ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Ανάπτυξη διδακτικού υλικού για την αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας για τη μετακίνηση: Η περίπτωση του υδρογονοκίνητου αυτοκινήτου

Κατερίνα Τσιφετάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

doi: 10.12681/codiste.6919

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 19/09/2025 00:33:57

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΚΙΝΗΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Κατερίνα Τσιφετάκη[1], Αιμιλία Μιχαηλίδη[2], Δημήτρης Σταύρου[3]

[1]Φοιτήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, [2]Επίκουρη Καθηγήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, [3]Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης

ptdep373@edc.uoc.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σύγχρονη κοινωνία αντιμετωπίζει μια πληθώρα περιβαλλοντικών ζητημάτων που οφείλονται και εντείνονται σημαντικά από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που απαιτούν άμεση προσοχή είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία έχει ως μία από τις κύριες αιτίες την αστική μετακίνηση και ειδικότερα τη χρήση των αυτοκινήτων. Η παρούσα εργασία αφορά στην ανάπτυξη διδακτικού υλικού για την αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας για τη μετακίνηση και συγκεκριμένα για την χρήση υδρογονοκίνητων αυτοκινήτων. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και καλούνται να εντοπίσουν τις αιτίες του και τις συνέπειές του διερευνώντας την αξιοποίηση υδρογονοκίνητων οχημάτων ως μέσο περιορισμού του.

Λέξεις κλειδιά: ατμοσφαιρική ρύπανση, υδρογονοκίνητα οχήματα, STEM διδακτικό υλικό

DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIAL FOR THE USE OF AL TERNATIVE ENERGY SOURCES FOR TRANSPORTATION: THE CASE OF THE HYDROGENPOWERED CAR

Katerina Tsifetaki[1], Emily Michailidi[2], Dimitris Stavrou[3]

[1]Undergraduate Student, University of Crete, [2]Assistant Professor, University of Crete, [3]Professor, University of Crete

ptdep373@edc.uoc.gr

ABSTRACT

Modern society faces a plethora of environmental issues that are largely caused and exacerbated by human activity. One of the most serious problems that requires immediate attention is air pollution, which is largely attributed to urban transportation, particularly car usage. This study focuses on the development of teaching material related to the use of alternative energy sources as the hydrogen-fueled car. Specifically, students

examine the phenomenon of atmospheric pollution by identifying its causes and consequences, and they explore the utilization of hydrogen-powered vehicles as a means to mitigate it.

Keywords: air pollution, hydrogen-powered vehicles, STEM teaching material

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που απαιτούν την άμεση προσοχή των πολιτών είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία έχει ως μία από τις κύριες αιτίες την αστική μετακίνηση και ειδικότερα τη χρήση των αυτοκινήτων. Προσπάθειες για τη μείωση της συμβολής της αστικής μετακίνησης στην ατμοσφαιρική ρύπανση περιλαμβάνουν την προώθηση εναλλακτικών μέσων μεταφοράς και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων. Ωστόσο, μια ενδιαφέρουσα προοπτική είναι η χρήση αυτοκινήτων με υδρογόνο ως καύσιμο (Ogden, 2022).

Το διδακτικό σενάριο που παρουσιάζεται είναι εστιασμένο στην αξιοποίηση υδρογόνου ως καύσιμου του μέλλοντος και δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να χτίσουν τις βάσεις της βιωσιμότητας οι οποίες θα αποτελέσουν τα θεμέλια στη μετέπειτα ζωή τους. Το υλικό που αναπτύχθηκε προωθεί την εμπλοκή των μαθητών με πειραματικές διαδικασίες βασισμένες στη μάθηση μέσω διερεύνησης και υποστηριζόμενες από ψηφιακά εργαλεία (Ψύλλος, 2021) με απώτερο σκοπό την αναγνώριση του προβλήματος και την κινητοποίησή τους για την ανάληψη δράσης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού βασιστήκαμε στην προσέγγιση της μάθησης μέσω διερεύνησης και συγκεκριμένα στο μοντέλο των Bybee et al. (2006). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό η διδασκαλία των φυσικών επιστημών διακρίνεται σε 5 στάδια. Στο στάδιο της *εμπλοκής* ο εκπαιδευτικός επιχειρεί να συνδέσει την καθημερινή ζωή των μαθητών με το διδακτικό αντικείμενο που θα αναλυθεί σε επόμενο στάδιο. Το δεύτερο στάδιο μιας διδασκαλίας για τις φυσικές επιστήμες, επικεντρώνεται στην *εξερεύνηση* για την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών. Στο τρίτο στάδιο της *επεξήγησης* οι μαθητές ενθαρρύνονται να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με το οποίο ασχολούνται. Το τέταρτο στάδιο της *επεξεργασίας* αφορά στην εφαρμογή της νέας γνώσης σε νέες καταστάσεις. Πιο αναλυτικά, ο εκπαιδευτικός ωθεί τους μαθητές να αλληλεπιδράσουν με τη νέα γνώση και να απαντήσουν σε νέες ερωτήσεις που θα τεθούν με απώτερο σκοπό να διαπιστώσουν την αποτελεσματικότητα της έρευνας τους και του τελικού προϊόντος. Στο πέμπτο και τελευταίο στάδιο της *αξιολόγησης*, οι μαθητές αξιολογούν τη νέα γνώση που κατέκτησαν.

