσετε μία μέρα.

Αν θέλετε μπορείτε να δοκιμάσετε να βάλετε ένα ακόμα βρασμένο αυγό σε ξύδι που το έχετε καλύψει με οδοντόκρεμα.

ε) Όταν τα βγάλετε παρατηρείστε τις αλλοιώσεις σε αυτά που έχουν βυθιστεί στο ξύδι σε σχέση με αυτά που είναι βυθισμένα στο νερό.



Εικόνα 1.6 - Έλεγχος των βλαβών.

σ) Μπορείτε να εξηγήσετε τη διαφοροποίηση στο κομμάτι της κιμωλία που είναι καλυμμένη με το σελοτέιπ και στο κομμάτι που είναι ελεύθερο και στο αυγό που είναι καλυμμένο με οδοντόκρεμα.

1.7 Ρύπανση των υδάτων

Όταν επικίνδυνες ουσίες -συχνά χημικές ουσίες ή μικροοργανισμοί- μολύνουν ένα ρέμα, ποτάμι, λίμνη, ωκεανό, υδροφόρο ορίζοντα ή άλλο υδάτινο σώμα, η ποιότητά τους υποβαθμίζεται και γίνονται τοξικά τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Αυτό είναι γνωστό ως ρύπανση των υδάτων.

- **Γεωργικά απόβλητα:** Τα νερά απορροής από καλλιεργούμενες περιοχές, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν φυτοφάρμακα ή/και λιπάσματα, αναφέρονται ως γεωργικά απόβλητα. Τα γεωργικά απόβλητα είναι άφθονα σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, στοιχεία που προκαλούν ευτροφισμό επειδή συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυκών.
- **Αστικά λύματα:** Τα αστικά λύματα είναι το μολυσμένο νερό που βρίσκεται στις πόλεις, το οποίο προέρχεται από τα σπίτια και διάφορες άλλες δραστηριότητες και μεταφέρεται στις περιοχές επιφανειακού ή υπόγειου επιπέδου από τους υπονόμους και το σύστημα αποχέτευσης. Συνήθως περιέχουν μικροοργανισμούς, ορισμένοι από τους οποίους μπορεί να είναι επιβλαβείς, και υψηλό οργανικό φορτίο.
- **Ευτροφισμός:** Η διαδικασία του ευτροφισμού περιλαμβάνει τον σταδιακό εμπλουτισμό ενός υδάτινου σώματος, ή τμημάτων του, με ανόργανα άλατα και θρεπτικά συστατικά, ιδίως άζωτο και φώσφορο. Η περίσσεια φυκών και φυτών είναι



το πρώτο σημάδι ευτροφισμού, το οποίο στη συνέχεια πυροδοτεί μια σειρά γεγονότων στο οικοσύστημα. Όταν η περίσσεια φυκών και φυτικής ύλης τελικά αποσυντίθεται, απελευθερώνεται πολύ διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την οξίνιση των ωκεανών, μια διαδικασία κατά την οποία το pH του θαλασσινού νερού μειώνεται.

- Η ρύπανση των υδάτων στην ανθρώπινη υγεία: Δεδομένου ότι κάθε ρύπος που εισέρχεται στο υδάτινο οικοσύστημα καταλήγει στα τροφικά τους δίκτυα, οι επιπτώσεις της ρύπανσης των υδάτων εμφανίζονται συνήθως μετά τη στιγμή της ρύπανσης. Οι ρύποι εισέρχονται και συσσωρεύονται στα τροφικά συστήματα και προκαλούν φαινόμενα βιοσυσσώρευσης. Ως αποτέλεσμα, οι ρύποι μεταφέρονται προς τα πάνω στην τροφική αλυσίδα, φτάνοντας τελικά στον άνθρωπο, όπου έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, όπως μειωμένη μεταφορά οξυγόνου, πονοκέφαλοι, ίλιγγος, επιδείνωση καρδιαγγειακών παθήσεων, επιπτώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα, νεφροπάθειες κ.λπ.

1.8 Ρύπανση του εδάφους

Τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα, τα στερεά απόβλητα, τα βιομηχανικά απόβλητα, τα ραδιενεργά απόβλητα και η όξινη βροχή είναι οι κύριες πηγές ρύπανσης του εδάφους.

- Λιπάσματα και φυτοφάρμακα: Προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγικότητα της καλλιεργήσιμης γης, η χρήση φυτοφαρμάκων -συμπεριλαμβανομένης της χρήσης εντομοκτόνων, αντιβιοτικών και ορμονών ανάπτυξης φυτών- έχει επεκταθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Λόγω του γεγονότος ότι η πλειονότητα αυτών των ουσιών είναι δηλητηριώδεις και έχουν υψηλό βαθμό βιοσυσσώρευσης στον οργανισμό, η διευρυνόμενη χρήση τους έχει προκαλέσει τις αρνητικές επιπτώσεις της κατάχρησης πιο εμφανείς. Μετά τη χρήση τους, τα φυτοφάρμακα περνούν από διάφορες διεργασίες, όπως υδρόλυση, οξείδωση, αποικοδόμηση, μεταφορά και εξάτμιση, οι οποίες μολύνουν το νερό και το έδαφος και αποκαλύπτουν επιβλαβείς συγκεντρώσεις στα τρόφιμα (και στον ανθρώπινο οργανισμό). Οδηγούν σε μακροχρόνιες δηλητηριάσεις, σοβαρές ασθένειες του νευρικού συστήματος και ορισμένα από αυτά έχουν καρκινογόνες επιδράσεις.

- Στερεά απόβλητα, τόσο οικιακά όσο και βιομηχανικά: Τα οικιακά και βιομηχανικά στερεά απόβλητα περιέχουν επικίνδυνες χημικές ουσίες που μολύνουν το έδαφος και με τη διάλυση και τη μεταφορά αυτών των ουσιών, οι ρύποι εξαπλώνονται σε μεγάλες εκτάσεις. Τα στερεά απόβλητα που περιέχουν βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος (Pb), ο υδράργυρος (Hg), το κάδμιο (Cd), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το νικέλιο (Ni), το αρσενικό (As) κ.λπ. είναι εξαιρετικά επιβλαβή. Μικρές



ποσότητες των χημικών στοιχείων που βρίσκονται στα στερεά απόβλητα από σπίτια και επιχειρήσεις μπορούν να βρεθούν στο έδαφος. Ωστόσο, η βιοσυσσώρευσή τους και η εισαγωγή τους στην τροφική αλυσίδα τα καθιστούν πιο τοξικά.

- Οξίνιση του εδάφους: Η φυσική, σταδιακή διαδικασία της οξίνισης του εδάφους αποτελεί μέρος της συνήθους διάβρωσης. Ο ρυθμός οξίνισης του εδάφους επιταχύνεται από πολυάριθμες γεωργικές πρακτικές. Σε πολλά μέρη του κόσμου έχουν παρατηρηθεί προβλήματα οξίνισης των φυσικών υδάτων, για παράδειγμα των λιμνών που έχουν ως αποτέλεσμα την όξινη βροχή, με σημαντικές επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς.

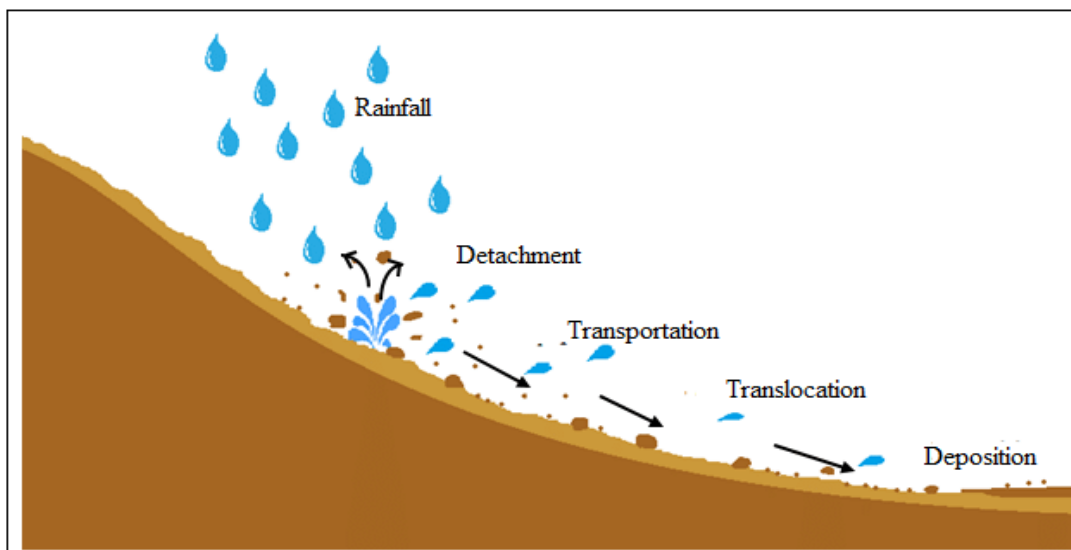
- Η ρύπανση του εδάφους στην ανθρώπινη υγεία: Δεδομένου ότι κάθε υλικό που εισέρχεται στο έδαφος καταλήγει στα τροφικά δίκτυα των οικοσυστημάτων, οι επιπτώσεις της ρύπανσης του εδάφους εμφανίζονται συνήθως χρόνια ή και δεκαετίες μετά την ίδια τη ρύπανση. Οι ρύποι προκαλούν βιολογική συσσώρευση τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω στην τροφική αλυσίδα.

Πείραμα 2: Διάβρωση απορροής, μεταφορά εδάφους/ιζημάτων

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη διάβρωση που προκαλείται από την επιφανειακή απορροή. Τέσσερα βασικά στοιχεία επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες που καθορίζουν το είδος και τον ρυθμό της διάβρωσης που εμφανίζεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή:

- το κλίμα
- τοπογραφία
- έδαφος
- χρήση γης

Για την πλειονότητα της επιφάνειας της Γης, η διάβρωση από το νερό είναι η κύρια γεωμορφολογική διαδικασία. Οι διεργασίες διάσπασης, μετατόπισης, μεταφοράς και απόθεσης εδαφικών σωματιδίων αποτελούν μέρος της διάβρωσης και της καθίζησης του νερού (Εικ. 1.7).



Σχήμα 1.7 -1 Μηχανισμός της διάβρωσης από το νερό (Zafirah et al., 2017)

Οι κύριες δυνάμεις που χαρακτηρίζουν αυτές τις διεργασίες είναι η επιφανειακή απορροή και οι διατμητικές τάσεις που προκαλούνται από την επίδραση των ατμοσφαιρικών σταγόνων κατακρημνισμάτων.

Αυτές οι δυνάμεις προκαλούν διάβρωση από το νερό, η οποία συσχετίζεται με την αντίσταση του εδάφους στις διαδικασίες αποκόλλησης. Όταν αρχίζει η διάβρωση από το νερό, τα σωματίδια του εδάφους συμπεριφέρονται σαν ιζήματα. Η ποσότητα του διαβρωμένου υλικού που διασκορπίζεται σε μια ορισμένη περιοχή είναι γνωστή ως απόθεση ιζήματος και μπορεί να προέρχεται από μια υδρογραφική λεκάνη ή από τα διαβρωμένα τμήματα μιας πλαγιάς (απώλεια εδάφους) (παραγωγή ιζήματος). Η

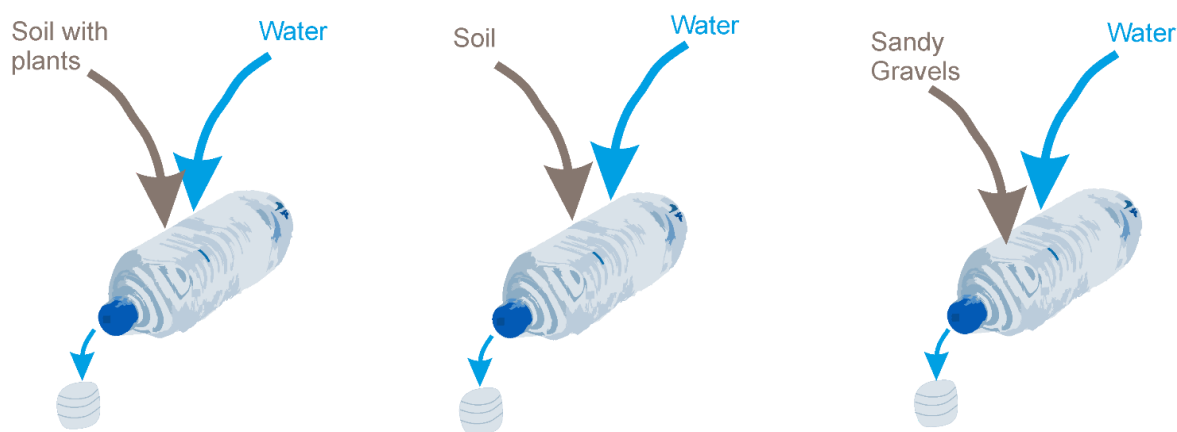
ικανότητα μετακίνησης ιζήματος μέσω της επιφανειακής απορροής επηρεάζεται από την ικανότητα του εδάφους να αντέχει σε διατμητικές πιέσεις, καθώς και από το μέγεθος και την πυκνότητα των σωματιδίων που το αποτελούν. Εάν υπάρχει διαθέσιμη περισσότερη μεταφερόμενη ιλύς από ό,τι υπάρχει χώρος για τη μετακίνησή της, επέρχεται απόθεση, η οποία προκαλεί τη συσσώρευση ιζήματος στην επιφάνεια του εδάφους. Ως αποτέλεσμα, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες ελέγχουν τους ρυθμούς δημιουργίας, διάβρωσης και απόθεσης ιζήματος.

Οι δυνάμεις που δρουν στο έδαφος και έχουν ως αποτέλεσμα τη διάβρωση από το νερό ελέγχονται από τη διαβρωτική επίδραση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, η οποία εξαρτάται από το κλίμα. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους επηρεάζουν την ευαισθησία του στη διάβρωση. Ο βαθμός στον οποίο το έδαφος είναι ευάλωτο στη διάβρωση εξαρτάται από το σχήμα, τη βλάστηση, την ανάπτυξη της επιφάνειας του εδάφους, την παρουσία βιογενών συστατικών και τις χρήσεις του εδάφους.

Επιφανειακό νερό - το νερό που υπάρχει στην επιφάνεια του εδάφους, συμπεριλαμβανομένων των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών.

Υπόγεια ύδατα - συσσωρευμένο υπόγειο νερό που έχει διαπεράσει τη γη.

Ποιοι είναι ορισμένοι τρόποι για να μειώσουμε την απορροή και τη διάβρωση στη λεκάνη απορροής μας; Σε αυτό το πείραμα, θα διερευνήσουμε την απορροή και τη διάβρωση σε διαφορετικά εδαφικά συστήματα.



Εικόνα 1.8 – Εκτέλεση του πειράματος με τα μπουκάλια

Υλικά:

- Χώμα
- Μπουκάλια
- Σπόροι για φύτευση
- Νερό



- ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΑ: ζυγαριά

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

α) Κόψτε μεγάλα μπουκάλια νερού στη μέση και γεμίστε τα με χώμα ανάλογα με τις συνθήκες του πειράματος.

β) Επίσης, κόψτε τα μπουκάλια από τα μπουκάλια για να τα χρησιμοποιήσετε ως καλάθι. Δέστε το καλάθι στο στόμιο του μπουκαλιού.

γ) Φυτέψτε μερικούς σπόρους στα μπουκάλια ανάλογα με τις συνθήκες του πειράματος.

δ) Μετά τη ρύθμιση των πειραμάτων, ρίξτε νερό κανονικού όγκου στο ανοιχτό μέρος των μπουκαλιών.

ε) Οι μαθητές θα πρέπει να παρατηρήσουν τα διάφορα εδάφη/ιζήματα που διαβρώθηκαν και ξεπλύθηκαν από το μπουκάλι και αποθηκεύτηκαν στο καλάθι.

στ) ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΑ, οι μαθητές μπορούν να φιλτράρουν το νερό και τα χώματα που αποθηκεύτηκαν στο καλάθι και να μετρήσουν το βάρος τους χρησιμοποιώντας μια ζυγαριά.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

- Οι μαθητές θα κατανοήσουν πώς η βλάστηση προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση της απορροής.
- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τη διαφορά μεταξύ των διαφόρων τύπων εδαφών και την ικανότητά τους να διαβρώνονται
- Οι μαθητές θα κατανοήσουν ότι η ένταση του νερού παίζει καθοριστικό ρόλο στη διάβρωση των εδαφών



ΕΠΙΠΕΔΟ 2 - Ακτινοβολία ηλιακής ενέργειας σε περιβαλλοντικούς τομείς

Γνώσεις σε εξέλιξη:

#Ατμόσφαιρα,

#Υδρόσφαιρα,

#Γεώσφαιρα,

#Βιόσφαιρα.

Ποια είναι η ατμόσφαιρα;

2.1. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας

Ένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του πλανήτη μας είναι η παρουσία μιας πλούσιας και πυκνής ατμόσφαιρας, η οποία αποτελείται από αέρια και σκόνη (δηλαδή όχι μόνο από στοιχεία σε αέρια κατάσταση) που συγκρατούνται από τη βαρυτική έλξη της Γης.

Τα αέρια που συνθέτουν την ατμόσφαιρα του πλανήτη μας είναι:

- Άζωτο (N_2) - 78%,
- οξυγόνο (O_2) - 21%,
- ευγενή αέρια που περιλαμβάνουν κυρίως αργό (Ar) για περίπου 0,95%,
- διοξείδιο του άνθρακα (που ονομάζεται επίσης διοξείδιο του άνθρακα CO_2) για 0,04%,
- τα υπόλοιπα αέρια είναι παρόντα σε ακόμη μικρότερα ποσοστά και περιλαμβάνουν για παράδειγμα υδρατμούς (H_2O), μεθάνιο (CH_4) και όζον (O_3).



Ο αέρας (έτσι ορίζεται το μείγμα των αερίων που αναφέρθηκε παραπάνω) περιέχει πολύ μικρά στερεά σωματίδια (που συνήθως ονομάζονται σκόνη ή αιθάλη) ή υγρά σωματίδια (που ονομάζονται αερολύματα), τα οποία παραμένουν αιωρούμενα λόγω του μικροσκοπικού τους μεγέθους και συνεπώς του εξίσου μικροσκοπικού τους βάρους.

Η σημερινή σύνθεση της ατμόσφαιρας είναι το αποτέλεσμα των συνεχών ανταλλαγών αερίων που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των σφαιρών της Γης, δηλαδή των διαμερισμάτων (ή κλειστών κουτιών) που αναγνωρίζουμε ως παρόντα στον πλανήτη μας.

Προσοχή, όμως, η υποδιαίρεση σε σφαίρες είναι μια ανθρώπινη νοητική διαδικασία που χρησιμοποιείται μόνο για να δώσει τάξη στο πολύπλοκο φυσικό περιβάλλον που παρατηρούμε, το οποίο δεν υποδιαιρείται σε σφαίρες, αφού κάθε φυσικό φαινόμενο έχει αποτελέσματα και αιτίες που προέρχονται από περισσότερες από μία από αυτές τις σφαίρες, οι οποίες αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

Οι σφαίρες είναι :

- Ατμόσφαιρα - σφαίρα αερίων,
- Υδρόσφαιρα - σφαίρα του νερού σε υγρή κατάσταση,
- Κρυόσφαιρα - σφαίρα νερού σε στερεή κατάσταση,
- Γεωσφαίρα - σφαίρα της γης,
- Βιόσφαιρα - σφαίρα των έμβιων όντων.

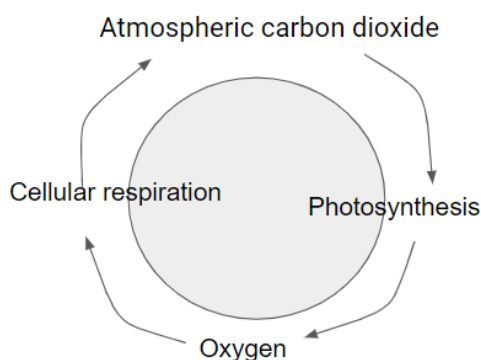
Θεμελιώδη ρόλο διαδραματίζει η βιόσφαιρα, δηλαδή η σφαίρα της ζωής, η οποία, λόγω του μεταβολισμού των έμβιων όντων, σε όποιο βασίλειο και αν ανήκουν, μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα του οξυγόνου, του διοξειδίου του άνθρακα και του αζώτου στην ατμόσφαιρα.

Η υψηλή ποσότητα οξυγόνου στην ατμόσφαιρα προέρχεται από μια χημική διαδικασία που μόνο οι ζωντανοί οργανισμοί, κυρίως τα φυτά και τα φύκια, είναι σε θέση να εκτελέσουν, η οποία ονομάζεται φωτοσύνθεση.

Χάρη στο φως του ήλιου, οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα και νερό μέσω μιας χημικής διαδικασίας για να παράγουν ενέργεια για τον εαυτό τους με τη μορφή γλυκόζης, ενός σακχάρου που κανονικά παρέχει στα έμβια όντα τη βάση για την παραγωγή της ενεργειακής διαδικασίας.

Επιπλέον, με τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε γλυκόζη, η διαδικασία της φωτοσύνθεσης επιτρέπει επίσης να παραμείνει σταθερή η ποσότητα του CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Η γλυκόζη αποτελεί έτσι τη βάση για τη χημική διεργασία που ονομάζεται κυτταρική αναπνοή, μια διεργασία που πραγματοποιούν τα έμβια όντα και η οποία, σε αντίθεση με τη φωτοσύνθεση, επιστρέφει το διοξείδιο του άνθρακα, που παράγεται ως άχρηστη ουσία, στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 2.1 - Απλοποιημένο διάγραμμα του κύκλου παραγωγής ενέργειας σε έναν φωτοσυνθετικό οργανισμό.

Το άζωτο, ένα άλλο θεμελιώδες αέριο της ατμόσφαιρας, ανταλλάσσεται συνεχώς μεταξύ της ατμόσφαιρας και της βιόσφαιρας, αν και η διαδικασία αυτή δεν προκύπτει από τη φωτοσύνθεση αλλά από τις χημικές διεργασίες που μπορούν να εκτελέσουν ορισμένοι μικροοργανισμοί.

2.2. Η αρχική ατμόσφαιρα

Όταν η Γη βρισκόταν στο αρχικό στάδιο της συσσωμάτωσής της, πριν από περίπου πέντε δισεκατομμύρια χρόνια, η ατμόσφαιρά της σχηματίστηκε κυρίως από ελαφρύτερα αέρια από αυτά που υπάρχουν σήμερα, κυρίως υδρογόνο (H₂) και ήλιο (He), και από λεπτότερη σκόνη από αυτή που υπάρχει σήμερα.

Μόλις πριν από περίπου τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια, όταν η Γη ήταν θερμότερη από ό,τι σήμερα, άρχισε να σχηματίζεται μια διαφορετική ατμόσφαιρα, η οποία αποτελείται κυρίως από αέρια που εκπέμπονται από τα ηφαίστεια (όπως το CO₂) μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται απαέρωση (διαδικασία κατά την οποία το μάγμα, κατά τη διάρκεια ηφαιστειακών εκρήξεων, χάνει αέρια).

Η ατμόσφαιρα της Γης εκείνη την εποχή έμοιαζε με εκείνη του σημερινού πλανήτη Αφροδίτη, αλλά, χάρη κυρίως στη μεγαλύτερη απόσταση της Γης από τον ήλιο, ο



πλανήτη άρχισε σταδιακά να ψύχεται και η ατμόσφαιρα άλλαξε και πάλι, μέχρι να φτάσει σταδιακά στη σημερινή της σύνθεση.

Ακολουθούν τα διάφορα στάδια μέσα από τα οποία άλλαξε η ατμόσφαιρα:

1 - Το CO₂ αρχίζει να διαλύεται και να αραιώνεται στα ποτάμια και τους ωκεανούς,

2 - Ταυτόχρονα, καθώς το CO₂ διαλυόταν στο νερό, ενώνονταν με το ασβέστιο (Ca) και άρχισε να καθιζάνει στο νερό, να καθιζάνει χημικά και να σχηματίζει ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο είναι αδιάλυτο στο νερό και το οποίο συνήθως ονομάζουμε ασβεστόλιθο

3 - Με την εμφάνιση της ζωής στο νερό, πριν από περίπου 3,7 δισεκατομμύρια χρόνια, και την έναρξη της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, το CO₂ άρχισε να λαμβάνεται, όπως εξηγήθηκε παραπάνω, από τους θαλάσσιους οργανισμούς και να μετατρέπεται σε σάκχαρο ή οργανική ύλη,

4 - Τελικά, μέρος του CO₂ απομακρύνθηκε από την ατμόσφαιρα, συσσωρεύτηκε ως οργανικός άνθρακας στους οργανισμούς (η βάση της ζωής) και πέθανε στο υπέδαφος.

Αν και η διαδικασία από την οποία προήλθαν οι πρώτοι υδρόβιοι οργανισμοί δεν είναι γνωστή, και δεδομένου ότι δεν άφησαν ίχνη πίσω τους, αυτό που γνωρίζουμε προκύπτει από το γεγονός ότι, σε κάποιο σημείο της εξελικτικής τους διαδικασίας, άρχισαν να εκμεταλλεύονται το ηλιακό φως, παράγοντας έτσι την απαραίτητη τροφή από αυτό (πριν από περίπου 3,2 δισεκατομμύρια χρόνια) και άρχισαν να παράγουν οξυγόνο, το οποίο διασκορπίστηκε στο περιβάλλον με τη μορφή του οξυγόνου του περιβάλλοντος (O₂), το οποίο ήταν αρχικά τοξικό για τα πρώτα αναερόβια είδη, δηλ. των οποίων η διαδικασία ζωής χρησιμοποιεί το οξυγόνο μόνο και αποκλειστικά όταν συνδυάζεται με άλλες ουσίες και δεν απελευθερώνεται απευθείας στην ατμόσφαιρα.

Καθώς το μεγαλύτερο μέρος του οξυγόνου δεν αξιοποιήθηκε, διαλύθηκε στο νερό και, σε επαφή με ιόντα σιδηρούχων υλικών, τα οξείδωσε (μια διαδικασία που συνήθως ονομάζουμε σκουριά).



Δεδομένου ότι τα ιόντα σιδήρου δεν είναι διαλυτά, καθιζάνουν στον πυθμένα των θαλασσών και των λιμνών, προκαλώντας μια διαστρωμάτωση των πετρωμάτων που ονομάζεται "ζωνώδης σίδηρος".

Μόλις εξαντλήθηκε ο σίδηρος με τον οποίο μπορούσε να ταιριάζει στο νερό, άρχισε να απελευθερώνεται οξυγόνο στην ατμόσφαιρα, εμπλουτίζοντάς την και αυξάνοντας (περίπου μεταξύ 2 και 2,5 δισεκατομμυρίων ετών πριν) από 30 έως 40 % στο 21 % που είναι σήμερα.

2.3 - Ισοζύγιο θερμότητας και φαινόμενο του θερμοκηπίου

Πρέπει να επισημανθεί ότι η ατμόσφαιρα συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής ισορροπίας του πλανήτη Γη, δηλαδή στη διατήρηση του θερμικού ισοζυγίου, το οποίο δίνεται από τη διαφορά μεταξύ της εισερχόμενης και της εξερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

Όσον αφορά την εισερχόμενη ακτινοβολία, αυτή αποτελείται κυρίως από φως και άλλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία έχει πολύ μεγάλη ποσότητα ενέργειας (βραχέων κυμάτων).

Όσον αφορά την εξερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, έχουμε να κάνουμε κυρίως με ακτινοβολία όπως οι υπέρυθρες ακτίνες (μακρά κύματα), οι οποίες, καθώς συνδέονται με την εκπομπή θερμότητας, θερμαίνουν τη γήινη ατμόσφαιρα. Για να διατηρηθεί η θερμοκρασιακή ισορροπία, το ενεργειακό ισοζύγιο πρέπει να είναι ισορροπημένο και επομένως η Γη πρέπει να επιστρέφει στο διάστημα την ίδια ποσότητα ενέργειας που λαμβάνει από τον Ήλιο. Αν η ποσότητα που επιστρέφεται ήταν μικρότερη, η Γη θα θερμαινόταν, καθώς θα συγκρατούσε περισσότερη ενέργεια στην ατμόσφαιρά της, ενώ αν ήταν μεγαλύτερη, η Γη θα ψυχόταν, μειώνοντας τη θερμότητα του πλανήτη. Υπάρχουν διάφοροι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον υπολογισμό αυτού του ισοζυγίου.

Πρώτα απ' όλα η λευκαύγεια, δηλαδή η δύναμη που έχει το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο ένα αντικείμενο, στην προκειμένη περίπτωση η ίδια η Γη, να αντανακλά την ακτινοβολία του Ήλιου. Προκύπτει από το χρώμα του υλικού, στην πραγματικότητα, ένα εντελώς λευκό σώμα αντανακλά όλη την ενέργεια χωρίς να θερμαίνεται, ενώ, αντίθετα, ένα μαύρο σώμα την απορροφά όλη, θερμαίνοντας πολύ.

Δεδομένου ότι η γη ορίζεται ως "γκρίζο σώμα" με ενδιάμεσα χαρακτηριστικά μεταξύ αυτών των δύο άκρων, η λευκαύγεια πρέπει να αφαιρεθεί από το θερμικό ισοζύγιο. Συνολικά, η λευκαύγεια του πλανήτη μας είναι ίσο με το 30% της εισερχόμενης ακτινοβολίας, οπότε το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας ανακλάται από την ατμόσφαιρα (περίπου 21%) και ειδικότερα από τα σύννεφα, ενώ ένα μικρό ποσοστό



(περίπου 9%) ανακλάται από την επιφάνεια της γης, κυρίως από το πολικό χιόνι και τον πάγο και τις οροσειρές.

Έτσι, μόνο το 70% **απορροφάται** από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια και πρέπει να αντισταθμιστεί από την εξερχόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία. Σε αυτό συμβάλλει επίσης το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ένα φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο η ατμόσφαιρα αφήνει να εισέλθει η φωτεινή ακτινοβολία από τον ήλιο, αλλά συγκρατεί τη θερμική ακτινοβολία από τη γη.

Χάρη σε ορισμένα αέρια, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί και το μεθάνιο, η ατμόσφαιρά μας λειτουργεί έτσι ως πραγματικό θερμοκήπιο, επιτρέποντας την είσοδο της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά κατανέμοντας την εξερχόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία σε ολόκληρη την επιφάνεια της Γης (η διέλευση αυτή ονομάζεται αντι-ακτινοβολία) και επιτυγχάνοντας έτσι θερμική ισορροπία.

Ευτυχώς, χάρη σε αυτή τη διαδικασία, η μέση επιφανειακή θερμοκρασία της Γης είναι ηπιότερη από ό,τι θα ήταν χωρίς αυτήν, δεδομένης της απόστασής μας από τον Ήλιο (περίπου -20°C μέση θερμοκρασία χωρίς αυτή τη διαδικασία, ενώ στην πραγματικότητα έχουμε μέση θερμοκρασία 15°C).

Επομένως, το πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου δεν είναι η ύπαρξή του αλλά η δραματική αύξησή του λόγω των ανθρωπίνων διεργασιών που οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων.

Το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου (δηλαδή ανθρωπίνης προέλευσης, που προέρχεται από το *Anthropos*, ο άνθρωπος στα ελληνικά) έχει προκαλέσει μια ανισορροπία στο θερμικό ισοζύγιο, αυξάνοντας την ποσότητα θερμότητας που συγκρατείται από την ατμόσφαιρα, μειώνοντας έτσι την παραγωγή θερμότητας. Αυτό, σε αντίθεση με προηγούμενες διαδικασίες εξισορρόπησης της ισορροπίας, ήταν μια πολύ γρήγορη αλλαγή στην οποία τα χερσαία οικοσυστήματα δεν έχουν συνηθίσει και αδυνατούν να βρουν, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα απαραίτητα αντίμετρα. Επιπλέον, η μεγάλη παραγωγή θερμότητας λόγω των ανθρωπογενών διεργασιών έχει ως αποτέλεσμα η ακτινοβολία που παράγεται από την επιφάνεια της γης να υπερβαίνει την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, οδηγώντας σε θετικό παγκόσμιο ισοζύγιο, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη γη.



