

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2006)

5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



## Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Λογισμικού με Αντικείμενο τη Μείωση του Στρατοσφαιρικού Οζοντος

*Άνθιμος Χαλκίδης, Αχιλλέας Μανδρίκας, Κωνσταντίνος Ταμπάκης, Μιχαήλ Τσιλίδης, Πλούταρχος Ψωμάδης, Κρυσταλλία Χαλκιά, Κωνσταντίνος Σκορδούλης*

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Χαλκίδης Α., Μανδρίκας Α., Ταμπάκης Κ., Τσιλίδης Μ., Ψωμάδης Π., Χαλκιά Κ., & Σκορδούλης Κ. (2026). Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Λογισμικού με Αντικείμενο τη Μείωση του Στρατοσφαιρικού Όζοντος. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 1082–1085. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9322>

## ■ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΜΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΡΑΤΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

**Άνθιμος Χαλκίδης**

achalkid@primedu.uoa.gr

**Αχιλλέας Μανδρίκας**

amandrik@primedu.uoa.gr

**Κωνσταντίνος Ταμπάκης**

ambulafia@ath.forthnet.gr

**Μιχαήλ Τσιλίδης**

tsilidis@yahoo.com

**Πλούταρχος Ψωμιάδης**

plpsom@primedu.uoa.gr

**Κρυσταλλία Χαλκιά**

kxalkia@primedu.uoa.gr

**Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

skordul@primedu.uoa.gr

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
*Πανεπιστήμιο Αθηνών*

### Περίληψη

Παρουσιάζεται ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού λογισμικού για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση με θέμα τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος. Το λογισμικό προτείνεται να αξιοποιεί ισορροπημένα, παραδοσιακή υπερμεσική προσέγγιση, εικονικά περιβάλλοντα και δυνατότητες πειραματισμού και αλληλεπίδρασης. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην παιδαγωγική προσέγγιση, στην αντιμετώπιση του μαθητή ως πολίτη και στη συνολική προσέγγιση μέσα από τους άξονες Επιστήμη – Τεχνολογία – Κοινωνία – Περιβάλλον – Εκπαίδευση.

### Λέξεις Κλειδιά

όζον, Γυμνάσιο, εικονικά περιβάλλοντα.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου λογισμικού, εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο της διερεύνησης για τη διδακτική προσέγγιση πολύπλοκων – σύνθετων περιβαλλοντικών φαινομένων και την παράλληλη ανάπτυξη ενός μοντέ-

λου αξιοποίησης των εικονικών περιβαλλόντων στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ως θέμα για συγκεκριμένη διερεύνηση έχει επιλεγεί το φαινόμενο της μείωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Το φαινόμενο αυτό επελέγη διότι τα χαρακτηριστικά του πληρούν τις εξής τέσσερις ομάδες κριτηρίων:

- Περιβαλλοντικά κριτήρια (σημαντικότητα, συχνότητα εμφάνισης, ύπαρξη πολύπλοκου μηχανισμού δημιουργίας).
- Κοινωνικά κριτήρια (ανθρωπογενείς αιτίες, ενδιαφέρον για την τοπική κοινωνία).
- Παιδαγωγικά κριτήρια (ύπαρξη παρανοήσεων / εναλλακτικών αντιλήψεων, δυνατότητα διεπιστημονικής / διαθεματικής προσέγγισης, έλλειψη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού).
- Τεχνολογικά & τεχνικά κριτήρια (δυσκολίες για πειραματική μελέτη πεδίου, δυνατότητες οπτικοποίησης).

## ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Με βάση τις προαπαιτούμενες γνώσεις επιλέχθηκε ως στόχος η Γ' Γυμνασίου και ως πλαίσιο εφαρμογής οι θεσμοθετημένες εξωδιδακτικές δραστηριότητες της ΠΕ. Η διδακτική μεθοδολογία που προκρίνεται είναι η καθοδηγούμενη ανακάλυψη. Η παιδαγωγική προσέγγιση παραμένει συμβατή (και έχει επηρεαστεί) αφενός με την κλασική προσέγγιση της ΠΕ (διδασκαλία *περί* το περιβάλλον με στόχο *για το* περιβάλλον), αφετέρου με τις νέες εφαρμοσμένες τάσεις στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών (πρόγραμμα STSE). Άλλωστε το περιβάλλον στο πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών σημαίνει προσθήκη αξιακά φορτισμένων, κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων (Oulton & Scott 1998).

