

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

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Η ενότητα «Ενέργεια» στο νέο αναλυτικό πρόγραμμα της Τεχνολογίας Α' Γυμνασίου

Νίκη Σισσαμπέρη, Βασίλης Σταυρόπουλος

doi: [10.12681/codiste.7390](https://doi.org/10.12681/codiste.7390)

Η ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΝΕΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Νίκη Σισσαμπέρι¹, Βασίλης Σταυρόπουλος²

¹Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΠ) Πανεπιστημίου Πατρών, ²Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ83-Ηλεκτρολόγων Μηχανικών

nsissam@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία διερευνά τα στοιχεία που συγκροτούν το διδακτικό μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε γνώση προς διδασκαλία της ενότητας ενέργεια στο νέο αναλυτικό πρόγραμμα (Α.Π.) της Τεχνολογίας Α΄ Γυμνασίου. Η διερεύνηση, με βάση ένα πρότυπο ταξινόμησης αναλυτικών προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών, αφορά στο περιεχόμενο της εννοιολογικής και πολιτισμικής συνιστώσας της επιστημονικής γνώσης για την ενέργεια. Διαπιστώνεται ότι το Α.Π. έχει στοιχεία εν δυνάμει καινοτομικού προγράμματος. Όπως προκύπτει από έρευνες, τα καινοτομικά προγράμματα, ενδείκνυνται για τη διδασκαλία της ενέργειας καθώς πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια διδακτικού μετασχηματισμού. Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζεται δομημένη πρόταση για την μετάβασή του από εν δυνάμει σε πραγματικό καινοτομικό πρόγραμμα.

Λέξεις κλειδιά: σύστημα ενέργειας, καινοτομικό αναλυτικό πρόγραμμα

THE “ENERGY” MODULE IN THE NEW CURRICULUM FOR THE 1ST GRADE OF THE GREEK HIGH SCHOOL TECHNOLOGY COURSE

Niki Sissamperi¹, Vasilios Stavropoulos²

¹ Teaching staff, University of Patras, ²Educational Advisor of Electrical Engineering Teachers

nsissam@upatras.gr

ABSTRACT

This paper attempts to identify the elements that determine the transformation of scientific knowledge about energy into knowledge to be taught in first grade technology courses in Greek Gymnasium. By focusing on the conceptual and cultural content of scientific knowledge about energy, we ascertain that the new curriculum has characteristics of a potentially innovative approach. This approach to curricula for teaching energy is more appropriate than others, as it meets the criteria for the relevant didactic transformations. In this context, a structured proposal for the transition of the original curriculum from a general direction to a realistic innovative curriculum is presented here.

Keywords: energy systems, innovative curriculum

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια ενέργεια εντάσσεται ως ένα κύριο θεματικό πεδίο στο νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα(ΑΠ) του μαθήματος Τεχνολογία Γυμνασίου με δύο θεματικές ενότητες: (α) Τεχνολογίες ενέργειας/Ροής και (β) Τεχνολογίες διατήρησης της ενέργειας. Η φυσιολογία του μαθήματος (ΙΕΠ, 2021) συνάδει με μία σύγχρονη τάση της διδασκαλίας επιστημονικών εννοιών γνωστή ως “ολοκληρωμένη (integrated) ή διεπιστημονική/ διαθεματική προσέγγιση STEM” (Science- Technology- Engineering- Mathematics).

Οι ευρείες θεματικές ενότητες της ενέργειας σε συνδυασμό με τα πολιτισμικά πεδία αναφοράς, τα οποία έχουν έντονο κοινωνικό ενδιαφέρον, όπως προκύπτει από την ανάγνωση του Α.Π., εκτιμούμε ότι αποτελούν στοιχεία μιας εν δυνάμει καινοτομικής αντίληψης (Κολιόπουλος, 2006). Ως καινοτομική αντίληψη του Α.Π. ορίζεται μια συγκεκριμένη διαδικασία Διδακτικού Μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε γνώση προς διδασκαλία (Arsac et al., 1994).

Η διαδικασία αυτή η οποία έχει ευρεία εφαρμογή στα πλαίσια της Διδακτικής των Θετικών Επιστημών μπορεί να εφαρμοστεί και σε περιπτώσεις διδασκαλίας της Τεχνολογίας, ιδιαίτερα για το γνωστικό αντικείμενο ενέργεια (Σταυρόπουλος, 2019). Η καινοτομική αντίληψη του Α.Π. για τη διδασκαλία της ενέργειας έχει τεκμηριωθεί ερευνητικά ότι ενσωματώνει στοιχεία διδακτικού μετασχηματισμού τα οποία είναι τα πλέον κατάλληλα για όλες τις συνιστώσες της επιστημονικής γνώσης (εννοιολογική, μεθοδολογική, πολιτισμική).

