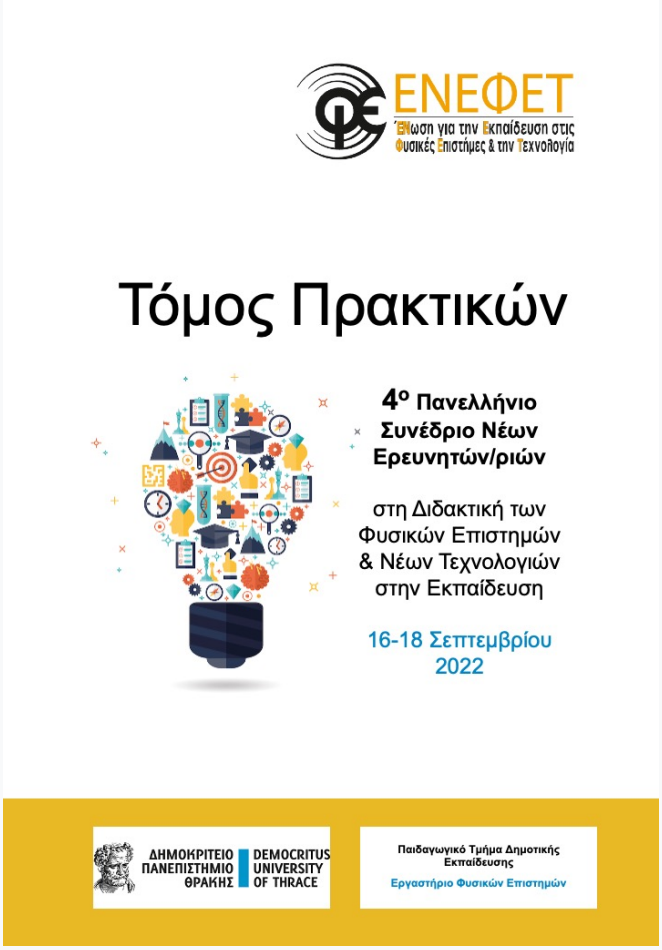
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Το Ενεργειακό Αποτύπωμα και η διερεύνηση του επιπέδου κατανόησής του από μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Προσπάθεια για εννοιολογική ανάπτυξη και ενεργό συμμετοχή τους στη μείωσή του μέσω διδακτικής παρέμβασης

Νικόλαος Γαλάνης, Γεώργιος Μαλανδράκης

doi: 10.12681/nrcodiste.5976

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 22/02/2026 05:54:32

Το Ενεργειακό Αποτύπωμα και η Διερεύνηση του Επιπέδου Κατανόησής του από Μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Προσπάθεια για Εννοιολογική Ανάπτυξη και Ενεργό Συμμετοχή τους στη Μείωσή του μέσω Διδακτικής Παρέμβασης

Νικόλαος Γαλάνης[1], Γεώργιος Μαλανδράκης[2]
[1]Υποψήφιος Διδάκτορας, [2]Επίκουρος Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή έχει ως σκοπό τη διερεύνηση του επιπέδου κατανόησης της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος (ΕΑ) από μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και την προσπάθεια ενεργού συμμετοχής τους στη μείωσή του, μέσω διδακτικής παρέμβασης. Στην πρώτη έρευνα αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο δώδεκα εικόνων που απεικονίζουν καθημερινά προϊόντα ή υπηρεσίες και συμμετείχαν 416 μαθητές/τριες του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν την έννοια του ΕΑ. Στη δεύτερη έρευνα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) διάρκειας 20 ωρών, σε 80 μαθητές/τριες Α΄ Γυμνασίου, με σκοπό την αλλαγή των αντιλήψεων και πρακτικών τους προς την αειφορική χρήση ενέργειας.