2.4. Υπερθέρμανση του Πλανήτη

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το θερμικό ισοζύγιο της Γης άρχισε να σταθεροποιείται πριν από περίπου 2,5 δισεκατομμύρια χρόνια, ένα δισεκατομμύριο χρόνια μετά την ανάπτυξη των φωτοσυνθετικών οργανισμών στον πλανήτη μας.

Με την πάροδο του χρόνου, ο πλανήτης Γη υπέστη φυσικά αλλαγές, λόγω φυσικών αιτιών, είτε γεωλογικών είτε αστρονομικών, αλλά αργά και σταδιακά, επιτρέποντας στη ζωή να προσαρμοστεί στις αλλαγές.

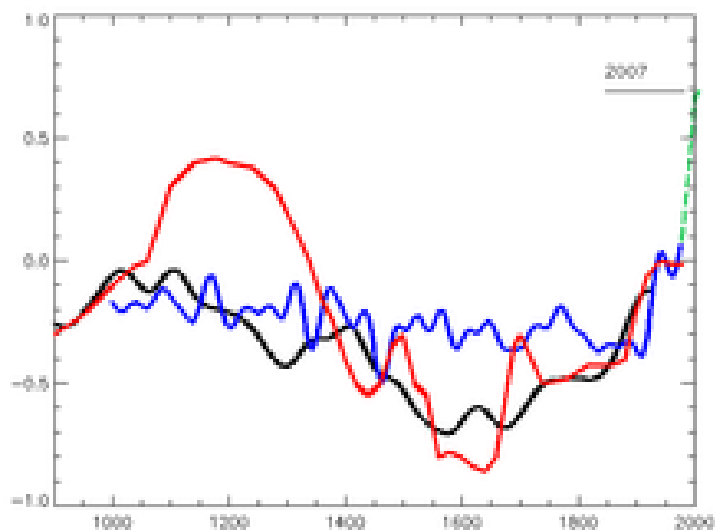
Όταν οι αλλαγές ήταν ραγδαίες και δραστικές, οδήγησαν σε αυτό που ονομάζεται μαζική εξαφάνιση (προς το παρόν πέντε στο παρελθόν, αλλά οι περισσότεροι ειδικοί στον τομέα συμφωνούν ότι η περίοδος στην οποία ζούμε είναι η έκτη μαζική εξαφάνιση).

Μετά από αυτά τα γεγονότα, ωστόσο, το θερμικό ισοζύγιο εξομαλύνθηκε, επαναφέροντας τον πλανήτη σε ισορροπία.

Τους τελευταίους δύο αιώνες, τα αέρια που είναι κυρίως υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και υδρατμοί), λόγω της εκθετικής αύξησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αύξησαν τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, αυξάνοντας ραγδαία την παρουσία τους στην ατμόσφαιρα. Η αλλαγή αυτή αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον, με τον διπλασιασμό έως το 2025 της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή, φτάνοντας πάνω από τα 500 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο, η μονάδα μέτρησης των αερίων) σε σχέση με τα 280 πριν από το 1750.

Η μαζική και ταχεία απελευθέρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα από τον άνθρωπο προκάλεσε αυτή την αλλαγή, χάρη σε διαδικασίες όπως η χρήση ορυκτών καυσίμων και η αποψίλωση των δασών (που μειώνει τη φωτοσύνθεση) και η μαζική γεωργία με μηχανοποιημένες διαδικασίες, οδηγώντας σε αυτό που συνήθως αναφέρεται ως "υπερθέρμανση του πλανήτη".

Από το 1880 (δηλαδή από τότε που διαθέτουμε όργανα που μας επέτρεψαν να κάνουμε αξιόπιστες μετρήσεις) η θερμοκρασία αυξήθηκε γρήγορα και σταδιακά στη συνέχεια, από το 2000, η μέση θερμοκρασία αυξήθηκε κατά μισό βαθμό και στη συνέχεια, μέσα σε μόλις 10 χρόνια, κατά άλλο μισό βαθμό (τάση Hockey stick, που ορίστηκε για πρώτη φορά ως τέτοια από τον Michael Mann).



Σχήμα 2.2 - Διάγραμμα που αναπαριστά το "ραβδί του χόκεϊ" όπως θεωρήθηκε από τον M. Mann).

Η προβλεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, αν συνεχίσουμε με το ίδιο επίπεδο εκπομπών στην ατμόσφαιρα, αναμένεται να είναι μεταξύ 2°C και 6°C μέχρι το 2100, αλλάζοντας εντελώς τον πλανήτη που γνωρίζουμε τώρα.



Πείραμα 3: Φως στο ορατό φάσμα μέσα από διαφορετικές επιφάνειες

Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα φωτός (φωτοαντίσταση) στο έξυπνο όργανο στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα ελέγξουμε την απορρόφηση του φωτός στην ορατή συχνότητα από διάφορα υλικά.

Εκτός από την ποικιλομορφία των υλικών, θα είναι σημαντικό να ελέγξουμε αν ο διαφορετικός χρωματισμός του υλικού θα οδηγήσει σε διαφορές στο φως που ανιχνεύεται από το όργανο:

Υλικά :

- Plexiglass (2 cm x 2 cm),
- Χαρτί ψησίματος (2 cm x 2 cm),
- Χρωματιστά ζελέ,
- Σελοφάν,
- Γυαλί,
- Smartphone ή tablet Android,
- Εφαρμογή "Αισθητήρας φωτεινότητας CLIMAX
- Προαιρετικά: LED ή λαμπτήρας αλογόνου για την αντικατάσταση του ηλιακού φωτός με τεχνητό φως.

Διαδικασία βήμα προς βήμα της βασικής έκδοσης:

1. Ο μαθητής αναπαράγει τον πίνακα 2.1 στο τετράδιό του.
2. Στη συνέχεια αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή CLIMAX Brightness Sensor (Αισθητήρας φωτεινότητας).
3. Τοποθετεί το όργανο με εγκατεστημένη την εφαρμογή στο τραπέζι του. Είναι



σημαντικό η θέση να παραμένει η ίδια καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, ώστε να προσπαθήσει να διατηρήσει όσο το δυνατόν πιο σταθερό φυσικό φωτισμό.

4. Στον πίνακα 1.1 του σημειωματρίου σας, αναγράψτε στη στήλη "Μέτρηση φωτισμού περιβάλλοντος" το αποτέλεσμα που μετράει το όργανο, το οποίο αφορά τη φωτεινότητα του αισθητήρα φωτισμού περιβάλλοντος (ΠΡΟΣΟΧΗ! Μην χρησιμοποιείτε ως αποτέλεσμα τη φωτεινότητα σε ποσοστό, αλλά την απόλυτη φωτεινότητα του αισθητήρα στην κύρια οθόνη της εφαρμογής).

5. Αναζητήστε τον αισθητήρα του έξυπνου οργάνου τοποθετώντας ένα μόνο δάχτυλο στις διάφορες περιοχές του πλαισίου του οργάνου (συνήθως βρίσκεται στο επάνω μέρος της οθόνης). Όταν ο αισθητήρας είναι εξασθενημένος, ο αριθμός στην οθόνη θα μειωθεί γρήγορα στο μηδέν περίπου (το ακριβές μηδέν εάν το όργανο είναι σε καλή κατάσταση).

6. Ξεκινήστε τις μετρήσεις ξεκινώντας με το πρώτο αντικείμενο στον πίνακα, τοποθετώντας το στον αισθητήρα και απομακρύνοντας τα χέρια σας από αυτό, περιμένοντας να σταθεροποιηθεί ο αισθητήρας σε ένα καλά καθορισμένο εύρος αριθμών (μπορεί να κυμαίνεται κατά μερικές μονάδες ή δέκατα).

7. Πάρτε τρεις μετρήσεις για κάθε υλικό και υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

8. Καταχωρίστε το αποτέλεσμα που προκύπτει από το μέσο όρο των τριών μετρήσεων στον πίνακα 2.1 στη στήλη "Μέτρηση φωτός μέσω υλικού".

9. Τέλος, στη στήλη του πίνακα 2.1 "Διαφορά υλικού/φως περιβάλλοντος" καταχωρίστε τη διαφορά μεταξύ της τιμής της πρώτης στήλης ("Μέτρηση φωτός περιβάλλοντος") και της τιμής της δεύτερης στήλης ("Μέτρηση φωτός μέσω υλικού").

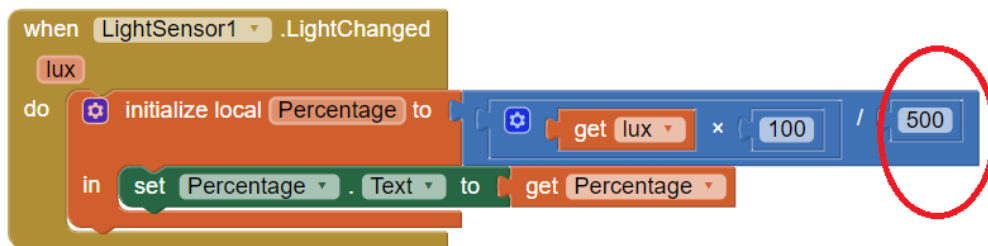
10. Παρατηρήστε τα αποτελέσματα και αφήστε τους μαθητές να σκεφτούν μια απάντηση για να κατανοήσουν αυτό που μόλις παρατήρησαν.

Διαδικασία βήμα προς βήμα Advanced Version με App Inventor 2:

Αυτή η έκδοση επιτρέπει την αλλαγή της μέγιστης εμβέλειας του αισθητήρα βάσει ρεαλιστικών περιβαλλοντικών δεδομένων και όχι βάσει προκαθορισμένων γενικών δεδομένων.

Συνιστάται η χρήση αυτής της έκδοσης εάν είστε ήδη εξοικειωμένοι με τη χρήση του App Inventor 2.

- Ο μαθητής αναπαράγει τον πίνακα 2.1 στο τετράδιό του.
- Στη συνέχεια, αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή CLIMAX Brightness Sensor (Αισθητήρας φωτεινότητας).
- Φέρνει το όργανο όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή φωτός (είτε πρόκειται για τεχνητό είτε για φυσικό φως) και σημειώνει το μέγιστο αποτέλεσμα που θα δώσει το όργανο στην κύρια οθόνη (αγνοεί προς το παρόν το ποσοστό φωτεινότητας).
- Ανοίξετε το πρόγραμμα CLIMAX Brightness Sensor.aia στο περιβάλλον ανάπτυξης App Inventor 2 στον Browser σας
- Επιλέξτε την εντολή Production Blocks και αντικαταστήστε την τιμή που μόλις μετρήθηκε στο ακόλουθο σημείο:



Σχήμα 2.3 - Μεταβλητή που πρέπει να αλλάξει για τη βαθμονόμηση του οργάνου στην άσκηση για προχωρημένους.

- Διαγράψτε από τη συσκευή σας την εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως και δεν έχει βαθμονομηθεί για το περιβάλλον εργασίας.
- Χρησιμοποιήστε τη λειτουργία "Build" του App Inventor 2 για να κατεβάσετε την τροποποιημένη εφαρμογή στη συσκευή σας android.
- Τοποθετήστε το εργαλείο με την εγκατεστημένη εφαρμογή στο τραπέζι σας. Η θέση πρέπει να παραμένει η ίδια καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, ώστε να προσπαθήσετε να διατηρήσετε όσο το δυνατόν πιο σταθερό φυσικό φωτισμό.



ι. Στον πίνακα 2.1 του σημειωματάριου σας, αναγράψτε στη στήλη "Ambient light measurement" το αποτέλεσμα που μετράει το όργανο, το οποίο αφορά τη φωτεινότητα του αισθητήρα φωτός περιβάλλοντος (ΠΡΟΣΟΧΗ! Μην χρησιμοποιείτε ως αποτέλεσμα τη φωτεινότητα σε ποσοστό, αλλά την απόλυτη φωτεινότητα του αισθητήρα στην κύρια οθόνη της εφαρμογής).

Ι. Αναζητήστε τον αισθητήρα του έξυπνου οργάνου τοποθετώντας ένα δάχτυλο στις διάφορες περιοχές του πλαισίου του οργάνου (συνήθως βρίσκεται στο επάνω μέρος της οθόνης). Όταν ο αισθητήρας είναι εξασθενημένος, ο αριθμός στην οθόνη θα μειωθεί γρήγορα σε περίπου μηδέν (ακριβές μηδέν εάν το όργανο είναι σε καλή κατάσταση).

μ. Ξεκινήστε τις μετρήσεις ξεκινώντας με το πρώτο αντικείμενο στον πίνακα, τοποθετώντας το στον αισθητήρα και απομακρύνοντας τα χέρια σας από αυτό, περιμένοντας να σταθεροποιηθεί ο αισθητήρας σε ένα καλά καθορισμένο εύρος αριθμών (μπορεί να κυμαίνεται κατά μερικές μονάδες ή δέκατα).

ν. Πραγματοποιήστε τρεις μετρήσεις για κάθε υλικό και υπολογίστε το μέσο όρο των τριών μετρήσεων.

ο. Καταχωρίστε το αποτέλεσμα που προκύπτει από το μέσο όρο των τριών μετρήσεων στον πίνακα 2.1 στη στήλη "Μέτρηση φωτός μέσω υλικού".

ρ. Τέλος, στη στήλη του πίνακα 2.1 "Διαφορά φωτός υλικού/περιβάλλοντος" καταχωρίστε τη διαφορά μεταξύ της τιμής της πρώτης στήλης ("Μέτρηση φωτός περιβάλλοντος") και της τιμής της δεύτερης στήλης ("Μέτρηση φωτός μέσω υλικού").

q. Παρατηρήστε τα αποτελέσματα και αφήστε τους μαθητές να σκεφτούν μια απάντηση για να κατανοήσουν αυτό που μόλις παρατήρησαν.

r. Ο μαθητής θα πρέπει να δοκιμάσει τη διαφορά φωτεινότητας από την πηγή ηλιακού φωτός (είναι επίσης δυνατό να τη δοκιμάσει από μια λάμπα, αν είναι απαραίτητο και βολικό) και να σημειώσει την τιμή στον πίνακα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή σε λειτουργία ποσοστιαίας μέτρησης, αφού βαθμονομήσει το όργανο.

s. Ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει τη διαφορά μεταξύ του άμεσου ηλιακού φωτός



και του φωτός που διέρχεται από την επιφάνεια που χρησιμοποιεί- η διαφορά αυτή θα επιτρέψει τη μέτρηση της απορρόφησης του υλικού με καλή προσέγγιση.

Material	Ambient measurement	light measurement through material	Material difference/enviromental light
Διαφανή Plexiglass			
Διαφανές Γυαλί			
Λευκό χαρτί			
Χρωμοτιστό χαρτί			
Backing paper			
Colored plexiglass			
Stained glass			
Cellophane			

Πίνακας 2.1 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 3.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Αυτό αποδεικνύεται από τη διαφορά μεταξύ του φωτός του περιβάλλοντος, που μετράτε με τον αισθητήρα της έξυπνης συσκευής κατά την έναρξη του πειράματος, και του φωτός που διηθείται από το εξεταζόμενο υλικό.

Τα έγχρωμα υλικά θα φιλτράρουν το φως περισσότερο, επειδή ένα μέρος του θα απορροφηθεί από τις χρωστικές ουσίες στην επιφάνεια του ίδιου του υλικού, συγκρατώντας τες και μειώνοντας την ένταση του φωτός που προσπίπτει στον αισθητήρα μας.

Η ηλιακή ακτινοβολία και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

2.5. Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η ενέργεια ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον Ήλιο στο διαπλανητικό διάστημα και η οποία παράγεται από τις αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης που λαμβάνουν χώρα στον πυρήνα του Ήλιου και παράγουν την λεγόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία έχει διάφορες κυματικές συχνότητες και μπορεί να διαδίδεται ή να εξαπλώνεται στο διάστημα με διαφορετικές ταχύτητες, μεταφέροντας ηλιακή ενέργεια.

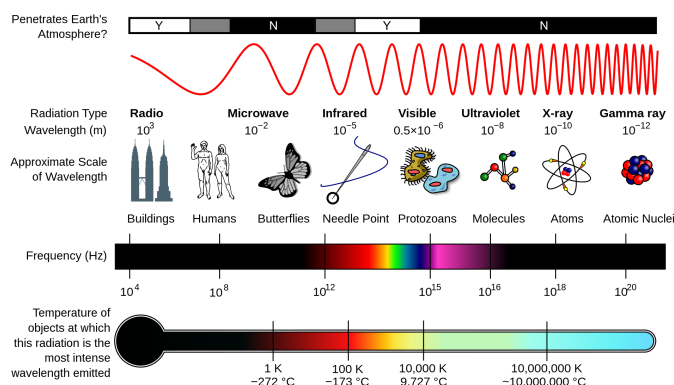
Κάθε μορφή ζωής στη Γη διατηρείται ζωντανή από τη ροή της ηλιακής ενέργειας, η οποία διαπερνά τη βιόσφαιρα, τη σφαίρα των έμβιων όντων, δηλαδή το στρώμα της ατμόσφαιρας εντός του οποίου είναι δυνατή η ζωή, και χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της βιομάζας (του αριθμού των ζωντανών οργανισμών).

Η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ της ηλιακής ακτινοβολίας και των εδαφικών μορίων έχει άμεση επίδραση, όπως εξηγήθηκε εν μέρει στο πρώτο εργαστήριο, μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και του εδάφους, επηρεάζοντας τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται από το έδαφος και διαπνέεται από τα φύλλα των φυτών, υποδεικνύοντας την πραγματική ποσότητα νερού που εξατμίζεται σε ηπειρωτικό επίπεδο και επανέρχεται στον κύκλο του νερού μη αποθηκευόμενο.

Η ανταλλαγή ενέργειας επηρεάζει επίσης έμμεσα την ατμοσφαιρική υγρασία και την κίνηση των αερίων μαζών και των βροχοπτώσεων.

Η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι συγκεντρωμένη σε μία μόνο συχνότητα, αλλά κατανέμεται σε ένα φάσμα συχνοτήτων που ονομάζεται φάσμα συχνοτήτων, το οποίο δεν είναι ομοιόμορφο.



Εικόνα 2.4 – Διάγραμμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος του φωτός https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι ακτινοβολίας που, μαζί, επιτρέπουν τη διατήρηση του θερμικού ισοζυγίου (εξηγείται στο πρώτο εργαστήριο):

1 - Διάχυτη ή έμμεση ακτινοβολία: πρόκειται για το μέρος εκείνο της ακτινοβολίας που έχει προσκρούσει σε τουλάχιστον ένα σωματίδιο ατμοσφαιρικού αερίου, αλλάζοντας τη γωνία πρόσπτωσής του (δηλαδή τη γωνία υπό την οποία εισέρχεται στη γήινη ατμόσφαιρα προερχόμενη από τον ήλιο) και φτάνει στο έδαφος επειδή συνεχίζει να κατευθύνεται προς αυτό (έχει κάνει μια απόκλιση αλλά όχι αρκετά υψηλή ώστε να αλλάξει εντελώς την πορεία του).

2 - Προσπίπτουσα ακτινοβολία: πρόκειται για ακτινοβολία που έχει συναντήσει ένα εμπόδιο στο οποίο έχει αποδώσει όλη ή σχεδόν όλη την ενέργειά της και η οποία δεν μεταδίδει την ενέργειά της στην επιφάνεια της γης.

3 - Ανακλώμενη ακτινοβολία: πρόκειται για το μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται από την επιφάνεια της γης λόγω του φαινομένου albedo (εξηγήθηκε στο πρώτο εργαστήριο). Η αρχή είναι η ίδια όπως και για την προσπίπτουσα ακτινοβολία, δηλαδή μια μείωση ή ακύρωση της εισερχόμενης ενέργειας στην επιφάνεια της γης, αλλά αυτό συμβαίνει απευθείας στην ίδια την επιφάνεια και όχι πριν φτάσει σε αυτήν.

4 - Απορροφούμενη ακτινοβολία: Πρόκειται για την ενέργεια που απορροφάτε από την επιφάνεια της Γης, αφού αφαιρεθούν τα άλλα είδη ενέργειας, και η οποία συμβάλλει στη θέρμανση της ίδιας της Γης, σε διαφορετικό βαθμό και ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τον τύπο της επιφάνειας.





Πείραμα 4: Ένταση φωτός και απόσταση από τις πηγές

Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα φωτός (φωτοαντίσταση) στο έξυπνο όργανο στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα μετρήσουμε την ένταση του φωτός μιας μεμονωμένης πηγής.

Η άσκηση αυτή θα μας επιτρέψει να αναδείξουμε τον τρόπο με τον οποίο η εξωγενής ηλιακή ενέργεια φτάνει σε διαφορετικές επιφάνειες και επηρεάζει τη ζωή των έμβιων όντων ανάλογα με το πού βρίσκονται σε σχέση με την ίδια την ακτινοβολία.

Υλικά:

- Μετροταινία,
- Λαμπτήρας (LED ή αλογόνου),
- Αισθητήρας φωτεινότητας CLIMAX,
- Μαύρο χαρτόνι A4 ή A3,
- Κατακόρυφη βάση για smartphone ή tablet (οποιοδήποτε αντικείμενο που επιτρέπει στο όργανο να παραμένει κατακόρυφο και να δέχεται το φως κάθετα από τη λάμπα).

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής πρέπει να αναπαράγει τον πίνακα 2.2 στο τετράδιό του.
- Στερεώστε την κάρτα στο τραπέζι για να μειώσετε το ανακλώμενο φως, φροντίζοντας ώστε η περιοχή μεταξύ της άκρης του τραπεζιού από την οποία ο λαμπτήρας θα παράγει την πηγή φωτός και του μέτρου στο οποίο θα γλιστρήσει το τηλέφωνο ως σημείο αναφοράς να καλύπτεται πλήρως από τη μαύρη κάρτα.
- Στερεώστε το μέτρο στο χαρτόνι από τη μακριά πλευρά, φροντίζοντας ώστε το σημείο εκκίνησης του μέτρου να συμπίπτει με την άκρη του τραπεζιού, από την οποία θα εκπέμπεται στη συνέχεια το φως.
- Στερεώστε τον λαμπτήρα στην άκρη του τραπεζιού στο ίδιο ύψος με τον αισθητήρα της έξυπνης συσκευής, (βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε τη θέση του αισθητήρα προσπαθώντας να μηδενίσετε τα δεδομένα της εφαρμογής με το δάχτυλό σας, όπως στην προηγούμενη άσκηση), υπενθυμίζοντας ότι το φως πρέπει να φτάνει στον αισθητήρα κάθετα.



ε. Σβήστε εντελώς τα φώτα στο δωμάτιο (κλείνοντας τις κουρτίνες ή τις περσίδες αν είναι δυνατόν), προσπαθώντας να κάνετε τη λάμπα του πειράματος τη μόνη πηγή φωτός.

φ. Ενεργοποιήστε την εφαρμογή CLIMAX Brightness Sensor.

γ. Τοποθετήστε τη συσκευή κάθετα σε απόσταση 5 cm από την πηγή φωτός, προσέχοντας να μην τοποθετήσετε τα χέρια σας μεταξύ της πηγής φωτός και του αισθητήρα, και σημειώστε το αποτέλεσμα στη στήλη του πίνακα "Φωτεινότητα" (ΠΡΟΣΟΧΗ: μην χρησιμοποιείτε την ποσοστιαία φωτεινότητα αλλά τη φωτεινότητα του αισθητήρα στην κύρια οθόνη).

η. Πραγματοποιήστε και άλλες μετρήσεις σε διαφορετικές αποστάσεις με τον ίδιο τρόπο, σημειώνοντάς τις στη στήλη "Μέτρηση σε cm" (συνιστάται να μετράτε πάντα σε αποστάσεις πολλαπλάσιες των 5 cm για να μην έχετε προβλήματα με πολύ υψηλούς δεκαδικούς αριθμούς κατά τον υπολογισμό και για να διευκολύνετε τη μέτρηση).

ι. Τέλος, χρησιμοποιήστε τον τύπο $Y = \frac{k}{x^2}$

όπου:

- k = φωτισμός (δεύτερη στήλη)

- x = μέτρηση σε cm (πρώτη στήλη) στο τετράγωνο (x^2)

Εισάγοντας το αποτέλεσμα για κάθε γραμμή στη στήλη "Φωτεινή ένταση λαμπτήρα" το αποτέλεσμα της εξίσωσης θα βρει την ισχύ του λαμπτήρα.

Αριθμός Μέτρηση	Μέτρηση σε cm (x)	Φωτεινότητα (k)	Ένταση φωτός λάμπας

Πίνακας 2.2 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 4.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:



Η εξίσωση αυτή μας επιτρέπει να υπολογίσουμε το φως σε μηδενική απόσταση, δηλαδή το φως που εκπέμπει ο λαμπτήρας στην αρχή, εξαιρώντας την απόσταση από την οποία το μετράμε, επιτρέποντάς μας να δείξουμε ότι η φωτεινότητα μιας πηγής είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασής της.

Παρά το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος, λόγω της δυσκολίας βαθμονόμησης του αισθητήρα smartphone, δεν χρησιμοποιούμε τη διεθνή μονάδα μέτρησης της φωτεινότητας ενός αντικειμένου lumens, δεν θα πρέπει να δυσκολευτούμε να διαπιστώσουμε ότι η φωτεινή ένταση της λάμπας θα είναι πάντα η ίδια, χωρίς να μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου.

Αυτό μας επιτρέπει να εντοπίσουμε πώς το ηλιακό φως, που έρχεται από έξω, ακτινοβολεί τον πλανήτη μας με σταθερό τρόπο και ότι η απορρόφηση της θερμότητας και των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων δεν εξαρτάται από την ένταση του ηλιακού φωτός αλλά από το υλικό από το οποίο αποτελείται το ακτινοβολούμενο αντικείμενο (όπως θα δούμε στο επόμενο πείραμα).

Η ηλιακή ακτινοβολία και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

2.6. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας

Πρόκειται για ένα φαινόμενο που έχει ως αποτέλεσμα ένα θερμότερο μικροκλίμα εντός των αστικών περιοχών των πόλεων, σε σύγκριση με τις γύρω προαστιακές και αγροτικές περιοχές.

Η μεγαλύτερη συσσώρευση θερμότητας οφείλεται σε διάφορες αλληλεπιδρώσεις αιτίες, μεταξύ των οποίων μπορούμε να συμπεριλάβουμε:

- εκτεταμένη υπερδόμηση,
- επιφάνειες ασφάλτου που υπερισχύουν έναντι περιοχών πρασίνου,
- εκπομπές από μηχανοκίνητα οχήματα (συμπεριλαμβανομένων τόσο των αερίων του θερμοκηπίου όσο και των ατμοσφαιρικών σωματιδίων),
- βιομηχανικές εγκαταστάσεις,
- οικιακά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού.

Ομοίως, οι τοίχοι των κτιρίων της πόλης εμποδίζουν τον άνεμο να φυσήσει κανονικά, μειώνοντας τα αποτελέσματα του ανέμου έως και 30% σε σύγκριση με τις αγροτικές περιοχές, περιορίζοντας την ανακυκλοφορία του αέρα στο έδαφος και το αποτέλεσμα της ψύξης που μπορεί να επιφέρει αυτό κατά τη θερινή περίοδο.

Επιπλέον, ο λόγος των οριζόντιων προς τις κατακόρυφες επιφάνειες είναι συχνά μικρότερος, μειώνοντας την απώλεια θερμότητας μέσω της θερμικής ακτινοβολίας.

Τέλος, η χρήση χρωμάτων εκτός των φυσικών στις επιφάνειες των κτιρίων αυξάνει την απορρόφηση θερμότητας σε σύγκριση με τις αγροτικές περιοχές, οι οποίες, καθώς αποτελούνται κυρίως από πράσινα φυτά ή χρώματα της πράσινης κλίμακας, απορροφούν λιγότερη.

Γενικά, το φαινόμενο της θερμικής νησίδας είναι ευθέως ανάλογο με το μέγεθος της αστικής περιοχής. Η σχέση αυτή μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες που οδηγούν σε θερμοκρασίες κατά μέσο όρο 0,5 έως 3 °C υψηλότερες από ό,τι στην ύπαιθρο που περιβάλλει την πόλη.

Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας δεν είναι χαρακτηριστική μόνο για τη θερινή περίοδο, αλλά θα πρέπει να είναι σαφές ότι επηρεάζονται και οι θερμοκρασίες του χειμώνα, με αποτέλεσμα λιγότερες ημέρες παγετού και πάγου (αυξάνοντας έτσι και



την επιβίωση των παθογόνων εντόμων και βακτηρίων, όπως τα κουνούπια και τα παράσιτα που οδηγούν στη λεϊσμανίαση).

Έχουν διεξαχθεί μελέτες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της πιθανής υιοθέτησης αρχιτεκτονικών πολιτικών που αποσκοπούν στην αύξηση της λευκάγειας, χάρη επίσης σε αλλαγές μέσω ανοιχτόχρωμων χρωμάτων, των συντελεστών ανακλαστικότητας των αστικών επιφανειών, όπως οι στέγες και οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι, οδηγώντας ήδη σε συγκεκριμένα αρχικά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση του μικροκλίματος και του επιπέδου άνεσης κατοικίας και διαβίωσης στις αστικές περιοχές (ενώ μακροπρόθεσμα τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μετριασμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη).

2.7. Η περίπτωση της Αθήνας

Ένα από τα πιο διάσημα παραδείγματα είναι η ελληνική πρωτεύουσα, η Αθήνα.

Τα τελευταία σαράντα χρόνια, η θερμική της νησίδα έχει δημιουργήσει πληθώρα εμπειριών και αποτελεσμάτων επιστημονικών ερευνών σχετικά με τις αστικές θερμικές νησίδες.

Λόγω της αυξημένης αστικοποίησης και εκβιομηχάνισης, η θερμική νησίδα της πόλης μελετάται από τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Δεδομένα από διάφορα προγράμματα παρακολούθησης οδήγησαν τους ερευνητές (μεταξύ των οποίων το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης και η ESA, η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος) να εντοπίσουν θερμά σημεία ή θερμές περιοχές, όπου οι θερμοκρασίες είναι έως και 3,5-4°C υψηλότερες από ό,τι στις γύρω αγροτικές περιοχές.

Αρκετές μελέτες αναφέρουν επίδραση +1/+2°C στις μέγιστες θερμοκρασίες που μετρά το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών στο Θησείο, σε σύγκριση με μη αστικούς σταθμούς, με βάση χρονοσειρές που ελήφθησαν μεταξύ του 1970 και των μέσων της δεκαετίας του 1990, πιθανότατα λόγω του φαινομένου της θερμικής νησίδας, αν και το χειμώνα δεν υπάρχει επί του παρόντος σαφής επίδραση λόγω της αστικοποίησης.

2.8. Η επίδραση στα ζώα

Όσον αφορά τα ζώα, η επίδραση αυτή μπορεί μερικές φορές να είναι επιζήμια, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε ευκαιρίες επέκτασης ή μείωσης του εύρους εξάπλωσης.

Τα είδη που είναι καλοί αποικιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις συνθήκες που προσφέρουν οι αστικές θερμικές νησίδες για να ευδοκιμήσουν σε καινούργιες



περιοχές. Ένα παράδειγμα αυτού είναι ο κοινός γκέκο του σπιτιού (*Hemidactylus frenatus*), ο οποίος έχει αρχίσει να αποικίζει βορειότερες περιοχές. Η άνοδος της θερμοκρασίας, η οποία προκάλεσε θερμότερες συνθήκες το χειμώνα, έχει καταστήσει τις βορειότερες περιοχές παρόμοιες κλιματικά.

