

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14^ο

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου

12-14 Απριλίου 2025

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepnet.gr

Εστιάζοντας σε Απόψεις για τις Πολιτικές Μετριασμού των Συνεπειών της Αλληλεπίδρασης Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και Ύλης στην Ατμόσφαιρα μέσα από μια Συστηματική Ανασκόπηση

Νικόλαος Ζαρκάδης, Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου, Πάνος Παπαναστασίου, Γεώργιος Παπαγεωργίου

doi: [10.12681/codiste.9829](https://doi.org/10.12681/codiste.9829)

Εστιάζοντας σε Απόψεις για τις Πολιτικές Μετριασμού των Συνεπειών της Αλληλεπίδρασης Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας και Ύλης στην Ατμόσφαιρα μέσα από μια Συστηματική Ανασκόπηση

Νικόλαος Ζαρκάδης¹, Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου²,
Πάνος Παπαναστασίου³ και Γεώργιος Παπαγεωργίου⁴

¹Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ^{2,3,4}Καθηγητής

^{1,2}Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου,

³Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου,

⁴Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

¹*nikoszar@gmail.com*

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται σε μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την κατανόηση, από ένα μεγάλο ηλικιακό εύρος συμμετεχόντων, των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ύλης που σχετίζονται με ατμοσφαιρικά ζητήματα. Μέσα από μια συγκεκριμένη διαδικασία ανασκόπησης, 106 άρθρα από τη διεθνή ερευνητική βιβλιογραφία Διδακτικής Φυσικών Επιστημών οργανώθηκαν σε 3 κατηγορίες με βάση το περιεχόμενό τους. Από αυτές έγινε εστίαση σε μία κατηγορία όπου το περιεχόμενο των άρθρων σχετιζόταν με απόψεις των συμμετεχόντων για πιθανές περιβαλλοντικές δράσεις για μετριασμό των συνεπειών από την αλληλεπίδραση ακτινοβολίας και ύλης στην ατμόσφαιρα. Ακολουθεί σχετική συζήτηση των προεκτάσεων για τη διδακτική των φυσικών επιστημών.

Λέξεις κλειδιά: Αλληλεπιδράσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας-ύλης, Περιβαλλοντικές δράσεις/πολιτικές μετριασμού, Συστηματική ανασκόπηση

Review of Educational Research on Views about Potential Policies for the Mitigation of the Effects of Interaction between Electromagnetic Radiation and Matter in the Earth's Atmosphere

Nikolaos Zarkadis¹, Constantinos P. Constantinou²,
Panos Papanastasiou³ and George Papageorgiou⁴

¹Postdoctoral Researcher, ^{2,3,4}Professor

^{1,2}Department of Educational Sciences, University of Cyprus,

³Department of Civil and Environmental Engineering, University of Cyprus,

⁴Department of Primary Education, Democritus University of Thrace

¹*nikoszar@gmail.com*

Abstract

The paper presents the results of a systematic literature review on the understanding of the interactions between electromagnetic radiation and matter relevant to atmospheric issues involving a wide age range of participants. In this review, 106 articles from the relevant research literature of Science Education were organized into 3 categories based on their content. We focused on one category, related to participants' views on possible environmental actions for mitigating the

consequences of the interaction between radiation and matter in the atmosphere. We discuss implication of this review for science education.

Keywords: Electromagnetic radiation-matter interactions, Environmental mitigation actions/policies, Systematic literature review