Abstract

The present thesis explores the secondary school students' understanding about the energy footprint (EF) concept and the effort of their active participation in its reduction, through intervention. In the first survey, 416 students of the urban complex of Thessaloniki participated by using a developed questionnaire with images, depicting everyday products or services. Results indicate that students do not apprehend the EF concept. While in the second, a Teaching- Learning Sequence (TLS) was designed and implemented with a duration of twenty 20 hours, in 80 7th grade students, with the aim of changing their perceptions and practices towards sustainable energy use.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακό αποτύπωμα (ΕΑ), ερωτηματολόγιο με εικόνες, διδακτική μαθησιακή ακολουθία (ΔΜΑ), μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Key words: energy footprint (EF), questionnaire image tool, secondary school students, teaching learning sequence (TLS)

1. Εισαγωγή

Η έννοια της βιωσιμότητας συνδέεται με τα αποτυπώματα, που αποτελούν περιβαλλοντικούς δείκτες της (O'Gorman & Davis, 2013), και χρησιμοποιούνται και στην εκπαίδευση (Nunes et al., 2013). Το Οικολογικό Αποτύπωμα (ΟΑ) περιλαμβάνει πέντε κατηγορίες κατανάλωσης φυσικών πόρων από τον άνθρωπο (ενέργεια, κατοικίες-υποδομές, ξυλεία-χαρτί, τρόφιμα-ίνες και θαλασσινές τροφές), καθώς και τα παραγόμενα απορρίμματα από την κατανάλωση αυτή (Borucke et al., 2013). Το Ενεργειακό Αποτύπωμα (ΕΑ) αποτελεί τη σημαντικότερη συνιστώσα του ΟΑ, αντιστοιχώντας στο 54% αυτού (Borucke et al., 2013), και το οποίο είναι αποκλειστικά αφιερωμένο σε ένα μόνο απόβλητο, το διοξείδιο του άνθρακα (CO2). Σημειώνεται ότι το ΕΑ, αναφέρεται στη συνολική ποσότητα ανθρωπογενούς CO2 που απαιτείται για την δημιουργία ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, σε όλο τον κύκλο ζωής τους,

και μετριέται σε παγκόσμια εκτάρια (gha) παραγωγικής γης ή υδάτων τα οποία απαιτούνται για την απορρόφησή του (Fang et al., 2014).

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHGs) (Fang et al., 2014). Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις περιγραφής τους, το ΕΑ και το ανθρακικό αποτύπωμα (ΑΑ). Η διαφορά τους είναι ότι στο ΑΑ υπολογίζονται οι εκπομπές των έξι αεριών του θερμοκηπίου τα οποία περιλαμβάνονται στο Πρωτόκολλο του Κιότο: CO_2, μεθάνιο (CH_4), μονοξείδιο του αζώτου (N_2O), υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και εξαφθοριούχο θείο (SF_6) (Boruche et al., 2013), ενώ στο ΕΑ μόνο το CO_2. Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τη δημιουργία του ερευνητικού εργαλείου της πρώτης έρευνας κρίθηκε απαραίτητη η χρήση της έννοιας του ΑΑ έναντι του ΕΑ.

Η πλειοψηφία των μέχρι τώρα ερευνών επικεντρώνεται στη μέτρηση του ΟΑ/ΕΑ/ΑΑ μαθητών/τριών ή εκπαιδευτικών μονάδων (Li et al., 2015), με τη σύγκρισή του και με διοικητικές -και όχι διδακτικές- παρεμβάσεις με σκοπό τη μείωσή του (Collins et al., 2018). Επομένως, δεν υπάρχουν έρευνες για την κατανόηση των εννοιών αυτών από Έλληνες μαθητές/τριες και την έλλειψη αυτή έρχεται να συμπληρώσει η παρούσα διατριβή, σκοπός της οποίας είναι η διερεύνηση της κατανόησης της έννοιας του ΑΑ από μαθητές/τριες Β/θμιας Εκπ/σης και η προσπάθεια για μείωσή του μέσω διδακτικής παρέμβασης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα (1-3) και υποερωτήματα (4-5) της πρώτης έρευνας είναι τα εξής:

1. Ποιο είναι το αρχικό επίπεδο κατανόησης της έννοιας του ΑΑ από μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης; (ερωτ. 1α-12α ερωτηματολογίου)
2. Ποια είναι η πιθανή εξέλιξη κατανόησης της έννοιας του ΑΑ ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες (τέλος Δημοτικού, τέλος Γυμνασίου και τέλος Λυκείου); (ερωτ. 1α-12α)
3. Ποιος είναι ο βαθμός επίδρασης στο περιβάλλον από τη χρήση ενέργειας, σύμφωνα με τους μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης; (ερωτ. 1β-12β)
4. Ποιες είναι οι πιο αρνητικές και θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων ή υπηρεσιών; (ερωτ. 1γ-12γ)
5. Ποιους τρόπους μείωσης της ενέργειας προτείνουν οι μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης; (ερωτ. 13)