Οι προσπάθειες μετριασμού και διαχείρισης των αστικών θερμικών νησίδων μειώνουν τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και τη διαθεσιμότητα τροφίμων και νερού. Στα εύκρατα κλίματα, οι αστικές θερμικές νησίδες παρατείνουν την καλλιεργητική περίοδο, μεταβάλλοντας έτσι τις στρατηγικές αναπαραγωγής των ειδών που ζουν εκεί. Αυτό φαίνεται καλύτερα στις επιπτώσεις που έχουν οι αστικές θερμικές νησίδες στη θερμοκρασία του νερού. Με τη θερμοκρασία των κοντινών κτιρίων να αποκλίνει μερικές φορές περισσότερο από 28 °C από τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια, τα κατακρημνίσματα θερμαίνονται γρήγορα, προκαλώντας την απορροή σε κοντινά ρέματα, λίμνες και ποτάμια (ή άλλα υδάτινα σώματα) που παρέχουν υπερβολική θερμική ρύπανση. Η αύξηση της θερμικής ρύπανσης είναι ικανή να αυξήσει τη θερμοκρασία του νερού κατά 11-17 °C. Αυτή η αύξηση θα προκαλέσει θερμικό στρες και σοκ στα είδη ψαριών που κατοικούν στο υδάτινο σώμα λόγω της ταχείας μεταβολής της θερμοκρασίας στο κλίμα τους.

Οι αστικές θερμικές νησίδες που προκαλούνται από τις πόλεις έχουν αλλάξει τη διαδικασία φυσικής επιλογής. Οι πιέσεις επιλογής, όπως η διαχρονική διακύμανση της τροφής, της θήρευσης και του νερού, έχουν χαλαρώσει, προκαλώντας ένα νέο σύνολο επιλεκτικών δυνάμεων.

Για παράδειγμα, τα έντομα είναι πιο άφθονα στους αστικούς βιότοπους απ' ό,τι στις αγροτικές περιοχές. Τα έντομα είναι εκτόθερμα, που σημαίνει ότι εξαρτώνται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματός τους, γεγονός που καθιστά τα θερμότερα κλίματα της πόλης ιδανικά για την ικανότητά τους να ευδοκιμούν.

Η παρουσία μη ιθαγενών ειδών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ένα παράδειγμα αυτού του φαινομένου είναι οι πληθυσμοί των χελιδονιών του βουνού που φωλιάζουν κάτω από τις μαρκίζες των σπιτιών σε αστικούς βιότοπους. Καταφεύγουν στα ψηλά σημεία των σπιτιών επιτρέποντας την αύξηση του πληθυσμού λόγω της αυξημένης προστασίας και του μειωμένου αριθμού θηρευτών.



Πείραμα 5: Πώς τα χρώματα απορροφούν το φως

Χάρη στον αισθητήρα φωτός (φωτοαντίσταση) στο έξυπνο όργανο στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα παρατηρήσουμε πώς τα διάφορα χρώματα απορροφούν το φως, καθώς βρίσκονται σε διαφορετικό μήκος κύματος του ορατού φάσματος.

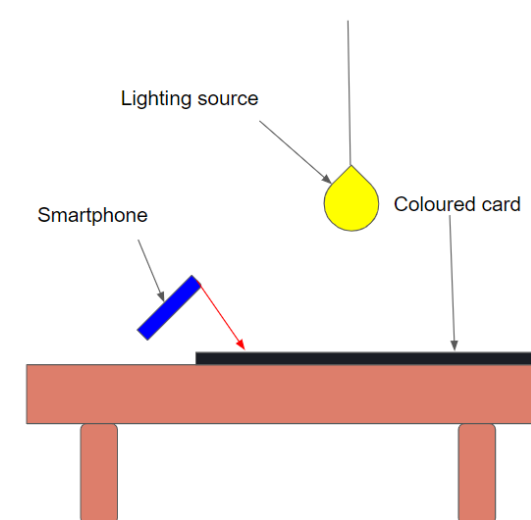
Ωστόσο, κάθε χρώμα απορροφά επίσης μια χαρακτηριστική ποσότητα θερμότητας, η οποία συμβάλλει διαφορετικά στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας.

Υλικά:

- Έγχρωμες κάρτες (τουλάχιστον 6 διαφορετικές, συμπεριλαμβανομένων των ασπρόμαυρων) σε μέγεθος A4 ή A3,
- Εφαρμογή CLIMAX Αισθητήρας φωτεινότητας
- Λαμπτήρας αλογόνου ή LED,
- Μετροταινία,

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής αντιγράφει τον πίνακα 2.3 στο τετράδιο ασκήσεων.
- Στερεώστε το πρώτο χρωματιστό χαρτί στο τραπέζι (συνιστάται να ξεκινήσετε με το μαύρο και να αφήσετε το λευκό ως το τελευταίο χρώμα) έτσι ώστε η επιφάνεια από την οποία θα προέρχεται το φως να καλύπτεται ομοιόμορφα,
- Μετρήστε το κεντρικό σημείο της κάρτας με τη μετροταινία, φροντίζοντας να τοποθετηθεί κάθετα στη μικρή και τη μεγάλη πλευρά του τραπεζιού.
- Τοποθετήστε το κρεμαστό φωτιστικό πάνω από το χαρτόνι έτσι ώστε να φωτίζει ομοιόμορφα όλη την επιφάνεια, χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς το κεντρικό σημείο που σημειώθηκε με τη μετροταινία.
- Τοποθετήστε το τηλέφωνο έξω από τον πίνακα αλλά με κατεύθυνση προς αυτόν, σημειώνοντας το σημείο όπου γίνεται η μέτρηση και την απόσταση από τον πίνακα.



Σχήμα 2.5 - Θέση της πηγής φωτός και της συσκευής με εγκατεστημένη την εφαρμογή CLIMAX Brightness Sensor

f. Σημειώστε στον Πίνακα 2.3 την απόλυτη μέτρηση του αισθητήρα (ΠΡΟΣΟΧΗ: μην χρησιμοποιείτε το ποσοστό) και επαναλάβετε την ίδια άσκηση με τις άλλες χρωματιστές κάρτες.

(Συνιστούμε να καταγράψετε τρεις μετρήσεις για κάθε χρώμα στον πίνακα και να τις υπολογίσετε κατά μέσο όρο όπως στην άσκηση 1 και να τις καταχωρίσετε στη στήλη "Μέσος όρος μετρήσεων").

Χρώμα χαρτονιού	Μέτρηση 1	Μέτρηση 2	Μέτρηση 3	Μέσος όρος των μετρήσεων

Πίνακας 2.3 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 5.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Κάθε χρώμα απορροφά ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.



Επομένως, κάθε χρώμα θα προκαλέσει στον αισθητήρα μας να καταγράψει διαφορετικό σκεδαζόμενο φως, το οποίο προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ του φωτός που εκπέμπεται από τη λάμπα και του φωτός που απορροφάται από το ίδιο το χρώμα στην επιφάνεια που μετράται.

Εκτός από το φως, κάθε αντικείμενο απορροφά επίσης ένα ορισμένο ποσό θερμότητας, το οποίο οδηγεί σε διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αντικειμένων διαφορετικού χρώματος, τηρώντας τον κανόνα της λευκάγειας και της θερμικής ισορροπίας που συζητήθηκε παραπάνω.

Ένα πιο σκούρο έδαφος (λιγότεροι πάγοι και περισσότερες σκούρες επιφάνειες, όπως οι θάλασσες, οι ωκεανοί και το έδαφος) και μια πιο βρώμικη ατμόσφαιρα (λόγω των υπολειμμάτων των ορυκτών καυσίμων που υπάρχουν σε αυτήν, όπως η αιθάλη, η οποία επιστημονικά προσδιορίζεται ως μαύρος άνθρακας, για την οποία θα μιλήσουμε αργότερα) απορροφούν περισσότερη θερμότητα στο επίπεδο της επιφάνειας και στο επίπεδο της τροπόσφαιρας, οδηγώντας το θερμικό ισοζύγιο σε μια ανισορροπία υπέρ της θερμότητας που συγκρατείται σε σύγκριση με εκείνη που εκπέμπεται έξω από την ίδια την ατμόσφαιρα.

Η ολίσθηση των κλιματικών ζωνών

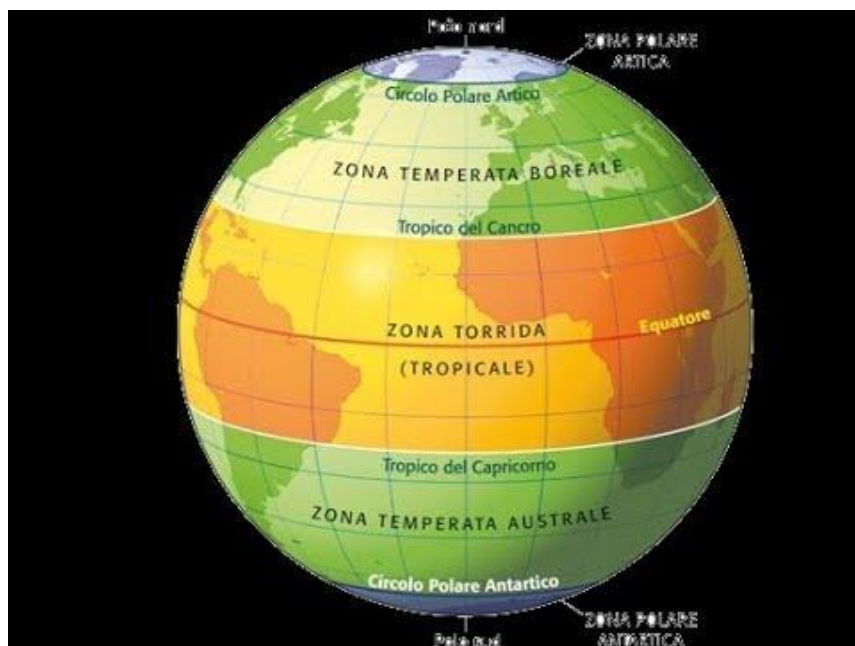
2.9. Κλιματικές ζώνες

Η επιφάνεια του πλανήτη Γη υποδιαιρείται σε λεγόμενες ομοιογενείς κλιματικές περιοχές (ή αστρονομικές ζώνες) με βάση τη διαφορετική μέση παγκόσμια θερμοκρασία κατά μήκος του άξονα βορρά-νότου, η οποία εξαρτάται από τη διαφορετική ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται.

Αυτή η διαμήκης μεταβολή της θερμοκρασίας καθιστά δυνατή τη διαίρεση του πλανήτη σε πέντε ομοιογενείς κλιματικές ζώνες, οι οποίες οριοθετούνται από τέσσερις θεμελιώδεις παραλλήλους (Τροπικός του Καρκίνου, Τροπικός του Αιγόκερου, Αρκτικός και Ανταρκτικός κύκλος).

Οι κλιματικές ζώνες αντικατοπτρίζονται στο νότιο και στο βόρειο ημισφαίριο, διαφοροποιούμενες σε:

- Αρκτική πολική ζώνη,
- Βορεατική εύκρατη ζώνη,
- Τροπική ζώνη, η οποία χωρίζεται σε ισημερινό και τροπικό κλίμα, με το πρώτο να είναι σαφώς ξηρότερο και το δεύτερο υγρό,
- Αυστραλιανή εύκρατη ζώνη,
- Ανταρκτική πολική ζώνη.



Σχήμα 2.6 - Διαίρεση των κλιματικών ζωνών του πλανήτη Γη.

Ωστόσο, μεταξύ των προβλημάτων που προκαλεί η υπερθέρμανση του πλανήτη συναντάμε και αυτό της "μετατόπισης" των παγκόσμιων κλιματικών ζωνών.

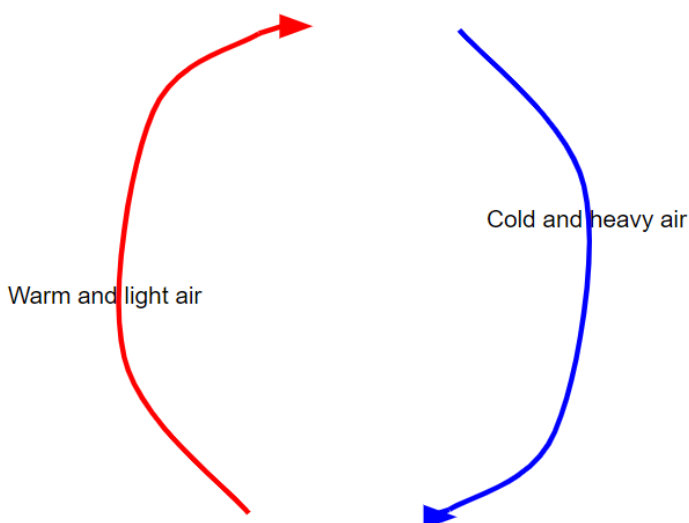
Το θέμα αυτό έχει αποκτήσει όλο και μεγαλύτερη σημασία τον τελευταίο καιρό, επειδή έχει γίνει αντιληπτό ότι οι εκπομπές από τις ανθρώπινες διεργασίες αναδιαμορφώνουν τη γη πολύ γρήγορα (όπως αναφέραμε προηγουμένως).

Αυτό οδήγησε ορισμένους ερευνητές (N.Jones,2018) να προσπαθήσουν να προσδιορίσουν τι συμβαίνει στις τροπικές ζώνες που, αν και φυσικά οριοθετούνται από τους δύο τροπικούς (Καρκίνος στον Βορρά και Αιγόκερως στον Νότο), από κλιματική άποψη συμπίπτουν χωρικά με το κλιματικό κύτταρο Hadley, το οποίο επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την υπερθέρμανση του πλανήτη.

2.10. Το κύτταρο του Hadley

Για να γίνει κατανοητή αυτή η αλλαγή, είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό τι σημαίνει κύτταρο συναγωγής και τι, ειδικότερα, ορίζεται ως κύτταρο Hadley.

Ένα κύτταρο συναγωγής σχηματίζεται από μια συνεχή ροή αέρα που κινείται κατακόρυφα και οριζόντια (στην προκειμένη περίπτωση σχηματίζει τους ανέμους) μεταφέροντας θερμότητα από μια ζώνη σε μια άλλη στην τροπόσφαιρα (το χαμηλότερο τμήμα της ατμόσφαιρας), διατηρώντας έτσι τη θερμική ισορροπία στο συγκεκριμένο τμήμα της ατμόσφαιρας.



Σχήμα 2.7 - Μετατόπιση θερμού (με κόκκινο) και ψυχρού (με μπλε) αέρα μέσα σε ένα κύτταρο συναγωγής.



Η κίνηση του αέρα στα κύτταρα περιπλέκεται επίσης από την περιστροφή της γης:

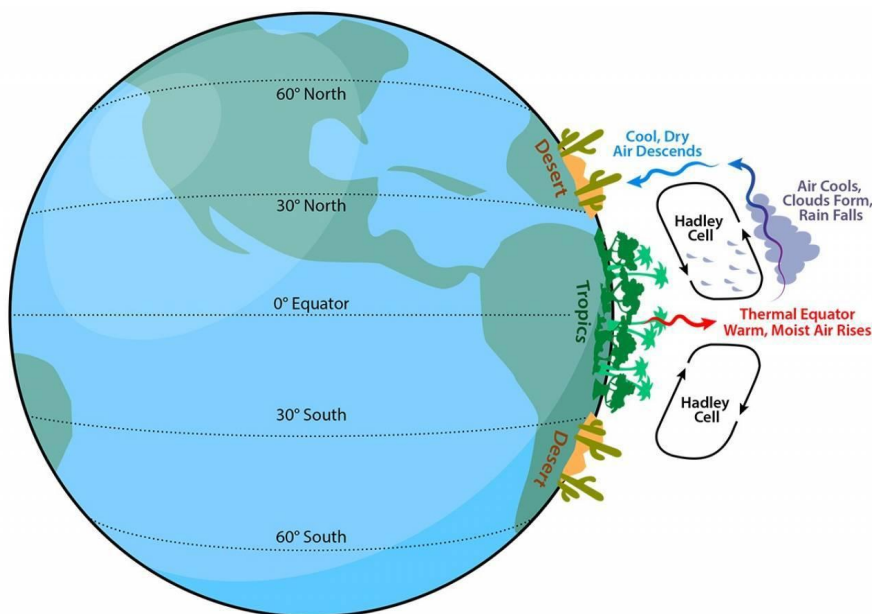
- Στις περιοχές που ορίζονται ως περιοχές υψηλής πίεσης, ο αέρας κατεβαίνει κάνοντας κύκλο γύρω από το κέντρο με δεξιόστροφη περιστροφή (στο βόρειο ημισφαίριο, αριστερόστροφα στο νότιο ημισφαίριο) και αυτές ονομάζονται αντικυκλωνικές,
- Σε περιοχές χαμηλής πίεσης, ο αέρας που φθάνει από γειτονικές περιοχές ενώνεται με τον θερμό αέρα που ανεβαίνει με αριστερόστροφη περιστροφή (αντίστροφα στο νότιο ημισφαίριο) και οι περιοχές αυτές ονομάζονται κυκλωνικές.

Υπάρχουν τρία κύτταρα συναγωγής (δηλαδή μεταφοράς θερμότητας) στον πλανήτη μας, τα οποία δημιουργούν τους ανέμους της παγκόσμιας κυκλοφορίας.

Το κύτταρο Hadley βρίσκεται στην τροπική ζώνη (δηλαδή μεταξύ του Ισημερινού και των τροπικών περιοχών) και προέρχεται από μια ροή θερμού, υγρού αέρα που ανεβαίνει από τον Ισημερινό (όπου βρίσκεται μια μεγάλη περιοχή χαμηλής πίεσης).

Όταν φτάσει στο υψόμετρο ψύξης, ο αέρας αρχίζει να κατευθύνεται προς τους πόλους, αλλά, καθώς ψύχεται πολύ γρήγορα, γίνεται τόσο πυκνός που δεν θα τους φτάσει ποτέ, αρχίζοντας να κατεβαίνει πολύ νωρίτερα.

Στη συνέχεια κατεβαίνει στους τροπικούς, όπου δημιουργείται μια μόνιμη υψηλή πίεση, όπου ο ψυχρός αέρας φτάνοντας στο έδαφος θερμαίνεται, δημιουργώντας έναν θερμό άνεμο που κατευθύνεται προς τον ισημερινό, ξεκινώντας τον κύκλο από την αρχή.



Σχήμα 2.8 - Θέση του κυττάρου Hadley στην τροπική ζώνη του πλανήτη Γη.

2.11. Η μεταβολή του κυττάρου Hadley

Το πρόβλημα τώρα είναι ότι **το κύτταρο** Hadley μεγαλώνει, οδηγώντας σε συρρίκνωση (μείωση της έκτασης) της ισημερινής ζώνης, αλλά και σε επέκταση των τροπικών ζωνών στα βόρεια και νότια.

Τα δεδομένα μάς λένε ότι η διαδικασία αυτή φέρνει επίσης ξηρασία στα βόρεια της Μεσογείου και ότι, από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 (όταν άρχισαν οι δορυφορικές παρατηρήσεις), τα όρια των τροπικών περιοχών έχουν μετατοπιστεί κατά περίπου 0,2-0,3 μοίρες γεωγραφικού πλάτους τόσο βόρεια όσο και νότια κάθε δεκαετία.

Αυτοί οι αριθμοί, που μας φαίνονται μικροί, υποδηλώνουν μια μέση επέκταση της ζώνης ξηρασίας περίπου 160 χιλιομέτρων (100 μιλίων) με μεγαλύτερες κορυφές. Για να γίνει κατανοητό το θέμα, στην Ευρώπη η ξηρασία έπληξε τη Γερμανία και τη Μεγάλη Βρετανία, οι οποίες δεν είχαν ποτέ (σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία των τελευταίων αιώνων) υποστεί αυτή τη διαδικασία.

Προφανώς, οι χώρες που προορίζονται για χειρότερες εξελίξεις είναι οι μεσογειακές χώρες.

Στη Μεσόγειο, η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει οδηγήσει σε ενίσχυση του προαναφερθέντος κυττάρου Hadley, το οποίο είναι ιστορικά υπεύθυνο για την



παρουσία αντικυκλώνων πάνω από την έρημο Σαχάρα (η πίεση παραμένει υψηλή στις αντικυκλωνικές περιοχές, μειώνοντας την πιθανότητα βροχοπτώσεων).

Εξαιτίας αυτού του φαινομένου, εδώ και μερικά χρόνια, ο καλοκαιρινός αντικυκλώνας των Αζορών (ο οποίος προστατεύει τη μεσογειακή Ευρώπη από τις ευρωατλαντικές διαταραχές και τη θερμότητα που προέρχεται από την αφρικανική ήπειρο) αντικαθίσταται όλο και περισσότερο από ισχυρούς αφρικανικούς αντικυκλώνες, οι οποίοι οδηγούν σε ασυνήθιστα ζεστό καιρό τόσο στην Ιταλία όσο και σε άλλες μεσογειακές χώρες.

Τέλος, η κυκλοφορία των αερίων μαζών πραγματοποιείται κυρίως κατά μήκος μιας διεύθυνσης νότου-βορρά, οδηγώντας σε συνθήκες υψηλής μετεωρολογικής μεταβλητότητας (που οδηγούν σε παρατεταμένες ξηρασίες, ακολουθούμενες από ισχυρές βροχές που προκαλούν υδρογεωλογικές διαταραχές), αλλά και σε ολοένα και πιο έντονες συγκρούσεις μεταξύ αερίων μαζών διαφορετικής προέλευσης και θερμοκρασίας που προκαλούν ισχυρές βροχοπτώσεις λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας στο επίπεδο της τροπόσφαιρας.



Πείραμα 6: Ζώνες ηλιακού φωτισμού

Χάρη στον αισθητήρα φωτός (φωτοαντίσταση) του έξυπνου οργάνου στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα μετρήσουμε πώς η κάθετη ή η λοξότητα της δέσμης μιας φωτεινής πηγής επηρεάζει την ενέργεια που λαμβάνει μια περιοχή του πλανήτη.

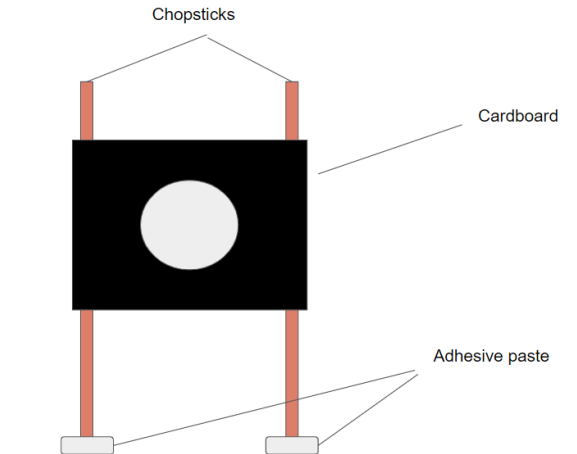
Χάρη σε αυτό το πείραμα, θα μπορέσουμε να κατανοήσουμε πώς οι ισημερινές ζώνες δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία ενώ οι πολικές ζώνες λιγότερη.

Υλικά:

- Μια υδρόγειος σφαίρα (εναλλακτικός [σύνδεσμος](#)),
- Λαμπτήρας με κατευθυνόμενη δέσμη,
- Ένα κομμάτι μαύρο χαρτόνι 20 cm x 20 cm,
- Δύο ξύλινα ή πλαστικά μπαστούνια περίπου 20 εκατοστών το καθένα,
- Εφαρμογή CLIMAX Αισθητήρας φωτεινότητας.
- Κολλητική πάστα μοντελοποίησης

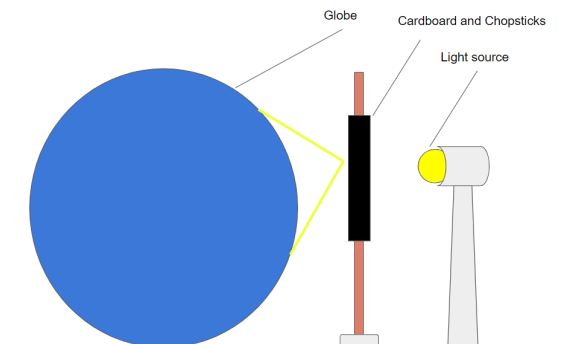
Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Αρχικά, ο μαθητής πρέπει να αντιγράψει τον Πίνακα 2.4 στο τετράδιό του.
- Ανοίξτε μια κυκλική τρύπα στο κέντρο της μαύρης κάρτας διαμέτρου περίπου 4 cm χρησιμοποιώντας μια πυξίδα για να σχεδιάσετε την περιφέρεια με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια,
- Στερεώστε τις δύο ράβδους σε ίση απόσταση η μία από την άλλη με πάστα μοντελοποίησης (όπως στο σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8 - Θέση της μαύρης κάρτας σε σχέση με τα πηχάκια για την τυποποίηση της χρήσης του φωτός.

d. Κολλήστε το χαρτόνι έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα στήριγμα που να κρατά το φως σε ίση απόσταση από την υδρόγειο σφαίρα (όπως στο σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9 - Θέση της σφαίρας σε σχέση με την πλακέτα και την πηγή φωτός

e - Κατευθύνετε το φως κάθετα προς τη σφαίρα και περιστρέψτε τη σφαίρα για να μετακινήσετε τον δακτύλιο του φωτός.

f. Μόλις εντοπιστεί η σωστή θέση της ακτινοβολίας, τοποθετήστε την έξυπνη συσκευή στην υδρόγειο ή τοποθετήστε το όργανο στην ίδια την υδρόγειο και μετρήστε την ακτινοβολία στις διάφορες ζώνες (τόσο με άμεσο φως όσο και, πηγαίνοντας προς τους πόλους, με όλο και πιο λοξό φως).

g. Προσδιορίστε τη φωτισμένη περιοχή της σφαίρας,

h. Χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή γεωγραφικού εντοπισμού (Openstreetmaps, Google Maps, Route 66 κ.λπ.) προσδιορίστε το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της



φωτισμένης περιοχής και συμπληρώστε τον πίνακα 2.4 με τα δύο δεδομένα που συλλέξατε στις αντίστοιχες στήλες και την ένταση φωτός (στην κατάλληλη στήλη).

Μέτρηση	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Ένταση φωτός

Πίνακας 2.4 - Πίνακας συλλογής δεδομένων πείραμα 6.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Περιστρέφοντας την υδρόγειο σφαίρα, οι μαθητές θα εντοπίσουν μια ζώνη υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας (η ζώνη του ισημερινού), ενώ θα παρατηρήσουν ότι καθώς πλησιάζει κανείς τους πόλους, η ποσότητα θερμότητας από τις πλάγιες ακτίνες του ήλιου μειώνεται σταθερά.

Στα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, η επίδραση του εισερχόμενου ηλιακού φωτός είναι μικρότερη, εν μέρει λόγω της λευκάγειας των πόλων.

Αυτό που έχει τον μεγαλύτερο αντίκτυπο σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη είναι η ενέργεια που, με τη μορφή εξερχόμενης θερμότητας, συγκρατείται από την ατμόσφαιρα σύμφωνα με τη διαδικασία που προκύπτει από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Συνεπώς, στα γεωγραφικά πλάτη όπου η θερμοκρασία είναι κατά μέσο όρο χαμηλότερη, οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα είναι μεγαλύτερες.



Θαλάσσια ρύπανση και ζώνες ανοξίας

2.12 Θαλάσσια ρύπανση

Η σύνθεση των ωκεανών αλλάζει κυρίως λόγω των ανθρωπογενών διεργασιών. Λόγω αυτών των διαδικασιών, μπορούμε να μιλάμε για θαλάσσια ρύπανση.

Μεταξύ των κύριων τύπων θαλάσσιων ρύπων μπορούμε να βρούμε:

Τα βαρέα μέταλλα, τα οποία φτάνουν στη θάλασσα όταν τα ποτάμια, τα οποία ρέουν μέσα από πυκνοκατοικημένες και βιομηχανοποιημένες περιοχές, μεταφέρουν χημικές ουσίες από τις οποίες το σύστημα δεν μπορεί να απαλλαγεί. Τα κυριότερα βαρέα μέταλλα είναι ο μόλυβδος, το κάδμιο, το στρόντιο και ο υδράργυρος, τα οποία συνδέονται με το αιωρούμενο φορτίο των ποταμών. Οι ουσίες αυτές έχουν σοβαρές επιπτώσεις στη βιολογική συνιστώσα του θαλάσσιου οικοσυστήματος, διότι αν προσληφθούν σε σημαντικές ποσότητες είναι επικίνδυνες (ακόμη και για όσους από εμάς τρέφονται με ψάρια και θαλάσσιους οργανισμούς που οι ίδιοι έχουν δηλητηριαστεί από βαρέα μέταλλα με άμεσο τρόπο).

Τα γεωργικά λιπάσματα και τα απορρυπαντικά που είναι πλούσια σε νιτρικά ή φωσφορικά άλατα οδηγούν σε μια ιδιαίτερη μορφή ρύπανσης που ονομάζεται ευτροφισμός.

Ο ευτροφισμός είναι η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών (μπορεί να συμβεί τόσο σε γλυκό όσο και σε αλμυρό νερό), οι οποίοι, λαμβάνοντας πάρα πολλά θρεπτικά συστατικά, προκαλούν υποβάθμιση του ίδιου του περιβάλλοντος, μειώνοντας το διαθέσιμο οξυγόνο και προκαλώντας περιοχές γενικευμένης ανοξίας.

Αυτή η κατανάλωση οξυγόνου οφείλεται στο γεγονός ότι, καθώς τα φύκη δεν τρώγονται από τους πρωτογενείς καταναλωτές (φυτοφάγα ζώα), πεθαίνουν και αποσυντίθενται, οδηγώντας σε ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των βακτηρίων αποσύνθεσης που καταναλώνουν το οξυγόνο.

Οι υδρογονάνθρακες προέρχονται τόσο από ατυχήματα που αφορούν πετρελαιοφόρα όσο και, ως επί το πλείστον, από εργασίες πλύσης δεξαμενόπλοιων και χώρους πλύσης και στάθμευσης χερσαίων οχημάτων κοντά σε ποτάμια, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρουν τους υδρογονάνθρακες στη θάλασσα.

Καθώς οι υδρογονάνθρακες είναι λιπαρές ουσίες, παραμένουν στην επιφάνεια και εμποδίζουν τη θαλάσσια ανταλλαγή αερίων, μειώνοντας επίσης το βάθος στο οποίο



μπορεί να φτάσει το ηλιακό φως, οδηγώντας σε μείωση της παραγωγής οξυγόνου από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, μεταβάλλοντας και πάλι την ανταλλαγή αερίων.

Περιέχουν επίσης τοξικά συστατικά και βαρέα μέταλλα, τα οποία καθιζάνουν στον πυθμένα.

Τα πλαστικά σκουπίδια αποδομούνται πολύ αργά και μπορούν να σχηματίσουν μεγάλες νησίδες σκουπιδιών στη θάλασσα (τα "πλαστικά νησιά"), οι οποίες ακολουθούν τα στροβιλώδη ρεύματα του ωκεανού και σχηματίζουν περιοχές της θάλασσας στις οποίες η ζωή δύσκολα μπορεί να επιβιώσει.

Επιπλέον, τα πλαστικά προσλαμβάνονται από τους θαλάσσιους οργανισμούς, προκαλώντας το θάνατό τους από ασφυξία ή βλάβη στα εσωτερικά όργανα.

Τέλος, τα προϊόντα αποικοδόμησης των πλαστικών είναι τοξικά για τους οργανισμούς, ιδίως για τα ψάρια, και, συσσωρευόμενα σε μεγάλες ποσότητες, μολύνουν τους ίδιους τους ανθρώπους που τρέφονται με τους θαλάσσιους οργανισμούς (βιοσυσσώρευση των μικροπλαστικών, δηλαδή μια συνεχώς αυξανόμενη συσσώρευση τοξικών ουσιών λόγω του γεγονότος ότι, καθώς ταξιδεύουν στην τροφική αλυσίδα από τους πρωτογενείς καταναλωτές έως τον άνθρωπο, κάθε οργανισμός που τρέφεται από έναν άλλο συσσωρεύει όλα τα μικροπλαστικά που περιέχονται στο σώμα του ζώου που θηρέυτηκε και έτσι θα το κάνει και ο πρώτος καταναλωτής).