Εισαγωγή

Η διδακτική περιβαλλοντικών θεμάτων που σχετίζονται με την ατμόσφαιρα βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των ερευνητών τα τελευταία χρόνια. Σημαντικός αριθμός ερευνών ασχολείται διεθνώς με την κατανόηση από διάφορες ηλικιακές ομάδες των χαρακτηριστικών της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της αλληλεπίδρασής της με αέριες ουσίες της ατμόσφαιρας (π.χ. Bruce et al., 2016 · Harris & Gold, 2018 · Varela et al., 2020 · Versprille & Towns, 2015). Οι σχετικές έρευνες δείχνουν ότι υπάρχουν πολλές παρανοήσεις μαθητών/φοιτητών, κυρίως λόγω: της πολυπλοκότητας των μηχανισμών αλληλεπίδρασης, της μη κατανόησης του μηχανισμού περιγραφής του φαινομένου του θερμοκηπίου, της σύγχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου και του προβλήματος ελάττωσης του στρώματος του όζοντος στη στρατόσφαιρα, της μη διάκρισης του ρόλου του όζοντος στη τροπόσφαιρα από το ρόλο του στη στρατόσφαιρα, και της συμπερίληψης της όξινης βροχής στα φαινόμενα αλληλεπίδρασης (π.χ. Bodzin et al., 2014 · Harris & Gold, 2018 · Jafer, 2020 · Reinfried & Tempelmann, 2014 · Varela et al., 2020 · Versprille & Towns, 2015). Υπάρχουν πολλές έρευνες που επικεντρώνονται στη διερεύνηση της γνώσης και της κατανόησης των μαθητών/φοιτητών τόσο για τους μηχανισμούς αλληλεπιδράσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τις εμπλεκόμενες ουσίες συμπεριλαμβανομένων και των σχετικών αιτιών και συνεπειών των αλληλεπιδράσεων αυτών, όσο και για τις σύγχρονες προτεραιότητες στις περιβαλλοντικές πολιτικές/δράσεις (π.χ. Jafer, 2020 · McNeill & Vaughn, 2012 · Nyarko & Petcovic, 2021 · Versprille & Towns, 2015 · Yazdanparast et al., 2013).

Σε αρκετές από τις έρευνες αυτές (π.χ. Celikler & Aksan, 2011 · Jafer, 2020 · Yazdanparast et al., 2013) φαίνεται ότι, η έλλειψη κατανόησης των φαινομένων αλληλεπίδρασης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ύλης συνοδεύεται από έλλειψη κατανόησης των δράσεων μετριασμού, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση της αναγκαιότητας μιας πολιτικής που περιλαμβάνει δράσεις μετριασμού. Ωστόσο, οι πιθανές σχέσεις μεταξύ των σύγχρονων περιβαλλοντικών πολιτικών/δράσεων και της κατανόησης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ουσιών στην ατμόσφαιρα, παραμένουν μια πρόκληση, καθώς υπάρχουν αμφιλεγόμενα βιβλιογραφικά στοιχεία που υποστηρίζουν κατά καιρούς διαφορετικές τάσεις (π.χ. McNeill & Vaughn, 2012 · Tasquier & Pongiglione, 2017). Επομένως, η σχέση μεταξύ της ανάπτυξης της γνώσης και της εννοιολογικής κατανόησης και της προώθησης περιβαλλοντικών δράσεων είναι ένα δύσκολο ζήτημα, καθώς μια πιθανή σχέση μεταξύ τους δεν είναι πάντα σαφής, πιθανώς λόγω πρόσθετων παραγόντων (π.χ. Kollmuss & Agyeman, 2002 · Lester et al., 2006). Ωστόσο, ανεξάρτητα από την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ύλης στην ατμόσφαιρα, το γεγονός ότι μέσα από τις έρευνες αυτές γίνεται εμφανές ότι, πέραν των άλλων, υπάρχει ένα έντονο ενδιαφέρον των ερευνητών για τις προτεραιότητες που δίνονται, στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής έρευνας σε πολιτικές και δράσεις μετριασμού των συνεπειών αυτής της αλληλεπίδρασης στην ατμόσφαιρα και την αποδοχή τους από το ευρύ κοινό (π.χ. Tasquier & Pongiglione, 2017 · Varela et al., 2020), οδηγεί στην ανάγκη διερεύνησης των πολιτικών/δράσεων που αναδύονται μέσα από τις σχετικές έρευνες των τελευταίων ετών.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι, μέσα από τη συστηματική ανασκόπηση των άρθρων που αφορούν στην κατανόηση των χαρακτηριστικών της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της αλληλεπίδρασής της με την ύλη, η κατηγοριοποίησή τους με βάση το περιεχόμενο

τους και η περαιτέρω εστίαση σε άρθρα που ασχολούνται με απόψεις σχετικές με τις πολιτικές/δράσεις μετριασμού των συνεπειών της αλληλεπίδρασης αυτής στην ατμόσφαιρα.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης είναι τα ακόλουθα:

1. Ποιες πολιτικές/δράσεις μετριασμού των συνεπειών της αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας-ουσιών στην ατμόσφαιρα αναδύονται μέσα από τη συστηματική ανασκόπηση των άρθρων που αφορούν στην κατανόηση των χαρακτηριστικών της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της αλληλεπίδρασής της με την ύλη;

