ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Open Schools Journal for Open Science

Τόμ. 4, Αρ. 3 (2021)

Open Schools for Open Societies Special Issue

Το δέντρο του άνθρακα: ο ρόλος της φωτοσύνθεσης στην κλιματική αλλαγή

Αθηνά Οικονόμου, Γεώργιος Σπυρόπουλος

doi: 10.12681/osj.27055

Copyright © 2021, Αθηνά Οικονόμου, Γεώργιος Σπυρόπουλος

Άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Βιβλιογραφική αναφορά:

Οικονόμου Α., & Σπυρόπουλος Γ. (2021). Το δέντρο του άνθρακα: ο ρόλος της φωτοσύνθεσης στην κλιματική αλλαγή. *Open Schools Journal for Open Science*, *4*(3). https://doi.org/10.12681/osj.27055

Το δέντρο του άνθρακα: ο ρόλος της φωτοσύνθεσης στην κλιματική αλλαγή

Α. Οικονόμου[1], Γ. Σπυρόπουλος[2]

[1] Χημικός, 1ο Γυμνάσιο Μεταμόρφωσης, Αθήνα, Ελλάδα
[2] Φυσικός, 1ο Γυμνάσιο Μεταμόρφωσης, Αθήνα, Ελλάδα

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται από τις καθημερινές μας συνήθειες και ο ρόλος της φωτοσύνθεσης στη μείωση των εκπομπών αυτών από την ατμόσφαιρα. Για το σκοπό αυτό, μελετήθηκε η διαδικασία φωτοσύνθεσης και αναπνοής των δέντρων, ερευνήθηκε η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από τα κινητά τηλέφωνα και από τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών στις οικίες των μαθητών/τριών και υπολογίστηκε ο χρόνος που απαιτείται ώστε το δέντρο του άνθρακα να απορροφήσει το διοξείδιο του άνθρακα. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι τα δέντρα μέσω της φωτοσύνθεσης μπορούν να σταθεροποιήσουν τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και επομένως να συμβάλλουν στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η αλλαγή στις καθημερινές μας συνήθειες και ειδικά στην Ελλάδα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αναδάσωση στις αστικές περιοχές, μπορούν να συμβάλλουν στον περιορισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Λέξεις-Κλειδιά

Κλιματική αλλαγή, διοξείδιο του άνθρακα, φωτοσύνθεση, αποτύπωμα άνθρακα, δέσμευση άνθρακα, εκπαίδευση STEM

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη, την αλλαγή στα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων, ακραία καιρικά φαινόμενα, το λιώσιμο των παγετώνων και την άνοδο της στάθμης των θαλασσών.[1] Η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία

εκπέμπονται μέσω φυσικών διεργασιών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το αέριο που συμβάλλει κυρίως στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, βασική πηγή του οποίου είναι η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά.[2,3,] Από την άλλη πλευρά, τα δέντρα, μέσω της φωτοσύνθεσης, μπορούν να επιβραδύνουν την αύξηση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα και να σταθεροποιήσουν τα επίπεδα του άνθρακα στην ατμόσφαιρα .[4]

Είναι επομένως απαραίτητο να ενημερωθούμε για τον τρόπο με τον οποίο, μέσω των καθημερινών μας συνηθειών, προκαλούμε την αύξηση των επιπέδων των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα και να διερευνήσουμε τις δυνατότητες που υπάρχουν για τη μείωση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα .

Σκοπός της παρούσας δραστηριότητας ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να γνωρίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κύκλο του άνθρακα στα δέντρα, να μελετήσουν το δικό τους "αποτύπωμα του άνθρακα" και να προβληματιστούν για τους τρόπους προστασίας του περιβάλλοντος.

Μεθοδολογία

Η εισαγωγή στην εργασία έγινε με την εφαρμογή "Carbon Tree" (http://www.carbontree.fi/)[5]. Η εφαρμογή αποτέλεσε έναυσμα προβληματισμού για τις διεργασίες που πραγματοποιούνται στο φυσικό περιβάλλον.