Πείραμα 7: Η διαφορά στην ηλιακή ακτινοβολία

Χάρη στον αισθητήρα φωτός (φωτοανιχνευτής) στο έξυπνο όργανο στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα είμαστε σε θέση να μετρήσουμε πώς ένας ρύπος μπορεί να προκαλέσει ζημιά στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα μειώνοντας τη φωτοσύνθεση του φυτοπλαγκτόν.

Υλικά:

- Τρία γυάλινα ποτήρια ή τρία μικρά διαφανή δοχεία:
- Νερό,
- Πετρέλαιο,
- Αλκοόλ,
- Αισθητήρας φωτεινότητας CLIMAX,

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής αντιγράφει τον πίνακα 2.5 στο τετράδιό του.
- Ενεργοποιήστε την εφαρμογή CLIMAX Bright Sensor.
- Μετρήστε την κενή φωτεινότητα των γυαλιών τοποθετώντας τον αισθητήρα κάτω από το γυαλί με την εφαρμογή ενεργοποιημένη και πάρτε τον μέσο όρο τριών μετρήσεων.
- Γεμίστε το πρώτο ποτήρι με $\frac{1}{3}$ νερό,
- Γεμίστε το δεύτερο ποτήρι ζέσεως με $\frac{1}{3}$ αλκοόλης,
- Γεμίστε το τρίτο ποτήρι με $\frac{1}{3}$ λάδι.
- Μετρήστε κάθε ποτήρι και καταχωρίστε το αποτέλεσμα στον πίνακα στις προβλεπόμενες στήλες. Συνιστάται επίσης να κάνετε τρεις μετρήσεις για κάθε ποτήρι (δηλαδή για κάθε υγρό).
- Σημειώστε το αποτέλεσμα που προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ της φωτεινότητας του υγρού και της φωτεινότητας του άδειου ποτηριού στη στήλη που προβλέπεται.



g. Πραγματοποιήστε τρεις μετρήσεις για κάθε ποτήρι ζέσεως. Σε κάθε μέτρηση προσθέστε $\frac{1}{3}$ του υγρού στο εσωτερικό του ποτηριού ζέσεως.

h. Παρατηρήστε τα αποτελέσματα.

Μέτρηση	Φωτεινότητα άδειο ποτήρι	Φωτεινότητα νερού (γυαλί 1)	Νερό/άδειο φωτεινότητα	Φωτεινότητα αλκοόλ (γυαλί 2)	Αλκοόλ/άδειο φωτεινότητα	Φωτεινότητα λαδιού (γυαλί 3)	Λάδι/κενή φωτεινότητα

Πίνακας 2.5 - Πίνακας συλλογής δεδομένων πείραμα 7.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Κάθε υγρό έχει δύο διαφορετικά θεμελιώδη χαρακτηριστικά:

- Χρώμα,
- Πυκνότητα,

Αυτά τα χαρακτηριστικά του προκαλούν διαφορετική απορρόφηση του φωτός, προκαλώντας επίσης περισσότερη ή λιγότερη διάθλαση του φωτός.

Το πετρέλαιο, με μεγαλύτερη πυκνότητα, προκαλεί μεγαλύτερη διάθλαση, η οποία, σε συνδυασμό με το σκούρο χρώμα του (όπως συμβαίνει με τους υδρογονάνθρακες που διασκορπίζονται στη θάλασσα), μειώνει το φως που φιλτράρεται από την επιφάνεια της θάλασσας, φτάνοντας έτσι σε μικρότερα βάθη και σε λιγότερους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, οδηγώντας σε πιθανές πολύ μεγάλες περιοχές ανοξίας στο επίπεδο της θάλασσας.



Η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι επιπτώσεις στο albedo

2.13 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Η ατμόσφαιρα αποτελείται από περισσότερο ή λιγότερο σταθερά αέρια, ορισμένα από τα οποία μπορούν να γίνουν αντιδραστικά από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Λόγω των πρόσθετων ενώσεων που παράγουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες, η φυσική σύνθεση της ίδιας της ατμόσφαιρας μπορεί να αλλάξει, δημιουργώντας αυτό που ονομάζεται ατμοσφαιρική ρύπανση.

Το νέφος είναι μια από τις πιο γνωστές μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Αποτελείται από:

- αέρια (κυρίως οξείδια του θείου),
- πολύ λεπτή σκόνη,
- μικροσκοπικά σταγονίδια νερού (τα οποία μαζί με τη σκόνη

σχηματίζουν αερολύματα).

Αυτά τα απόβλητα παράγονται κυρίως από την καύση ξύλου, άνθρακα και υδρογονανθράκων (καθώς και άλλων ορυκτών καυσίμων), τα οποία χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές, την παραγωγή ενέργειας, τη θέρμανση και τις βιομηχανικές δραστηριότητες.

Συνήθως, η αιθαλομίχλη παρατηρείται ως σκοτεινή ομίχλη, η οποία κάνει τον αέρα στις πόλεις πιο σκοτεινό και δυσανάπνευστο.

Μέσα στο νέφος υπάρχουν ουσίες που είναι πολύ ερεθιστικές για τους βρόγχους, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικές παθήσεις. Ένα ακόμη πιο σοβαρό πρόβλημα δημιουργείται από το λεγόμενο φωτοχημικό νέφος, το οποίο δεν είναι ορατό με γυμνό μάτι και προκαλείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των ρύπων και της ηλιακής ακτινοβολίας.

Διάφοροι ρύποι που εκπέμπονται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και των εργοστασίων (ιδιαίτερα επιβλαβή είναι τα οξείδια του αζώτου) αντιδρούν χημικά με τις ακτίνες του ήλιου, παράγοντας τοξικές και ερεθιστικές ουσίες, συμπεριλαμβανομένου του όζοντος, το οποίο, στο επίπεδο της στρατόσφαιρας (δηλαδή ψηλά πάνω από το έδαφος) απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ στην τροπόσφαιρα μπορεί να προκαλέσει χρόνιες βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα των έμβιων όντων και στα φύλλα και τα στομάτια των φυτών.



Μια άλλη μορφή ρύπανσης είναι η αραίωση του στρώματος του όζοντος σε μεγάλα υψόμετρα, η οποία προκαλείται από συγκεκριμένους ρύπους με βάση το χλώριο που ονομάζονται CFC (χλωροφθοράνθρακες) και η οποία προκαλεί τη λεγόμενη "τρύπα του όζοντος" (η οποία στην πραγματικότητα είναι μια αραίωση του στρώματος του όζοντος στο νότιο ημισφαίριο μεταξύ της Αυστραλίας και της Ανταρκτικής ηπείρου, καθώς είναι αδύνατο να δημιουργηθεί μια τρύπα σε ένα στρώμα αερίου).

Οι χλωροφθοράνθρακες είναι τεχνητά αέρια που παράγονται σε εργαστήρια και παλαιότερα χρησιμοποιούνταν ως ψυκτικά μέσα σε καταψύκτες και κουτιά αεροζόλ (για να περιέχουν περισσότερο συμπιεσμένο αέριο) ή σε κλιματιστικά, επειδή έχουν υψηλή ψυκτική ικανότητα με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Οι χλωροφθοράνθρακες δεν είναι τοξικοί για την υγεία των ανθρώπων ή άλλων έμβιων όντων, αλλά έχουν απαγορευτεί επειδή προκαλούν την ίδια διαδικασία με την υπεριώδη ακτινοβολία στο στρώμα του όζοντος. Μόλις έρθουν σε επαφή με αυτά τα αέρια, το όζον, που σχηματίζεται χημικά από το μόριο O_3 , καταστρέφει το μόριό του διασπώντας το σε $O_2 + O$, μια διαδικασία που, αν συνέβαινε φυσικά, θα απέκλειε την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου, αλλά, επειδή συμβαίνει από μη φυσικά αίτια, προκαλεί την υπεριώδη ακτινοβολία να περνάει σε μεγάλες ποσότητες μέσα από τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, να φτάνει στην επιφάνεια και να βλάπτει τα έμβια όντα σε επίπεδο DNA.

Η τελευταία μορφή μακρο-ρύπανσης (θα μπορούσαν να αναφερθούν πολλές, έστω και αν είναι λιγότερο εμφανείς και λιγότερο μελετημένες) που οφείλεται στα αέρια καύσης (και επομένως στο νέφος) είναι η όξινη βροχή.

Τα οξείδια του θείου είναι η κύρια αιτία, διότι, ερχόμενα σε επαφή με τα μικρά σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα, σχηματίζουν θειικό οξύ, το οποίο είναι ένα από τα πιο ισχυρά διαβρωτικά υγρά που υπάρχουν στη φύση και το οποίο αυξάνει την οξύτητα των βροχοπτώσεων.

Με αυτόν τον τρόπο, η όξινη βροχή βλάπτει τα φυτά, τα εδάφη, τα νερά και τις λίμνες μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα (την κύρια πηγή πόσιμου νερού στις πόλεις μας) και επίσης καταστρέφει μνημεία και ιστορικά σπίτια. Στην Ευρώπη, μια ήπειρο με τεράστια καλλιτεχνική κληρονομιά, αποτελούν πολύ σοβαρή απειλή για τη διατήρησή της σε καλή κατάσταση.



Πείραμα 8: Όργανο μέτρησης για την αιθαλομίχλη

Το παραπάνω είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αδιαφάνειας ενός καπνού, προσδιορίζοντας έτσι την ποσότητα των σωματιδίων που υπάρχουν (όσο περισσότερα στερεά, σκοτεινά σωματίδια υπάρχουν, τόσο πιο αδιαφανής θα είναι ο καπνός).

Χάρη στον αισθητήρα φωτός (φωτοαντίσταση) στο έξυπνο όργανο στο οποίο έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή "CLIMAX Brightness Sensor", θα ελέγξουμε ποιο αντικείμενο απελευθερώνει τα περισσότερα σωματίδια κατά τη διαδικασία της καύσης.

Υλικά:

- CLIMAX Αισθητήρας φωτεινότητας,
- Πλαστικό καπάκι,
- Πλαστικό μπουκάλι,
- Κερί με φυτίλι,
- Κομμάτι ξύλου / οδοντογλυφίδα,
- Φύλλο χαρτιού,
- Φύλλο φυτού (ξηρό ή πράσινο),
- Δοχείο αλουμινίου κατάλληλου μεγέθους για να συγκρατεί τα προηγούμενα υλικά κατά τη διάρκεια της καύσης,
- Λαμπτήρας LED ή αλογόνου που λειτουργεί ως τεχνητή πηγή,
- Αναπτήρας ή σπίρτα,
- Μεταλλικό τσιμπιδάκι,
- Προστατευτικά γάντια.
- Προστατευτική μάσκα,
- Προστατευτικά γυαλιά.

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Αρχικά, ο μαθητής πρέπει να αντιγράψει τον Πίνακα 2.6 στο τετράδιό του,
- Στη συνέχεια, θα πρέπει να ενεργοποιήσετε την εφαρμογή CLIMAX Brightness Sensor,
- Αφού ενεργοποιηθεί το όργανο, θα πρέπει επίσης να ενεργοποιηθεί η λάμπα που θα λειτουργεί ως τεχνητός φωτισμός, η οποία πρέπει να τοποθετηθεί μακριά από τη φλόγα (η φλόγα θα τοποθετηθεί μεταξύ της λάμπας και του οργάνου),



d. Μετρήστε τη φωτεινότητα που καταγράφει ο αισθητήρας και σημειώστε τη μέση τιμή μεταξύ τριών μετρήσεων την στον πίνακα 2.6 (ΠΡΟΣΟΧΗ: Φωτεινότητα οργάνου, όχι ποσοστό),

d. Χρησιμοποιώντας έναν αναπτήρα ή σπίρτα, ανάψτε το πλαστικό καπάκι (ίσως χρειαστεί να το κρατήσετε ψηλά με τη βοήθεια της μεταλλικής λαβίδας),

e. Μόλις το καπάκι καεί, τοποθετήστε το όργανο στην πλευρά που βρίσκεται απέναντι από τον καπνό και μετρήστε τη φωτεινότητα (κάντε τρεις μετρήσεις και σημειώστε τον μέσο όρο των τριών στον πίνακα),

f. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για κάθε ένα από τα διαθέσιμα αντικείμενα, χρησιμοποιώντας τη θήκη αλουμινίου για ογκώδη αντικείμενα που δεν μπορούν να χειριστούν με ακρίβεια με τσιμπιδάκια,

g. Σημειώστε στον πίνακα τη διαφορά μεταξύ του φωτός του περιβάλλοντος και του φωτός που φιλτράρεται από τον καπνό, για να προκύψει η πραγματική αδιαφάνεια του ίδιου του καπνού (στήλη "Αποτελεσματική αδιαφάνεια"),

h. Ποιο από τα αντικείμενα παρήγαγε τον πιο αδιαφανή καπνό;

Υλικό	Φωτεινότητα λάμπας	Φωτεινότητα με καπνό	Αποτελεσματική αδιαφάνεια
Πλαστικό καπάκι			
Πλαστικό μπουκάλι			
Κερί			
Κομμάτι ξύλου / οδοντογλυφίδα			
Φύλλο χαρτιού			
Φύλλο φυτού (αποξηραμένο)			
Φύλλο φυτού (πράσινο)			

Πίνακας 2.6 - Πίνακας συλλογής δεδομένων πείραμα 8.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:



Όλα τα υλικά που επιλέχθηκαν περιέχουν κάποιο ποσοστό άνθρακα, καθώς είναι μέρη ζωντανών οργανισμών (όπως φύλλα και ξύλο) ή προέρχονται από ορυκτά καύσιμα (πλαστικό).

Η ποσότητα του άκαυστου άνθρακα δεν προέρχεται μόνο από την ποσότητα του ίδιου του άνθρακα στο υλικό.

Ο τύπος της καύσης μπορεί να οδηγήσει σε αυτό που ονομάζεται ατελής καύση, δηλαδή η φλόγα δεν παράγει αρκετή θερμότητα για να κάψει όλο το οργανικό υλικό, οπότε ένα μέρος του καταλήγει στην ατμόσφαιρα ως λεπτή σκόνη.

Κατά τη διάρκεια του πειράματός μας, η ατελής καύση θα είναι κυρίαρχη, δεδομένης της μικρής ποσότητας θερμότητας που θα παράγει η φλόγα, αλλά και πάλι θα μας επιτρέψει να πάρουμε μια αρκετά σαφή ιδέα για το ποιο αντικείμενο είναι ο πιο ρυπογόνος ατμοσφαιρικός ρύπος (κυρίως σε μεγάλες ποσότητες).

2.14 Τι είναι η υπεριώδης ακτινοβολία;

Όλοι εκτίθενται στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV) του ήλιου και όλο και περισσότεροι άνθρωποι εκτίθενται επίσης σε τεχνητές πηγές από το εμπόριο, τη βιομηχανία και την αναψυχή. Στο περιβάλλον μας, ο ήλιος είναι μακράν η ισχυρότερη πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας. Η υπεριώδης ακτινοβολία, η θερμότητα και το ορατό φως είναι όλα ηλιακές εκροές. Το φάσμα της υπεριώδους ακτινοβολίας διαχωρίζεται σε τρία μέρη που ονομάζονται UVA, UVB και UVC, όπως το ορατό φως έχει μια ποικιλία χρωμάτων που φαίνονται σε ένα ουράνιο τόξο. Το σύνολο της UVC και η πλειονότητα της UVB απορροφώνται από το όζον, τους υδρατμούς, το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα καθώς το ηλιακό φως ταξιδεύει στην ατμόσφαιρα. Το περιβάλλον δεν απορροφά την UVA τόσο πολύ όσο την UVB.

2.15 Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ UVA, UVB και UVC;

Οι τρεις μορφές του υπεριώδους φωτός χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με το μήκος κύματός τους. Οι βιολογικές τους διεργασίες και το βάθος στο οποίο μπορούν να διεισδύσουν στο δέρμα ποικίλλουν. Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι πιο επιβλαβής όταν το μήκος κύματός της είναι μικρότερο. Ωστόσο, η υπεριώδης ακτινοβολία με μικρότερο μήκος κύματος έχει μικρότερη ικανότητα διείσδυσης στο δέρμα.

Τρεις ζώνες αποτελούν την περιοχή UV, τα μήκη κύματος της οποίας κυμαίνονται μεταξύ 100 και 400 nm:

-UVA (315-400 nm)

-UVB (280-315 nm)

-UVC (100-280 nm).

Η υπεριώδης ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (UVC) είναι το πιο επιβλαβές είδος. Ωστόσο, η ατμόσφαιρα τη φιλτράρει πλήρως πριν φτάσει στην επιφάνεια του πλανήτη.

Παρόλο που είναι ιδιαίτερα βιολογικά ενεργή, η UVB μεσαίου μήκους κύματος δεν μπορεί να διεισδύσει κάτω από τα ανώτερα στρώματα του δέρματος. Είναι υπεύθυνη για καθυστερημένο μαύρισμα και φουσκάλες, επιταχύνει τη γήρανση του δέρματος και ενισχύει δραματικά την ανάπτυξη του καρκίνου του δέρματος. Η ατμόσφαιρα φιλτράρει την πλειονότητα της ηλιακής UVB.

Η σχετικά μεγάλου μήκους κύματος UVA αντιπροσωπεύει περίπου το 95% της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης. Προκαλεί το αρχικό αποτέλεσμα μαυρίσματος και μπορεί να φτάσει στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος. Επιπλέον, επιταχύνει τη γήρανση και τη ρυτίδωση του δέρματος. Από καιρό υπήρχε η υποψία ότι η UVA δεν μπορούσε να βλάψει τον άνθρωπο με τρόπο που να έχει διάρκεια. Πρόσφατες έρευνες υποδηλώνουν έντονα ότι θα μπορούσε ενδεχομένως να προάγει την ανάπτυξη κακοηθειών του δέρματος.

2.16 Πώς εκτίθενται οι άνθρωποι στην υπεριώδη ακτινοβολία;

1) Ώρα της ημέρας και εποχή του έτους:

Στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη, τα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι μέγιστα κατά τη διάρκεια των τεσσάρων ωρών γύρω από το ηλιακό μεσημέρι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και ποικίλλουν κυρίως ανάλογα με το ύψος του ήλιου στον ουρανό. Οι ακτίνες του ήλιου διανύουν τη μικρότερη απόσταση προς τη Γη κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων. Επιπλέον, νωρίς το πρωί ή αργά το απόγευμα, οι ακτίνες του ήλιου διαπερνούν την ατμόσφαιρα υπό γωνία. Λιγότερο υπεριώδες φως φτάνει στη Γη επειδή απορροφάται ως επί το πλείστον.

2) Γεωγραφικό πλάτος:

Πιο κοντά στον ισημερινό, τα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερα. Λιγότερη από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να απορροφηθεί λόγω της μικρότερης απόστασης που πρέπει να διανύσουν οι ακτίνες του ήλιου μέσω της ατμόσφαιρας που είναι πιο κοντά στον ισημερινό.

3) Υψόμετρο:

Όσο αυξάνεται το υψόμετρο, τόσο λιγότερη ατμόσφαιρα είναι διαθέσιμη για να εμποδίσει τις υπεριώδεις ακτίνες. Τα επίπεδα της υπεριώδους ακτινοβολίας αυξάνονται κατά περίπου 10% για κάθε 1000 μέτρα υψόμετρο.

4) Σύννεφα και ομίχλη:

Η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι υψηλότερη στον καθαρό ουρανό και συχνά μειώνεται από τα σύννεφα. Τα ελαφρά ή λεπτά σύννεφα, ωστόσο, έχουν ελάχιστο αντίκτυπο και μπορεί ακόμη και να αυξήσουν τα επίπεδα της υπεριώδους ακτινοβολίας λόγω σκέδασης. Μην αφήνετε μια συννεφιασμένη μέρα ή έναν κρύο άνεμο να σας ξεγελάσει! Σε μια ημέρα με υψηλό δείκτη υπεριώδους ακτινοβολίας, ένα ευαίσθητο άτομο μπορεί να πάθει ηλιακό έγκαυμα ακόμη και από μια παρατεταμένη παραμονή στην ανοιχτή σκιά, όπως ανάμεσα σε κτίρια.

5) Όζον:

Μέρος της υπεριώδους ενέργειας που διαφορετικά θα έφτανε στην επιφάνεια της Γης απορροφάται από το όζον. Η ποσότητα του όζοντος ποικίλλει καθημερινά και ακόμη και κατά τη διάρκεια του έτους.

6) Αντανάκλαση εδάφους:

Οι διάφορες επιφάνειες αντανακλούν ή διασκορπίζουν την υπεριώδη ακτινοβολία σε διαφορετικό βαθμό. Για παράδειγμα, το χιόνι μπορεί να αντανακλά έως και το 80% της υπεριώδους ακτινοβολίας, η ξερή άμμος της παραλίας περίπου 15% και ο αφρός της θάλασσας περίπου 25%.

Πώς σχετίζεται η υπεριώδης ακτινοβολία με τη μείωση του όζοντος;

Οι υπεριώδεις ακτίνες απορροφώνται από το όζον. Η προστατευτική λειτουργία του φίλτρου της ατμόσφαιρας μειώνεται σταδιακά, καθώς το στρώμα του όζοντος αραιώνει. Ως αποτέλεσμα, τόσο οι άνθρωποι όσο και το περιβάλλον εκτίθενται σε μεγαλύτερα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας και ιδίως του τύπου UVB.

Οι χημικές ουσίες που παράγονται και απελευθερώνονται από τον άνθρωπο στην ατμόσφαιρα είναι η κύρια αιτία της μείωσης του όζοντος, η οποία θα συνεχιστεί μέχρις ότου οι ενώσεις του χλωρίου και του βρωμίου χρησιμοποιούνται λιγότερο συχνά. Η σταδιακή κατάργηση των ενώσεων που καταστρέφουν το όζον από την παραγωγή γίνεται σταδιακά πραγματικότητα χάρη σε διεθνείς συμφωνίες όπως το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Ωστόσο, λόγω του παρατεταμένου χρόνου ημιζωής των χημικών ουσιών που έχουν ήδη απελευθερωθεί, τα προβλήματα εξάντλησης του όζοντος θα συνεχιστούν για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Το επίπεδο του όζοντος δεν θα ανακάμψει πλήρως πριν από το 2050.

2.17 Υγεία και υπεριώδης ακτινοβολία

Τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται απότομη αύξηση της συχνότητας εμφάνισης διαφόρων μορφών καρκίνου του δέρματος. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι τα αυξημένα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας και η μείωση του όζοντος πρέπει να ευθύνονται. Ωστόσο, τα περισσότερα δεδομένα προς το παρόν αποδίδουν συγκεκριμένες συμπεριφορές ως τον κύριο παράγοντα που συμβάλλει στην αύξηση των ποσοστών καρκίνου και όχι στην εξάντληση του όζοντος. Η αυξημένη υπαίθρια δραστηριότητα και οι τροποποιημένες πρακτικές ηλιοθεραπείας αυξάνουν την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία. Για να αντιστραφούν οι τρέχουσες τάσεις, απαιτείται επείγοντως αυξημένη ευαισθητοποίηση και προσαρμογή του τρόπου ζωής.

Τα πιο διαδεδομένα είδη καρκίνου του δέρματος, ο βασικοκυτταρικός και ο ακανθοκυτταρικός, εντοπίζονται συχνά σε περιοχές του σώματος που εκτίθενται στον ήλιο και η εμφάνισή τους συνδέεται συχνά με τη δια βίου έκθεση στον ήλιο. Η έκθεση στον ήλιο συνδέεται, επίσης, με αυξημένο κίνδυνο μελανώματος, ενός πιο επικίνδυνου αλλά λιγότερο συχνού είδους καρκίνου του δέρματος, αλλά ενδεχομένως όχι τόσο σημαντικά. Η έκθεση σε διάφορες τεχνητές πηγές υπεριώδους φωτός έχει επίσης συσχετιστεί με τον καρκίνο του δέρματος.



ΕΠΙΠΕΔΟ 3 - Ο κύκλος του νερού

Εισαγωγή

Το νερό είναι ένα θεμελιώδες στοιχείο της φύσης, καθώς καλύπτει το 70% της επιφάνειας της γης. Διατηρεί τη ζωή, διαχέει τη θερμότητα, απομακρύνει επικίνδυνες ουσίες και διευκολύνει πολλές καθημερινές εργασίες. Για να λειτουργήσει το νερό, πρέπει συνεχώς να αναπληρώνεται, να φιλτράρεται και να κυκλοφορεί. Ο υδρολογικός κύκλος, κοινώς αναφερόμενος ως κύκλος του νερού, είναι ο μηχανισμός που χρησιμοποιεί η φύση για να επιτελέσει αυτό το έργο. Το νερό ρέει μέσα από τις τρεις καταστάσεις του -αέριο, υγρό και στερεό- διαμέσου των τεσσάρων σφαιρών -ατμόσφαιρα, λιθόσφαιρα, υδρόσφαιρα και βιόσφαιρα- και ολοκληρώνει έναν πλήρη κύκλο.

- **Εξάτμιση - Το νερό εξατμίζεται στον αέρα:** Με την εξάτμιση ξεκινά ο κύκλος του νερού. Το νερό στην επιφάνεια μετατρέπεται σε υδρατμούς κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Η θερμότητα του ήλιου απορροφάται από το νερό, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται. Η κύρια πηγή εξάτμισης είναι τα υδάτινα σώματα, όπως οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι λίμνες και τα ποτάμια. Το νερό ταξιδεύει από την υδρόσφαιρα στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης. Η θερμοκρασία των σωμάτων μειώνεται όταν συμβαίνει εξάτμιση του νερού.
- **Συμπύκνωση - Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε σύννεφα:** Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, οι υδρατμοί σε μεγάλα υψόμετρα συμπυκνώνονται σε μικρά σταγονίδια πάγου ή νερού. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται συμπύκνωση. Όταν αυτά τα σωματίδια συγκρούονται, σχηματίζονται σύννεφα και ομίχλη στον ουρανό.
- **Βροχόπτωση - Το νερό πέφτει ως βροχή:** Μετά τη διαδικασία της συμπύκνωσης, οι συμπυκνωμένοι υδρατμοί, πέφτουν ως βροχή ως αποτέλεσμα του ανέμου ή των μεταβολών της θερμοκρασίας. Τα κατακρημνίσματα εμφανίζονται όταν ο αέρας δεν μπορεί να συγκρατήσει άλλο νερό. Οι χαμηλές θερμοκρασίες σε μεγάλα υψόμετρα προκαλούν την απώλεια της θερμικής ενέργειας των σταγονιδίων. Αυτά τα σταγονίδια νερού διασκορπίζονται και γίνονται βροχή. Τα σταγονίδια νερού θα έπεφταν ως χιόνι αν η θερμοκρασία έπεφτε κάτω από τους μηδέν βαθμούς. Επιπλέον, το νερό μπορεί επίσης να κατακρημνιστεί ως χαλάζι, χιονόνερο και ψιλόβροχο. Συνεπώς, το νερό εισέρχεται στη λιθόσφαιρα.
- **Το νερό επιστρέφει στη θάλασσα:** Η απορροή είναι αποτέλεσμα της καθόδου του νερού (με οποιαδήποτε μορφή και αν έχει αυτή). Η απορροή είναι ο μηχανισμός μέσω του οποίου το νερό ταξιδεύει στην επιφάνεια της γης. Η απορροή προκύπτει από το λιώσιμο του χιονιού που έχει διαλυθεί σε νερό. Το ανώτερο έδαφος μετακινείται μαζί με το ρεύμα του νερού καθώς αυτό ρέει

πάνω από το έδαφος, και τα μέταλλα μεταφέρονται επίσης μαζί του. Όταν συνδυάζεται, αυτή η απορροή καταλήγει σε ποτάμια, λίμνες, θάλασσες και ωκεανούς, όπου το νερό καταλήγει στην υδρόσφαιρα.

Κλιματική αλλαγή και θαλάσσια συστήματα

- Αλλαγές στον παγκόσμιο μεταφορικό ιμάντα των ωκεανών (γλυκό νερό/θαλάσσιο νερό):** Ο μηχανισμός μέσω του οποίου η θερμότητα διανέμεται σε ολόκληρο τον ωκεανό μοντελοποιείται από τον παγκόσμιο μεταφορικό ιμάντα. Η παγκόσμια **θερμοαλίνη** κυκλοφορία είναι μια σχετικά αργή διαδικασία. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξήθηκε κατά 0,74 βαθμούς Κελσίου μεταξύ του 1906 και του 2005 και αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται. Η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερο σχηματισμό θαλάσσιου πάγου, σύμφωνα με ορισμένα στοιχεία. Το νερό του πυθμένα δεν θα σχηματίζεται τόσο πολύ αν υπάρχει λιγότερος σχηματισμός θαλάσσιου πάγου. Η μεταφορά θερμότητας από τον ισημερινό στους πόλους θα μειωνόταν εάν η παγκόσμια **θερμοαλίνη** κυκλοφορία επιβραδυνόταν ή σταματούσε, δεδομένου ότι το νερό του πυθμένα είναι ζωτικής σημασίας για τη διαδικασία αυτή. Οι πολικές περιοχές θα γίνονταν ψυχρότερες επειδή δεν θα δέχονταν τόση θερμότητα.
- Ρύπανση των ωκεανών (απόβλητα):** Αμέτρητοι τόνοι σκουπιδιών και άλλων ρύπων απορρίπτονται στον ωκεανό κάθε χρόνο. Ως αποτέλεσμα των κυμάτων και των παλιρροιών, κάποια από τα σκουπίδια ξεβράζονται στις παραλίες μας. Κάποια σκουπίδια βυθίζονται, κάποια καταναλώνονται από τα ζώα που τα μπερδεύουν με την τροφή τους ενώ κολυμπούν στον ωκεανό, και κάποια συσσωρεύονται στα κυκλώματα των ωκεανών. Άλλοι τύποι ρύπανσης, όπως οι πετρελαιοκηλίδες ή η συσσώρευση πολλών διάσπαρτων πηγών, όπως τα λιπάσματα από τις αυλές μας, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του ωκεανού. Η πλειονότητα των ρύπων που εισέρχονται στο νερό προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα πολύ μακριά στην ενδοχώρα και κατά μήκος των ακτογραμμών.
- Αύξηση της στάθμης της θάλασσας λόγω τήξης των πάγων (διαφορά μεταξύ Βόρειου και Νοτίου Πόλου):** Μια ανησυχία σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ότι, καθώς η μέση θερμοκρασία αυξάνεται, αυτό θα προκαλέσει το λιώσιμο των πάγων, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Πολλοί άνθρωποι σε όλο τον κόσμο απολαμβάνουν να ζουν κοντά σε ακτές, αλλά ακόμη και μια μικρή άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα προκαλέσει πλημμύρες σε περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο και κοντά στη θάλασσα. Η κλιματική αλλαγή προκαλεί διακυμάνσεις τόσο στη θερμοκρασία όσο και στις

χιονοπτώσεις. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί το λιώσιμο των παγετώνων ταχύτερα από ό,τι μπορούν να συσσωρεύσουν νέο πάγο. Η αύξηση της θερμοκρασίας σημαίνει επίσης ότι ορισμένες περιοχές θα δέχονται βροχή αντί για χιόνι, μειώνοντας περαιτέρω τη συσσώρευση πάγου. Όταν οι παγετώνες χάνουν περισσότερο πάγο κατά τους θερμότερους μήνες από ό,τι κερδίζουν κατά τους ψυχρότερους μήνες, υποχωρούν. Καθώς ένας παγετώνας λιώνει, στο τέλος του μπορεί να σχηματιστεί ποτάμι ή λίμνη. Η επαφή με το νερό προκαλεί την ταχύτερη τήξη του πάγου. Μπορεί επίσης να προκαλέσει την απόκλιση των παγωμένων βράχων. Ο πάγος στο βορρά έχει τη μορφή ενός επιπλέον πολικού καλύμματος πάγου, ενώ ο πάγος στο νότο έχει κυρίως τη μορφή ενός στρώματος πάγου στην κορυφή της ηπείρου της Ανταρκτικής.