Περιγραφή διδακτικού υλικού

Οι αιτίες και οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με εστίαση στις αστικές μετακινήσεις διερευνώνται σε μία δομημένη διδασκαλία η οποία θέτει στο επίκεντρο τις φυσικές επιστήμες, οι οποίες συνεισφέρουν στην πλαισίωση ζητημάτων περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα ως μέρος των αιτιών της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρουσιάζονται η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και τη μεταφορά, ενώ παράλληλα έμφαση δίνεται και στις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σχετικά με την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Ως κομμάτι των λύσεων παρουσιάζεται η αξιοποίηση του μοντέλου ενός αυτοκινήτου που κινείται με υδρογόνο, βάσει του φαινομένου της ηλεκτρόλυσης.

Προκειμένου η διαδικασία να καταστεί πιο ενδιαφέρουσα και ελκυστική προς τους μαθητές και τις μαθήτριες αξιοποιήθηκαν ποικίλα μέσα διδασκαλίας στα οποία συμπεριλαμβάνεται η δημιουργία και αξιοποίηση δύο

eBook που υποβοηθούν την ψηφιακή αφήγηση και κατευθύνουν τη μαθησιακή διαδικασία ωθώντας τους μαθητές να καταγράφουν τα κομβικά σημεία της διαδικασίας.

Στο στάδιο της *εμπλοκής*, με απώτερο σκοπό την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία, παρουσιάζεται μέσω eBook (Εικόνα 1) ένα ψηφιακό παραμύθι με αφορμή το οποίο αναπτύσσεται μία συζήτηση σχετικά με το

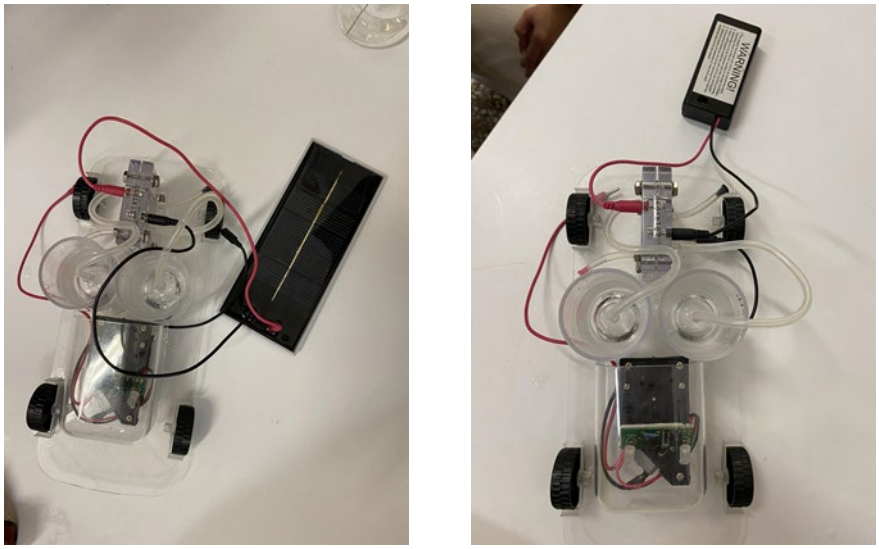
ανθρώπινο αποτύπωμα στον πλανήτη.