Η εφαρμογή "Carbon Tree" καταγράφει σε πραγματικό χρόνο το ρυθμό ροής του άνθρακα κατά τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή του δέντρου. Η ροή του άνθρακα εκφράζει το διοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά την αναπνοή και το διοξείδιο του άνθρακα που δεσμεύεται από τα φύλλα του δέντρου κατά τη φωτοσύνθεση. Τα δεδομένα της εφαρμογής λαμβάνονται από τον Hyytiälä Forestry Field Station SMEAR II, στη νότια Φινλανδία, μονάδα του Τμήματος Δασικών Επιστημών του Πανεπιστημίου του Ελσίνκι. Το είδος του δέντρου είναι πεύκο (Pinus sylvestris). Στην εφαρμογή καταγράφονται τα μόρια του διοξειδίου του άνθρακα και η ανταλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα (αναπνοή – φωτοσύνθεση) εκφράζεται ως ένα κινούμενο ρεύμα αυτών των μορίων, ενώ παρέχεται η δυνατότητα αλλαγής των παραμέτρων που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση.

Επιπλέον, κατόπιν επικοινωνίας με τους υπεύθυνους της εφαρμογής, οι διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη Φινλανδία και την Ελλάδα δεν επηρεάζουν τις μετρήσεις. Για παράδειγμα, η απόκριση των στομάτων στην υγρασία είναι παρόμοια σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς καθοδηγούνται από εξωτερικούς παράγοντες όπως το φως και η θερμοκρασία, αλλά η εφαρμογή συμπεριλαμβάνει αυτές τις διαφοροποιήσεις στις κλιματολογικές παραμέτρους.

Τέλος, η εφαρμογή περιέχει μετρήσεις από προηγούμενα έτη. Η οπτικοποίηση των διαδικασιών αναπνοής – φωτοσύνθεσης και η δυνατότητα εναλλαγής των διαφορετικών παραμέτρων, προκάλεσε το ενδιαφέρον των μαθητών. Για το λόγο αυτό, η πρώτη δραστηριότητα ήταν η καταγραφή της ροής του άνθρακα για ένα έτος. Η καταγραφή έγινε με βάση τις αποθηκευμένες πληροφορίες της εφαρμογής αλλά και με μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο για δύο μήνες, στο

πλαίσιο του προγράμματος.

Με βάση τις μετρήσεις και τη μελέτη που έγιναν από την εφαρμογή, τέθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα:

➢Ποια είναι η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη φόρτιση των κινητών τηλεφώνων των μαθητών και πόσος χρόνος απαιτείται από το δέντρο του άνθρακα για να δεσμεύσει αυτή την ποσότητα (λόγω φωτοσύνθεσης);

➢Ποια είναι η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούνται στις οικίες των μαθητών;

Διαδικασία

Καταγραφή ροής του άνθρακα με την εφαρμογή Carbon Tree

Στην 1η δραστηριότητα, οι μαθητές/μαθήτριες χρησιμοποιώντας την εφαρμογή "Carbon Tree", μελέτησαν τον τρόπο με τον οποίο το διοξείδιο του άνθρακα δεσμεύεται από τα δέντρα μέσω της φωτοσύνθεσης. Για το σκοπό αυτό, οι μαθητές/μαθήτριες χωρίστηκαν σε ομάδες και κατέγραψαν τη ροή του άνθρακα για κάθε ημέρα από τον Δεκέμβριο 2018 έως και τον Νοέμβριο 2019, στις 12.00μμ. Οι μετρήσεις για το διάστημα από τον Δεκέμβριο 2018 έως τον Σεπτέμβιο 2019, έγιναν με βάση τις αποθηκευμένες πληροφορίες της εφαρμογής, ενώ η καταγραφή της ροής του άνθρακα για τον Νοέμβριο και Δεκέμβριο 2019 έγιναν σε πραγματικό χρόνο. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την ροή του άνθρακα σε κάθε εποχή του χρόνου. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 1.