2. Πώς μπορούν να κατηγοριοποιηθούν αυτές οι πολιτικές/δράσεις μετριασμού και ποια τα χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας;

Μεθοδολογία

Στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση, διερευνήθηκαν άρθρα που δημοσιεύτηκαν σε μία 15ετία σε επιστημονικά περιοδικά από το 2008 έως το 2023, υιοθετώντας μια διαδικασία συγκεκριμένων βημάτων που ακολούθησαν οι Hadenfeldt et al. (2014) και περιλαμβάνει:

- 1) την εισαγωγή συγκεκριμένων κριτηρίων ένταξης/αποκλεισμού στην αναζήτηση,
- 2) την κατηγοριοποίηση των άρθρων που προέκυψαν από αυτά τα κριτήρια και
- 3) την παρουσίαση των επιλεγμένων άρθρων με έμφαση σε επιλεγμένες πτυχές τους ανάλογα με την κατηγορία.

Σημειώνεται ότι περιλήφθησαν άρθρα τα οποία εμφανίστηκαν διαδικτυακά έως το 2023 παρόλο που η έντυπη μορφή τους μπορεί να αναφέρεται στο 2024.

Ως προς το πρώτο βήμα (κριτήρια ένταξης/αποκλεισμού), μελετήθηκαν μόνο άρθρα που δημοσιεύτηκαν σε περιοδικά με κριτές στα αγγλικά, ενώ βιβλία, διατριβές και άρθρα συνεδρίων εξαιρέθηκαν. Σε σχέση με το περιεχόμενο των άρθρων, εντάχθηκαν αυτά που επικεντρώθηκαν στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες σχετικά με την κατανόηση των χαρακτηριστικών, των αποτελεσμάτων και των εφαρμογών της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τους μαθητές, την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ουσιών ή και με την ατμόσφαιρα, καθώς και την κατανόηση των φαινομένων που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και περιβαλλοντικές πολιτικές/δράσεις. Σε σχέση με τη βαθμίδα εκπαίδευσης, εντάχθηκαν αυτά που επικεντρώθηκαν σε μαθητές πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και προπτυχιακού επιπέδου εκπαίδευσης, καθώς και σε μελλοντικούς και προϋπηρεσιακούς εκπαιδευτικούς. Εξαιρέθηκαν εργασίες που αναφέρονταν σε εκπαιδευτές εκπαιδευτικών, εκπαιδευτικούς ειδικής εκπαίδευσης ή σε-υπηρεσία εκπαιδευτικούς. Αντίθετα, οι μέθοδοι έρευνας (ποιοτικές, ποσοτικές ή μικτές) και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά δεν αποτέλεσαν κριτήρια ένταξης/αποκλεισμού.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε συστηματική αναζήτηση σε διεθνείς βάσεις δεδομένων με κατηγορίες λέξεων-κλειδιών [(students OR pre-service teachers OR prospective teachers) AND (understanding OR ideas OR misconceptions OR mental models OR conceptions) AND (electromagnetic radiation OR ionizing radiation OR non-ionizing radiation OR radiation) AND (environmental policy OR sustainability OR climate change)]. Ειδικά στην περίπτωση της βάσης δεδομένων Google Scholar, εφαρμόστηκαν επιπλέον οι λέξεις-κλειδιά [(absorption and emission) AND ((particulate structure) OR (molecular structure)) AND (greenhouse gases) AND (energy balance)] που σχετίζονται με την ακτινοβολία και τις αλλαγές στη δομή των ουσιών που αυτή προξενεί, για να περιοριστεί ο μεγάλος όγκος των εργασιών της αναζήτησης. Σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια ένταξης, η συστηματική αναζήτηση έδωσε ως αποτέλεσμα 1084 άρθρα με την εξής κατανομή: ERIC (N=106), Google Scholar (N=845), Scopus (N=57), Web of Science (N=76). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εξάλειψη των διπλότυπων με μη αυτόματο τρόπο (με εναπομείναντα 1067 άρθρα), ακολουθούμενη από έλεγχο ημερομηνίας (αφαιρέθηκαν 253 άρθρα) με εναπομείναντα 814 άρθρα, αξιολόγηση των τίτλων, των περιλήψεων και της γλώσσας αυτών των άρθρων (με