Δεδομένων αυτών, στην παρούσα εργασία διερευνούμε εάν το περιεχόμενο της εννοιολογικής και πολιτισμικής συνιστώσας της θεματικής ενότητας “ενέργεια” της Τεχνολογίας Γυμνασίου έχει στοιχεία εν δυνάμει καινοτομικής αντίληψης και πώς αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν στη συγγραφή των σχολικών εγχειριδίων και κατ’ επέκταση για τη διδασκαλία.

Το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας παρατίθεται εν συντομία στη συνέχεια.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Σύμφωνα με τη Διδακτική των Θετικών Επιστημών, η διαδικασία του Διδακτικού Μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε γνώση προς διδασκαλία οφείλει να διασφαλίσει τρία βασικά κριτήρια για τη διαμόρφωση Α.Π. Αυτά είναι η επιστημολογική εγκυρότητα της σχολικής επιστημονικής γνώσης, η ψυχολογική συμβατότητα της γνώσης αυτής με τις γνωστικές δυνατότητες των μαθητών και η καταλληλότητα του παιδαγωγικού πλαισίου διδασκαλίας.

Όπως, αναλυτικά παρουσιάζεται από τον Κολιόπουλο (2006) ο Διδακτικός μετασχηματισμός των Α.Π των Φυσικών Επιστημών μπορεί να ενσωματώσει διαφορετικές παραμέτρους, ως προς τις τρεις συνιστώσες της επιστημονικής γνώσης: (α) την εννοιολογική, (β) τη μεθοδολογική και (γ) την πολιτισμική. Η εννοιολογική συνιστώσα αφορά το εννοιολογικό πλαίσιο από το οποίο απορρέουν οι υπό μελέτη έννοιες και φαινόμενα, ενώ η πολιτισμική συνιστώσα συνδέεται με την υπόσταση της επιστημονικής γνώσης η οποία αναφέρεται στα κοινωνικά χαρακτηριστικά της γνώσης αυτής. Η μεθοδολογική συνιστώσα αφορά στον τρόπο με τον οποίο παράγεται η επιστημονική γνώση.

Από τις τρεις αντιλήψεις για τα Α.Π. υποστηρίζουμε ότι η καινοτομική είναι περισσότερο συμβατή με το μάθημα της Τεχνολογίας, και ιδιαίτερα για την ενότητα “ενέργεια”. Η άποψη αυτή τεκμηριώνεται από

προηγούμενες έρευνες, στις οποίες διαπιστώσαμε ότι ενδείκνυται η καινοτομική αντίληψη για την διδασκαλία ενεργειακών εννοιών στην υποχρεωτική εκπαίδευση.

Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι τα τεχνολογικά συστήματα με έντονο κοινωνικό ενδιαφέρον, όπως τα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής (Σισσαμπέρη, 2015) ή τα οχήματα (Σταυρόπουλος, 2019) αποτελούν προνομιακά φαινομενολογικά πεδία αναφοράς για τη διδασκαλία και τη μάθηση της έννοιας ενέργεια.

Η καινοτομική αντίληψη (Κολιόπουλος, 2006) χαρακτηρίζεται από τέσσερα στοιχεία τα οποία εμφανίζονται ως διδακτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης (εννοιολογικής, μεθοδολογικής, πολιτισμικής) σε γνώση προς διδασκαλία. Τα στοιχεία αυτά είναι: (α) η διαμόρφωση ευρέων θεματικών ενοτήτων/εννοιολογικών ενοτήτων όπου η έμφαση δίνεται στη δομή της ενότητας ή στο λεγόμενο καθοδηγούν θέμα (εννοιολογική διάσταση), (β) η “σε βάθος” πραγμάτευση ενός εννοιολογικού πλαισίου με παράλληλη εισαγωγή στοιχείων “ποιοτικής” φυσικής (εννοιολογική διάσταση), (γ) η επίδραση της υποθετικο-παραγωγικής μεθοδολογικής προσέγγισης (μεθοδολογική διάσταση) και (δ) η οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης των φυσικών επιστημών στις διάφορες θεματικές ενότητες (πολιτισμική διάσταση).

Τα στοιχεία αυτά διερευνώνται ως προς την ύπαρξή τους στο νέο Α.Π. της Τεχνολογίας Γυμνασίου σύμφωνα με την ερευνητική διαδικασία της ανάλυσης περιεχομένου η οποία παρουσιάζεται παρακάτω.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η έρευνα

Η έρευνα που εφαρμόστηκε, γνωστή ως ανάλυση περιεχομένου, θέτει ως μονάδες ανάλυσης τους στόχους και τις αντίστοιχες ενδεικτικές δραστηριότητες του Α.Π της Α΄ Γυμνασίου. Πρόκειται για ένα σύνθετο είδος ανάλυσης αναλυτικών προγραμμάτων Φυσικών Επιστημών (Κολιόπουλος & Δελέγκος, 2008· Σταυρόπουλος & Κολιόπουλος, 2004· Koliopoulos & Constantinou, 2012).