Το ερευνητικό ερώτημα της δεύτερης έρευνας είναι το εξής:

1. Σε ποιο βαθμό το επίπεδο κατανόησης των μαθητών/τριών για το ΑΑ μπορεί να βελτιωθεί μετά από σχετική διδακτική παρέμβαση;

2. Μεθοδολογία

Το ερευνητικό μέρος περιλαμβάνει δύο (2) κύριες έρευνες. Στην πρώτη διερευνήθηκε το επίπεδο κατανόησης του ΑΑ 416 μαθητών/τριών Β/θμιας Εκπ/σης του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και ειδικότερα από τις τάξεις Α΄ Γυμνασίου, και Α΄ και Γ΄ Λυκείου. Με τον τρόπο αυτό διερευνήθηκε και η εξέλιξη κατανόησης της έννοιας του ΑΑ ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες.

Ερευνητικό εργαλείο αποτέλεσε ένα ερωτηματολόγιο δώδεκα εικόνων που απεικονίζουν καθημερινά προϊόντα ή υπηρεσίες και συνδυάζει τη συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, βασιζόμενο σε αντίστοιχα ανάλογων ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας (DeWaters & Powers, 2012). Για την αξιοπιστία και εγκυρότητα του εργαλείου ζητήθηκε η συμβολή εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας και Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Διενεργήθηκαν προπαρασκευαστικές συνεντεύξεις με μαθητές/τριες Γυμνασίου, υλοποιήθηκε πιλοτική εφαρμογή του για τον έλεγχο κατανόησης του περιεχομένου και της συμβατότητάς του με την

ηλικία τους. Ο έλεγχος αυτός αφορούσε και στην εσωτερική συνοχή, αντικειμενικότητα, σαφήνεια και πρακτικότητα του. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των δεδομένων.

Οι δώδεκα εικόνες οι οποίες περιλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο αντιστοιχούσαν στους έξι τομείς του ΑΑ (δύο εικόνες/τομέα), καλύπτοντας όλες τις περιπτώσεις της έννοιάς του (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, οι έξι (6) τομείς του ΑΑ είναι: (i) χρήση ενέργειας από άμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (Trappey et al., 2011), (ii) χρήση ενέργειας από έμμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (Trappey et al., 2011), (iii) χρήση ενέργειας από μη ορυκτά καύσιμα (Patel, 2006), (iv) χρήση ενέργειας που αντιστοιχεί στο μερίδιο της χώρας από το παγκόσμιο εμπόριο (Galli et al., 2012), (v) αρνητικό ΑΑ (Galli et al., 2012), (vi) μη ύπαρξή του ΑΑ (αυτός ο τομέας δεν υπάρχει στην βιβλιογραφία, αλλά δημιουργήθηκε με σκοπό τον έλεγχο της ικανότητας των συμμετεχόντων να διακρίνουν περιπτώσεις ύπαρξης ή μη του ΑΑ).

Πίνακας 1: Τομείς του ΑΑ σε αντιστοιχία με τις εικόνες του ερωτηματολογίου

Τομείς ΑΑ	**Εικόνες ερωτηματολογίου**
i) Χρήση ενέργειας από άμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων	1. Φορητός υπολογιστής 2. Κλιματιστικό (θέρμανση- ψύξη)
ii) Χρήση ενέργειας από έμμεση κατανάλωση ορυκτών καυσίμων	3. Εμφιαλωμένο μπουκάλι νερού (αχρησιμοποίητο) 4. Κινητό τηλέφωνο (αχρησιμοποίητο)
iii) Χρήση ενέργειας από μη ορυκτά καύσιμα	5. ΧΥΤΑ (Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων) 6. Μονάδα σταβλισμένης κτηνοτροφίας
iv) Χρήση ενέργειας που αντιστοιχεί στο μερίδιο της χώρας από το παγκόσμιο εμπόριο	7. Μεταφορές 8. Μπανάνες από το Εκουαδόρ (Λατινική Αμερική)
v) Αρνητικό ΑΑ	9. Δέντρο 10. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
vi) Μη ύπαρξή του ΑΑ	11. Φυσική πηγή νερού 12. Ιαματικές πηγές