εναπομείναντα 43 άρθρα). Τελικά, μετά τον έλεγχο του πλήρους κειμένου, προέκυψαν 29 άρθρα. Στο τελικό βήμα, διεξήχθη τόσο αυτόματα με τις ίδιες λέξεις-κλειδιά όσο και μη αυτόματα μια πρόσθετη διασταυρούμενη αναζήτηση στο περιεχόμενο συγκεκριμένων περιοδικών (International Journal of Science Education, Environmental Education Research, κ.α.), ελέγχοντας και τις βιβλιογραφικές αναφορές των ήδη εντοπισμένων άρθρων, με βάση τις οποίες έγινε επίσης μη αυτόματη αναζήτηση (N=77). Κάθε επιπλέον μελέτη που εντοπίστηκε στις αναφορές των ήδη εντοπισμένων μελετών και πληρούσε τα κριτήρια ένταξης, προστέθηκε στην παρούσα ανασκόπηση. Ως αποτέλεσμα, ο τελικός συνολικός αριθμός των άρθρων για την παρούσα ανασκόπηση διαμορφώθηκε σε 106.

Αποτελέσματα

Μετά την παραπάνω περιγραφόμενη διαδικασία (πρώτο βήμα της ανασκόπησης), τα 106 άρθρα που προέκυψαν κατηγοριοποιήθηκαν, όπως προέβλεπε το δεύτερο βήμα της συστηματικής αυτής ανασκόπησης από δύο ανεξάρτητους κριτές (δύο από τους συγγραφείς) και τυχόν διαφωνίες συζητήθηκαν μέχρι να επιτευχθεί πλήρης συμφωνία. Οι κατηγορίες που προέκυψαν με βάση το περιεχόμενο του πλήρους κειμένου των άρθρων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιεχόμενο του πλήρους κειμένου των άρθρων εκπαιδευτικής έρευνας που προέκυψαν ανά κατηγορία

Κατ.	Περιεχόμενο	N
1	Χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και εφαρμογές της ή/και την αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη μη σχετιζόμενη με φαινόμενα που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα	17
2	Αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη σχετιζόμενη με ατμοσφαιρικά φαινόμενα ή και με αναφορές σε αιτίες ή/και συνέπειες	49
3	Αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη σχετιζόμενη με ατμοσφαιρικά φαινόμενα με αναφορές σε αιτίες ή/και συνέπειες, αλλά και σε πρωτοβουλίες μετριασμού των συνεπειών της αλληλεπίδρασης αυτής	40

Πίνακας 2. Συχνότητα εμφάνισης των πιθανών δράσεων που αναφέρονται για μετριασμό των συνεπειών της αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ατμόσφαιρα

