

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 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 the 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

⁴School of Education, Department 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 by a wide age range of participants. In this project, 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. Varela et al., 2020; Versprille & Towns, 2015). 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 & Rongiglione, 2017; Varela et al., 2020).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η 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 περιεχόμενό τους και η περαιτέρω εστίαση σε άρθρα που ασχολούνται με απόψεις σχετικές με τις πολιτικές μετριασμού των συνεπειών της αλληλεπίδρασης αυτής στην ατμόσφαιρα.

Μεθοδολογία

Στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση, διερευνήθηκαν άρθρα που δημοσιεύτηκαν σε επιστημονικά περιοδικά από το 2008 έως το 2023, υιοθετώντας μια διαδικασία τριών βημάτων που ακολούθησαν οι Hadenfeldt, Liu και Neumann (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 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. Σε σχέση με τη βαθμίδα εκπαίδευσης, εντάχθηκαν αυτά που επικεντρώθηκαν σε μαθητές πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και προπτυχιακού επιπέδου, 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) καθώς και 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

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. Οι απόψεις αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε όσες αφορούν: το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή (Ομάδα 1, Πίνακας 2), το στρατοσφαιρικό όζον (Ομάδα 2, Πίνακας 2) και την όξινη βροχή (Ομάδα 3, Πίνακας 2).

Στον Πίνακα 2, αυτές παρουσιάζονται ταξινομημένες ως κατηγορία Α που αφορά ενέργειες που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών των ουσιών που προκαλούν τα σχετικά φαινόμενα, και ως κατηγορία Β που αφορά αυτές με στόχο την απορρόφηση των ήδη εκπεμπόμενων σχετικών ουσιών.

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 τα αποτελέσματα φαίνεται να υπάρχει μια διάχυση των απόψεων των συμμετεχόντων σε πολλές και ποικίλες περιβαλλοντικές δράσεις/πολιτικές μετριασμού σε σχέση με τα διερευνώμενα θέματα, με μεγαλύτερη έμφαση στη μείωση των εκπομπών των αερίων που σχετίζονται με τα φαινόμενα, ενώ οι συμμετέχοντες φαίνεται να είναι σαφώς πιο ευαισθητοποιημένοι σε σχέση με την παγκόσμια θέρμανση παρά με τη μείωση του στρώματος του όζοντος ή την όξινη βροχή.

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

- 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>
- 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>