Το ευρύ κοινό (και οι μαθητές) για να διαμορφώσει άποψη για τα περιβαλλοντικά ζητήματα βασίζεται σε πηγές όπως τα ΜΜΕ. Ο συνήθης δρόμος που η επιστημονική γνώση φτάνει στον πολίτη (μέσω της τυπικής αλλά και άτυπης εκπαίδευσης) είναι αυτός της παραδοσιακής απλοποίησης ή ακόμη και της διαστρέβλωσης (Weingart 1998). Στην περίπτωση μας και για την ενημέρωση του πολίτη-μαθητή προτείνεται το **μοντέλο της «συνέχειας»**. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή υπάρχει συνέχεια στο τρόπο που εκτίθεται η επιστημονική γνώση η οποία στην πορεία της από τη γένεση της μέχρι την εκλαΐκευση της, σύμφωνα με τους Cloitre και Shinn, (Bucchi 1996), περνά από τα εξής στάδια: το ενδο-θεματικό, το διαθεματικό, το παιδαγωγικό και το λαϊκό. Καθώς η επιστημονική γνώση κινείται από στάδιο σε στάδιο συνεχώς αλλάζει, απλοποιείται αποκρυσταλλώνεται και παρουσιάζεται με όλο και περισσότερο συγκροτημένη μορφή ενώ συχνά τα στάδια λειτουργούν ως φίλτρα διήθησης του παρεχόμενου περιεχομένου. Η παρέμβαση στη μελετώμενη περίπτωση αφορά στο παιδαγωγικό στάδιο.

Σημαντικό εργαλείο για το σχεδιασμό κάθε εκπαιδευτικού υλικού-λογισμικού, ιδιαίτερα μάλιστα όταν αυτό αφορά στη διδασκαλία ενός σύνθετου και πολύπλοκου περιβαλλοντικού φαινομένου αποτελεί η **καταγραφή των προαντιλήψεων** (ιδεών, αναπαραστάσεων, εναλλακτικών απόψεων, παρανοήσεων, διαισθητικών ιδεών) των μαθητών. Η μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας καταδεικνύει ότι οι μαθητές συγχέουν τα αίτια και τις συνέπειες των διάφορων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αυτό κατά κύριο λόγο οφείλεται στο γεγονός ότι οι ίδιοι παράγοντες (όπως η ηλιακή ακτινοβολία και οι χλω-

ροφθοράνθρακες) εμπλέκονται σε διαφορετικά φαινόμενα. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι μαθητές συγχέουν το φαινόμενο της μείωσης του όζοντος με το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Fisher 1998) θεωρώντας πως έχουν κοινές αιτίες (χρήση σπρέι, πετρελαίου, βενζίνης, κάρβουνου ή γενικά την ατμοσφαιρική ρύπανση). Ειδικά οι μικρότεροι μαθητές τείνουν σε μια ενοποιημένη θεώρηση των δυο αυτών φαινομένων (Boyes & Stanisstreet 1993), θεωρώντας για παράδειγμα ότι η τρύπα (ή οι πολλές τρύπες) του όζοντος είναι ο κύριος υπεύθυνος για τη δημιουργία ή την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Koulaidis & Christidou 1999). Ενδεικτικό είναι επίσης το γεγονός ότι το 35% των Ελλήνων μαθητών πιστεύει ότι η στιβάδα του όζοντος κρατά τη γη θερμή και προστατεύει από την όξινη βροχή (Boyes et al. 1999).

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

### Γενικές αρχές, σχεδιασμός διεπαφής

Κατά το σχεδιασμό λήφθηκαν υπόψη παράμετροι λειτουργικότητας, αισθητικής, αποφυγή χρήσης στερεοτύπων, μπιχεβιοριστικών πρακτικών, δυνατότητες καλλιέργειας δεξιοτήτων (γνωστικών, ψυχοκινητικών και συναισθηματικών), παροχή σημαντικής ελευθερίας κατά την πλοήγηση παράλληλα με τη σταθερότητα και την αξιοπιστία της λειτουργίας του λογισμικού.

Τα εικονικά περιβάλλοντα, η εκπαιδευτική αξιοποίηση των οποίων έχει διερευνηθεί σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερα για τη διδασκαλία θεμάτων από το χώρο των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, κυρίως σε περιπτώσεις περιορισμένης πολυπλοκότητας (ενδεικτικά Youngblut 1998), μπορούν να αξιοποιηθούν περισσότερο ως ενισχυτές εμπειριών και ως υποδομή υποστήριξης της προτεινόμενης αλληγορίας, με περιορισμό της παρεχόμενης ελευθερίας πλοήγησης υπέρ της καθοδηγούμενης ανακάλυψης.

Η βασική ιδέα είναι ότι το εκπαιδευτικό λογισμικό χρησιμοποιεί ως αλληγορία τους χώρους ενός ερευνητικού κέντρου στο οποίο πραγματοποιείται έρευνα για τη μείωση της στιβάδας του όζοντος. Η προτεινόμενη μυθοπλασία προτείνει την επίσκεψή του από τους μαθητές με αφορμή την παγκόσμια ημέρα προστασίας του όζοντος (16 Σεπτεμβρίου). Έτσι έχουν τη δυνατότητα να γνωρίσουν από κοντά (πέρα από την κλασική ενημέρωση) τις επιστημονικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του φαινομένου. Συνολικά το ερευνητικό κέντρο θα αποτελείται από τρεις διακριτούς χώρους: χώρος υποδοχής, αίθριο, εργαστήριο.