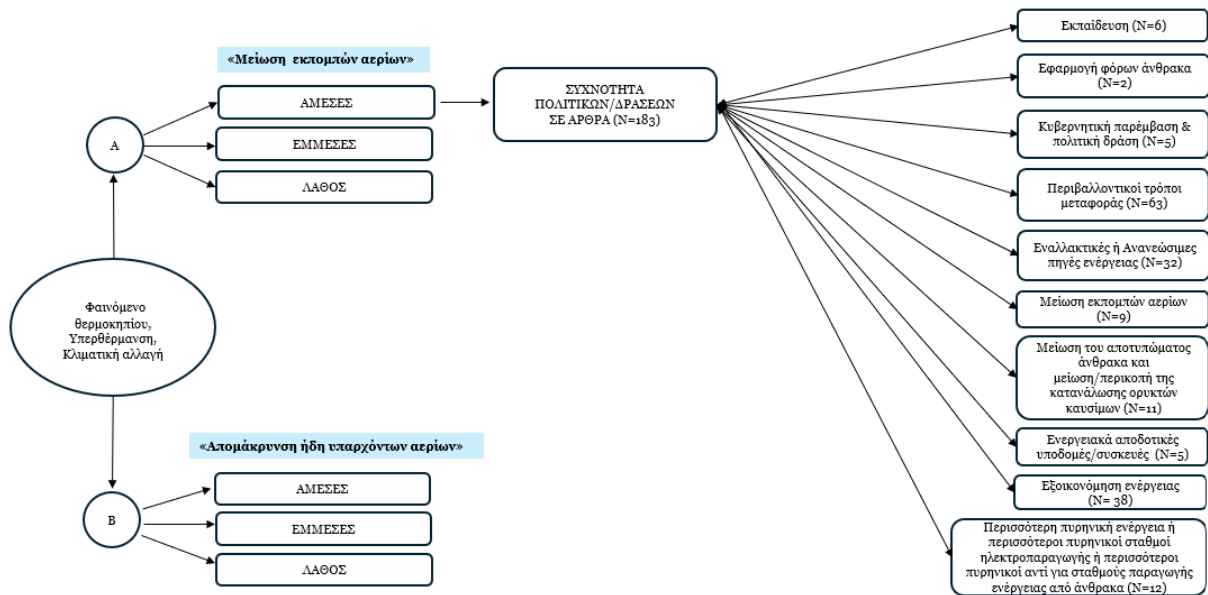
	Ομάδα 1		Ομάδα 2		Ομάδα 3	
	N	Παράδειγμα	N	Παράδειγμα	N	Παράδειγμα
A	Μείωση εκπομπών αερίων					
Άμεσες	183	Χρήση ΑΠΕ	5	Μη χρήση CFCs	1	Μη χρήση ορυκτών καυσίμων
Έμμεσες	46	Ανακύκλωση	7	Χρήση μαζικών μέσων μεταφοράς	0	-
Λάθος	42	Οικονομία νερού	6	Χρήση αμόλυβδης βενζίνης	2	Ελάττωση εκπομπών CO ₂
B	Απομάκρυνση ήδη υπαρχόντων αερίων					
Άμεσες	32	Φύτευση δέντρων	0	-	2	Χρήση (βιομηχανικών) φίλτρων
Έμμεσες	43	Καθαρισμός ακτών	0	-	0	-
Λάθος	0	-	5	Φύτευση δέντρων	0	-

Από το τρίτο βήμα της ανασκόπησης (που προέβλεπε την παρουσίαση των επιλεγμένων άρθρων με έμφαση σε επιλεγμένες πτυχές τους ανάλογα με την κατηγορία) η παρούσα εργασία ασχολείται μόνο με αυτά που αφορούν στην κατηγορία 3. Το περιεχόμενο των 40 αυτών άρθρων παρουσιάζει εκτός των άλλων και αναφερόμενες απόψεις σχετικά με πιθανές περιβαλλοντικές δράσεις που αφορούν στο μετριασμό των συνεπειών της αλληλεπίδρασης

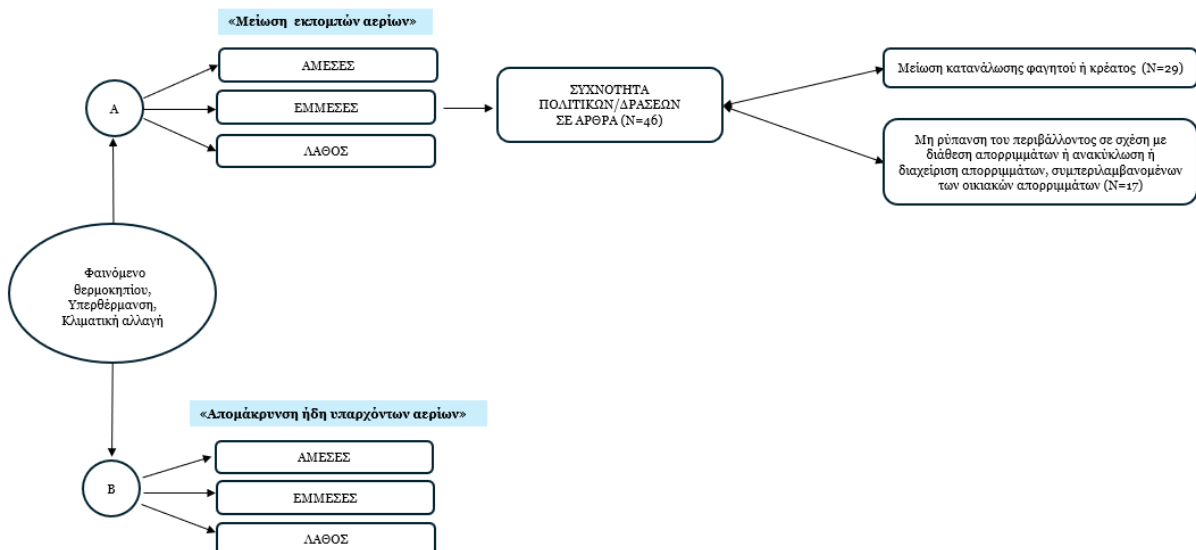
της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη στην ατμόσφαιρα (N=374 δράσεις). Οι απόψεις/δράσεις αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε όσες αφορούν: το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή (Ομάδα 1: 346 δράσεις, Πίνακας 2), το στρατοσφαιρικό όζον (Ομάδα 2: 23 δράσεις, Πίνακας 2) και την όξινη βροχή (Ομάδα 3: 5 δράσεις, Πίνακας 2). Επιπλέον, οι απόψεις/δράσεις αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 ταξινομημένες, ως κατηγορία Α που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών των ουσιών που προκαλούν τα σχετικά φαινόμενα και ως κατηγορία Β που στοχεύουν στην απορρόφηση των ήδη εκπεμπόμενων σχετικών ουσιών. Μια επιπλέον διάκριση των δράσεων γίνεται σε άμεσες, έμμεσες και λάθος.