Ροή άνθρακα g/h

Μήνας:	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβιος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ημέρα:	2018	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
1	-0,25	-0,41	-0,27	-0,3	1,25	5,51	5,47	4,46	3,19	-1,92	0,12	0,51
2	-0,36	-0,29	-0,27	-0,19	1,39	2,1	3,64	-1,47	3,27	5,44	0,76	-0,51
⋮												
30	-0,31	-0,27		1,25	5,44	5,19	5,92	4,15	0,07	0,44	0,02	-0,37
31	-0,29	-0,27		0,8		5,55		6,21	5,62		-0,47	
Μέσες τιμές:	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβιος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
	-0,34	-0,29	-0,27	0,00	2,35	2,93	4,10	4,30	3,26	2,08	0,00	-0,37

Χειμώνας: -0,30 Άνοιξη: 1,76 Καλοκαίρι: 3,89 Φθινόπωρο: 0,57

Πίνακας 1. Ροή του άνθρακα σε g/h.

Από την μελέτη της εφαρμογής και τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, παρατηρήσαμε ότι το καλοκαίρι η ροή του άνθρακα είναι μεγαλύτερη (3,89 g/h) σε σχέση με τις άλλες εποχές του χρόνου (άνοιξη: 1,76g/h, φθινόπωρο: 0,57g/h, χειμώνας: -0,30g/h). Ο χειμώνας είναι η εποχή

κατά την οποία η ροή του άνθρακα είναι μικρότερη ενώ το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα προς το περιβάλλον. Η ερμηνεία που δόθηκε είναι ότι το καλοκαίρι υπάρχει μεγαλύτερη ηλιοφάνεια οπότε η φωτοσύνθεση γίνεται με πιο έντονο ρυθμό και επομένως η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα από το "δέντρο του άνθρακα" είναι μεγαλύτερη.
Στη συνέχεια μεταβάλλαμε τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου και παρατηρήσαμε ότι η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία αέρα, η υγρασία αέρα, η θερμοκρασία του εδάφους και η υγρασία του εδάφους, είναι παράγοντες που επίσης επηρεάζουν τη ροή του άνθρακα.

Εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από τα κινητά τηλέφωνα

Για να απαντήσουμε στο 1ο ερευνητικό ερώτημα, διερευνήσαμε "το αποτύπωμα του άνθρακα" του κινητού τηλεφώνου του/της κάθε μαθητή/μαθήτριας. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται κατά τη φόρτιση ενός κινητού τηλεφώνου μπορούν να υπολογιστούν από την μπαταρία. Ειδικότερα, στην Ελλάδα, η χρήση λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπεύθυνη για την εκπομπή σημαντικού ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Για το 2017, η μέση τιμή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για παραγωγή 1 kilowatt-hour είναι περίπου 980 g στην Ελλάδα, σύμφωνα με πίνακες της ΔΕΗ.

Τα βήματα που ακολουθήσαμε ήταν: Από την μπαταρία του κάθε τηλεφώνου (φορτίο σε mAh) υπολογίστηκε η χωρητικότητα σε Watt και η ενέργεια που απαιτείται για τη φόρτιση του κινητού τηλεφώνου για ένα έτος, αν φορτίζεται κάθε ημέρα από το 0% στο 100%. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το "αποτύπωμα του άνθρακα" για το κινητό τηλέφωνο του/της κάθε μαθητή/μαθήτριας, για τη φόρτιση σε έναν χρόνο και έγινε αναγωγή σε διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται σε μια ημέρα. Με τη βοήθεια της εφαρμογής και του Πίνακα 1, υπολογίστηκε ο χρόνος που απαιτείται ώστε το "δέντρο του άνθρακα" να δεσμεύσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από μια μόνο φόρτιση του κινητού τηλεφώνου (φόρτιση μιας ημέρα) για όλες τις εποχές του χρόνου. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον Πίνακα 2.

mAh	Κατανάλωση ενέργειας σε ένα χρόνο kWh	Εκπομπή CO2 σε ένα χρόνο (g)	Εκπομπή CO2 σε μια ημέρα (g)	Χρόνος δέσμευσης CO2 άνοιξη (h)	Χρόνος δέσμευσης CO2 καλοκαίρι (h)	Χρόνος δέσμευσης CO2 φθινόπωρο (h)	Χρόνος δέσμευσης CO2 χειμώνας (h)
4000	5,55	5437,04	14,90	8,46	3,83	26,13	49,65
3500	4,85	4757,41	13,03	7,41	3,35	22,87	43,45
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4000	5,55	5437,04	14,90	8,46	3,83	26,13	49,65
	15,95	15631,49	42,83	24,33	11,01	75,13	142,75

Πίνακας 2. Εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τα κινητά τηλέφωνα των μαθητών/τριών και χρόνος δέσμευσης από το "δέντρο του άνθρακα".