- **Εξαφάνιση ζώων:** Αν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συνεχίσουν την τρέχουσα πορεία τους, προβλέπεται ότι μέχρι το 2050, πάνω από το ένα τρίτο όλων των ζωικών και φυτικών ειδών στη Γη θα έχουν εξαφανιστεί. Αυτό θα ήταν μια καταστροφική απώλεια που θα μείωνε μόνιμα τη βιοποικιλότητα και θα άλλαζε τα οικοσυστήματα καθώς και τις ανθρώπινες κοινωνίες σε όλο τον κόσμο. Οι πρώτες εξαφανίσεις περισσότερων από ένα εκατομμύριο ειδών μπορεί ήδη να συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

3.1 Δασικές πυρκαγιές

Μία από τις σημαντικότερες διαταραχές που επηρεάζουν τα οικοσυστήματα είναι οι δασικές πυρκαγιές. Οι κύριοι παράγοντες που προκαλούν την εμφάνιση και την εξάπλωση των δασικών πυρκαγιών είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, η ξηρή ατμόσφαιρα και οι ισχυροί καλοκαιρινοί άνεμοι. Η παρουσία επαρκούς δασικής καύσιμης ύλης στην περιοχή -από άποψη ποσότητας, ποιότητας και διάταξης- αποτελεί προϋπόθεση για την εκδήλωση πυρκαγιάς. Η πλειονότητα αυτής της ύλης αποτελείται από τα χόρτα και τα φρύγανα που φυτρώνουν στα δάση, καθώς και από τα φύλλα, τις βελόνες και τα λεπτά κλαδιά των θάμνων και των δέντρων. Τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους, η συγκράτηση και η κατανομή της βροχής που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους, η χλωρίδα και η πανίδα, καθώς και η ποιότητα του αέρα και του νερού επηρεάζονται από τη φωτιά.

3.2 Παράκτια διάβρωση

Η φυσική διαδικασία της παράκτιας διάβρωσης συμβάλλει στη συνεχή φυσική εξέλιξη της παράκτιας λεκάνης και στην υποχώρηση της ακτογραμμής. Η



αλληλεπίδραση του παράκτιου περιβάλλοντος με το νερό, την ατμόσφαιρα και την άμεση ανθρώπινη δραστηριότητα οδηγεί στην παράκτια διάβρωση.

Φυσικές αιτίες της διάβρωσης των ακτών

- ☐ Έντονος κυματισμός
- ☐ Παράκτια ρεύματα
- ☐ Άνοδος της στάθμης της θάλασσας
- ☐ Θαλάσσιες καταιγίδες

Ανθρωπογενείς αιτίες

- ☐ Κατασκευή φραγμάτων
- ☐ Παράκτια οικιστική ανάπτυξη
- ☐ Τουριστική ανάπτυξη
- ☐ Παράνομη αμμοβολή

Πείραμα 9: Πείραμα για τον κύκλο του νερού

Πειραματιστείτε προσομοιώνοντας τον κύκλο του νερού με απλά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τάξη.

Υλικά

- Πλαστική σακούλα με φερμουάρ
- Δείκτες
- Νερό
- Τέμπερες
- Αυτοκόλλητη ταινία.

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

α - Ζωγραφίζουμε την τσάντα (σύννεφα, ήλιος, βάρκα)

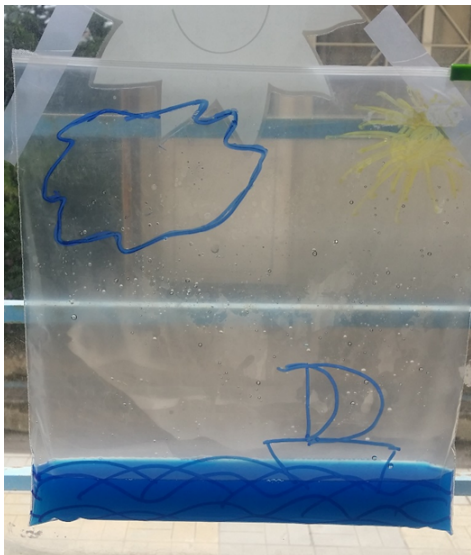
β - Ζωγραφίστε το νερό με τέμπερα

γ - Ρίξτε το νερό στη σακούλα

d - Σημειώνουμε το στρώμα νερού στην τσάντα

ε - Κλείνουμε τη σακούλα και την τοποθετούμε σε ένα παράθυρο κοντά στον ήλιο.

δ- Σημειώνουμε τη στάθμη του νερού στη σακούλα.



Σχήμα 3.1 - Πώς θα μοιάζει το πείραμα

Σημειώσεις

Όταν η σακούλα αφήνεται στο παράθυρο και την βλέπει ο ήλιος, ένα μέρος του νερού μετατρέπεται σε υδρατμούς.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Οι υδρατμοί συγκεντρώνονται στα τοιχώματα της σακούλας, στη συνέχεια πιέζουμε τη σακούλα με τα δάχτυλά μας και παρατηρούμε τους υδρατμούς να υγροποιείται και να πέφτει μέσα στη σακούλα σα βροχή.

Εάν η σακούλα παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα κοντά στο παράθυρο, οι μαθητές θα παρατηρήσουν ότι η ποσότητα του υγρού νερού στη σακούλα αυξομειώνεται.

Για να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι η συνολική ποσότητα του νερού στη σακούλα παραμένει σταθερή, αφού η σακούλα παραμένει στο παράθυρο της τάξης για μερικούς μήνες, τη βάζουμε για λίγες ώρες στο ψυγείο ώστε να υγροποιηθεί όλη η ποσότητα του νερού και στη συνέχεια συγκρίνουν τη στάθμη του νερού που έχει παραμείνει στη σακούλα σε σχέση με αυτή που είχαμε αρχικά.

3.3 Ερημοποίηση



Η ερημοποίηση περιγράφεται ως η "...υποβάθμιση του εδάφους, του τοπίου και του βιοπαραγωγικού συστήματος της γης σε άγονες, ημίξηρες και υγροβιότοπους, ως αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων, όπως η κλιματική αλλαγή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες..." από τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της ερημοποίησης (UNCCD). Η σταδιακή μείωση της γονιμότητας του εδάφους, η οποία μειώνει τη γεωργική παραγωγή, χαρακτηρίζει το φαινόμενο.

3.4 Πλημμύρες από αιφνίδιες πλημμύρες

Οι έντονες βροχοπτώσεις που μπορεί να διαρκέσουν για λίγο ή για παρατεταμένο χρονικό διάστημα συνδέονται στενά με το φαινόμενο των πλημμυρών. Εκτός όμως από τη βροχόπτωση, μια σειρά άλλων στοιχείων, όπως η ικανότητα του εδάφους για απορρόφηση νερού, η γεωμορφολογία της περιοχής, η χρήση γης, η κλιματική αλλαγή και άλλα, επηρεάζουν το φαινόμενο αυτό.

Κύριες αιτίες των πλημμυρών

- ☐ Αύξηση της στάθμης της θάλασσας ή ωκεάνια κύματα υψηλού υψομέτρου που πλημμυρίζουν παράκτιες περιοχές
- ☐ Υπερχείλιση ποταμών ή λιμνών
- ☐ Υπερβολικές βροχοπτώσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα
- ☐ Λιώσιμο των παγετώνων
- ☐ Καταστροφή φράγματος
- ☐ Ανεξέλεγκτη δόμηση σε αστικές περιοχές
- ☐ Αλλαγή του φυσικού συστήματος αποστράγγισης

3.5 Κατολισθήσεις

Η βαρυτική μετακίνηση εδαφικών ή βραχωδών μαζών που προκύπτει από εσωτερικές ή εξωτερικές δυνάμεις αναφέρεται ως "κατολίσθηση". Πιθανές αιτίες των κατολισθήσεων είναι φυσικές διεργασίες όπως σεισμοί, ηφαιστειακές εκρήξεις, έντονες βροχοπτώσεις, μεταβολές στη στάθμη των υδάτων, διάβρωση του εδάφους, καθώς και ανθρώπινες δραστηριότητες όπως αποψίλωση των δασών, εκσκαφή πρηνών για την κατασκευή δρόμων, εξορύξεις.

Πώς να παρακολουθείτε/μετράτε την κλιματική αλλαγή

Για την παρακολούθηση και την πρόβλεψη των αλλαγών στον καιρό και το κλίμα, ένα σύστημα παρακολούθησης της κλιματικής αλλαγής συνδυάζει δορυφορικές παρατηρήσεις, επίγεια δεδομένα και μοντέλα πρόβλεψης. Με την πάροδο του χρόνου, αναπτύσσεται μια ιστορική βάση δεδομένων επιτόπιων μετρήσεων, η οποία παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα για τη στατιστική ανάλυση και την ανίχνευση μέσω των τιμών, τάσεων και διακυμάνσεων. Σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, οι μελλοντικές συνθήκες μπορούν να προβλεφθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια όσο περισσότερες πληροφορίες είναι διαθέσιμες. Αυτό έχει αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης κλιματικής μεταβλητότητας και των μεταβαλλόμενων ιστορικών τάσεων.

- **Δορυφορικά δεδομένα:** Οι πληροφορίες για τη Γη και άλλους πλανήτες στο διάστημα που έχουν συλλεχθεί από τεχνητούς δορυφόρους στις τροχιές τους αναφέρονται ως δορυφορικά δεδομένα ή δορυφορικές εικόνες. Η παρατήρηση της Γης, η οποία χρησιμοποιεί δορυφόρους για την παροχή δεδομένων σχετικά με τις αλλαγές στην επιφάνεια και τις καιρικές συνθήκες στη Γη, είναι η πιο δημοφιλής εφαρμογή δορυφορικών δεδομένων.
- **Τηλεπισκόπηση:** Η μέτρηση της ανακλώμενης και εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μιας περιοχής από απόσταση, είναι μια διαδικασία που ονομάζεται τηλεπισκόπηση, η οποία προσδιορίζει και παρακολουθεί τα φυσικά χαρακτηριστικά μιας τοποθεσίας (συνήθως από δορυφόρο ή αεροσκάφος). Οι φωτογραφίες τηλεπισκόπησης λαμβάνονται από εξειδικευμένες κάμερες και χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες για να "ψηλαφίσουν" τη Γη.
- **Κλιματικά μοντέλα:** Προγράμματα υπολογιστών που προσομοιώνουν την αλλαγή των καιρικών συνθηκών σε βάθος χρόνου, ονομάζονται κλιματικά μοντέλα. Τα κλιματικά μοντέλα μπορούν να υπολογίσουν τα μέσα καιρικά πρότυπα στη Γη -το κλίμα- υπό διάφορες συνθήκες, εκτελώντας αυτές τις προσομοιώσεις. Ειδικότερα, ως αποτέλεσμα ανθρώπινων ενεργειών, όπως η προσθήκη αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, που μεταβάλλουν τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του πλανήτη μας, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν κλιματικά μοντέλα για να προβλέψουν πώς μπορεί να εξελιχθεί το κλίμα στο μέλλον.
- **Επιστημονικές εκθέσεις (IPCC):** Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) είναι το όργανο των Ηνωμένων Εθνών για την αξιολόγηση της επιστήμης που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή. Η IPCC συντάσσει εκτενείς εκθέσεις αξιολόγησης που περιγράφουν την τρέχουσα κατάσταση των γνώσεων σχετικά με την κλιματική αλλαγή, τις επιπτώσεις της και τους πιθανούς κινδύνους στο μέλλον, καθώς και στρατηγικές για την επιβράδυνση της εξέλιξής της. Επιπλέον, δημιουργεί Εκθέσεις Μεθοδολογίας που προσφέρουν οδηγίες για τη δημιουργία καταλόγων αερίων του



θερμοκηπίου, καθώς και Ειδικές Εκθέσεις για θέματα που επιλέγουν τα κράτη μέλη της.

Πώς να μετριαστεί η κλιματική αλλαγή

- **Σωστή διαχείριση αποβλήτων:** Μερικά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται συχνότερα στα σπίτια, τις επιχειρήσεις και τα σχολεία είναι το πλαστικό, το χαρτί ή το γυαλί. Η ακατάλληλη απόρριψη αυτών των ανακυκλώσιμων υλικών έχει σοβαρή επίδραση στη δημόσια υγεία καθώς και στο περιβάλλον προκαλώντας ρύπανση του νερού και του αέρα. Μια σωστή στρατηγική διαχείρισης αποβλήτων δίνει προτεραιότητα στην ανάκτηση πόρων και ενέργειας, στην επαναχρησιμοποίηση, στην ανακύκλωση, στην πρόληψη της χρήσης πόρων και στην τελική διάθεση. Η ανακύκλωση, η κομποστοποίηση, οι ασφαλείς χώροι υγειονομικής ταφής και η καύση με ανάκτηση ενέργειας αποτελούν παραδείγματα σύγχρονων στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων.
- **Μείωση-Χρήση-Ανακύκλωση:** Η εφαρμογή της στρατηγικής Μείωση-Χρήση-Ανακύκλωση είναι απαραίτητη για την επίτευξη αυτού του στόχου και την πρόληψη της εξάντλησης των φυσικών πόρων.
- **Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG):** Για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ολόκληρο τον ενεργειακό τομέα πρέπει να γίνουν σημαντικές αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές περιλαμβάνουν τη σημαντική μείωση της συνολικής χρήσης ορυκτών καυσίμων, την ανάπτυξη ενεργειακών πηγών χαμηλών εκπομπών, τη μετάβαση σε εναλλακτικούς φορείς ενέργειας και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και της εξοικονόμησης ενέργειας (IPCC, 2022).
 - Η τεχνολογία χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να μειώσει τις εκπομπές από τον τομέα των μεταφορών στις βιομηχανικές χώρες και να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών. Οι παρεμβάσεις με γνώμονα τη ζήτηση μπορούν να μειώσουν τη ζήτηση για όλες τις υπηρεσίες μεταφορών και να προωθήσουν τη μετάβαση σε τρόπους μεταφοράς που χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια. Σύμφωνα με την ανάλυση του κύκλου ζωής, τα ηλεκτρικά οχήματα που κινούνται με ενέργεια χαμηλών εκπομπών έχουν το μεγαλύτερο δυναμικό για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στις χερσαίες μεταφορές. Βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα, τα βιώσιμα βιοκαύσιμα μπορούν να προσφέρουν πρόσθετα οφέλη μετριασμού στις χερσαίες μεταφορές. Τα βιώσιμα βιοκαύσιμα, το υδρογόνο χαμηλών

εκπομπών και τα παράγωγα (όπως τα συνθετικά καύσιμα) μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις χερσαίες και αεροπορικές μεταφορές βαρέων οχημάτων, αλλά πρέπει επίσης να παράγονται πιο αποτελεσματικά και με χαμηλότερο κόστος. Υπάρχει μια σειρά από οφέλη που συνδέονται με πολλές τεχνικές μετριασμού στον τομέα των μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των βελτιώσεων στην ποιότητα του αέρα, των πλεονεκτημάτων για την υγεία, της ισότιμης πρόσβασης σε υπηρεσίες μεταφορών, της μειωμένης συμφόρησης και της μειωμένης ζήτησης υλικών (IPCC, 2022). Ο παρακάτω πίνακας αντιπροσωπεύει ορισμένα παραδείγματα ευκαιριών μείωσης στον τομέα των μεταφορών, σύμφωνα με την IPCC (2014).

Παραδείγματα ευκαιριών μείωσης στον τομέα των μεταφορών, IPCC (2014)

Τύπος	Πώς μειώνονται οι εκπομπές	Παραδείγματα
Αλλαγή καυσίμου	Χρήση καυσίμων που εκπέμπουν λιγότερο CO ₂ από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι εναλλακτικές πηγές μπορεί να περιλαμβάνουν βιοκαύσιμα, υδρογόνο, ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, ή ορυκτά καύσιμα που είναι λιγότερο πλούσια σε CO ₂ από τα καύσιμα που αντικαθιστούν.	- Χρήση δημόσιων λεωφορείων που κινούνται με συμπιεσμένο φυσικό αέριο και όχι με βενζίνη ή ντίζελ. - Χρήση ηλεκτρικών ή υβριδικών αυτοκινήτων, υπό την προϋπόθεση ότι η ενέργεια παράγεται από καύσιμα με χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα ή μη ορυκτά καύσιμα. - Χρήση ανανεώσιμων καυσίμων, όπως βιοκαύσιμα χαμηλών εκπομπών άνθρακα.
Βελτίωση της αποδοτικότητας καυσίμου με προηγμένο σχεδιασμό, υλικά και τεχνολογίες	Χρήση προηγμένων τεχνολογιών, σχεδιασμού και υλικών για την ανάπτυξη πιο αποδοτικών ως προς την κατανάλωση καυσίμων οχημάτων.	Ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών οχημάτων, όπως τα υβριδικά οχήματα και τα ηλεκτρικά οχήματα, που μπορούν



ClimaX

CLIMate coalition eXchange of best practices

2021-1-SK01-KA220-SCH-000023803

		να αποθηκεύουν ενέργεια από την πέδηση και να τη χρησιμοποιούν αργότερα για ενέργεια. • Μείωση του βάρους των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οχημάτων. • Μείωση της αεροδυναμικής αντίστασης των οχημάτων μέσω καλύτερου σχεδιασμού του σχήματος.
Βελτίωση των λειτουργικών πρακτικών	Υιοθέτηση πρακτικών που ελαχιστοποιούν τη χρήση καυσίμων. Βελτίωση των οδηγικών πρακτικών και της συντήρησης των οχημάτων.	• Μείωση του μέσου χρόνου τροχοδρόμησης των αεροσκαφών. • Οδήγηση με σύνεση (αποφυγή ταχείας επιτάχυνσης και φρεναρίσματος, τήρηση του ορίου ταχύτητας). • Μείωση της ακινητοποίησης του κινητήρα. • Βελτίωση του σχεδιασμού των ταξιδιών των πλοίων, π.χ. μέσω της βελτίωσης της δρομολόγησης με βάση τις καιρικές συνθήκες, για την αύξηση της αποδοτικότητας των καυσίμων.
Μείωση της ζήτησης μετακινήσεων	Εφαρμογή του αστικού σχεδιασμού για τη μείωση του αριθμού των χιλιομέτρων που διανύουν οι άνθρωποι καθημερινά. Μείωση της ανάγκης για οδήγηση μέσω μέτρων αποδοτικότητας των μετακινήσεων, όπως προγράμματα για	• Κατασκευή δημόσιων συγκοινωνιών, πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων για την αύξηση των επιλογών μεταφοράς με χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.

	μετακινούμενους, ποδηλάτες και πεζούς.	• Η χωροθέτηση περιοχών μεικτής χρήσης, ώστε κατοικίες, σχολεία, καταστήματα και επιχειρήσεις να βρίσκονται κοντά, μειώνει την ανάγκη για οδήγηση.
--	--	--

- Η θέση των βιομηχανιών έντασης αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα των μέτρων για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών του βιομηχανικού τομέα. Περιφέρειες με άφθονη προσφορά ενέργειας και πρώτων υλών με χαμηλά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχουν τη δυνατότητα να γίνουν εξαγωγείς χημικών προϊόντων και υλικών με βάση το υδρογόνο, τα οποία επεξεργάζονται με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και υδρογόνου με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Από αυτή την ανακατανομή θα προκύψει ένας παγκόσμιος διανεμητικός αντίκτυπος στην απασχόληση και την οικονομική δομή. Ο ακόλουθος πίνακας αντιπροσωπεύει ορισμένα παραδείγματα ευκαιριών μείωσης για τον τομέα της βιομηχανίας, σύμφωνα με την IPCC (2014).

Παραδείγματα ευκαιριών μείωσης για τον τομέα της βιομηχανίας, IPCC (2014)

Τύπος	Πώς μειώνονται οι εκπομπές	Παραδείγματα
Ενεργειακή απόδοση	Αναβάθμιση σε πιο αποτελεσματική βιομηχανική τεχνολογία.	Προσδιορισμός τρόπων με τους οποίους οι <u>κατασκευαστές</u> μπορούν να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια για τον φωτισμό και τη θέρμανση των εργοστασίων ή τη λειτουργία του εξοπλισμού.
Αλλαγή καυσίμου	Μετάβαση σε καύσιμα που έχουν ως αποτέλεσμα λιγότερες εκπομπές CO ₂ αλλά την ίδια ποσότητα ενέργειας, όταν καίγονται.	Χρήση φυσικού αερίου αντί για άνθρακα για τη λειτουργία των μηχανημάτων.
Ανακύκλωση	Παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων από υλικά που είναι ανακυκλωμένα ή ανανεώσιμα, αντί της παραγωγής νέων	Χρήση παλαιοχάλυβα και παλιοσίδερα αλουμινίου σε αντίθεση με την τήξη νέου αλουμινίου ή τη σφυρηλάτηση νέου χάλυβα.

	προϊόντων από πρώτες ύλες.	
Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση	Ενημέρωση των επιχειρήσεων και των εργαζομένων για τα μέτρα μείωσης ή πρόληψης των διαρροών εκπομπών από τον εξοπλισμό. Η ΕΡΑ διαθέτει διάφορα εθελοντικά προγράμματα που παρέχουν πόρους για την κατάρτιση και άλλα βήματα για τη μείωση των εκπομπών.	Θεσμοθέτηση πολιτικών και διαδικασιών χειρισμού για τους υπερφθοράνθρακες (PFC), τους υδροφθοράνθρακες (HFC) και το εξαφθοριούχο θείο (SF ₆) που μειώνουν τα περιστατικά τυχαίων απελευθερώσεων και διαρροών από δοχεία και εξοπλισμό.

Πείραμα 10: Υπολογίστε την πλημμύρα

Όταν η βροχόπτωση είναι έντονη και μικρής διάρκειας, γίνεται λόγος για ξαφνική πλημμύρα (flash flood) όπου παρατηρείται έντονη διάβρωση, ορμητικά νερά, εμπλουτισμός με εδαφικό υλικό και λασπορροές.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις υδρολογικές διεργασίες και συνεπώς την απορροή και την εμφάνιση πλημμυρών διακρίνονται σε δυναμικούς παράγοντες (που μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια ενός υδρολογικού συμβάντος), σε σταθερούς παράγοντες και σε παράγοντες που μεταβάλλονται αργά. Ως δυναμικοί παράγοντες ορίζονται η ένταση της βροχόπτωσης, η κατευθυντικότητα της βροχόπτωσης, η χωρική κατανομή της βροχόπτωσης, οι συνθήκες εδαφικής υγρασίας, η διάρκεια της βροχόπτωσης και η κίνηση της καταιγίδας. Οι σταθεροί παράγοντες ορίζονται ως η υδατοπερατότητα των σχηματισμών, η μορφή του υδρογραφικού δικτύου, οι παράμετροι των καναλιών, οι παράμετροι των κοιλάδων, η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου, ο προσανατολισμός της λεκάνης, το μήκος του κύριου κλάδου, η έκταση της λεκάνης, οι κλίσεις των πρηνών, η εδαφοκάλυψη, το σχήμα της λεκάνης και η υπόγεια απορροή. Ως βραδώς μεταβαλλόμενοι παράγοντες ορίζονται η βλάστηση, οι χρήσεις γης, το λιώσιμο του χιονιού ή του πάγου και οι κλιματικοί παράγοντες.

Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε πόση ποσότητα νερού μπορεί να δεχτεί/μεταφέρει ένας ποταμός για να βρίσκεται κάτω από τα όρια της κανονικής ροής ή της πλημμύρας. Οι μαθητές θα πειραματιστούν με τις μορφολογικές παραμέτρους του ρεύματος, όπως (α) το πλάτος και (β) το βάθος της "κοίτης" του



ποταμού, καθώς και με τον (γ) όγκο νερού που διέρχεται από μια συγκεκριμένη διατομή του ποταμού. Θα πρέπει να γίνουν παρατηρήσεις σχετικά με το χρόνο που απαιτείται για την εκδήλωση της πλημμύρας σε συγκεκριμένο ατμό συγκεκριμένης μορφολογίας

Εξωτερικός σύνδεσμος: Storymap; Flash floods, Μελέτη περίπτωσης: Ευβοίας 9/08/2020 <https://arcg.is/1CL4C50>

Οι χάρτες ιστορίας είναι αφηγήσεις που εμπνέουν και εμπλέκουν τους ανθρώπους συνδυάζοντας κείμενο, διαδραστικούς χάρτες και άλλο περιεχόμενο πολυμέσων. Η "ιστορία" της πλημμύρας Flash παρουσιάζεται με πλούσιο φωτογραφικό υλικό και χάρτες που περιγράφουν το φαινόμενο.

Υλικά:

- "Πίνακας προσομοίωσης"
- Άμμος
- Μικρό φτυάρι
- Χάρακας ή μέτρο
- Μπουκάλια νερού
- Χρονοδιακόπτης

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- a) Ο δάσκαλος τοποθετεί το πειραματικό τραπέζι με σταθερή κλίση. Η κλίση μπορεί να αλλάξει προκειμένου να παρατηρηθούν οι διαφορές.
- b) Οι μαθητές μπορούν να τοποθετήσουν την άμμο στον πειραματικό πίνακα ομοιόμορφα.
- c) Χρησιμοποιώντας το μικρό φτυάρι, οι μαθητές προσπαθούν να σχηματίσουν μια κοίτη ποταμού.
- d) Σε έναν πίνακα προσομοίωσης οι μαθητές τροποποιούν τη μορφολογική κλίση δίνοντας μια διαφορετική όψη στο τοπίο, αλλάζοντας τη μορφολογία.
- e) Όταν σχηματίζεται ο ποταμός, τα χαρακτηριστικά της κοίτης του ποταμού (W = πλάτος, d = βάθος) πρέπει να μετρηθούν (Εικόνα 1) με τη χρήση του χάρακα.
- f) Στη συνέχεια, αρχίζετε να διοχετεύετε νερό από το πάνω μέρος του ποταμού και περιμένετε να ρέει το νερό. Ο όγκος του νερού είναι γνωστός, καθώς υπολογίζεται με τη χρήση μπουκαλιών.
- g) Σε έναν πάγκο προσομοίωσης, οι μαθητές παρατηρούν και τροποποιούν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιφανειακή απορροή των υδάτων:

h) Ταυτόχρονα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο χρονοδιακόπτης για να μετρήσει το χρόνο που απαιτείται για την υπερχείλιση του ποταμού.

W
Σχήμα 3.2 - ροή ποταμού σε διάγραμμα



Χρόνος, οι παρατηρήσεις είναι σημαντικές επειδή η παροχή νερού θα είναι να προκαλέσει υπερχείλιση του ποταμού.

συμβεί η πλημμύρα, οι μαθητές θα πρέπει να μετρήσουν πόσο νερό χρειάστηκε σε πόσο χρόνο.

Μπορείτε να επαναλάβετε το πείραμα αλλάζοντας τους παράγοντες πλημμύρας με:

- Αλλαγή της ποσότητας των βροχοπτώσεων
- Αλλαγή της έντασης της βροχόπτωσης
- Αλλαγή της διάρκειας της βροχόπτωσης
- Αλλαγή του υλικού που αντιπροσωπεύει το βράχο
- Αλλαγή της μορφολογίας (π.χ. αλλαγή της κλίσης του πρηνούς)

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

- Οι μαθητές θα κατανοήσουν την έννοια της ανακούφισης και πόσο σημαντικό είναι να συμβεί ή όχι μια πλημμύρα.
- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τους περιορισμούς ενός ποταμού σε περίπτωση πλημμύρας.
- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τη σωστή ροή του ποταμού και ότι είναι σημαντικό να λαμβάνουμε μια συγκεκριμένη ποσότητα νερού για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Οι μαθητές παρατηρούν τότε μια καταιγίδα μπορεί να είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο ή όχι.



ΕΠΙΠΕΔΟ 4 - Πρακτικά πειράματα για τον κύκλο του νερού

Συνεχής γνώση:

#Εξατμισοδιαπνοή,

#Βροχόπτωση,

#Ωκεάνια ρεύματα,

#Ατμοσφαιρικά ρεύματα,

#Κλιματική αλλαγή στους ωκεανούς,

#Ερημοποίηση,

#Κλιματική αλλαγή και ευημερία,

4.1 Σύνδεση μεταξύ σφαιρών

Ο πλανήτης Γη, σε αντίθεση με τους άλλους πλανήτες του ηλιακού συστήματος, διαθέτει μια ουσία, το νερό, που μπορεί να βρίσκεται και στις τρεις καταστάσεις της ύλης ταυτόχρονα, μεταβαίνοντας εύκολα από τη μία στην άλλη.

Μπορούμε να βρούμε νερό:

- σε υγρή μορφή σε ποτάμια, λίμνες, ωκεανούς, στο έδαφος και σε υπόγειους υδροφορείς. Μπορεί επίσης να βρεθεί σε ζωντανούς οργανισμούς και στα σύννεφα,
- σε στερεά μορφή στους παγετώνες και στους πολικούς πάγους,
- σε αέρια μορφή (με τη μορφή υδρατμών), στην ατμόσφαιρα.

Στην επιφάνεια της γης, το νερό δεν υπάρχει ποτέ ως καθαρή ουσία, αλλά βρίσκεται πάντα σε διάλυμα, δηλαδή περιέχει μια ορισμένη ποσότητα διαλυμένων αλάτων που μετριέται σε g/λίτρο.

Μπορεί να διαφοροποιηθεί ως εξής:

- το γλυκό νερό που περιέχει από 0,2 έως 0,4 g/lit άλατα, το οποίο υπάρχει στις ηπείρους και ειδικότερα σε ποτάμια και λίμνες, υδροφορείς και παγετώνες,

αποτελώντας την ηπειρωτική υδρόσφαιρα (περίπου 4%, εκ των οποίων το μεγαλύτερο μέρος περιέχεται στους παγετώνες)

- αλμυρό νερό που περιέχει 10 έως 20 φορές την προηγούμενη ποσότητα αλατιού, το οποίο υπάρχει στη θαλάσσια υδρόσφαιρα, που αποτελεί τις θάλασσες και τους ωκεανούς (περίπου 96%).

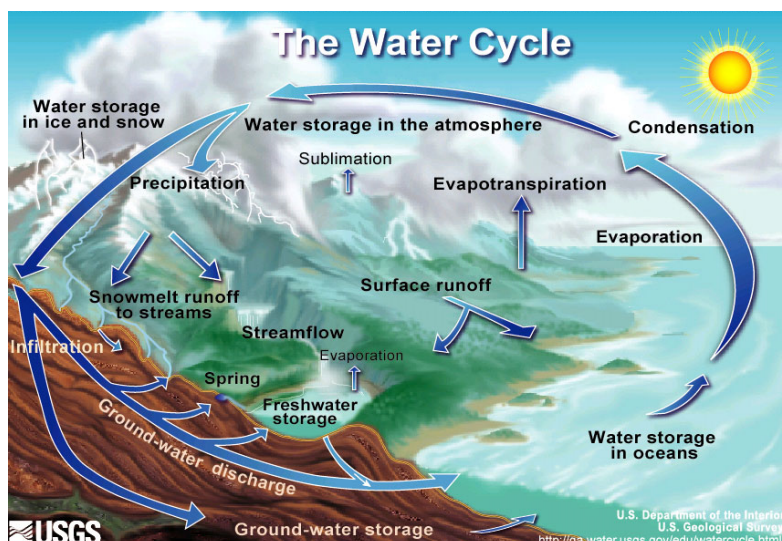
Για να παραμείνουν αμετάβλητες οι κύριες λειτουργίες του πλανήτη μας, είναι απαραίτητο να παραμείνει αμετάβλητη η παγκόσμια ισορροπία, καθώς οι απώλειες νερού από τη μία σφαίρα στην άλλη (που ονομάζονται στη θεωρία του επιπέδου 2), αντισταθμίζονται από ισόποσες εισροές και αντίστροφα.

Δεδομένου ότι ο πλανήτης Γη δεν μπορεί να λάβει (παρά μόνο σε μικρές ποσότητες και πολύ σπάνια) νερό από το εξωτερικό του συστήματός του, είναι απαραίτητο το υπάρχον νερό να ανακυκλώνεται και να ανακυκλώνεται συνεχώς.