Εικόνα 1. Απόσπασμα ψηφιακού παραμυθιού από το eBook

Στο στάδιο της *εξερεύνησης* οι μαθητές εμβαθύνουν περισσότερο στο θέμα και μέσω ενός ψηφιακού παιχνιδιού εκφράζουν τις απόψεις τους σχετικά με το βαθμό και τον τρόπο που συμβάλουν καθημερινές δραστηριότητες στην ενεργειακή κατανάλωση και ως εκ τούτου στην επιβάρυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης όπως για παράδειγμα η χρήση SUV αυτοκινήτων.

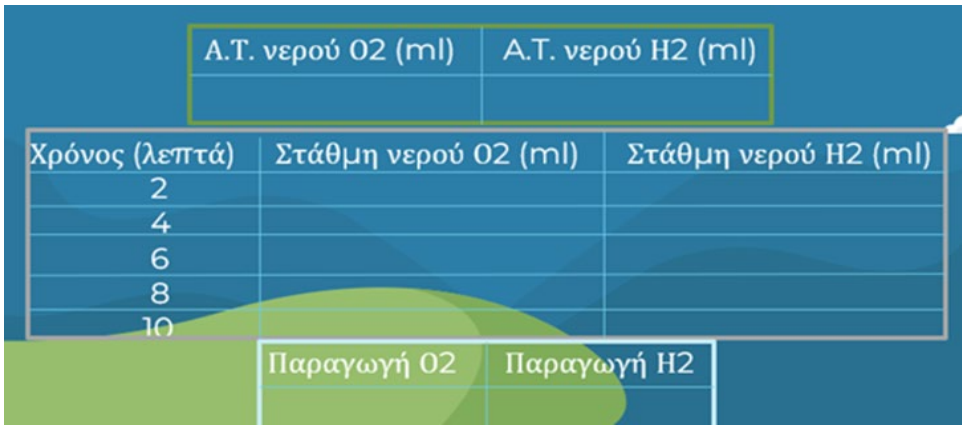
Στο στάδιο της *επεξήγησης* αξιοποιείται το μοντέλο ενός υδρογονοκίνητου αυτοκινήτου που λειτουργεί με ηλεκτρόλυση μέσω του οποίου οι μαθητές καλούνται να διερευνήσουν την απόδοση του αυτοκινήτου με δύο διαφορετικούς τρόπους τροφοδοσίας, με ηλιακό πάνελ και με μπαταρία (εικόνα 2).

Εικόνα 2. Μοντέλο υδρογονοκίνητου αυτοκινήτου με τροφοδοσία από ηλιακό πάνελ (αριστερά) και από μπαταρία (δεξιά)



Οι μαθητές σημείωναν την αρχική και την τελική στάθμη του νερού στα δοχεία στο ψηφιακό φύλλο εργασίας (εικόνα 3) και μέσω των μετρήσεων ανά χρονικά διαστήματα καλούνταν να υπολογίσουν την παραγωγή αερίου (υδρογόνου και οξυγόνου) και να την αξιολογήσουν.

Στο στάδιο της *επεξεργασίας* αναπτύσσεται μία συζήτηση σχετικά με τις δυνατότητες βελτίωσης του ήδη



Α.Τ. νερού O2 (ml)	Α.Τ. νερού H2 (ml)

Χρόνος (λεπτά)	Στάθμη νερού O2 (ml)	Στάθμη νερού H2 (ml)
2		
4		
6		
8		
10		

Παραγωγή O2	Παραγωγή H2

υπάρχοντος αυτοκινήτου σε επίπεδο βιωσιμότητας. Επιχείρησαν να προτείνουν λύσεις για βελτίωση της κατασκευής η οποία θα είχε, όσο το δυνατόν, μικρότερο οικολογικό αποτύπωμα και θα ήταν ανεπηρέαστο από το απρόβλεπτο των καιρικών συνθηκών.

Εικόνα 3. Απόσπασμα ψηφιακού φύλλου εργασία για καταγραφή μετρήσεων

Στο στάδιο της *αξιολόγησης* μέσω ενός παιχνιδιού ρόλου οι μαθητές επιχειρηματολογούν σχετικά με τα οφέλη του αυτοκινήτου τους και παρουσιάζουν τον τρόπο λειτουργείας του. Η μία ομάδα εκπροσωπούσε τους κατασκευαστές του αυτοκινήτου και η άλλη ενδεχόμενους επενδυτές με σκοπό να επιχειρηματολογήσουν ως προς την βιωσιμότητα του αυτοκινήτου.