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, παρατηρήσαμε ότι το καλοκαίρι η δέσμευση του CO_2 γίνεται

σε λιγότερο χρόνο από το δέντρο του άνθρακα (11 ώρες), σε αντίθεση με τις άλλες εποχές του χρόνου (άνοιξη: 24h, φθινόπωρο: 75h, χειμώνας: 142,8h). Στη συζήτηση που ακολούθησε, τονίστηκε ότι ο αυξημένος ρυθμός φωτοσύνθεσης τους καλοκαιρινούς μήνες είναι ο παράγοντας που συμβάλλει στη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, ενώ αντίθετα τους χειμερινούς μήνες πρακτικά δεν γίνεται δέσμευση, οπότε το διοξείδιο του άνθρακα παραμένει στην ατμόσφαιρα.
Στη συνέχεια υπολογίστηκε η συνολική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τη φόρτιση των κινητών των μαθητών/τριών όλης της τάξης. (Πίνακας 3)

Συνολική ποσότητα εκπομπών CO_2 (g) από τη φόρτιση όλων των κινητών των μαθητών της τάξης.	Σε μια ημέρα (g)	Σε έναν χρόνο (kg)
	264,28	96,64

Πίνακας 3. Συνολική ποσότητα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από τη φόρτιση κινητών τηλεφώνων όλων των μαθητών/τριών.

Ακολούθησε συζήτηση και προβληματισμός για την συνολική ενέργεια που καταναλώνεται για την πλήρη φόρτιση του κινητού και ποιο είναι το "αποτύπωμα του άνθρακα" για τον/την κάθε μαθητή/μαθήτρια ξεχωριστά και το "αποτύπωμα του άνθρακα" όλων των μαθητών της τάξης. Δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στο γεγονός ότι το διοξειδίο του άνθρακα που αποτελεί θερμοκηπικό αέριο, εκπέμπεται από συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Επιπλέον, συζητήθηκαν οι λόγοι για τους οποίους παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στα διαφορετικά "αποτυπώματα του άνθρακα" του κάθε μαθητή. Οι διαφορές αποδόθηκαν στις διαφορετικές μάρκες κινητών τηλεφώνων και στη διαφορετική χωρητικότητα του κινητού άρα και στην ενέργεια που καταναλώνει το κάθε κινητό.

Εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από ηλεκτρικές συσκευές

Το επόμενο βήμα ήταν να διερευνήσουμε το "αποτύπωμα του άνθρακα" της οικίας του/της κάθε μαθητή/μαθήτριας. Για το λόγο αυτό, οι μαθητές/μαθήτριες συνεργάστηκαν με την οικογένειά τους και ερεύνησαν τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών στο σπίτι για μια βδομάδα. Στον υπολογισμό καταγράφηκαν τα είδη των ηλεκτρικών συσκευών και οι ώρες χρήσης.