Για να μεταβεί από τη μία σφαίρα στην άλλη, το νερό χρειάζεται μια αλλαγή κατάστασης, για την οποία η ενέργεια παρέχεται από τον ήλιο, ο οποίος κινείται προς μία κατεύθυνση, εισερχόμενος και εξερχόμενος από το σύστημα (οι αλλαγές κατάστασης συμβαίνουν όταν η ενέργεια αυξάνεται καθώς εισέρχεται στο σύστημα ή όταν μειώνεται καθώς εξέρχεται από αυτό), επιτρέποντας τη διαδικασία αυτή να ταυτιστεί με τον όρο ροή ενέργειας.

Δεδομένου ότι η ενέργεια δεν μπορεί να ανακυκλωθεί, είναι απαραίτητο ο ήλιος να την παρέχει με τη μορφή θερμότητας.

Ο υδρολογικός κύκλος απαιτεί συνεχή εξισορρόπηση των εισροών και των εκροών:





Σχήμα 4.1 - Ο κύκλος του νερού - (Di USGS Georgia Water Science Center Εικονογράφηση από John M. Evans, Howard Perlman, USGS)

Εισροή: Οι κύριες απώλειες από την επιφάνεια της γης συμβαίνουν μέσω της εξατμίσσης (από τους ωκεανούς) ή της διαπνοής (μια διαδικασία κατά την οποία το νερό περνά από την υγρή στην αέρια κατάσταση) σχηματίζοντας τη σύνθετη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής.

Τόσο στην πρώτη όσο και στη δεύτερη περίπτωση, το νερό μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών μέσω μιας διόδου που καταναλώνει εξωγενή (εξωτερικά προερχόμενη) ενέργεια από τον ήλιο.

Στη συνέχεια, το νερό, πλούσιο σε υδρατμούς, τείνει να ανυψωθεί (δεδομένου ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας που πηγαίνει πάντα από το θερμότερο αντικείμενο στο ψυχρότερο αντικείμενο, στην προκειμένη περίπτωση φτάνοντας στα ψυχρότερα στρώματα της ατμόσφαιρας), αποδίδοντας θερμότητα στην υπερκείμενη αέρια μάζα και ψυχραίνοντας, προκαλώντας τη συμπύκνωση των υδρατμών, οι οποίοι, με τη μορφή μικροσκοπικών σταγονιδίων, θα σχηματίσουν σύννεφα.

Εκροή: Επιστρέφοντας στην επιφάνεια της γης μέσω της βροχόπτωσης, το νερό αρχίζει να κυκλοφορεί στην επιφάνεια, σχηματίζοντας αυτό που ονομάζεται επιφανειακή απορροή και διαμορφώνοντας το σχήμα της.

Η κίνηση αυτή τροφοδοτείται από τη δύναμη της βαρύτητας και από ό,τι έχει απομείνει από την ενέργεια που παρείχε ο Ήλιος στην αρχή της ίδιας της διαδικασίας. Ένα μέρος του νερού πέφτει αμέσως στη θάλασσα, και τότε ο κύκλος αρχίζει ξανά.

Ο υδρολογικός κύκλος είναι πάντα ισοσκελισμένος, αν και ο χρόνος μπορεί να ποικίλλει. Για παράδειγμα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του νερού, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, εξατμίζεται απευθείας από τη θάλασσα, ένα μειωθητικό μέρος μπορεί να παγιδευτεί σε λίμνες ή παγετώνες ή να διαρρεύσει υπόγεια σε υδροφόρους ορίζοντες, κυκλοφορώντας πιο αργά μέσω αυτού που ονομάζεται υπόγεια απορροή.

Ένα τελικό τμήμα μπορεί να ακολουθήσει μια διαδρομή μέσω της οποίας κατεβαίνει σε μεγάλα βάθη και στη συνέχεια ανεβαίνει αργά ξανά, ακόμη και μετά από δεκάδες εκατομμύρια χρόνια, μέσω ηφαιστειακής δραστηριότητας.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα μέρος του νερού εξατμίζεται περνώντας μέσα από τα φύλλα των φυτών, μέσω της διαδικασίας που ονομάζεται διαπνοή.





Πείραμα 11: Εξάτμιση μιας δεξαμενής

Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, μετράμε τη διαφορά θερμοκρασίας και υγρασίας που σχηματίζεται σε ένα κλειστό σύστημα και σε ένα ανοιχτό κατά την εξάτμιση του νερού σε υγρή κατάσταση (που δεν έχει διηθηθεί στο έδαφος).

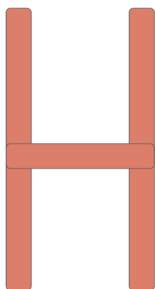
Υλικά:

- Δύο πανομοιότυπες κανάτες,
- Νερό,
- 1 πλαστική σακούλα,
- 1 λαστιχάκι,
- Έντονο ηλιακό φως ή λάμπα αλογόνου (όχι LED),
- 5/10 ξύλινο ραβδί (γλωσσοπίεστρο),
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX.

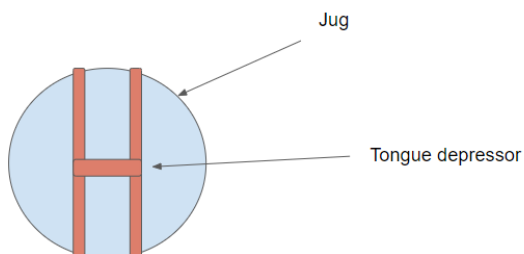
Διαδικασία βήμα προς βήμα:

a. Γεμίστε και τις δύο κανάτες με την ίδια ποσότητα νερού από την ίδια πηγή (έτσι ώστε να έχουν περίπου την ίδια αρχική θερμοκρασία),

b. Τοποθετήστε τα γλωσσοπίεστρα κολλημένα μεταξύ τους στην άκρη των κανάτων όπως στην Εικόνα 4.2, έτσι ώστε το όργανο που κατασκευάστηκε με Arduino να μπορεί να τοποθετηθεί πάνω τους χωρίς τον κίνδυνο να πέσει μέσα στο νερό της κανάτας (αν έχετε μόνο ένα όργανο τότε εναλλάσσετε τις μετρήσεις των δύο συστημάτων), αν είναι απαραίτητο κολλήστε τα γλωσσοπίεστρα μεταξύ τους για να δημιουργήσετε τη δομή στήριξης,

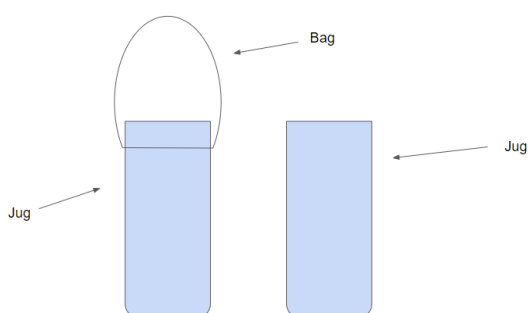


Εικόνα 4.2 - Πώς να κολλήσετε τα γλωσσοπίεστρα μεταξύ τους.



Εικόνα 4.3 - Πώς να τοποθετήσετε τα γλωσσοπίεστρα στην κανάτα.

γ. Τοποθετήστε τη σακούλα πάνω από το άνοιγμα της κανάτας νούμερο δύο, κλείστε την με το λάστιχο και ενεργοποιήστε τον λαμπτήρα, φροντίζοντας να μην μπορεί να διαφύγει αέρας και ο λαμπτήρας να βρίσκεται σε ίση απόσταση και από τις δύο.



Εικόνα 4.4 - Τοποθετήστε τη σακούλα στη δεύτερη κανάτα.

δ. Αφήστε το σύστημα να ζεσταθεί για περίπου μισή ώρα και, στη συνέχεια, ξεκινήστε τις μετρήσεις,

ε. Εισάγετε τα δεδομένα στον πίνακα, συλλέγοντάς τα κάθε 3 λεπτά περίπου,

φ. Ποιο όργανο δείχνει την υψηλότερη θερμοκρασία; Και την υψηλότερη υγρασία;

Μέτρηση	Θερμοκρασία	Υγρασία



Πίνακας 4.1 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 11.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Τα δύο συστήματα έχουν πρακτικά πανομοιότυπη βάση, δεδομένου του όγκου του νερού και της επιφάνειας που έρχεται σε επαφή με το ηλιακό φως, με τη βασική διαφορά ότι με τη χρήση μιας σακούλας δημιουργούμε ένα κλειστό σύστημα που εμποδίζει τη διαφυγή των υδρατμών, αυξάνοντας την υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα (ακριβώς όπως συμβαίνει στην ατμόσφαιρά μας όταν έχουμε αυξημένη εξάτμιση).



Κύκλος του νερού και διαπνοή των φυτών

4.2 Διαπνοή

Ορίζεται ως η κίνηση του νερού μέσα σε ένα φυτό και η εξάτμισή του από τα εναέρια μέρη, όπως τα φύλλα, οι βλαστοί και τα άνθη.

Μόνο μια μικρή ποσότητα νερού που απορροφάται από τις ρίζες χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη και το μεταβολισμό, ενώ το υπόλοιπο 97-99% χάνεται μέσω της διαπνοής και της γλουτοποίησης (αποβολή νερού όχι σε αέρια αλλά σε υγρή κατάσταση από τα φύλλα, η οποία συμβαίνει όταν η διαπνοή, λόγω υπερβολικής ατμοσφαιρικής υγρασίας, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί).

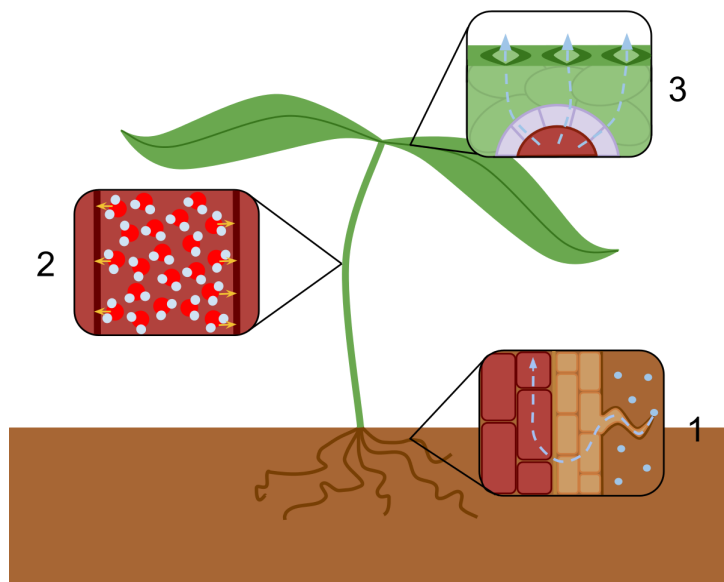
Συμβαίνει μέσω των στομάτων (δομές που σχηματίζονται από δύο κύτταρα της επιδερμίδας, τα οποία με τη σύσπαση και τη χαλάρωση επιτρέπουν τη διαφυγή των υδρατμών) και μπορεί επίσης να αναγνωριστεί ως απαραίτητο κόστος του ανοίγματος των στομάτων για να επιτραπεί η διέλευση διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου για τη φωτοσύνθεση και την κυτταρική αναπνοή.

Όπως ο ιδρώτας για τα θηλαστικά, η διαπνοή ψύχει επίσης τα φυτά και μεταβάλλει την οσμωτική πίεση των κυττάρων και επιτρέπει τη ροή μετάλλων και νερού από τις ρίζες στους βλαστούς.

Επομένως, το μεγαλύτερο μέρος του νερού χάνεται από τα στόματα (περίπου το 90%), ενώ μόνο ένα πολύ μικρό μέρος χάνεται από τους μίσχους και (περίπου το 10%) από την επιδερμίδα.

Της διάχυσης των υδρατμών από τους μεσοκυττάριους χώρους προς τα έξω μέσω των στομάτων προηγείται πάντοτε η διαδικασία εξάτμισης, η οποία λαμβάνει χώρα στα κυτταρικά τοιχώματα των ιστών των φύλλων (εξαιρουμένου του τμήματος της επιδερμίδας) και στα αγγεία των φύλλων. Απαιτείται ενέργεια από το εξωτερικό, η οποία παρέχεται γενικά από την ηλιακή ακτινοβολία.

Συνεπώς, τα φυτά ρυθμίζουν τον ρυθμό της διαπνοής ελέγχοντας το μέγεθος των στοματικών ανοιγμάτων, ανάλογα και με την απαίτηση εξάτμισης της ατμόσφαιρας που περιβάλλει το φύλλο.



Σχήμα 4.5 - Διαπνοή των φυτών:

1 - Τα μόρια του νερού εισέρχονται στις ρίζες παθητικά, περνώντας μέσα από τον φλοιό, και οδηγούνται προς τον ιστό του ξυλώματος από τη λωρίδα του Caspari. Μια βαθμίδα συγκέντρωσης διαλυτών ουσιών εντός του ξυλώματος οδηγεί σε περαιτέρω παθητική μεταφορά νερού στα αγγειακά στοιχεία ή στις τραχεΐδες.

2 - Μόλις το νερό εισέλθει στο ξυλέμιο, οι δυνάμεις της προσκόλλησης και της συνοχής τίθενται σε λειτουργία. Η προσκόλληση προκαλεί την προσκόλληση των μορίων στις πλευρές των αγγείων, ενώ η συνοχή προκαλεί την προσκόλληση των μορίων μεταξύ τους, σχηματίζοντας μια στήλη νερού που εκτείνεται από τις ρίζες μέχρι την κορυφή του φυτού.

3 - Το νερό από το ξυλέμιο περνάει στο σπογγώδες μεσόφυλλο, όπου μπορεί να έρθει σε επαφή με τα στομάτια. Όταν τα στομάτια είναι ανοιχτά, τα κύτταρα σε αυτό το στρώμα εκτίθενται στον εξωτερικό αέρα και επέρχεται εξάτμιση. Όταν τα μόρια νερού εξατμίζονται από τα στομάτια, δημιουργούν τάση στη στήλη του νερού, καθώς οι δυνάμεις συνοχής έλκουν τα γειτονικά μόρια προς τα πάνω, δημιουργώντας μια εφελκυστική δύναμη κατά μήκος του ξυλώματος.



4.3 Ερημοποίηση

Η ερημοποίηση είναι ένα από τα πιο σοβαρά και επείγοντα προβλήματα που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή.

Εκδηλώνεται με τη μείωση ή την εξαφάνιση της παραγωγικότητας και της βιολογικής ή οικονομικής πολυπλοκότητας της καλλιεργούμενης γης λόγω των διαδικασιών της ανθρώπινης εγκατάστασης σε ολόένα και νέες περιοχές.

Το φαινόμενο είναι εμφανές από τις μεγάλες ξηρασίες που έπληξαν τη Νότια Σαχάρα της Αφρικής από το 1968 έως το 1973.

Εξαιτίας του θανάτου περίπου 250.000 ανθρώπων και της τεράστιας οικονομικής ζημίας που προκλήθηκε, η οποία εξακολουθεί να υφίσταται ακόμη και σήμερα, ο FAO, η UNESCO και τα Ηνωμένα Έθνη ξεκίνησαν μια σειρά από συνόδους κορυφής και διεθνείς διασκέψεις προσπαθώντας να καταρτίσουν σχέδια και στρατηγικές για την καταπολέμηση του φαινομένου, οι οποίες από το 1992 έχουν συμπεριληφθεί στις διάφορες COP (Conference Of Parts, συναντήσεις για την περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα που πραγματοποιούνται τακτικά με τις χώρες που έχουν υπογράψει τις συμφωνίες) μέσω των οποίων προωθήθηκε μια νέα προσέγγιση, εισάγοντας την ανθρωπογενή δράση μεταξύ των αιτιών του φαινομένου.

Ωστόσο, οι παράγοντες που εμπλέκονται δεν είναι απλοί και στοιχειώδεις αλλά πολλαπλοί και πολύπλοκοι και, τις περισσότερες φορές, οι παράγοντες αυτοί συνυπάρχουν κατά τρόπο ώστε κάθε περιοχή που εκτίθεται σε κίνδυνο να επηρεάζεται από περισσότερες από μία αιτίες.

Ωστόσο, είναι δυνατόν να ταξινομηθούν οι κυριότεροι παράγοντες, οι οποίοι διακρίνονται σε ανθρωπογενείς και φυσικούς.

Μεταξύ των φυσικών παραγόντων είναι απαραίτητο να τονιστούν:

- κλιματικοί παράγοντες, ιδίως η ξηρασία, η ξηρασία και η διαβρωτικότητα της βροχής,
- η μορφολογία (ιδίως η έκθεση της πλαγιάς, οι νότιες πλαγιές είναι εκτεθειμένες σε ροή ηλιακής ακτινοβολίας που καθορίζει δυσμενείς συνθήκες για την αναγέννηση της φυσικής βλάστησης, και η κλίση του εδάφους, η τελευταία επειδή μειώνει την ικανότητα απορρόφησης)
- το είδος της εδαφοκάλυψης, δεδομένου ότι η φυτοκάλυψη αναχαιτίζει τις σταγόνες της βροχής και μειώνει τη δράση της μηχανικής διάβρωσης, διακόπτοντας την επιφανειακή ροή του νερού και ευνοώντας το σχηματισμό του εδάφους (χάρη και στις ρίζες των φυτών).



Μεταξύ των ανθρωπογενών παραγόντων, οι οποίοι συχνά υπερισχύουν των φυσικών, έχουμε:

- η υπερβολική ανθρωπίνη πίεση σε μια περιοχή μέσω της μη υπολογίσιμης και μη λειτουργικής χρήσης των υδάτινων πόρων και της σημειακής και διάχυτης ρύπανσης αυτών,
- την αποψίλωση των δασών, η οποία μετατρέπει τα δασικά οικοσυστήματα σε γεωργικά οικοσυστήματα, συχνά για κτηνοτροφική χρήση, γεγονός που μειώνει επίσης σημαντικά την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί το νερό,
- πυρκαγιές, στις οποίες οι υψηλές θερμοκρασίες που προκαλεί η πυρκαγιά μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, αλλάζοντας τη δομή του και καθιστώντας το λιγότερο διαπερατό (και επομένως πιο εύκολα διαβρώσιμο),
- η αστικοποίηση, η οποία αφαιρεί γεωργική γη, οδηγώντας σε μείωση της παραγωγικής ικανότητας,
- η γεωργική δραστηριότητα, η οποία επιβαρύνει περισσότερο τις διαδικασίες απώλειας της παραγωγικότητας του εδάφους, όπου η λανθασμένη χρήση μηχανικών μέσων, η υπερβολική χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, καθώς και η σπατάλη υδάτινων πόρων, οδηγεί σε φαινόμενα αλάτωσης του εδάφους, φτωχαίνοντας τη γονιμότητά του.

4.4 Απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό

Δεδομένου ότι το νερό είναι ένας απαραίτητος παράγοντας ανάπτυξης για τα φυτά, ο οποίος απαιτείται σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από ό,τι τα θρεπτικά συστατικά, η μείωση της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό οδηγεί σε μείωση της ποσότητας νερού που απορροφάται από το φυτό, η οποία καθίσταται ανεπαρκής για την εξισορρόπηση των απωλειών μέσω της διαπνοής και οδηγεί σε μείωση της περιεκτικότητας των ιστών σε νερό.

Στη γεωπονία, η έλλειψη νερού οδηγεί σε μείωση της βλαστικής δραστηριότητας και, συνεπώς, της ποιότητας του προϊόντος.

Για το λόγο αυτό, η μείωση του νερού ή η απλή κακή διαχείρισή του μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές ζημιές στη γεωργική παραγωγή, η οποία πρέπει να έχει πολύ υψηλές αποδόσεις, δεδομένης της εκθετικής αύξησης του πληθυσμού στον πλανήτη και ότι, η αύξηση αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη με τους ορυκτούς και υδάτινους πόρους του εδάφους.



Οι καλύτερες αποδόσεις προκύπτουν επίσης από την προσεκτική διαχείριση των υδάτων και την καλύτερη κατανόηση του τρόπου παραγωγής μέσω μιας πιο βιώσιμης διαδικασίας που έχει λιγότερες επιπτώσεις στη γη.



Πείραμα 12: Διαπνοή των φυτών

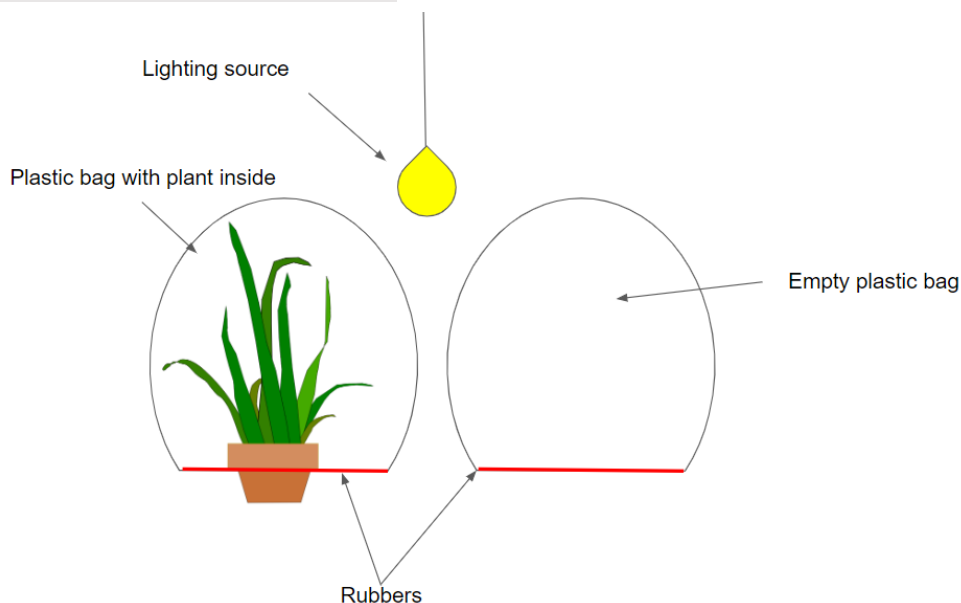
Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, μετράμε τη διαφορά στην υγρασία και τη θερμοκρασία μέσα σε δύο κλειστά συστήματα, ένα που περιέχει ένα ζωντανό φυτό (το οποίο εκτελεί τόσο τη φωτοσύνθεση όσο και τον κύκλο της κυτταρικής αναπνοής) και ένα που περιέχει απλώς αέρα.

Υλικά:

- 2 πλαστικές σακούλες
- 2 λαστιχάκια
- Ένα ζωντανό φυτό σε γλάστρα κατάλληλου μεγέθους για να χωρέσει στη σακούλα (μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το κλαδί ενός μεγαλύτερου φυτού, χωρίς να το κόψετε από το φυτό, αλλά σφραγίζοντάς το εν μέρει στη σακούλα).
- 1 (ή δύο αν υπάρχουν) κιτ παρακολούθησης αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX.

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ενεργοποιήστε την εφαρμογή έξυπνου οργάνου CLIMAX Temperature and Humidity Sensor.
- Τοποθετήστε το κιτ παρακολούθησης μέσα στον άδειο σάκο και κλείστε τον με λαστιχάκι, προσέχοντας να αφήσετε έξω το καλώδιο τροφοδοσίας, το οποίο πρέπει να συνδεθεί στην πρίζα 12 V (εάν δεν υπάρχει διπλό κιτ, το πείραμα πρέπει να επαναληφθεί δύο φορές, ώστε να ληφθούν τα δεδομένα τόσο από τον πρώτο όσο και από τον δεύτερο σάκο),
- Τοποθετήστε το φυτό μέσα στη σακούλα, φροντίζοντας να τοποθετήσετε επίσης το κιτ παρακολούθησης και στη συνέχεια να την κλείσετε με ένα λαστιχάκι (και πάλι, ελλείψει του δεύτερου κιτ, εναλλασσόμενες μετρήσεις),
- Το πείραμα θα διαρκέσει 21 λεπτά και, κάθε 3 λεπτά κατά τη διάρκεια της αναμονής, σημειώστε την ακολουθία των δεδομένων στον πίνακα 4.1 (βάλτε διαφορετικούς μαθητές να πραγματοποιήσουν τη συλλογή δεδομένων, προκειμένου να αναπτυχθούν περαιτέρω οι δεξιότητες ανάγνωσης του οργάνου),



Εικόνα 4.6 - Πώς να προετοιμάσετε το πείραμα (είναι βολικό να χρησιμοποιήσετε μια πηγή άμεσου φυσικού φωτός, εάν το επιτρέπει η ημέρα και η θερμότητα του ήλιου είναι έντονη),

d. Προαιρετικά - Παράγετε με το Google Sheets το γράφημα αύξησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας, εισάγοντας τον χρόνο μέτρησης στα άκρα και την αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας σε ένα διπλό γράφημα στη διατεταγμένη,

Μέτρηση	Θερμοκρασία κενής σακούλας	Υγρασία σακούλα κενή	Σακούλα θερμοκρασίας με φυτό	Σακούλα υγρασίας με φυτό

Πίνακας 4.2 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 12.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Αρχικά, το μείγμα των αερίων στη σακούλα θα είναι το ίδιο- η πραγματική διαφορά θα γίνει από το φυτό, το οποίο θα απελευθερώσει οξυγόνο και θα χρησιμοποιήσει το



διοξείδιο του άνθρακα στη σακούλα για να πραγματοποιήσει τη φωτοσύνθεση της χλωροφύλλης.

Αν θέλετε να παρατείνετε το πείραμα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μπορείτε να αφήσετε το φυτό μέσα στη σακούλα και να κάνετε μετρήσεις τις ημέρες που ακολουθούν την πρώτη, προσπαθώντας να δείτε αν η νυχτερινή αναπνοή των κυττάρων μπορεί να επηρεάσει την υγρασία και τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του κλειστού συστήματος.

Πώς η κυκλοφορία των ωκεανών επηρεάζει τον κύκλο του νερού

4.5 Τα χαρακτηριστικά των θαλάσσιων υδάτων

Η λειτουργία των ωκεανών εξαρτάται από διάφορα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του νερού, τα τρία πιο σημαντικά από τα οποία είναι:

- θερμοκρασία,
- αλατότητα,
- πυκνότητα.

Αυτές ποικίλλουν σε σχέση μεταξύ τους τόσο κάθετα όσο και οριζόντια.

Θερμοκρασία: εξαρτάται τόσο από την ηλιακή ακτινοβολία (ανταλλαγή ηλιακής ενέργειας με την επιφάνεια του νερού) όσο και από την ανταλλαγή με την ατμόσφαιρα.

Η ατμόσφαιρα παίζει κυρίως μηχανικό ρόλο με τη μεσολάβηση του ανέμου. Λόγω της τριβής, ο άνεμος μετακινεί τα επιφανειακά στρώματα του νερού και μεταφέρει μέρος της θερμότητας που μεταφέρεται με τον αέρα στη θάλασσα.

Σχεδόν όλη η ηλιακή ενέργεια απορροφάται στα πρώτα μέτρα βάθους του θαλασσινού νερού, προκαλώντας μια τυπική τάση της θερμοκρασίας του νερού των ωκεανών με το βάθος:

- μεταξύ των πρώτων 200-300 μέτρων υπάρχει ένα επιφανειακό στρώμα με σχετικά υψηλή θερμοκρασία,

- τότε έχουμε μια ταχεία πτώση της θερμοκρασίας μέχρι περίπου 1000 μέτρα, που ονομάζεται θερμοκλινές,

- στο βαθύτερο στρώμα, πέρα από τα 1000 μέτρα, η θερμοκρασία πέφτει πολύ αργά και εμφανίζεται σε ένα στενό εύρος θερμοκρασιών από 5°C έως σχεδόν 0°C.

Η θερμοκρασία του επιφανειακού στρώματος παρουσιάζει διακυμάνσεις ως συνάρτηση της ηλιακής ακτινοβολίας που εξαρτώνται από το γεωγραφικό πλάτος και τις εποχές:

- στον ισημερινό και στα χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, η επιφανειακή θερμοκρασία είναι πάντα υψηλή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και επομένως η διαφορά με τα βαθύτερα στρώματα και το θερμοκλινές είναι μεγαλύτερη,

- στους πόλους και στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη, η επιφανειακή θερμοκρασία του νερού είναι περίπου 0°C καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και είναι η ίδια με αυτή του πυθμένα των ωκεανών, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει θερμοκλινές.
 - στα ενδιάμεσα γεωγραφικά πλάτη, η επιφανειακή θερμοκρασία είναι μέση (περίπου 17°C), αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχές προκαλώντας μεταβολή στο πάχος και το βάθος του εποχιακού θερμοκλινούς.
- Αλατότητα: η οποία ποικίλλει ανάλογα με την ένταση της εξάτμισης και την παροχή γλυκού νερού από τα ποτάμια και τις βροχοπτώσεις.
- η μέγιστη επιφανειακή αλατότητα μειώνεται στα πρώτα εκατοντάδες μέτρα και αρχίζει να αυξάνεται και πάλι μετά από 1000 μέτρα, διότι καθώς μειώνεται η θερμοκρασία, μειώνεται ο όγκος του νερού (όσο πιο κρύο είναι το νερό, τόσο πιο συμπαγές είναι και τόσο μικρότερο όγκο καταλαμβάνει, γι' αυτό και τα άλατα είναι πιο συμπυκνωμένα),
 - η αλατότητα μειώνεται από τον ισημερινό προς τους πόλους, επειδή η εξάτμιση του επιφανειακού νερού είναι μεγαλύτερη στις περιοχές του ισημερινού. Στους πόλους, η χαμηλότερη αλατότητα σημαίνει επίσης ότι τα πολικά ύδατα μπορούν να παγώσουν, αυξάνοντας την τοπική αλατότητα των γύρω υδάτων.
- Η αλατότητα εξαρτάται προφανώς και από τις εισροές γλυκού νερού από τις βροχοπτώσεις και τα ποτάμια.
- Εάν η εισροή υπερβαίνει τις απώλειες λόγω εξάτμισης, η αλατότητα μειώνεται, διαφορετικά αυξάνεται.
- Πυκνότητα: μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την αλατότητα των ωκεάνιων υδάτων.
- Συνήθως αυξάνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας, αν και το νερό συμπεριφέρεται διαφορετικά, καθώς η μέγιστη πυκνότητά του δεν φτάνει στο σημείο πήξης στους 0°C αλλά στους 4°C.
- Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, σε αντίθεση με άλλες ουσίες, όταν το νερό παγώνει, ο όγκος του διαστέλλεται αντί να μειώνεται (στη στερεά κατάσταση, η δομή του μορίου του νερού περιέχει περισσότερα κενά απ' ό,τι στην υγρή κατάσταση).



Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η πυκνότητα του πάγου είναι μικρότερη από το υγρό νερό και ο πάγος δεν βυθίζεται αλλά επιπλέει.

Αντίθετα, καθώς αυξάνεται η αλατότητα, αυξάνεται η πυκνότητα του νερού (αφού περιέχει περισσότερα διαλυμένα άλατα).

Η πυκνότητα του νερού οδηγεί επίσης σε μια τυπική διαστρωμάτωση στην οποία:

- τα επιφανειακά ύδατα είναι λιγότερο πυκνά και θερμότερα,
- το στρώμα μεταξύ 300 και 1000 μέτρων, το οποίο υφίσταται απότομη αύξηση της πυκνότητας, ονομάζεται πυκνοκλινές και επηρεάζεται από το θερμοκλινές (η θερμοκρασία μειώνεται και το νερό γίνεται πυκνότερο καθώς είναι ψυχρότερο),
- στο στρώμα κάτω από το πυκνοκλινές έχουμε την υψηλότερη πυκνότητα, καθώς τα βαθύτερα νερά είναι πιο κρύα και πιο αλμυρά.

4.6 Ωκεάνια κυκλοφορία

Για να κατανοήσουμε την κυκλοφορία των ωκεανών, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τι εννοούμε με τον όρο ρεύματα.