Μια ενδεικτική κατηγοριοποίηση για την Ομάδα 1, κατηγορία Α, παρουσιάζεται στα Σχήματα 1 (Άμεσες δράσεις), 2 (Έμμεσες δράσεις) και 3 (Λάθος δράσεις).

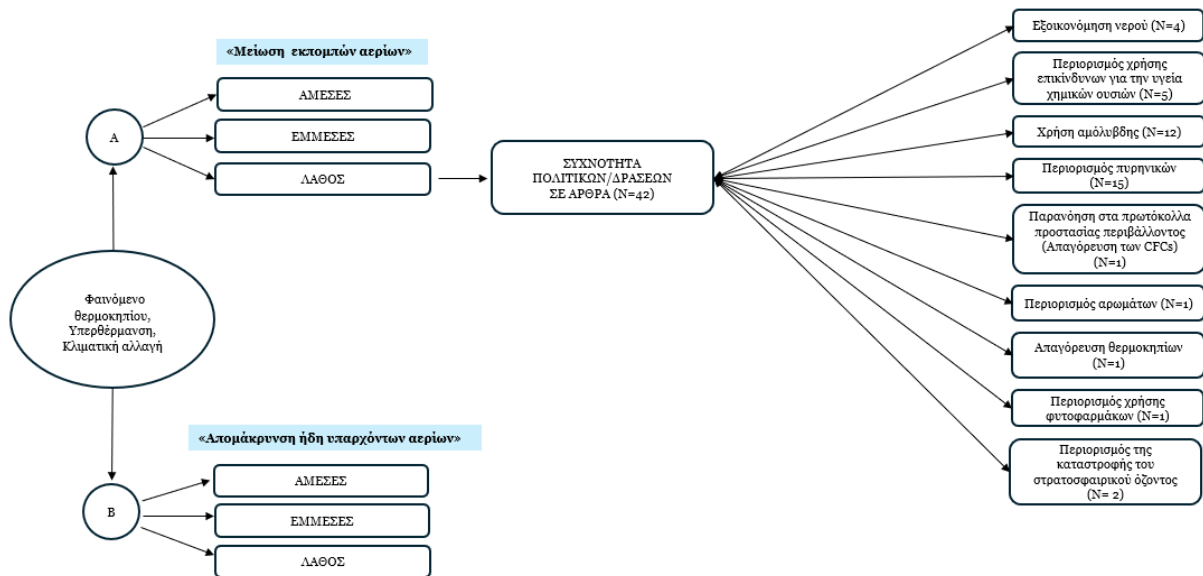
Σχήμα 1. Ενδεικτική κατηγοριοποίηση της Ομάδας 1, κατηγορία Α, Άμεσες δράσεις