Αφού συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα, υπολογίστηκε η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας των ηλεκτρικών συσκευών για μια βδομάδα και για έναν χρόνο. Το αποτέλεσμα μετατράπηκε σε εκτιμώμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται ή το "αποτύπωμα του άνθρακα" ανά βδομάδα και ανά έτος για κάθε οικογένεια. Στους υπολογισμούς έγιναν προσεγγίσεις στη χρήση ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών (χρόνος χρήσης, εποχή του χρόνου). Τα αποτελέσματα, ενδεικτικά για μια οικογένεια, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Όνομα	Συσκευές	Watt	h ανά ημέρα	kWh	kWh εβδομάδα	Εκπομπή CO2 (εβδ) (Kg)	kWh έτος	ΕκπομπήCO2 (έτος) (Kg)	Σύνολο εκπομπών CO2 (Kg) (έτος)
Μαρία	Τηλεόραση	73	1	0,07	0,51	0,50	26,65	26,11	
	Πλυντήριο	5820	1,5	8,73	61,11	59,89	3186,45	3122,72	
	Κουζίνα	1200	1	1,20	8,40	8,23	438,00	429,24	
	Ψυγείο	260	24	6,24	43,68	42,81	2277,60	2232,05	
	Πλυντήριο πιάτων	1200	2	2,40	16,80	16,46	876,00	858,48	
	Κλιματιστικό	3350	2	6,70	46,90	45,96	2445,50	2396,59	
	Θερμοσίφωνας	3000	1	3,00	21,00	20,58	1095,00	1073,10	
	Λάμπες	85	3	0,26	1,79	1,75	93,08	91,21	
		200	2	0,40	2,80	2,74	146,00	143,08	10372,58

Πίνακας 4. Ηλεκτρικές συσκευές και εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.

Με βάση τον Πίνακα 4, ακολούθησε συζήτηση για την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και γενικά ποια είναι η συνεισφορά των οικιών στην κλιματική αλλαγή σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Επίσης, παρατηρήθηκαν διαφορές στα αποτελέσματα της κάθε οικογένειας. Οι λόγοι που μπορεί να συμβαίνει αυτό είναι ότι πρόκειται για διαφορετικές μάρκες ηλεκτρικών συσκευών όπως και οι ώρες χρήσης μπορεί να διαφέρουν. Επιπλέον, ο αριθμός των ατόμων που κατοικούν σε κάθε οικία είναι διαφορετικός επομένως οι ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται όπως και οι ώρες χρήσης, διαφέρουν.

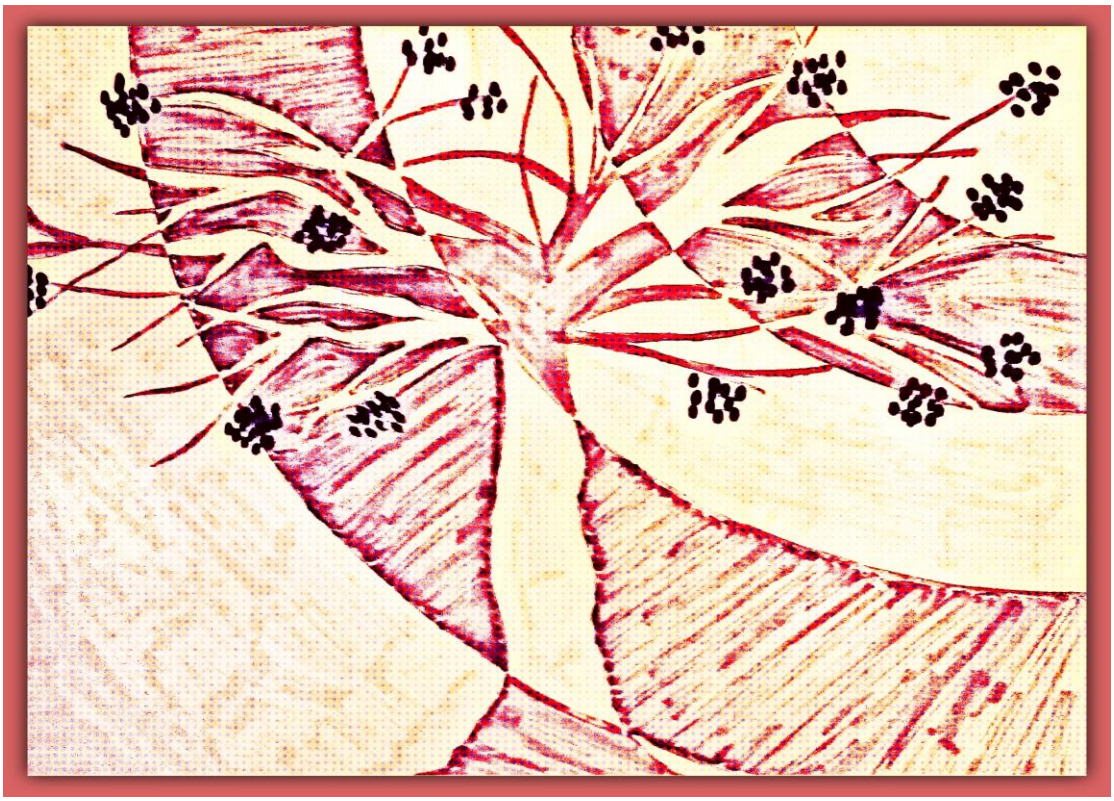
Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα της ερευνητικής δραστηριότητας, διαπιστώθηκε ότι οι καθημερινές μας συνήθειες συμβάλλουν στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και επομένως συνδέονται άμεσα με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα αποτελέσματα αποτέλεσαν το έναυσμα για συζήτηση σχετικά με τους τρόπους μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