Τα ρεύματα είναι οριζόντιες κινήσεις υδάτινων μαζών που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά θερμοκρασίας και αλατότητας (όπως καθορίστηκε στην προηγούμενη ενότητα) ή μπορεί να είναι βαθιά, ρέοντας κάτω από την επιφάνεια.

- Τα επιφανειακά ρεύματα προκαλούνται κυρίως από τον άνεμο που παρασύρει το νερό με τριβή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο ισχυρότερη είναι η τριβή με το ίδιο το νερό, το οποίο θα κινείται με μικρότερη ταχύτητα από τον αέρα.

Ωστόσο, αυτό οδηγεί επίσης σε προοδευτικά βαθύτερα στρώματα που παρασύρονται από εκείνα που έρχονται σε επαφή με τον αέρα.

Καθώς το βάθος αυξάνεται, η ταχύτητα του αέρα μειώνεται μέχρι το σημείο όπου φτάνει στο μηδέν και το ρεύμα σταματά (αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο σε ένα ορισμένο σημείο τα ρεύματα φτάνουν σε σταθερή ταχύτητα αφού αρχικά επιταχύνουν).

Επομένως, η μέγιστη ταχύτητα ενός ρεύματος εξαρτάται από την ένταση του ανέμου, τη διάρκεια της διάρκειάς του και την απόσταση που μπορεί να διανύσει χωρίς να συναντήσει εμπόδια που θα το επιβραδύνουν ή θα το σταματήσουν οριστικά.

Η κατεύθυνση ενός ρεύματος είναι μια βασική πτυχή, δεδομένου ότι δεν κινείται ακριβώς προς την κατεύθυνση του ανέμου, αλλά εκτρέπεται από τη δύναμη Coriolis λόγω της περιστροφής του πλανήτη.

Δεδομένου ότι ο πλανήτης Γη δεν καλύπτεται πλήρως από νερό, η κυκλοφορία δεν είναι εντελώς κανονική, αλλά εξακολουθεί να ακολουθεί ένα παγκόσμιο μοτίβο που βασίζεται σε μεγάλα μόνιμα κύτταρα, δηλαδή σε περιστροφικές κινήσεις παρόμοιες με αυτές που είδαμε στα παραδείγματα που σχετίζονται με την ατμόσφαιρα και συνδέονται με αυτήν.

Σε αντίθεση με τα επιφανειακά ρεύματα, τα βαθιά ρεύματα σχηματίζονται από διαφορές πυκνότητας που οδηγούν σε κατακόρυφες κινήσεις των υδάτινων μαζών.

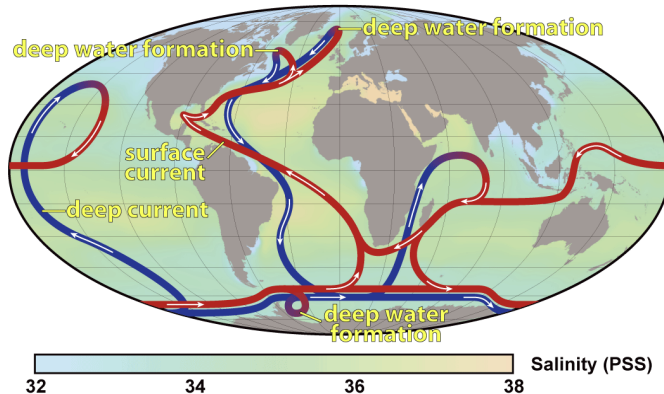
Αυτό που ρυθμίζει αυτές τις κινήσεις είναι η δύναμη της βαρύτητας, διότι αν το επιφανειακό νερό γίνει πυκνότερο από το νερό από κάτω, τείνει να βυθίζεται επειδή είναι βαρύτερο, ενώ το λιγότερο πυκνό νερό ανεβαίνει στην επιφάνεια επειδή είναι ελαφρύτερο.

Καθώς μια πυκνή μάζα νερού βυθίζεται και φτάνει στο επίπεδο σταθερότητάς της, αρχίζει να κινείται οριζόντια:

- αν ρέει στο μέγιστο βάθος έχουμε ρεύμα πυθμένα
- αν ρέει σε ένα ενδιάμεσο βάθος έχουμε ένα ενδιάμεσο ρεύμα

Το μεγαλύτερο μέρος των βαθιών υδάτων προέρχεται από την Ανταρκτική και το βόρειο τμήμα του Ατλαντικού Ωκεανού.

Thermohaline Circulation



4.7 - Παγκόσμια θερμοχαλίνια κυκλοφορία - (Robert Simmon, NASA. Μικρές τροποποιήσεις από τον Robert A. Rohde, επίσης δημοσιευμένες στο NASA Earth Observatory, Pubblico dominio)

Στη βαθιά κυκλοφορία σε παγκόσμια κλίμακα έχουμε κίνηση συναγωγής (δηλαδή λόγω μετατόπισης της θερμότητας) όπως και στην περίπτωση της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας, αν και ενώ στην ατμόσφαιρα μόνο η θερμοκρασία καθορίζει την πυκνότητα των μαζών, στην περίπτωση των ωκεάνιων ρευμάτων η αλατότητα είναι επίσης σημαντική.

Σε ωκεάνιο επίπεδο, η κυκλοφορία με συναγωγή ονομάζεται **θερμοχαλίνη** (προέρχεται από τα λατινικά thermo, θερμότητα, και alo, αλάτι), η οποία είναι συγκρίσιμη με μια μεγάλη μεταφορική ταινία με την οποία οι ωκεανοί, χάρη στις κινήσεις συναγωγής, διανέμουν τη θερμότητα από τον ισημερινό, όπου υπάρχει περίσσεια, προς τους πόλους, όπου υπάρχει έλλειψη.

Το πολύ πυκνό αλμυρό νερό ρέει βαθιά από τους πόλους προς τον Ισημερινό, όπου θερμαίνεται και γίνεται λιγότερο πυκνό και ανεβαίνει στην επιφάνεια για να αντισταθμίσει τις μεγάλες μάζες ψυχρού νερού που βυθίζονται.

Αυτός ο κύκλος μετακίνησης είναι ζωτικής σημασίας για τα έμβια όντα, καθώς επιτρέπει τον εμπλουτισμό των μεταλλικών αλάτων και των θρεπτικών συστατικών στα πιο πυκνοκατοικημένα νερά (των ψαριών, του πλαγκτού και άλλων έμβιων όντων, φιλτροφάγων και μη), αλλά έχει και μια άλλη πλευρά.

Η μεταφορά μέσω αυτών των ρευμάτων πραγματοποιείται επίσης για τους ρύπους (όπως ήδη αναφέρθηκε στο επίπεδο 2), οι οποίοι, είτε διαλυμένοι στο ίδιο το νερό είτε επιπλέοντας μέσα και πάνω σε αυτό, θα μεταφερθούν σε όλους τους ωκεανούς, συγκεντρώνοντας τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές ζημιές σε περιοχές που θα υποστούν τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές ζημιές.





Πείραμα 13: Πυκνότητα νερού και ωκεάνιες κυκλοφορίες

Χάρη στη χρήση του αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, θα αναδείξουμε τον τρόπο με τον οποίο η αλατότητα επηρεάζει την πυκνότητα του νερού ακόμη και χωρίς την ανάγκη εισαγωγής θερμότητας.

Οι παράμετροι της θερμοκρασίας και της αλατότητας επηρεάζουν την πυκνότητα του νερού, αλλά μπορούν να το κάνουν ταυτόχρονα ή ξεχωριστά.

Αυτό το πείραμα θα μας επιτρέψει να δούμε πώς η πυκνότητα του νερού αλλάζει τα ρεύματα της βαθιάς θάλασσας.

Υλικά:

- Διαφανής λεκάνη νερού (ύψους τουλάχιστον 40-50 cm και μήκους τουλάχιστον 50 cm)
- Δύο διαφανή ποτήρια
- Κόκκινη χρωστική τροφίμων,
- Μπλε χρωστική τροφίμων
- Μαγειρικό αλάτι (χοντρό ή ψιλό δεν έχει σημασία)
- Ένα κουταλάκι του γλυκού
- Δύο αυγά,

Διαδικασία βήμα βήμα:

- Ο μαθητής αντιγράφει τον πίνακα 4.3 στο τετράδιό του,
- Συνδέστε τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στην πρίζα 12 βολτ,
- Ενεργοποιήστε την εφαρμογή αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στην έξυπνη συσκευή,
- Γεμίστε το δίσκο κατά τα $\frac{3}{4}$ περίπου με νερό βρύσης σε θερμοκρασία δωματίου,
- Τοποθετήστε τα αυγά μέσα στο δίσκο,
- Τι συμβαίνει;
- Γεμίστε το πρώτο διαφανές ποτήρι με νερό βρύσης σε θερμοκρασία δωματίου κατά τα $\frac{3}{4}$,
- Προσθέστε το μπλε χρώμα τροφίμων και ανακατέψτε το ποτήρι,



ι. Γεμίστε το δεύτερο διαφανές ποτήρι με νερό βρύσης σε θερμοκρασία δωματίου κατά τα $\frac{3}{4}$ περίπου,

Ι. Προσθέστε κόκκινο χρώμα τροφίμων και ανακατέψτε το ποτήρι,

μ. Προσθέστε ένα κουταλάκι του γλυκού αλάτι στο ποτήρι που περιέχει την κόκκινη βαφή και ανακατέψτε μέχρι να διαλυθεί το αλάτι. Επαναλάβετε τη διαδικασία έως ότου το αλάτι αρχίσει να μη διαλύεται πλέον στο ποτήρι, επιτρέποντάς σας να καταλάβετε ότι το νερό είναι κορεσμένο.

ν. Τοποθετήστε τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του δίσκου, προσέχοντας να μην βραχεί και να μην τοποθετήσετε δάχτυλα πάνω ή κοντά στον αισθητήρα.

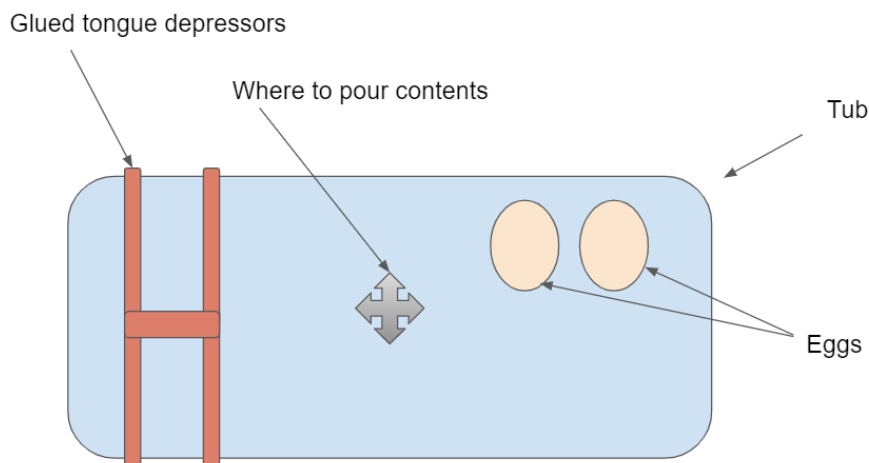
ο. Κάντε μια σημείωση στον πίνακα θερμοκρασίας και υγρασίας πριν από την έναρξη του πειράματος (πάρτε τρεις μετρήσεις και υπολογίστε το μέσο όρο τους για να έχετε μια πιο ρεαλιστική εικόνα),

ρ. Ρίξτε το ποτήρι που περιέχει την κόκκινη χρωστική αργά και κοντά στην επιφάνεια του νερού (ώστε το πείραμα να μην επηρεαστεί από την επιτάχυνση της βαρύτητας του νερού που πέφτει), προσπαθώντας να το τοποθετήσετε όσο το δυνατόν πιο κεντρικά στη λεκάνη,

q. Τι συμβαίνει;

ρ. Σημειώστε τη θερμοκρασία και την υγρασία μετά την έκχυση του ποτηριού που περιέχει το αλάτι και τη μπλε βαφή (θυμηθείτε πάντα να κάνετε τρεις μετρήσεις και να υπολογίσετε το μέσο όρο τους).

ς. Ρίξτε το ποτήρι που περιέχει τη μπλε χρωστική αργά και κοντά στην επιφάνεια του νερού (ώστε το πείραμα να μην επηρεαστεί από την επιτάχυνση της βαρύτητας του νερού που πέφτει), προσπαθώντας να το τοποθετήσετε όσο το δυνατόν πιο κοντά στο κέντρο του μπολ,



Σχήμα 4.8 - Πώς να ρυθμίσετε το πείραμα.

m. Τι συμβαίνει;

n. Κρατήστε σημειώσεις σχετικά με τη θερμοκρασία και την υγρασία μετά την έκχυση του ποτηρι ζέσεως που περιέχει τη μπλε χρωστική (μπορείτε επίσης να κάνετε μετρήσεις λίγα λεπτά μετά το τέλος του πειράματος, θυμάστε πάντα να κάνετε τρεις μετρήσεις για κάθε συλλογή δεδομένων και να τις υπολογίζετε κατά μέσο όρο, για να αυξήσετε την ακρίβεια των δεδομένων),

o. Αφού λάβετε τις διάφορες μετρήσεις, μπορείτε να συνεχίσετε το πείραμα προετοιμάζοντας περισσότερα ποτήρια με νερό που περιέχει αλάτι και ρίχνοντάς τα στο δίσκο μέχρι να επηρεάσουν τα αυγά που υπάρχουν.

p. Τι συμβαίνει;

Θερμοκρασία πριν από το πείραμα	Υγρασία πριν από το πείραμα	Θερμοκρασία μετά την προσθήκη κόκκινου νερού	Υγρασία μετά την προσθήκη κόκκινου νερού	Θερμοκρασία μετά την προσθήκη νερού blu	Υγρασία μετά την προσθήκη μπλε νερού

Πίνακας 4.3 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 13.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Η αύξηση της πυκνότητας του νερού δεν οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση της εξάτμισης, απλώς η μεταφορά των αλάτων εντός της υδάτινης μάζας κατανέμεται σύμφωνα με τη διαβάθμιση της αλατότητας, δηλαδή με αλμυρά ρεύματα βαθύτερα



και γλυκά ρεύματα στην επιφάνεια (λόγω του μεγαλύτερου βάρους του νερού που περιέχει τα άλατα).

Στα ρεύματα, η μεγαλύτερη αλατότητα παρατηρείται στην επιφάνεια, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο ήλιος, προκαλώντας την εξάτμιση του νερού περισσότερο ή λιγότερο γρήγορα, συγκεντρώνει τα άλατα στην εναπομένουσα υγρή επιφάνεια.

Στο πείραμά μας, καθώς η εξάτμιση δεν είναι αρκετά γρήγορη για να αυξήσει την επιφανειακή αλατότητα, θα έχουμε υψηλότερη πυκνότητα/αλατότητα στο βάθος και χαμηλότερη στην επιφάνεια (στην οποία έχουμε προσθέσει γλυκό νερό).

Επιπλέον, θα παρατηρήσουμε ότι με την αύξηση της αλατότητας του νερού στο βάθος θα τείνει να κάνει τα αυγά μας να επιπλέουν, παίρνοντας τη θέση τους στον πυθμένα της θάλασσας (η πυκνότητα του νερού αυξάνεται, ενώ αυτή των αυγών παραμένει σταθερή, έτσι ώστε κάποια στιγμή είναι αυτά που έχουν μικρότερη πυκνότητα και ανεβαίνουν στην επιφάνεια), λαμβάνοντας μια ώθηση προς τα πάνω.

Η επίδραση της θερμοκρασίας στα ωκεάνια ρεύματα

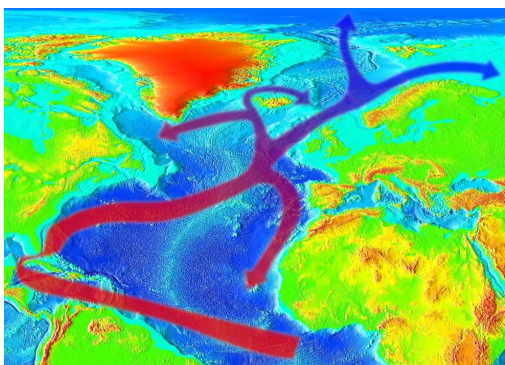
4.7 Το ρεύμα του Κόλπου

Το ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού, μαζί με το ρεύμα του Βόρειου Ατλαντικού, είναι το μεγαλύτερο σε μήκος και με τη μεγαλύτερη επιρροή θερμό ωκεάνιο ρεύμα στο βόρειο ημισφαίριο και υπάρχει στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό.

Όπως υποδηλώνει το όνομά του, το ρεύμα προέρχεται από τον Κόλπο του Μεξικού, μια περιοχή όπου παραμένει εγκλωβισμένο σε ένα κύτταρο συναγωγής (παρόμοιο με εκείνα που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα και εξετάζονται στο Επίπεδο 2) για μεγάλο χρονικό διάστημα και εμπλουτίζεται από την ηλιακή ενέργεια μέχρι να αρχίσει να κινείται προς τον Βόρειο Ατλαντικό.

Για να κατανοήσουμε την κίνηση των θερμών ρευμάτων, πρέπει να θυμόμαστε ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας που κινείται πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο αντικείμενο, για όποιο είδος αντικειμένου και αν μιλάμε.

Στην περίπτωση αυτή, το θερμό νερό ξεκινά την κίνησή του από τον Κόλπο του Μεξικού (τροπική και πολύ θερμή περιοχή) προς τον Βόρειο Πόλο (προφανώς πολύ ψυχρή περιοχή).



Εικόνα 4.9 - Οι γραμμές προσδιορίζουν το ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού (RedAndr - αυτοδημιούργητος, χρησιμοποιημένος χάρτης από CC BY-SA 4.0)

Καθώς λαμβάνει χώρα αυτή η μετατόπιση, το θερμό νερό απελευθερώνει την ενέργειά του στα γύρω ύδατα και στις ακτές, θερμαίνοντάς τα. Με αυτόν τον τρόπο, καθίσταται ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό του κλίματος των ευρωπαϊκών χωρών που συνορεύουν με τον Ατλαντικό Ωκεανό (Πορτογαλία, Ισπανία, Γαλλία, Ιρλανδία, Μεγάλη Βρετανία, Ισλανδία, Βέλγιο, Ολλανδία και βόρεια της Γερμανίας, επηρεάζοντας επίσης τις σκανδιναβικές χώρες).

Αυτό επιτρέπει στα νερά και τις ακτές των χωρών που αναφέρονται παραπάνω να έχουν υψηλότερες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες από ό,τι θα είχαν χωρίς το ρεύμα (η απουσία του θα οδηγούσε πιθανώς σε παγετώδη περίοδο).

4.8 Μελλοντική εξέλιξη του ρεύματος του Κόλπου του Μεξικού

Τα τελευταία χρόνια έχουν βρεθεί νέες ενδείξεις ότι το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής και του στρώματος πάγου της Γροιλανδίας μεταβάλλει βασικές διεργασίες που καθοδηγούν την κυκλοφορία των ωκεανών και, συνεπώς, την ανακατανομή της θερμότητας μεταξύ τροπικών και πολικών γεωγραφικών πλατών.

Κανονικά, το ψυχρό, πυκνό νερό λόγω της υψηλής αλατότητας γύρω από τη Γροιλανδία τείνει να κατεβαίνει στα βάθη και να ταξιδεύει προς τις ισημερινές ζώνες και στη συνέχεια να θερμαίνεται και να ανεβαίνει ξανά κάνοντας το αντίστροφο ταξίδι.

Ωστόσο, οι παγετώνες της Γροιλανδίας, όπως όλοι οι παγετώνες, αποτελούνται από νερό πολύ χαμηλής αλατότητας (το αλάτι θα εμπόδιζε το νερό να στερεοποιηθεί, αν δεν συνέβαινε αυτό), έτσι ώστε, καθώς λιώνουν, το νερό του ωκεανού είναι λιγότερο βαρύ, καθιστώντας δύσκολη τη βύθισή του.

Πρόσφατα, διάφορες ερευνητικές ομάδες, συμπεριλαμβανομένης αυτής με επικεφαλής τον ερευνητή M. Oltmanns (Γερμανία), διαπίστωσαν ότι, ως αποτέλεσμα



των θερμότερων καλοκαιριών, το ρεύμα του Κόλπου διαταράσσεται κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

Αυτή είναι μια αρκετά σημαντική παρατήρηση, δεδομένου ότι μέχρι τώρα υποθέταμε ότι οι μεταβολές στο ρεύμα θα συνέβαιναν μόνο στο μέλλον και δεν φανταζόμασταν, ούτε προβλέπαμε, ότι συνέβαιναν ήδη τώρα, λίγα μόνο χρόνια μετά τις πρώτες υποθέσεις.

Η προαναφερθείσα μελέτη μάς δίνει στοιχεία ότι υψηλά ποσοστά νερού από το λιώσιμο (το 2010 έως και 40%) δεν βυθίστηκαν.

Άλλες λιγότερο ή περισσότερες πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η κυκλοφορία του Νότιου Ατλαντικού έχει εξασθενήσει από το 2008, μειώνοντας την ισχύ του μεταφορικού ιμάντα (ένα άλλο όνομα που δίνεται στο ρεύμα του Κόλπου) κατά περίπου 15% (D.Smeed, Μεγάλη Βρετανία).

Αυτό οδηγεί σε μείωση της ροής του νερού κατά περίπου 3 εκατομμύρια m³ ανά δευτερόλεπτο.

Αυτή η επιβράδυνση του ατλαντικού κλάδου του θερμοαλατικού ρεύματος έχει επισημανθεί ως η αιτία των αρνητικών ανωμαλιών της επιφανειακής θερμοκρασίας του Βόρειου Ατλαντικού, τονίζοντας ότι πρόκειται προφανώς για τρομερά νέα, καθώς ένας μηχανισμός που έχει υποτεθεί πολλές φορές έχει επιβεβαιωθεί στην πράξη.

Τέλος, πρόσφατες μελέτες που δημοσιεύθηκαν στο Nature έδειξαν ότι πρόκειται για τη σημαντικότερη επιβράδυνση της θερμοχαλινής κυκλοφορίας του Ατλαντικού εδώ και χίλια χρόνια.

Όσον αφορά το μέλλον, προβλέπεται περαιτέρω αποδυνάμωση της κυκλοφορίας καθώς προχωρά η κλιματική αλλαγή, με μη αμελητέο κίνδυνο ξαφνικής απόφραξης. Προς το παρόν φαίνεται αδύνατο να προβλεφθεί πόσο κοντά μπορεί να είναι αυτό το γεγονός, αλλά είναι βέβαιο ότι αυτό το ενδεχόμενο θα πρέπει να εγείρει αρκετές ανησυχίες.



Πείραμα 14: Η επίδραση της θερμοκρασίας στα ωκεάνια ρεύματα

Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία και την υγρασία που προκύπτουν από ένα μοντέλο που αναπαριστά τη δομή των συνθηκών που επιτρέπουν στα ωκεάνια ρεύματα να σχηματίσουν τη **θερμοαλίνη** ζώνη αγωγιμότητας (που εξετάζεται στη θεωρία αυτού του επιπέδου).

Το εργαλείο θα χρησιμοποιηθεί για να κατανοηθεί εάν οι μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας σε ένα μοντέλο που αντιπροσωπεύει την τροπική/ισημερινή ζώνη και την πολική ζώνη θα επηρεαστούν από τα ρεύματα, την εξάτμιση του νερού και το λιώσιμο των πάγων.

Υλικά:

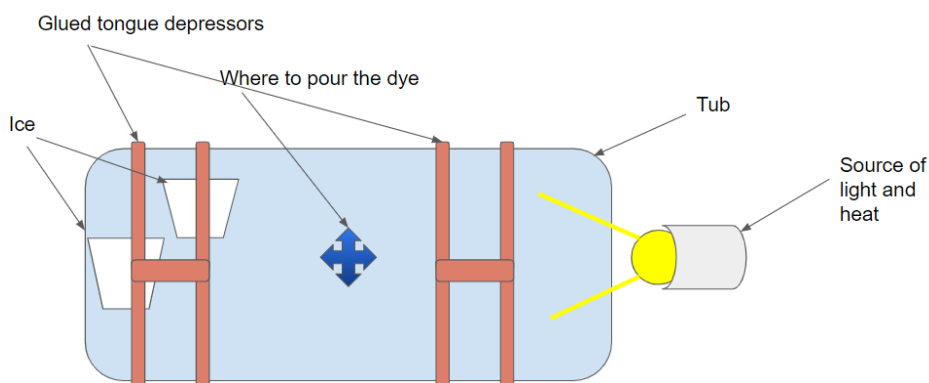
- Διαφανής δίσκος νερού (ύψους τουλάχιστον 40-50 cm και μήκους τουλάχιστον 50 cm)
- Μπλε χρωστική τροφίμων
- Δύο δοχεία με γιαούρτι ή τυρί cottage γεμισμένα με νερό και στη συνέχεια κατεψυγμένα,
- Μια λάμπα αλογόνου ή μια λάμπα θερμότητας με περιστρεφόμενη βάση,
- Ένα ανεξίτηλο στυλό,
- 5 ξύλινα γλωσσόπανα,
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX,
- Πιπέτα με σταγονόμετρο.

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής πρέπει να αντιγράψει τον πίνακα 4.4 στο τετράδιό του.
- Συνδέστε τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στην παροχή ρεύματος 12 βολτ.
- Ανοίξτε τη σχετική εφαρμογή στο έξυπνο εργαλείο.
- Γεμίστε το δίσκο σε επίπεδο που να επιτρέπει την τοποθέτηση του πάγου χωρίς να ακουμπάει στον πυθμένα του δίσκου.
- Μετρήστε τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή πλευρά του δίσκου τη θερμοκρασία και την υγρασία που επικρατούν πριν από την έναρξη του πειράματος με τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX (θυμηθείτε να υπολογίσετε το μέσο όρο τριών μετρήσεων σε κάθε πλευρά του δίσκου).

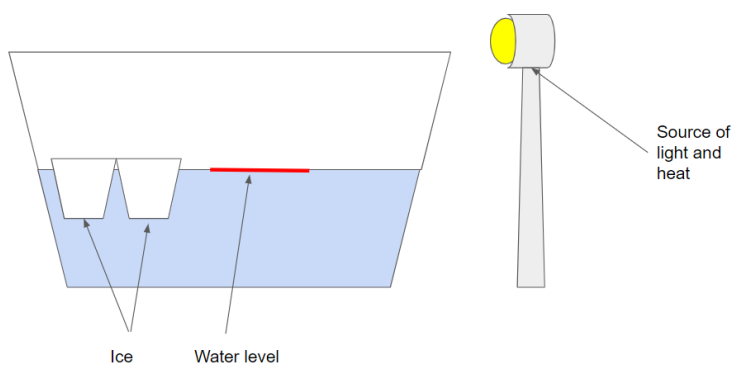
f. Τοποθετήστε τον προβολέα στη δεξιά πλευρά του ενυδρείου, έτσι ώστε το φως να φτάνει απευθείας στην επιφάνεια του νερού (η περιοχή αυτή θα αντιπροσωπεύει την τροπική/ισημερινή ζώνη του συστήματός μας).

g. Τοποθετήστε τον πάγο στην αριστερή πλευρά του δίσκου έτσι ώστε να μην ακουμπάει στον πυθμένα του δίσκου αλλά να παραμένει αιωρούμενος και να επιπλέει.



Σχήμα 4.10 - Πώς να προετοιμάσετε το πείραμα

h. Σημειώστε τη στάθμη του νερού με το ανεξίτηλο μαρκαδόρο πάνω στο δίσκο, δίνοντας προσοχή σε τυχόν προβλήματα διάθλασης του δίσκου (σταθείτε στο ύψος του νερού με τη γραμμή των ματιών και σημειώστε μια σαφή γραμμή στην επιφάνεια του νερού).



Σχήμα 4.11 - Πλάγιο πείραμα.

i. Τι θα συμβεί στη στάθμη του νερού; Οι θερμοκρασίες και η υγρασία θα είναι διαφορετικές ή σταθερές;



Ι. Χρησιμοποιήστε την πιπέτα με σταγονόμετρο για να ρίξετε την μπλε χρωστική ακριβώς στο κέντρο του δίσκου χωρίς να διαταράξετε το σύστημα.

μ. Περιμένετε περίπου 5-10 λεπτά για να αρχίσει να απλώνεται η μπλε βαφή στο δίσκο.

Ν. Τοποθετήστε τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στην κατασκευή από ξύλινα ραβδιά (όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.10) στην πλευρά που αντιπροσωπεύει την τροπική ζώνη.

ο. Σημειώστε στον Πίνακα 4.4 τη θερμοκρασία και την υγρασία που χαρακτηρίζουν την τροπική ζώνη.

ρ. Τοποθετήστε τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX στην κατασκευή από ξύλινα μπαστούνια (όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.10) στην πλευρά που αντιπροσωπεύει την αρκτική ζώνη.

q. Σημειώστε στον Πίνακα 4.4 τη θερμοκρασία και την υγρασία που χαρακτηρίζουν την αρκτική ζώνη.

ρ. Τι συνέβη; Τι αντιπροσωπεύει η μπλε χρωστική;

Θερμοκρασία πριν από το πείραμα	Υγρασία πριν από το πείραμα	Θερμοκρασία μετά από 10 λεπτά στην αρκτική ζώνη	Υγρασία μετά από 10 λεπτά στην αρκτική ζώνη	Θερμοκρασία μετά από 10 λεπτά στην τροπική ζώνη	Υγρασία μετά από 10 λεπτά στην τροπική ζώνη

Πίνακας 4.4 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 14.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

1 - Όπως είδαμε, η υγρασία στην τροπική ζώνη αυξάνεται (αν και θα μπορούσε να συμβεί ότι η υπερβολική θερμότητα μειώνει την ορατή επίδραση στον αισθητήρα) επειδή έχουμε μεγαλύτερη εξάτμιση (όπως ακριβώς συμβαίνει στις τροπικές ζώνες του πλανήτη μας), ενώ η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλότερη στις αρκτικές ζώνες (ο πάγος απορροφά τη θερμότητα του νερού αλλά και τη θερμότητα του περιβάλλοντος αέρα για να λιώσει, μειώνοντας τη θερμοκρασία που μετράει το όργανο).

2 - Όσον αφορά τη στάθμη του νερού, θα σημειώσουμε ότι δεν θα αυξηθεί.



Το φυσικό γεγονός που αναπαράγαμε αντιπροσωπεύει αυτό που συμβαίνει στον Βόρειο Πόλο, ο οποίος αποτελείται από παγετώδη πάγο, δηλαδή θαλάσσιο πάγο βυθισμένο στον ωκεανό.

Ο λόγος για τον οποίο η στάθμη του νερού δεν ανεβαίνει είναι ότι ο ίδιος ο πάγος καταλαμβάνει έναν σαφώς καθορισμένο όγκο και είναι ήδη παρών στο νερό τη στιγμή που πάμε να σημειώσουμε τη στάθμη (λίγο σαν αυτό που συμβαίνει στο ποτό μας με τον πάγο, ο οποίος, ακόμη και αν λιώσει λόγω της θερμότητας, δεν θα κάνει το νερό να ξεχειλίσει από το ποτήρι μας). Θα μπορούσε επίσης να συμβεί ότι, αν χρησιμοποιήσουμε μεγάλη ποσότητα πάγου, η στάθμη του νερού θα πέσει, καθώς ο πάγος έχει μεγαλύτερο όγκο από το νερό στην υγρή του κατάσταση (όπως είδαμε στη θεωρία), μειώνοντας τη στάθμη μόλις λιώσει.

Τότε γιατί ανησυχούμε για το φαινόμενο του θερμοκηπίου που προκαλεί άνοδο της στάθμης της θάλασσας;

Το θέμα αυτό αφορά τους ηπειρωτικούς πάγους, που υπάρχουν στην Ανταρκτική (η οποία είναι ήπειρος, σε αντίθεση με τον Βόρειο Πόλο που κάτω από τους πάγους έχουμε ηπειρωτική ξηρά και μόνο ένα μικρό μέρος του ωκεανού) και στους ηπειρωτικούς παγετώνες.