Σχήμα 2. Ενδεικτική κατηγοριοποίηση της Ομάδας 1, κατηγορία Α, Έμμεσες δράσεις



Σχήμα 3. Ενδεικτική κατηγοριοποίηση της Ομάδας 1, κατηγορία Α, Λάθος δράσεις



Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι οι δράσεις που απασχολούν τη βιβλιογραφία της 15ετίας που διερευνάται, αφορούν πολύ περισσότερο στην Ομάδα 1 που αναφέρεται στο Φαινόμενο θερμοκηπίου, την Υπερθέρμανση και την Κλιματική αλλαγή, παρά τις άλλες δύο Ομάδες 2 και 3, που αναφέρονται στη μείωση του στρώματος του όζοντος και την όξινη βροχή. Αυτό μοιάζει να είναι συμβατό με το γενικότερο ενδιαφέρον που υπάρχει από τους πολίτες αλλά και τους ερευνητές που εργάζονται στο χώρο των Φυσικών Επιστημών και της Διδακτικής τους για τη σημασία και τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην καθημερινότητα των πολιτών (π.χ. Breslyn et al., 2017´ Nyarko & Petcovic, 2021´ Tasquier & Pongiglione, 2017). Από τις εναλλακτικές που παρουσιάζονται, δίνεται περισσότερο βαρύτητα σε δράσεις και πολιτικές που αφορούν στη μείωση των εκπομπών (κατηγορία Α), παρά στην απορρόφηση των ήδη δημιουργούμενων αερίων (κατηγορία Β), κάτι που συνάδει με μια μακροπρόθεσμη προσπάθεια προς πιο φιλικές για το περιβάλλον πηγές και χρήσεις ενέργειας με όσο το δυνατό μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Προέκταση αυτού είναι και το γεγονός ότι δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις άμεσες δράσεις, ενώ οι έμμεσες φαίνεται μάλλον ότι δεν έχουν εκτιμηθεί ως αποτελεσματικές (Ομάδα 1, Κατηγορία Α).

Συνολικά από όλες τις δράσεις οι «περιβαλλοντικοί τρόποι μεταφοράς» (της κατηγορίας Α) φαίνεται να είναι η επιλογή που καταγράφεται στις περισσότερες μελέτες. Σε σχέση με αυτό, για τους μαθητές η επιλογή αυτή αναδεικνύεται ως η δημοφιλέστερη στρατηγική μετριασμού (Bofferding & Kloser, 2015). Επίσης, παρά τις διαφορές σε πολλές χώρες, οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να αναγνωρίζουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης μικρότερων και πιο αποδοτικών αυτοκινήτων, καθώς και τη χρήση των δημόσιων αντί των ιδιωτικών συγκοινωνιών για τη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Boyes et al., 2014). Σε σχέση με την κατηγορία Β, η φύτευση δέντρων συμπεριλαμβανομένης της προώθησης της αναδάσωσης και της εξάλειψης/μείωσης των πρακτικών αποψίλωσης φαίνεται να είναι η επιλογή που καταγράφεται στις περισσότερες έρευνες (π.χ. Bodzin et al., 2014´ Jafer, 2020´ Nyarko & Petcovic, 2021´ Yazdanparast et al., 2013). Βεβαίως, δεν θα πρέπει να παραβλέψει κανείς το γεγονός ότι υπάρχει αρκετά σημαντικός αριθμός «λανθασμένων» δράσεων στην κατηγορία Α, κάτι που συμφωνεί με τα βιβλιογραφικά δεδομένα ότι υπάρχει μεγάλο ποσοστό παρανοήσεων και σύγχυση μεταξύ των φαινομένων, ενώ δεν φαίνεται να έχει γίνει κατανοητό ότι τα θέματα όξινης βροχής δεν σχετίζονται με αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και ύλης (π.χ. Jafer, 2020´ Varela et al., 2020).

Τα παραπάνω αναδεικνύουν από τη μία, τη διάχυση των απόψεων των συμμετεχόντων σε πολλές και ποικίλες περιβαλλοντικές δράσεις/πολιτικές μετριασμού σε σχέση με τα διερευνώμενα θέματα, αλλά από την άλλη διαπιστώνουν ότι οι παρανοήσεις που υπάρχουν σε αρκετά θέματα από πλευράς μαθητών/φοιτητών λειτουργούν αρνητικά στην υιοθέτηση αποτελεσματικών δράσεων και πολιτικών, υποδεικνύοντας ουσιαστικά και τις κατευθύνσεις στις οποίες θα πρέπει να εργαστούν οι εκπαιδευτικοί στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ώστε οι παρανοήσεις αυτές να ξεπεραστούν.