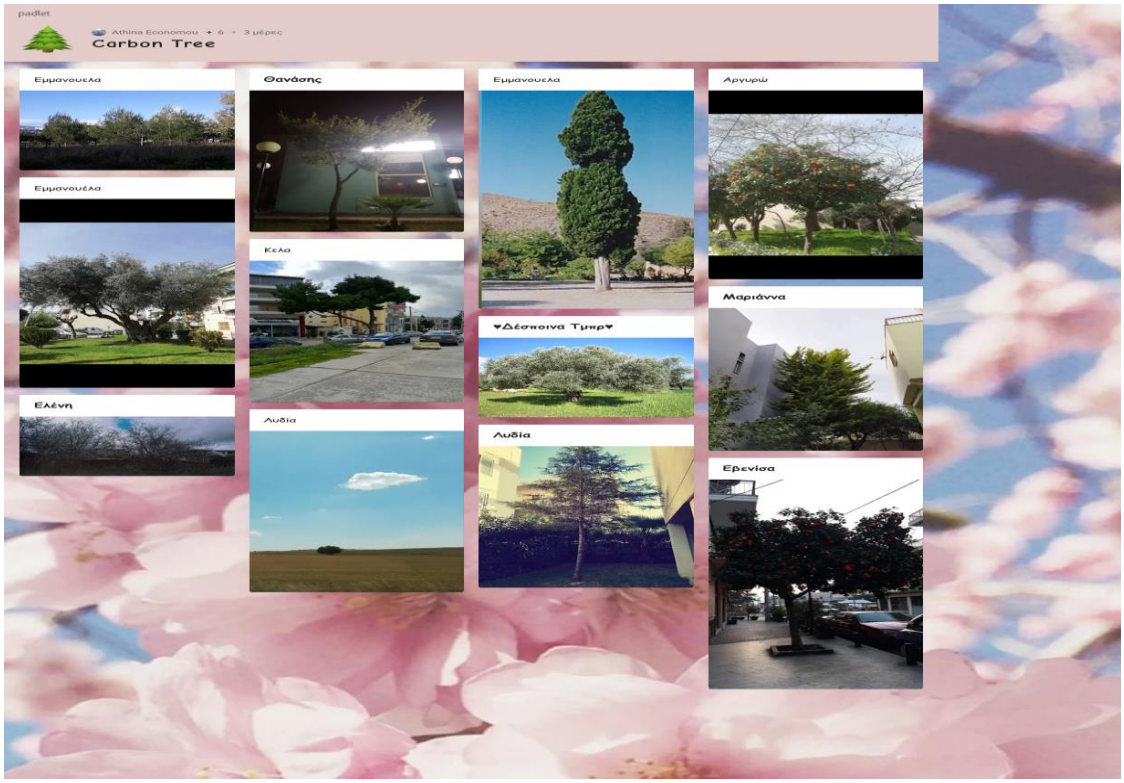
Οι προτάσεις που διατυπώθηκαν ήταν ότι θα πρέπει να αλλάξουμε τις καθημερινές μας συνήθειες, όπως περιορισμένη χρήση των κινητών τηλεφώνων και ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών σε ατομικό και σε οικογενειακό επίπεδο. Επιπλέον, θα πρέπει να επισημανθεί ο ρόλος των δέντρων στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η προστασία των δασών, η αναδάσωση και η προστασία των χώρων πρασίνου, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, μεγάλη συμβολή στη μείωση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα θα αποτελέσει η μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και η αντικατάστασή τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στη συνέχεια, οι μαθητές/μαθήτριες ζωγράφισαν το δικό τους “δέντρο του άνθρακα” (Εικόνες 1,2), και δημιουργήθηκε padlet με φωτογραφίες των μαθητών/μαθητριών (Εικόνα 3) από τα δέντρα της γειτονιάς τους. Το έργο ανέβηκε στην ιστοσελίδα του σχολείου και παρουσιάστηκε στο διεθνές διαδικτυακό συνέδριο «Open and Distance Education: New challenges and Perspectives», το οποίο πραγματοποιήθηκε 6 - 8 Νοεμβρίου 2020.