Σε κάθε εικόνα αντιστοιχούσαν τρεις ερωτήσεις: (α) Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του προϊόντος ή υπηρεσίας (ανοικτού τύπου), (β) Αν η χρησιμοποιούμενη ενέργεια έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον (κλίμακα από -4 έως +4), και (γ) Με ποιο τρόπο γίνεται ο επηρεασμός αυτός (ανοικτού τύπου) (Εικόνα 1). Τέλος, υπήρχε και μια ερώτηση η οποία ζητούσε από τους συμμετέχοντες να προτείνουν τρόπους μείωσης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας στις προαναφερθείσες δώδεκα περιπτώσεις.

4. Κινητό τηλέφωνο (αχρησιμοποίητο)

4.α. Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του;

4.β. Σε όλα τα στάδια της ζωής του, πώς επηρεάζει το περιβάλλον; *(κυκλώστε αυτό που νομίζετε πιο σωστό)*

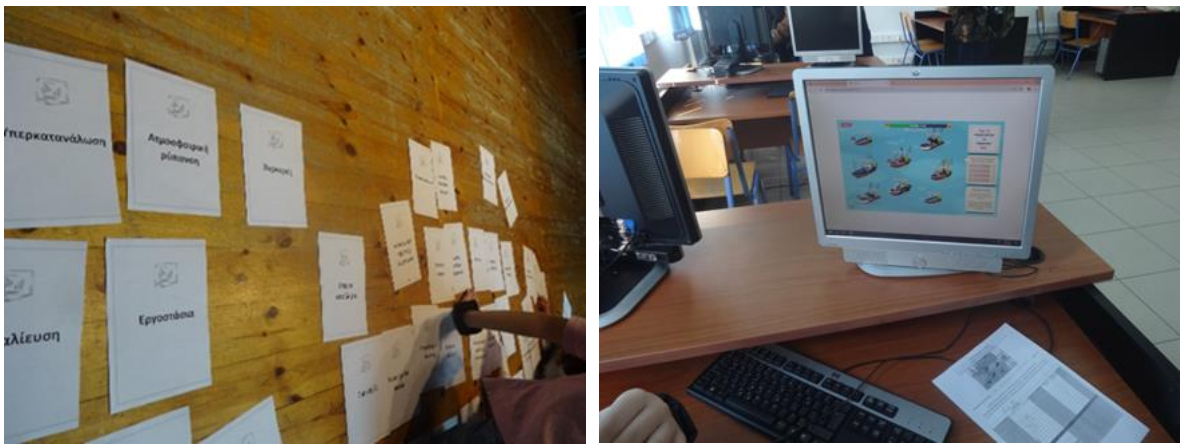
Θετικά:				Είναι ουδέτερο	Αρνητικά:			
Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα πολύ
4	3	2	1	0	1	2	3	4

4.γ. Εξηγήστε πώς γίνεται αυτό *(Δώστε, αν θέλετε, 1-2 παραδείγματα για να εξηγήσετε τη γνώμη σας)*

Εικόνα 1: Παράδειγμα της τέταρτης εικόνας του ερωτηματολογίου με τις αντίστοιχες ερωτήσεις

Στη δεύτερη έρευνα, που ακολούθησε μετά την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης, πραγματοποιήθηκε (Μάρτιος- Μάιος 2022) διδακτική παρέμβαση (ΔΜΑ) διάρκειας ~20 διδακτικών ωρών με σκοπό την εννοιολογική ανάπτυξη και ενεργό συμμετοχή των συμμετεχόντων μαθητών/τριών στη μείωση του ΑΑ (Εικόνα 2,3). Οι Διδακτικές Μαθησιακές

Ακολουθίες (ΔΜΑ) αποτελούν διδακτικές παρεμβάσεις, ήτοι δυναμικά εργαλεία για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών (Meheut, 2005).