Ευχαριστίες

Αυτή η έρευνα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος υποτροφιών ONISILOS MSCA COFUND, το οποίο έχει λάβει χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας Horizon 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας επιχορήγησης Marie Skłodowska-Curie No 101034403

Βιβλιογραφία

- Bodzin, A. M., Anastasio, D., Sahagian, D., Peffer, T., Dempsey, C., & Steelman, R. (2014). Investigating Climate Change Understandings of Urban Middle-Level Students. *Journal of Geoscience Education*, 62(3), 417–430. <https://doi.org/10.5408/13-042.1>
- Bofferding, L., & Kloser, M. (2015). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21(2), 275–294. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.888401>
- Boyes, E., Stanisstreet, M., Skamp, K., Rodriguez, M., Malandrakis, G., Fortner, R. W., Kilinc, A., Taylor, N., Chhokar, K., Dua, S., Ambusaidi, A., Cheong, I. P-A., Kim, M., & Yoon, H. (2014). An international study of the propensity of students to limit their use of private transport in light of their understanding of the causes of global warming. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(2), 142–165. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.891425>
- Breslyn, W., Drewes, A., McGinnis, J. R., Hestness, E., & Mouza, C. (2017). Development of an Empirically-based Conditional Learning Progression for Climate Change. *Science Education International*, 28(3). <https://doi.org/10.33828/sei.v28.i3.5>
- Bruce, M. R. M., Wilson, T. A., Bruce, A. E., Bessey, S. M., & Flood, V. J. (2016). A Simple, Student-Built Spectrometer to Explore Infrared Radiation and Greenhouse Gases. *Journal of Chemical Education*, 93(11), 1908–1915. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00047>
- Çelikler, D., & Aksan, Z. (2011). Determination of pre-service elementary science teachers' knowledge level about ozone layer. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1438–1444. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.308>
- Hadenfeldt, J. C., Liu, X., & Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research. *Studies in Science Education*, 50(2), 181–208. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.945829>
- Harris, S. E., & Gold, A. U. (2018). Learning molecular behaviour may improve student explanatory models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 24(5), 754–771. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1280448>
- Jafer, Y. J. (2020). Assessing Kuwaiti Pre-service Science Teachers' Greenhouse Effect Perceptions and Misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 657–667. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09992-1>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Lester, B. T., Ma, L., Lee, O., & Lambert, J. (2006). Social Activism in Elementary Science Education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education*, 28(4), 315–339. <https://doi.org/10.1080/09500690500240100>

- McNeill, K.L., Vaughn, M.H. (2012). Urban High School Students' Critical Science Agency: Conceptual Understandings and Environmental Actions Around Climate Change. *Research in Science Education*, 42, 373–399. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9202-5>
- Nyarko, S. C., & Petcovic, H. L. (2021). Ghanaian preservice science teachers' knowledge of ozone depletion and climate change, and sources of their knowledge. *International Journal of Science Education*, 43(10), 1554–1575. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1922779>
- Reinfried, S., & Tempelmann, S. (2014). The Impact of Secondary School Students' Preconceptions on the Evolution of their Mental Models of the Greenhouse effect and Global Warming. *International Journal of Science Education*, 36(2), 304–333. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.773598>
- Tasquier, G., & Pongiglione, F. (2017). The influence of causal knowledge on the willingness to change attitude towards climate change: results from an empirical study. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1846–1868. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1355078>
- Varela, B., Sesto, V., & García-Rodeja, I. (2020). An Investigation of Secondary Students' Mental Models of Climate Change and the Greenhouse Effect. *Research in Science Education*, 50, 599–624. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9703-1>
- Versprille, A. N., & Towns, M. H. (2015). General Chemistry Students' Understanding of Climate Change and the Chemistry Related to Climate Change. *Journal of Chemical Education*, 92(4), 603–609. <https://doi.org/10.1021/ed500589g>
- Yazdanparast, T., Salehpour, S., Masjedi, M. R., Seyedmehdi, S. M., Boyes, E., Stanisstreet, M., & Attarchi, M. (2013). Global warming: Knowledge and Views of Iranian Students. *Acta Medica Iranica*, 51(3), 178–184. Ανακτήθηκε στις 25/06/2025, από: <https://acta.tums.ac.ir/index.php/acta/article/view/4467/4449>