Στην περίπτωση αυτή, εάν ο πάγος που λιώνει προέρχεται από ηπειρωτικούς παγετώνες, το νερό από το οποίο αποτελείται δεν καταλαμβάνει ήδη έναν όγκο στους ωκεανούς, αλλά προστίθεται σε αυτόν που υπάρχει στους ίδιους τους ωκεανούς, αυξάνοντας τον όγκο τους και, συνεπώς, τη στάθμη τους.

Ανακεφαλαιώνοντας, αν μιλάμε για το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής, η στάθμη των ωκεανών δεν θα αυξηθεί αλλά θα έχουμε τα προβλήματα που αναφέρονται στη θεωρία (ψύξη των υδάτων και μαλάκωσή τους), ενώ αν μιλάμε για το λιώσιμο της Ανταρκτικής τότε η στάθμη των ωκεανών θα αυξηθεί.

3 - Ένα τελευταίο σημείο που πρέπει να εξεταστεί είναι αυτό της βαφής. Η χρωστική, εξ ορισμού, απλώς χρωματίζει το υγρό στο οποίο εγχέεται, χωρίς να το επηρεάζει.

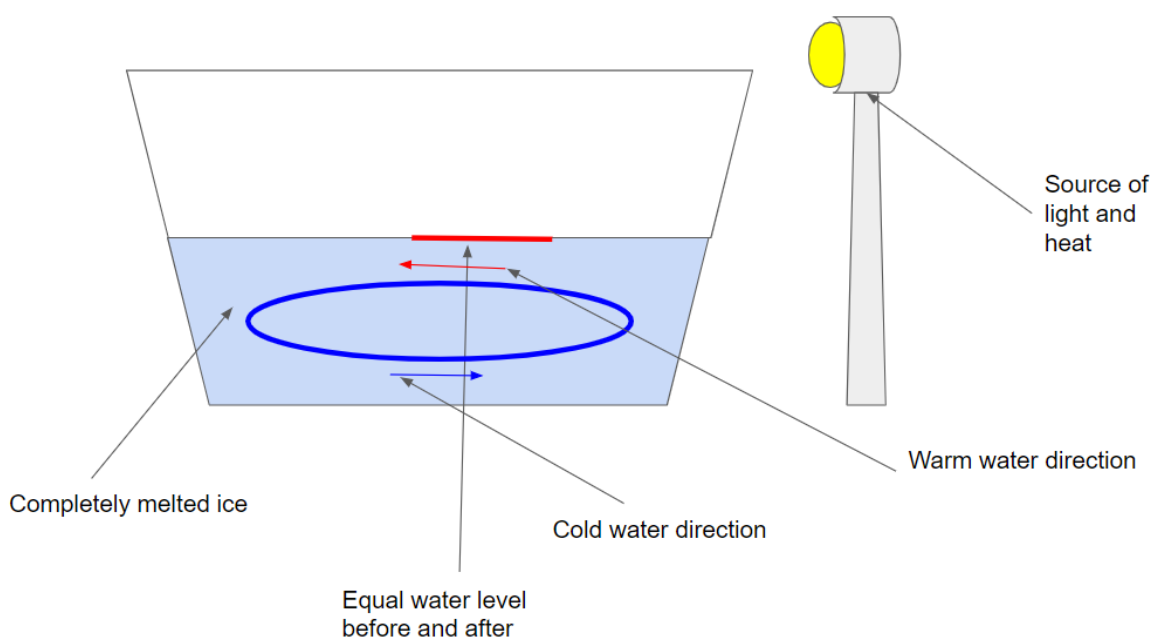
Αυτό που κάνουμε είναι απλώς να κάνουμε εμφανές αυτό που συμβαίνει στο κατά τα άλλα διαφανές νερό (μια διαδικασία που δεν θα βλέπαμε ακριβώς λόγω της διαφάνειάς του) και να δείξουμε ότι τα πιο ρηχά ωκεάνια ρεύματα είναι τα θερμά ρεύματα που κινούνται από την ισημερινή ζώνη, πηγαίνοντας από τη θερμότερη ζώνη (με συναγωγή) προς την ψυχρότερη ζώνη.

Καθώς αυτά φτάνουν στην πολική ζώνη, αποδίδουν θερμότητα με αποτέλεσμα ο ίδιος ο πάγος να λιώνει και να ψύχεται, να γίνεται βαρύτερος και να βυθίζεται

βαθύτερα, με αποτέλεσμα να εκτοπίζεται από τα θερμά επιφανειακά νερά και να επιταχύνεται μέχρι να φτάσει στις θερμές, τροπικές ζώνες.

Σε αυτές τις περιοχές θα θερμανθούν (κερδίζοντας θερμότητα από τον ήλιο), θα γίνουν λιγότερο πυκνά, θα ανέλθουν στην επιφάνεια και ο κύκλος θα ξεκινήσει ξανά.

Αυτό που είδαμε είναι τι συμβαίνει στο ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού και στα άλλα θερμά και ψυχρά ρεύματα που σχηματίζουν τη ζώνη θερμόσφαιρας.



Σχήμα 4.12 - Αναμενόμενο αποτέλεσμα στο τέλος του πειράματος.



Κλιματική αλλαγή και ευημερία

4.9 Οι πιο εμφανείς ζημιές

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), τον κορυφαίο φορέα ανάλυσης και αξιολόγησης της κλιματικής αλλαγής, η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή προκαλεί εκτεταμένες και επικίνδυνες φυσικές διαταραχές που επηρεάζουν τη ζωή δισεκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως.

Προφανώς, οι άνθρωποι και τα οικοσυστήματα που είναι λιγότερο ικανά να αντιμετωπίσουν αυτά τα γεγονότα πλήττονται περισσότερο και τα στοιχεία αυτά πρέπει να θεωρηθούν ως "προειδοποίηση για τις συνέπειες της αδράνειας". Η έκθεση δείχνει ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί σοβαρή και αυξανόμενη απειλή για την ευημερία μας και έναν υγιή πλανήτη, καθώς οι ενέργειές μας σήμερα καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι προσαρμόζονται και τον τρόπο με τον οποίο η φύση ανταποκρίνεται στους αυξανόμενους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής" (H. Lee, IPCC 2022 Chair).

Ένα από τα κεντρικά σημεία είναι η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,5°C τις επόμενες δεκαετίες (προσοχή! μπορεί να μην ακούγεται πολύ, αλλά κατά μέσο όρο ο πλανήτης θερμαίνεται κατά την ίδια θερμοκρασία σε εκατοντάδες, αν όχι χιλιάδες χρόνια), μια παράμετρος που θα έχει ως αποτέλεσμα ο πλανήτης να αντιμετωπίσει πολλαπλούς αναπόφευκτους κλιματικούς κινδύνους. Επιπλέον, σε περίπτωση υπέρβασης αυτού του ορίου (ένα πολύ πιθανό γεγονός σύμφωνα με τους ερευνητές), οι επιπτώσεις θα επιδεινωθούν περαιτέρω και οι κίνδυνοι για την κοινωνία, κυρίως για τις υποδομές και τους παράκτιους οικισμούς, θα αυξηθούν εκθετικά.

Το έγγραφο που συνέταξε η IPCC δεν είναι χρήσιμο μόνο για τους ερευνητές και όσους ασχολούνται με την έρευνα γενικότερα, αλλά και μια σύνοψη για τους τεχνικούς και τους πολιτικούς που πρέπει να μετατρέψουν τις προτάσεις για τον μετριασμό των προβλημάτων σε νόμο (ονομάζεται Σύνοψη για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και είναι ένα πρακτικό έγγραφο που συνοψίζει τις πρωτοβουλίες που απαιτούνται για την προσπάθεια μετριασμού των προβλημάτων της κλιματικής αλλαγής στο πλαίσιο της κρατικής νομοθεσίας των διαφόρων χωρών μελών του πάνελ).

Οι αυξημένοι καύσωνες, οι ξηρασίες και οι πλημμύρες υπερβαίνουν τα όρια ανοχής πολλών φυτικών και ζωικών ειδών, προκαλώντας μαζική θνησιμότητα σε πολλά είδη.



Το πραγματικό πρόβλημα είναι ότι αυτά τα ακραία καιρικά φαινόμενα συμβαίνουν ταυτόχρονα, προκαλώντας αλυσιδωτές επιπτώσεις (το λεγόμενο "φαινόμενο χιονοστιβάδας") που καθιστούν την κατάσταση όλο και πιο δύσκολη στη διαχείρισή της.

Αυτά τα ακραία φαινόμενα έχουν εκθέσει εκατομμύρια ανθρώπους σε σοβαρή επισιτιστική και υδάτινη ανασφάλεια, ιδίως στην Αφρική, την Ασία, την Κεντρική Αμερική, τα νησιά της Αρκτικής, αλλά, τα τελευταία χρόνια, και στα πιο μεσογειακά τμήματα της Ευρώπης (αυτό είναι νέο από το 2018 για την IPCC).

Προκειμένου να αποφευχθεί η αυξανόμενη απώλεια ανθρώπινων ζωών, βιοποικιλότητας και υποδομών, απαιτείται ταχεία δράση για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και, ταυτόχρονα, για την ταχεία και βαθιά μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Δυστυχώς, η έκθεση επιβεβαιώνει αυτό που πολλοί στον πλανήτη έχουν επισημάνει τα τελευταία χρόνια, δηλαδή ότι η πρόοδος είναι άνιση και ότι υπάρχει ένα διευρυνόμενο χάσμα μεταξύ του τι γίνεται και του τι πρέπει να γίνει για την αντιμετώπιση των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής.

Το χάσμα, εξάλλου, διευρύνεται ιδιαίτερα μεταξύ των πληθυσμών με χαμηλό εισόδημα, όπως επιβεβαιώνει η πρόεδρος της IPCC "Η παρούσα έκθεση αναγνωρίζει την αλληλεξάρτηση μεταξύ κλίματος, βιοποικιλότητας και ανθρώπων και ενσωματώνει τις φυσικές, κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες πιο έντονα από τις προηγούμενες αξιολογήσεις της IPCC", δήλωσε ο Hoesung Lee. "Η έκθεση υπογραμμίζει τον επείγοντα χαρακτήρα της άμεσης και πιο φιλόδοξης δράσης για την αντιμετώπιση των κλιματικών κινδύνων. Τα ημίμετρα δεν αποτελούν πλέον επιλογή".

4.10 Ενίσχυση της φύσης για την ενίσχυση της ανθρώπινης υγείας

Υπάρχουν λύσεις για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος.

Η έκθεση της IPCC του 2022 μας δίνει νέες πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες της φύσης, όχι μόνο για τη μείωση των κλιματικών κινδύνων αλλά και για τη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων.

Τα υγιή οικοσυστήματα παρέχουν βασικές υπηρεσίες για τη ζωή, όπως τροφή και νερό (υπολογίζονται μέσω των λεγόμενων "οικοσυστημικών υπηρεσιών", οι οποίες δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια αριθμητική ποσοτικοποίηση που επιτρέπει



στους ανθρώπους να κατανοήσουν τα οικονομικά οφέλη που παρέχει ένα οικοσύστημα, ένα έμβιο ον ή ένα υλικό).

Η αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων και η διατήρηση του 30-50% των χερσαίων, γλυκών υδάτων και θαλάσσιων οικοτόπων θα επιτρέψει στις ανθρώπινες κοινωνίες να επωφεληθούν από την ικανότητα της φύσης να απορροφά και να αποθηκεύει άνθρακα.

Αυτό μπορεί να επιταχύνει την πρόοδο προς τη βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά η πρόοδος αυτή πρέπει να χρηματοδοτηθεί και να τύχει επαρκούς πολιτικής υποστήριξης.

Η έκθεση τονίζει επίσης ότι η κλιματική αλλαγή αλληλεπιδρά με παγκόσμιες δυναμικές όπως η μη βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων, η συνεχώς αυξανόμενη αστικοποίηση, οι κοινωνικές ανισότητες και οι απώλειες και ζημιές που προκαλούνται από ακραία φαινόμενα και πανδημίες, οι οποίες απειλούν τη μελλοντική ανάπτυξη.

Το έργο των επιστημόνων της IPCC δείχνει σαφώς ότι η αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής απαιτεί τη συνεργασία όλων (όχι μόνο των ιδιωτών, αλλά και των κυβερνήσεων, του ιδιωτικού τομέα, της κοινωνίας των πολιτών) στη λήψη αποφάσεων και στις επενδύσεις, με προτεραιότητα τη μείωση των κινδύνων, την ισότητα και τη δικαιοσύνη.

Αυτός ο τρόπος σκέψης, λήψης αποφάσεων και δράσης είναι ο μόνος τρόπος για την επίτευξη βιώσιμης και ανθεκτικής στην κλιματική αλλαγή ανάπτυξης.

4.11 Περιβαλλοντική ευημερία στα σχολεία

Όταν το ανθρώπινο σώμα, χωρίς την απαραίτητη κατανάλωση ενέργειας, δεν αισθάνεται ούτε ζέστη ούτε κρύο, αντιμετωπίζουμε ένα αίσθημα ικανοποίησης και ευεξίας σε σχέση με το περιβάλλον, που αναφέρεται ως "θερμική ευεξία".

Αυτή η βέλτιστη κατάσταση συμβαίνει μόνο εάν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος στο οποίο βρισκόμαστε και η σχετική υγρασία (η οποία μου επιτρέπει να καταλάβω την ποσότητα των υδρατμών που υπάρχουν στον υγρό αέρα) είναι κλιμακωτές.

Η ευημερία προσδιορίζεται όταν η πλειοψηφία των κατοίκων ενός χώρου (στην περίπτωση μας, που είναι ένα σχολείο, οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί και το προσωπικό του σχολείου) ορίζουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται ως βέλτιστη.

Το ιταλικό κράτος (αλλά όχι μόνο, αφού οι ευρωπαϊκές παράμετροι διαφέρουν από τον παρακάτω πίνακα κατά περίπου 1°C λιγότερο στα κράτη της κεντρικής και



βόρειας Ευρώπης, τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα) έχει προσδιορίσει, με νόμο, ποιες παράμετροι πρέπει να διατηρούνται για τη θερμική ευεξία των ενοίκων μιας αίθουσας διδασκαλίας και ενός σχολείου (τα στοιχεία φαίνονται στον πίνακα 4.5)

Βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες

Περίοδος	Θερμοκρασία αέρα (T)	Σχετική υγρασία (RU)
Χειμώνας	19-22 °C	40-50%
Καλοκαίρι	24-26°C	50-60%

Πίνακας 4.5 - Ιταλική νομοθεσία για τη θερμοκρασία αέρα και τη σχετική υγρασία που πρέπει να διατηρούνται στις αίθουσες διδασκαλίας και στους σχολικούς χώρους κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο.



Πείραμα 15: Θερμοκρασία και υγρασία στην τάξη μας

Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, θα είμαστε σε θέση να μετρήσουμε τις μέσες παραμέτρους της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας και, συγκρίνοντας τις με τις μικροκλιματικές συνθήκες που απαιτούνται για την ευημερία των ανθρώπων μέσα στο σχολικό περιβάλλον, θα είμαστε σε θέση να διαπιστώσουμε αν ο χώρος είναι υγιής για την υγεία όσων περνούν πολλές ώρες εκεί ή αν οι γενικές συνθήκες του πρέπει να βελτιωθούν.

Υλικά:

- Εάν είναι δυνατόν, η κάτοψη της αίθουσας διδασκαλίας,
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX,
- Καλώδιο επέκτασης για την τροφοδοσία του αισθητήρα,

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής αναπαράγει τον Πίνακα 4.6 στο τετράδιό του,
- Εάν υπάρχει, προβάλλετε το εσωτερικό σχέδιο της αίθουσας διδασκαλίας ώστε να μπορούν οι μαθητές να το παρατηρήσουν,
- Σχεδιάστε με τους μαθητές 6 σημεία παρακολούθησης (προσδιορίστε τα στο χάρτη με έναν αριθμό από το 1 έως το 6), στα οποία θα μετρηθεί η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία της αίθουσας διδασκαλίας (είναι σημαντικό οι μαθητές να σημειώσουν στο τετράδιό τους γιατί επιλέχθηκαν τα σημεία για μέτρηση, π.χ. λόγω της απόστασης από τα παράθυρα, ή της εγγύτητας με την πόρτα κ.λπ. κ.λπ.),
- Ενεργοποιήστε την εφαρμογή αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX,
- Συνδέστε τον αισθητήρα στην παροχή ρεύματος 12V μέσω του καλωδίου επέκτασης, το οποίο θα δώσει μεγαλύτερη κινητικότητα στη χρήση του αισθητήρα,
- Ξεκινήστε την παρακολούθηση από το βήμα 1. Θα χρειαστεί να τοποθετήσετε τον αισθητήρα και να του δώσετε περίπου 30 δευτερόλεπτα για να εξαλειφθούν οι ανακρίβειες που προκαλούνται από την επίδραση των χεριών του ατόμου που τον μεταφέρει. Όπως πάντα, τόσο η θερμοκρασία όσο και η υγρασία θα πρέπει να σημειώνονται στο διάγραμμα ως ο μέσος όρος τριών μετρήσεων με διαφορά λίγων δευτερολέπτων για να αυξηθεί η ακρίβεια των δεδομένων,



g. Μετά τη λήψη της μέτρησης, θα πρέπει να μετακινήσετε τον αισθητήρα με αύξουσα αριθμητική σειρά, προσπαθώντας να κρατήσετε τις μετρήσεις σε απόσταση περίπου 3 λεπτών μεταξύ τους,

h. Αφού σημειωθούν τα δεδομένα στον πίνακα, θα πρέπει να υπολογιστεί ο μέσος όρος των δεδομένων (ένα για κάθε σημείο μέτρησης) και, με το αποτέλεσμα, θα είναι δυνατόν να προκύψει ο μέσος όρος των δεδομένων της τάξης,

i. Συγκρίνετε τα δεδομένα με τα σημεία αναφοράς και προσδιορίστε αν η τάξη μπορεί να θεωρηθεί υγιής ή όχι,

l. Προαιρετικά - Γραφική παράσταση με το Google Sheets που αναπαριστά τη διαφορά θερμοκρασίας και υγρασίας σε διάφορες περιοχές της αίθουσας διδασκαλίας,

m. Προαιρετικά - Είναι δυνατή η επανάληψη του ίδιου πειράματος με αλλαγή των παραμέτρων μέσα στην τάξη (το σκεπτικό που οδηγεί στην αλλαγή των παραμέτρων πρέπει να προκύπτει, κατά την κρίση του εκπαιδευτικού, από μια αιτιολογημένη συζήτηση στην τάξη, από προτάσεις μεμονωμένων μαθητών ή από προτάσεις του ίδιου του εκπαιδευτικού. Οι πιο εύκολες παράμετροι που μπορούν να αλλάξουν είναι το άνοιγμα ή το κλείσιμο των παραθύρων, η πόρτα της τάξης, οι περσίδες σε διαφορετικές θέσεις, οι κουρτίνες που τοποθετούνται διαφορετικά, ή μια διαφορετική διάταξη των θρανίων των μαθητών ώστε να υπάρχει διαφορετική πυκνότητα μαθητών σε ορισμένες περιοχές της τάξης.

Θέση	Θερμοκρασία	Υγρασία	Μέση θερμοκρασία τάξης	Μέση υγρασίας τάξη
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Totale				

Πίνακας 4.6 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 15. Όσον αφορά τις παραμέτρους "Μέση θερμοκρασία τάξης" και "Μέση υγρασία τάξης", τα πεδία πρέπει να συμπληρωθούν μόνο στο τέλος, στην ίδια γραμμή με τη θέση "Σύνολο".



Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Κάθε αίθουσα διδασκαλίας είναι διαφορετική, οι παράμετροι αλλάζουν ανάλογα με τη θέση της σε σχέση με τον ήλιο μέσα στο σχολικό κτίριο (αν είναι έξω, μέσα, πάντα στον ήλιο, αν καλύπτεται από άλλα κτίρια), αλλά όχι μόνο αυτό, αλλά και ανάλογα με τις επιλογές που γίνονται όσον αφορά τη θέρμανση ή την ψύξη των χώρων.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος, όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, είναι η κατάσταση των θυρών και των παραθύρων, τυχόν φθορές στα υλικά που προστατεύουν από τη ζέστη και το κρύο.

Η διάταξη της αίθουσας διδασκαλίας, με την εσωτερική επίπλωση, τη θέση των θρανίων και των μαθητών, πρέπει επίσης να παρακολουθείται, διότι επηρεάζει τη θέρμανση το καλοκαίρι και την ψύξη το χειμώνα (μια αίθουσα με περισσότερους μαθητές θα είναι πολύ πιο ζεστή το χειμώνα από ό,τι το καλοκαίρι, και το αντίστροφο).

Για κάθε τάξη, οι μαθητές πρέπει να σκεφτούν για τις παραμέτρους που κάνουν την τάξη τους μοναδική ή τουλάχιστον χαρακτηριστική σε σύγκριση με εκείνες των συμμαθητών τους. Από αυτόν τον συλλογισμό θα προκύψουν οι περισσότερες απαντήσεις για τη διαφοροποίηση των παραμέτρων από τάξη σε τάξη.

Οι πόλεις ως εστίες κλιματικής αλλαγής

4.12 Επιπτώσεις στις πόλεις και προσπάθειες λύσεων

Η έκθεση της IPCC που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο εργαστήριο παρέχει μια λεπτομερή αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, των κινδύνων και της προσαρμογής στις πόλεις, όπου ζει πάνω από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού.

Η υγεία των ανθρώπων, η ζωή και τα μέσα διαβίωσης, η περιουσία και οι υποδομές που χαρακτηρίζονται ως κρίσιμες (συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών συστημάτων και των συστημάτων μεταφορών) επηρεάζονται όλο και περισσότερο από τους κινδύνους των κυμάτων καύσωνα, των καταιγίδων, της ξηρασίας και των πλημμυρών, αλλά όχι μόνο. Επηρεάζονται ολόένα και περισσότερο από τις αλλαγές που δυσκολευόμαστε να παρατηρήσουμε, επειδή ορίζονται ως αλλαγές αργής έναρξης, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας.

Καθώς οι πόλεις γίνονται όλο και πιο πυκνοκατοικημένες λόγω της αυξανόμενης αστικοποίησης, οι κίνδυνοι που δημιουργούνται από την κλιματική αλλαγή γίνονται όλο και πιο σύνθετοι, ιδίως για τις πόλεις όπου η αστική ανάπτυξη δεν έχει



σχεδιαστεί σωστά και όπου τα υψηλά επίπεδα φτώχειας και ανεργίας προκαλούν έλλειψη βασικών υπηρεσιών.

Όμως, οι ίδιες πόλεις μπορούν επίσης να προσφέρουν ευκαιρίες για κλιματική δράση μέσω πράσινων κτιρίων, αξιόπιστου πόσιμου νερού και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και βιώσιμων συστημάτων μεταφορών που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση αστικών και αγροτικών περιοχών.

Η έκθεση δείχνει ότι υπάρχουν ολοένα και περισσότερα στοιχεία για πρωτοβουλίες προσαρμογής που προκάλεσαν ακούσιες συνέπειες, π.χ. καταστρέφοντας τη φύση, θέτοντας σε κίνδυνο τη ζωή των ανθρώπων ή αυξάνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες μπορούν να αποφευχθούν με τη συμμετοχή όλων στο σχεδιασμό δράσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

4.13 Ο χρόνος για δράση γίνεται όλο και πιο σύντομος

Η κλιματική αλλαγή είναι μια παγκόσμια πρόκληση που απαιτεί τοπικές λύσεις.

Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η ομάδα εργασίας πίσω από την IPCC παρέχει ένα ευρύ φάσμα περιφερειακών πληροφοριών για να καταστεί δυνατή η ανθεκτική στην κλιματική αλλαγή ανάπτυξη.

Ήδη τώρα, δυστυχώς, δεδομένων των επιπέδων αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη μας, η ανάπτυξη αυτού του μοντέλου αποτελεί μια πολύπλοκη πρόκληση και ο στόχος αυτός θα είναι όλο και πιο δύσκολο να επιτευχθεί αν η υπερθέρμανση του πλανήτη υπερβεί τον 1,5°C, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Εάν ξεπεράσει τους 2°C, οι υπολογισμοί μας λένε ότι θα είναι αδύνατο να επιτευχθεί η απαραίτητη ανθεκτική ανάπτυξη σε ορισμένες περιοχές. Αυτό είναι ένα θεμελιώδες γεγονός που πρέπει να αντιμετωπιστεί, το οποίο υπογραμμίζει τον επείγοντα χαρακτήρα της ταχείας, δίκαιης και δίκαιης δράσης για το κλίμα.



Πείραμα 16: Θερμοκρασία και υγρασία στο σχολείο μας

Με τη χρήση του αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX, θα είμαστε σε θέση να επεκτείνουμε τις μετρήσεις μας σε ευρύτερα σχολικά περιβάλλοντα, χωρίς να περιορίζουμε τη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων στην τάξη μας, αλλά επεκτεινόμενοι σε διαδρόμους, γραφεία και άλλους χώρους που αποτελούν μέρος του σχολικού κτιρίου και για τους οποίους μια ανάλυση ευεξίας μπορεί πάντα να είναι χρήσιμη.

Υλικά:

- Εάν είναι δυνατόν, την κάτοψη του σχολείου (συνιστάται ιδιαίτερα),
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX,
- Καλώδιο επέκτασης για την τροφοδοσία του αισθητήρα,
- Εναλλακτικά προς το καλώδιο προέκτασης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα τροφοδοτικό ισχύος τουλάχιστον 3A (3 αμπέρ) για την τροφοδοσία του αισθητήρα χωρίς καλώδια. Δυστυχώς, η χρήση του καλωδίου USB που συνδέεται στον υπολογιστή με λιγότερο ισχυρό τροφοδοτικό (5V) ενδέχεται να μην λειτουργεί σωστά.

Διαδικασία βήμα προς βήμα:

- Ο μαθητής αναπαράγει στο τετράδιό του τον Πίνακα 4.7, ο οποίος είναι μια απλή προσαρμογή του Πίνακα 4.6 αλλά επιτρέπει τη συλλογή περισσότερων δεδομένων,
- Εάν υπάρχει, προβάλλετε την εσωτερική κάτοψη του σχολείου (συνιστάται ιδιαίτερα, καθώς η διαχείριση τόσο διαφορετικών χώρων χωρίς να είναι δυνατή η θέασή τους είναι πολύ περίπλοκη. Εναλλακτικά, είναι δυνατόν να κάνετε μια επιθεώρηση των χώρων, η οποία συνιστάται ανεπιφύλακτα ακόμη και αν έχετε την κάτοψη),
- Σχεδιάστε μαζί με τους μαθητές 3 σημεία παρακολούθησης για κάθε αίθουσα εντός της οποίας θέλετε να συλλέξετε δεδομένα (προσδιορίστε τα στο χάρτη με έναν αριθμό από το 1 έως το 3), στα οποία θα μετράτε τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της αίθουσας (είναι σημαντικό οι μαθητές να σημειώσουν στο τετράδιό τους γιατί επιλέχθηκαν τα σημεία για μέτρηση, π.χ. λόγω της απόστασής τους από τα παράθυρα ή της εγγύτητάς τους στην πόρτα κ.λπ. κ.λπ.),
- Ενεργοποιήστε την εφαρμογή αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας CLIMAX,
- Συνδέστε τον αισθητήρα στην παροχή ρεύματος 12V μέσω του καλωδίου επέκτασης, το οποίο θα δώσει μεγαλύτερη κινητικότητα στη χρήση του αισθητήρα,



f. Ξεκινήστε την παρακολούθηση από το βήμα 1. Θα χρειαστεί να τοποθετήσετε τον αισθητήρα και να του δώσετε περίπου 30 δευτερόλεπτα για να εξαλειφθούν οι ανακρίβειες που προκαλούνται από την επίδραση των χεριών του ατόμου που τον μεταφέρει. Όπως πάντα, τόσο η θερμοκρασία όσο και η υγρασία θα πρέπει να σημειώνονται στο διάγραμμα ως ο μέσος όρος τριών μετρήσεων με διαφορά λίγων δευτερολέπτων για να αυξηθεί η ακρίβεια των δεδομένων,

g. Μετά τη λήψη της μέτρησης θα πρέπει να μετακινήσετε τον αισθητήρα με αύξουσα αριθμητική σειρά, προσπαθώντας να κρατήσετε τις μετρήσεις σε απόσταση περίπου 3 λεπτών μεταξύ τους, οπότε θα απαιτηθούν περίπου 10 λεπτά παρακολούθησης για κάθε δωμάτιο),

h. Αφού σημειώσετε τα δεδομένα στον πίνακα (κρατήστε ξεχωριστό πίνακα για κάθε δωμάτιο), θα πρέπει να υπολογίσετε τον μέσο όρο των δεδομένων (ένα για κάθε σημείο μέτρησης) και τον μέσο όρο των παραμέτρων για κάθε δωμάτιο,

i. Τέλος, για κάθε δωμάτιο, συγκρίνετε τα δεδομένα με τα σημεία αναφοράς και προσδιορίστε αν η περιοχή μπορεί να θεωρηθεί υγιής ή όχι,

l. Συγκρίνετε τις παραμέτρους διαφορετικών δωματίων,

m. Προαιρετικά - Και πάλι, είναι δυνατόν να γίνει γραφική παράσταση με το Google Sheets της διαφοράς θερμοκρασίας και υγρασίας στις διάφορες αίθουσες του σχολείου,

n. Προαιρετικά - Είναι δυνατόν να επαναληφθεί το ίδιο πείραμα αλλάζοντας τις παραμέτρους στις διάφορες περιοχές του σχολείου που παρακολουθούνται. Αυτό αυξάνει πολύ τον χρόνο εργασίας, οπότε θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα διεξαγωγής αυτού του είδους πειράματος. Και πάλι, θα εναπόκειται στους μαθητές να αιτιολογήσουν την επιλογή των αλλαγών.

Δωμάτιο	Θερμοκρασία	Υγρασία	Μέση θερμοκρασία δωματίου	Μέση υγρασία δωματίου
1				
2				
3				
Σύνολο				



Πίνακας 4.7 - Πίνακας προς συμπλήρωση για το πείραμα 16. Πρέπει να παραχθεί διαφορετικός πίνακας για κάθε δωμάτιο που παρακολουθείται, προκειμένου να συγκριθούν μεταξύ τους.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Ανάλογα με τις περιοχές που επιλέγονται, την ώρα της ημέρας και την εποχή κατά την οποία γίνονται οι μετρήσεις, τα αποτελέσματα θα είναι διαφορετικά.

Οι διάδρομοι, τα γραφεία και οι αίθουσες διδασκαλίας είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε οι άνθρωποι που περνούν πολλές ώρες σε αυτά να μπορούν να εκτελούν διαφορετικές δραστηριότητες.

Αυτό οδηγεί στην ανάγκη να αναλυθεί επίσης με ακρίβεια η λειτουργία του χώρου που παρακολουθείται, καθώς, σε σύγκριση με άλλους χώρους, η χρήση θα μπορούσε να μας δώσει απαντήσεις για πιθανές διαφορές στα δεδομένα που συλλέγονται.



Σημαντικές αναφορές

- IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change (PDF)EXITEXIT EPA WEBSITE (1454 pp, 50 MB). Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2022): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001.
- UN, (1994). United Nations convention on Desertification. Document A/AC.241/27.

Χρήσιμοι σύνδεσμοι

- <https://public.wmo.int/en/bulletin/monitoring-earth%E2%80%99s-climate>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/noaa-n/climate/climate_weather.html
- <https://www.climateurope.eu/what-is-climate-and-climate-change/>
- <https://www.freedrinkingwater.com/resource-water-cycle-student-guide.htm>
- <https://oceanservice.noaa.gov/facts/conveyor.html>
- <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/density-effects/density-drive-n-currents/climate-connection-global-conveyor-belt>
- <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-pollution>
- <https://climate.mit.edu/explainers/climate-models>
- <https://www.ipcc.ch/>
- <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