Εικόνα 2, 3: Δραστηριότητες ΔΜΑ σε αμφιθέατρο και αίθουσα υπολογιστών

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε ΔΜΑ σε τέσσερα (4) τμήματα της Α΄ Γυμνασίου (~80 μαθητές/τριες) και θα ελεγχθεί η αρχική (pre) και η μετά (post) τη διδακτική παρέμβαση αξιολόγηση της μάθησης των συμμετεχόντων, μέσω της χορήγησης των ίδιων ερευνητικών εργαλείων. Τα ερευνητικά εργαλεία είναι τα εξής: 1) Ερωτηματολόγιο με εικόνες (χρησιμοποιήθηκε και στην πρώτη έρευνα), 2) Εννοιολογικός Χάρτης, 3) Μέτρηση του ΟΑ των συμμετεχόντων/ουσών με τον ελληνικό διαδικτυακό μετρητή ΟΑ (https://greekecologicalfootprint.web.auth.gr/) (Εικόνα 4, 5) και 4) Συνέντευξη.

Εικόνα 4, 5: Ελληνικός διαδικτυακός μετρητής ΟΑ και ΦΕ συμπλήρωσης μέτρησης του

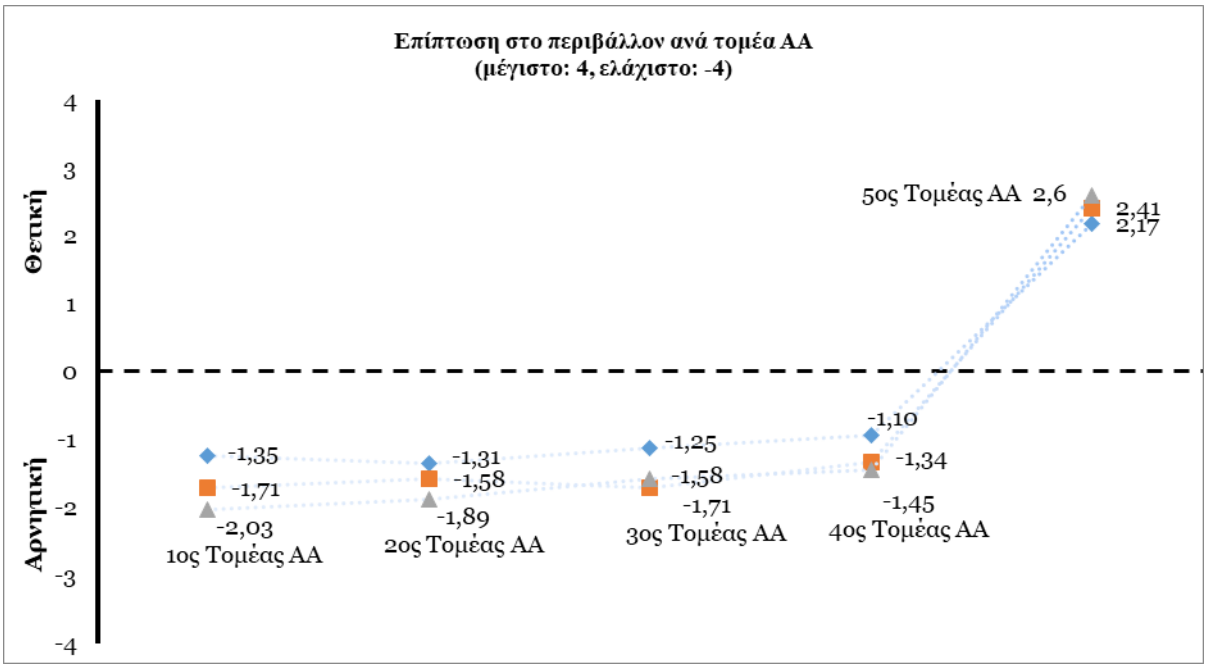
3. Αποτελέσματα

Τα κυριότερα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης έρευνας είναι τα εξής:

- Οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν ότι απαιτείται ενέργεια στα στάδια ζωής πριν (πρώτες ύλες) και μετά (τελική διάθεση) τη χρήση των προϊόντων ή υπηρεσιών και ότι

δύναται να υπάρξει αρνητικό ή καθόλου ΑΑ. Το στάδιο στο οποίο αναγνωρίζουν περισσότερο τη χρήση ενέργειας είναι το στάδιο της χρήσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάξη φοίτησης τόσο μεγαλύτερο και το ποσοστό αναγνώρισης αυτού του σταδίου (Ερευνητικό ερώτημα 1 και 2 πρώτης έρευνας).