### Σχεδιασμός περιεχομένου - δραστηριότητες

Κατά την είσοδο τους στο ερευνητικό κέντρο οι μαθητές θα περιηγούνται στο χώρο υποδοχής ο οποίος εξυπηρετεί δυο στόχους: να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και να παρέχει τις σχετικές βασικές γνώσεις όπως: τι είναι το όζον, πότε και πώς ανακαλύφθηκε η μείωση της στιβάδας του όζοντος, πώς μπορεί να μετρηθεί η συγκέντρωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα κ.ά. Τις βασικές απαιτούμενες γνώσεις συμπληρώνει η δραστηριότητα στον υπαίθριο χώρο του ερευνητικού κέντρου από τον οποίο θα ελευθερώνεται μετεωρολογικό μπαλόνι και θα πραγματοποιούνται (σε συνάρτηση με το υψόμετρο) μετρήσεις όπως: θερμοκρασίας, συγκέντρωση διαφόρων αερίων (σύσταση της ατμόσφαιρας), συγκέντρωσης όζοντος και χλωροφθορανθράκων.

Στο χώρο του εργαστηρίου οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν εικονικά (με όποια σειρά επιθυμούν αν δεν προτείνεται διαφο-

ρετικά από τα φύλλα εργασίας) μια σειρά δραστηριοτήτων και πειραμάτων με θεματολογία:

- **Σχηματισμός του όζοντος** (διαδικασία, επηρεασμός από υπεριώδη ακτινοβολία).
- **Ο ρόλος του όζοντος** (διαχωρισμός τροποσφαιρικού και στρατοσφαιρικού όζοντος, ρόλος του στρατοσφαιρικού όζοντος, φιλτράρισμα ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με μήκος κύματος και ώρα της ημέρας).
- **Η καταστροφή του όζοντος** (ο κύκλος αντίδρασης του ClO με το όζον).
- **Ο κύκλος ζωής των αλογόνων** (εκπομπή από την επιφάνεια της γης τόσο από ανθρωπογενείς όσο και από φυσικές πηγές, διέλευση από την τροπόσφαιρα όπου είναι χημικά αδρανή, συσσώρευση στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και διασπορά από τα ρεύματα αέρα, μεταφορά στη στρατόσφαιρα, μετατροπή σε πιο ενεργά αλογονούχα αέρια, αντίδραση με το όζον και καταστροφή του).
- **Συνέπειες της μείωσης της στιβάδας του όζοντος** (αυξομείωση του πάχους της στιβάδας του όζοντος και επίδραση της μείωσης στην αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φθάνει στη Γη ενώ οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν το ποσό της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στη γη όπως είναι η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων και η νέφωση θα παραμένουν σταθεροί).
- **«Τρύπα» του όζοντος** (πληροφόρηση με δορυφορικές εικόνες για τη διαφοροποίηση της συγκέντρωσης του όζοντος την άνοιξη και το καλοκαίρι που είναι μεγαλύτερη στους πόλους από ότι στον ισημερινό, πληροφορίες για τα ατμοσφαιρικά ρεύματα, συνθήκες σχηματισμού πολικών στρατοσφαιρικών νεφών και συμβολή τους στο φαινόμενο, εξήγηση για τις περιόδους και τις περιοχές όπου παρατηρείται το φαινόμενο).

Ο βαθμός αλληλεπίδρασης των μαθητών διαφέρει ανά δραστηριότητα.

Παράλληλα με το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού λογισμικού, συγκροτείται μεθοδολογία για τη συνολική διδακτική παρέμβαση, το υποστηρικτικό εκπαιδευτικό υλικό και τη διαδικασία αξιολόγησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Boyes E. & Stanisstreet M. (1993), The «Greenhouse effect»: children's perceptions of causes, consequences and cures, *Int. Journal of Science Education*, 15(5), 531-552
- Boyes E., Stanisstreet M. & Spiliotopoulou-Papantoniou V. (1999), The Ideas of Greek High School Students about the "Ozone Layer", *Science Education*, 83(6), 724-737
- Bucchi M. (1996), When scientist turn to the public: alternative routes in science communication, *Public Communication Science*, 5, 375-394.
- Fisher B. W. (1998), There's a Hole in My Greenhouse Effect, *School Science Review*, 79(288), 93-99
- Koulaidis V. & Christidou V. (1999), Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications, *Science Education*, 83, 559-576
- Oulton C. & Scott W. (1998), Environmental values education: an exploration of its role in the school curriculum, *J. of Moral Education*, 27(2), 209-224
- Weingart P. (1998), Science and the media, *Research Policy*, 27(8), 869-879
- Youngblut C. (1998), *Educational Uses of Virtual Reality Technology*, Institute of Defense Analyses, IDA Document D-2128, Alexandria, Virginia

Σημείωση: Η έρευνα συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και Εθνικούς Πόρους (ΕΠΕΑΕΚ II) ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ II.