Πλαίσιο εφαρμογής διδακτικού υλικού

Το εν λόγω διδακτικό υλικό εφαρμόστηκε σε 105 μαθητές Γυμνασίου στο κέντρο Φυσικών Επιστημών «Science in the city» κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2022-2023. Στις επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν οι μαθητές χωρίζονταν σε ομάδες των 6 ατόμων και η διαδικασία διαρκούσε περίπου 25 λεπτά για κάθε ομάδα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την εφαρμογή των παραπάνω δραστηριοτήτων διαφάνηκε πως οι δραστηριότητες και τα μέσα που αξιοποιήθηκαν κατόρθωσαν να εμπλέξουν ενεργά τους μαθητές στην μαθησιακή διαδικασία και να τους υποστηρίξουν στη διεξαγωγή διερευνήσεων. Συγκεκριμένα, κατά την πειραματική δραστηριότητα με το υδρογονοκίνητο αυτοκίνητο οι μαθητές πραγματοποίησαν παρατηρήσεις και μετρήσεις, εξασκήθηκαν στην οργανωμένη καταγραφή των δεδομένων τους βάσει των οποίων οδηγήθηκαν σε συμπεράσματα σχετικά τόσο με τον τρόπο λειτουργίας του αυτοκινήτου όσο και με το οικολογικό του αποτύπωμα καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η αντικατάσταση του καυσίμου των τωρινών αυτοκινήτων θα επέφερε μακροπρόθεσμα οφέλη όσον αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση. Παράλληλα συνέκριναν την απόδοσή του κατά την τροφοδοσία του με δύο διαφορετικούς τρόπους καταλήγοντας σε συμπεράσματα για την αποδοτικότερη επιλογή. Συγκεκριμένα, ένας μαθητής ανέφερε: «*Με τη μπαταρία το αυτοκίνητο κινείται για περισσότερη ώρα και χρειάζεται λιγότερη ώρα να φορτίσει*».

Εφαρμόζοντας τα συμπεράσματά τους και λαμβάνοντας υπόψη τους και πραγματικούς περιορισμούς της λειτουργίας του, όπως για παράδειγμα την περίπτωση μετακίνησης στη διάρκεια μιας συννεφιασμένης μέρας, διαμόρφωσαν προτάσεις για περαιτέρω βελτίωση της βιωσιμότητας του αυτοκινήτου οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις αφορούσαν την τροφοδοσία του με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που να

αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ενδεικτικά μια μαθήτρια πρότεινε: «*Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες οι οποίες θα φορτίζονται με ηλιακή ενέργεια αντί ηλεκτρικό ρεύμα και έτσι το αυτοκίνητο θα είναι αποδοτικό ακόμα και όταν έχει παροδική συννεφιά*».

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε για την εξοικείωση των μαθητών με εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως αυτή του υδρογόνου. Η δυνατότητα πρακτικής εμπλοκής των μαθητών με πειραματικές διαδικασίες δίνει την ευκαιρία της βιωματικής μάθησης και καθιστά τη μάθηση πιο ουσιαστική και αποτελεσματική. Η οπτικοποίηση και πρακτική εφαρμογή της μάθησης είχε ως αποτέλεσμα να διατηρήσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να μπορέσουν να κατακτήσουν τη γνώση και να είναι σε θέση αργότερα να την ανακαλέσουν. Επιπρόσθετα, η ομαδοσυνεργατική διάσταση που δόθηκε στη διαδικασία μπόρεσε να διεγείρει συζητήσεις και προβληματισμούς. Το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε έδωσε στους μαθητές τη δυνατότητα να προβληματιστούν σχετικά με την συμβολή τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση, να γνωρίσουν ένα μέσο μετακίνησης που αξιοποιεί εναλλακτικές πηγές ενέργειας και να πειραματιστούν προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση και την βιωσιμότητά του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ψύλλος, Δ. (2021). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ψηφιακές Τεχνολογίες: Όψεις και Μετασχηματισμοί. *Έρευνα Για Την Εκπαίδευση Στις Φυσικές Επιστήμες Και Την Τεχνολογία,* 1(1), 191-212. https://doi.org/10.12681/riste.27276

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, *5*(88-98).

Ogden, J. M. (2002). Hydrogen: The fuel of the future?. *Physics today, 55*(4), 69-75. https://doi.org/10.1063/1.1480785