- Ο μέσος όρος επηρεασμού του περιβάλλοντος ήταν -0.74, υποδηλώνοντας ότι οι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν μια ελαφρά αρνητική επίδραση στο περιβάλλον από τη χρήση ενέργειας). Στην ερώτηση αυτή δεν συμπεριλήφθηκε ο έκτος τομέας ΑΑ διότι δεν υφίσταται ύπαρξη ΑΑ (Ερευνητικό ερώτημα 3 πρώτης έρευνας)(Γράφημα 1).



Γράφημα 1: Ο βαθμός επίπτωσης στο περιβάλλον ανά Τομέα ΑΑ

- Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι οι σημαντικότεροι αρνητικοί τρόποι επίδρασης στο περιβάλλον εξαιτίας της χρήσης ενέργειας είναι η ίδια η κατανάλωση ενέργειας, η πρόκληση αερίων του θερμοκηπίου, η τελική απόθεση των προϊόντων χωρίς ανακύκλωση, η επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας και η αποψίλωση των δασών. Αντίθετα, οι θετικοί τρόποι επίδρασης είναι η αύξηση της παραγωγής τροφής, η διευκόλυνση της ανθρώπινης ζωής και μεταφοράς (Ερευνητικό υποερώτημα 4 πρώτης έρευνας).
- Η κατανάλωση τροφής και νερού, αν και είναι από τους σημαντικότερους τομείς επιβάρυνσης του ΑΑ, δεν αποτελούν για τους μαθητές/τριες βασικούς προτεινόμενους τομείς μείωσης της χρήσης ενέργειας. Συγκεκριμένα, ο μέσος όρος του ποσοστού των απαντήσεων των μαθητών/τριών και των τριών τάξεων κινούνται προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας (59%) και της μείωσης χρήσης προϊόντων ή υπηρεσιών (46%). Ακολουθούν οι μεταφορές (26,3%) και με πολύ χαμηλά ποσοστά η τροφή (8,3%) και το νερό (6,6%)(Πίνακας 2). Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας περί τροφής (8,3%) δεν συμφωνούν με αυτά των Collins et al. (2018) (40%). (Ερευνητικό υποερώτημα 5 πρώτης έρευνας)(Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας στα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τους μαθητές/τριες

Τομείς μείωσης	Τάξη	Ποσοστό απαντήσεων	Ενδεικτικοί προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας (με σειρά συχνότερης εμφάνισης)
Ενέργεια	7η	62%	• Εξοικονόμηση ενέργειας (κλείσιμο φώτων, απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών) • Μείωση χρήσης ηλεκτρικών συσκευών, κινητών, υπολογιστών, κλιματιστικού • Χρήση ΑΠΕ (και μείωση λιγνίτη, πετρελαίου) • Χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων
	10η	59%	
	12η	56%	
Προϊόντα-υπηρεσίες	7η	45%	• Ανακύκλωση • Μείωση σκουπιδιών • Μείωση χρήσης πλαστικού • Αποφυγή υπερκατανάλωσης
	10η	41%	
	12η	52%	
Μεταφορές /Μετακινήσεις	7η	27%	• Πόδια, ποδήλατο • Μέσα Μαζικής Μεταφοράς αντί αυτοκινήτου • Ηλεκτρικά αυτοκίνητα
	10η	21%	
	12η	31%	
Νερό	7η	13%	• Εξοικονόμηση νερού (κλείσιμο βρύσης κατά το πλύσιμο των δοντιών- ξυρίσματος- πλυσίματος πιάτων, χρήση φίλτρου νερού)
	10η	4%	
	12η	3%	
Τροφή	7η	6%	• Προτίμηση σε εγχώρια, τοπικά προϊόντα • Προτίμηση σε βιολογικά προϊόντα • Προτίμηση σε εποχιακά προϊόντα • Κατανάλωση μικρότερης ποσότητας κρέατος, φρούτων
	10η	13%	
	12η	6%	

Η δεύτερη έρευνα βρίσκεται υπό εξέλιξη. Έχουν ολοκληρωθεί: 1) η μεθοδολογία και ο σχεδιασμός της, 2) η ανάπτυξη του ερευνητικού εργαλείου (ΔΜΑ 20 διδακτικών ωρών), 3) ο προσδιορισμός του πληθυσμού, 4) η εφαρμογή της (03-05/2022) και 5) η συλλογή του ερευνητικού υλικού. Αναμένεται η στατιστική επεξεργασία του και η εξαγωγή των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων της έρευνας.