Εικόνα 1. Σχέδιο μαθητών/μαθητριών για το “δέντρο του άνθρακα”.



Εικόνα 2. Σχέδιο μαθητών/μαθητριών για το “δέντρο του άνθρακα”.



Εικόνα 3. Padlet με φωτογραφίες μαθητών/μαθητριών.

Σύνοψη

Η εργασία προσέλκυσε το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών καθώς συνδύασε τις επιστημονικές γνώσεις και την επιστημονική μεθοδολογία, με την καθημερινή τους ζωή. Επιπλέον, ο πολύπλευρος τρόπος προσέγγισης ενός περιβαλλοντικού προβλήματος που περιλαμβάνει εφαρμογή που λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο, χρήση υπολογισμών σε δραστηριότητες που αφορούν την καθημερινότητα, συμμετοχή των οικογενειών, οδήγησε στην ενεργή εμπλοκή των μαθητών/τριών. Η εκπαίδευση μέσω δραστηριοτήτων STEM συμβάλλει στην ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών σε περιβαλλοντικά προβλήματα, στην αναγνώριση των συνεπειών τους και στην ανάγκη για αλλαγή στις καθημερινές μας συνήθειες για την προστασία του περιβάλλοντος.

Οι μαθητές/μαθήτριες που συμμετείχαν στο έργο, Τμήμα Γ4, Σχολικό έτος 2019-2020:

Άννα Μαρία Καραγιάννη, Ελένη Μπόμπολη, Ευφροσύνη Σακκομήτρου, Ευφροσύνη Σούλη, Μαρίνα Σούρλα, Αγγελική Σπανού, Σπύρος Σταματελόπουλος, Ερικέτη Στεφανή, Εμμανουέλα Συζίου, Δέσποινα Τάγκαλου, Μαρία Τζαννή, Εβενίσα Τζελίλι, Μελίνα Τζώρτζη, Ενκέλα Τοζαϊ, Δέσποινα Τόμπρου, Φίλιππος Τριντής, Ευάγγελος Τσακίρης, Μαρία Άννα Φωτουλάκη, Λυδία Χαβενετίδη, Αργυρώ Χάλαρη, Αθανάσιος Χαντζαράς, Ανδριάνα Χαρδαλιά, Βασιλική Ψαρουδάκη

Βιβλιογραφία

1.Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, *Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.* [online]

Διαδικτυακή πρόσβαση: <https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_el# >.

2. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2008, *Κλιματική αλλαγή.* [online] (Ημερομηνία ενημέρωσης: 23/11/2020), Διαδικτυακή πρόσβαση: <https://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro>.

3. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, *Αίτια της κλιματικής αλλαγής.* [online] Διαδικτυακή πρόσβαση: <https://ec.europa.eu/clima/change/causes_el>. [Ημερομηνίας ανάκτησης 09/12/20]

4. Μαυρικάκη Ε, Γκούβρα Μ, Καμπούρη Α, Βιολογία Β - Γ Γυμνασίου, ΥΠΕΠΘ

5. HIILI project, http://www.carbontree.fi/fi/mittaa-itse, Υπεύθυνη για την εφαρμογή και το εκπαιδευτικό υλικό: Taina Ruuskanen, Λέκτορας Πανεπιστημίου Ελσίνκι, Φινλανδία.