4. Συμπεράσματα

Η βασική διαπίστωση από την πρώτη έρευνα είναι ότι οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν την έννοια του ΑΑ και συγκεκριμένα ότι απαιτείται ενέργεια στα στάδια ζωής πριν (πρώτες ύλες) και μετά (τελική διάθεση) τη χρήση των προϊόντων ή υπηρεσιών και ότι δύναται να υπάρξει αρνητικό ή καθόλου ΑΑ. Επίσης, ο μέσος όρος βαθμού επίπτωσης στο περιβάλλον ανά τομέα ΑΑ, είναι ελαφρά αρνητικός. Ενώ, όσον αφορά την κατανάλωση τροφής και νερού, ως προτεινόμενους τρόπους μείωσης της χρήσης ενέργειας στα στάδια ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τους μαθητές/τριες, αν και είναι από τους σημαντικότερους τομείς περιβαλλοντικής επιβάρυνσης του ΑΑ, έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε η δεύτερη έρευνα που σκοπό έχει να καταδείξει σε ποιο βαθμό το επίπεδο κατανόησης των μαθητών/τριών για το ΑΑ μπορεί να βελτιωθεί μετά από σχετική διδακτική παρέμβαση (ΔΜΑ 20 διδακτικών ωρών).

Επειδή, όμως, το ΑΑ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την επιλογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών μέτρων που θα βοηθήσουν στη μείωσή του (Li et al., 2008), προτείνεται η συνέχιση της έρευνας και σε μαθητές/τριες άλλων σχολείων και άλλων πόλεων. Ακόμη, προτείνεται η ενσωμάτωση της διδασκαλίας της έννοιας του ΑΑ στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και στην ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία. Κατανοώντας οι μαθητές/τριες την έννοιά του, μπορούν να ευαισθητοποιηθούν και κατ' επέκταση να τροποποιήσουν τις καθημερινές τους συνήθειες, καθιστώντας τις περισσότερο βιώσιμες.

5. Βιβλιογραφία

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators, 24,* 518-533. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005

Collins, A., Galli, A., Patrizi, N. & Pulselli, F.M. (2018). Learning and teaching sustainability: The contribution of Ecological Footprint calculators. *Journal of Cleaner Production, 174,* 1000-1010. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.024

DeWaters, J. & Powers, S. (2012). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *The Journal of Environmental Education, 44*(1), 38-55. https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378

Fang, K., Heijungs, R., & De Snoo, G.R. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators, 36*, 508-518. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.08.017

Galli, A., Kitzes, J., Niccolucci, V., Wackernagel, M., Wada, Y., & Marchettini, N. (2012). Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India. *Ecological Indicators, 17,* 99-107. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.022

Li, G. J., Wang, Q, Gu, X. W., Liu, J. X., Ding, Y., & Liang, G. Y. (2008). Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *Ecological Indicators, 8*(1), 75-78. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.01.007

Li, X., Tan, H. & Rackes, A. (2015). Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China. *Journal of Cleaner Production, 106,* 97-108. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.084

Meheut, M. (2005). Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. Στο K. Boersma, M. Goedhart, O. Jong, H. Eijkelhof (επιμ.) *Research and the Quality of Science Education*, σ. 195-207. https://doi.org/10.1007/1-4020-3673-6_16

Nunes, L. M., Catarino, A., Ribau Teixeira, M., Cuesta E. M. (2013). Framework for the Inter-comparison of Ecological Footprint of Universities. *Ecological Indicators, 32,* 276-284. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.04.007

O'Gorman, L., Davis, J. (2013). Ecological Footprinting: Its Potential as a Tool for Change in Preservice Teacher Education. *Environmental Education Research, 19*(6), 779-791. https://doi.org/10.1080/13504622.2012.749979

Patel, J. (2006). Green sky thinking. *Environment Business 122*, 32

Trappey, A., Trappey, C., Hsiao, C. T., Ou, J. & Chang. C. T. (2011). System dynamics modeling of product carbon footprint life cycles for collaborative green supply chains. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 25*(10), 934-945. https://doi.org/10.1080/0951192X.2011.593304