Πιο συγκεκριμένα, καταγράφονται τα τμήματα κειμένου στα οποία περιγράφεται το περιεχόμενο της εννοιολογικής και της πολιτισμικής συνιστώσας της επιστημονικής γνώσης. Η μεθοδολογική συνιστώσα, η οποία αφορά στον τρόπο με τον οποίο παράγεται η επιστημονική γνώση, δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας έρευνας. Αποδεχόμαστε ότι το νέο Α. Π. της Τεχνολογίας, προτάσσοντας τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας και την συναφή με αυτό διδακτική προσέγγιση γνωστή ως Μηχανικός Σχεδιασμός (Engineering Design), ενσωματώνει έγκυρους διδακτικούς μετασχηματισμούς της υποθετικο-παραγωγικής επιστημονικής μεθόδου (μεθοδολογική συνιστώσα) οι οποίοι συνάδουν με την καινοτομική αντίληψη.

ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ενέργεια στο αναλυτικό πρόγραμμα Τεχνολογίας της Α΄ Γυμνασίου αποτελεί το καθοδηγούν επιστημονικό θέμα (Science) μιας σειράς διδακτικών δραστηριοτήτων με τις οποίες προσεγγίζεται η Τεχνολογία (Technology) και η Μηχανική (Engineering) ενεργειακών συστημάτων τα οποία έχουν κοινωνικό ενδιαφέρον κυρίως σε σχέση με την παραγωγή και εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ανάλυση περιεχομένου απεικονίζεται συνολικά στον πίνακα 1. Το περιεχόμενο της εννοιολογικής διάστασης προσεγγίστηκε σε ένα πρώτο επίπεδο με βάση τη διάκριση “Δομή ενότητας” και “εννοιολογικό πλαίσιο”. Σε δεύτερο επίπεδο έγινε η διάκριση με βάση τις υπο-ενότητες. Αναφορικά με την πολιτισμική διάσταση η διάκριση έγινε μόνο με βάση τις υπο-ενότητες.

Τα αποτελέσματα σχετικά με το εννοιολογικό περιεχόμενο συνοψίζονται γύρω από τρεις άξονες. Σύμφωνα με τον πρώτο άξονα, τόσο ως προς τη δομή όσο και ως προς το εννοιολογικό πλαίσιο, η έννοια “σύστημα ενέργειας” αποτελεί την κεντρική έννοια διδασκαλίας. Το γεγονός ότι δεν γίνεται αναφορά σε “ενέργεια” αλλά σε “σύστημα ενέργειας” μπορεί να ερμηνευτεί ως συνειδητή επιλογή για την ανάδειξη της συστημικής φύσης της ενέργειας, κάτι που δεν συμβαίνει, συνήθως, στα Α.Π. των Φυσικών Επιστημών.

Σύμφωνα με τον δεύτερο άξονα, φαίνεται ότι η διάκριση σε Τεχνολογίες Ροής & Διατήρησης της ενέργειας προσιδιάζει αφενός στη φύση του μαθήματος, δίνοντας έμφαση στο τεχνολογικό σύστημα και αφετέρου με τη συστημική φύση της ενέργειας, κυρίως στα πλαίσια του εννοιολογικού πλαισίου της Τεχνικής Θερμοδυναμικής, η οποία χαρακτηρίζεται και ως επιστήμη της ενέργειας.

Πίνακας 1. Το νέο αναλυτικό πρόγραμμα Τεχνολογίας της Α΄ Γυμνασίου.

	Υπο- ενότητες	Α΄ τάξη
Εννοιολογική διάσταση (Δομή ενότητας)	Τεχνολογίες Ενέργειας/ Ροής	<p>Σύνθεση μερών ενός συστήματος (ή οργάνου) μέτρησης ενέργειας.</p> <p>Εφαρμογή των διαστάσεων/πρακτικές της υπολογιστικής σκέψης για να λυθεί ένα πρόβλημα ροής ενέργειας, π.χ. σε σεισμικά κύματα.</p> <p>Αναγνώριση/ ονομασία των δομικών στοιχείων ενός συστήματος μέτρησης.</p> <p>Εντοπισμός εγκάρσιων ιδεών/ εννοιών στη σύνθεση και λειτουργία του συστήματος, όπως σύστημα και υποσυστήματα, αίτιο και αποτελέσματα.</p>
	Τεχνολογίες Διατήρησης Ενέργειας	<p>Σύνθεση των μέρη ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας μέσω της εμπλοκής τους στις εγκάρσιες έννοιες.</p> <p>Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων ενέργειας.</p> <p>Αναγνώριση/ ονομασία των δομικών στοιχείων ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας.</p> <p>Σύνθεση μερών ενός συστήματος ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.</p> <p>Αναγνώριση & αξιολόγηση μορφών ενέργειας για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη συστημάτων.</p> <p>Εντοπισμός “κοινών” εννοιών σε διάφορες γνωστικές περιοχές για να υλοποιηθεί μια διεπιστημονική/δια-επιστημονική προσέγγιση “ολοκληρωμένου STEAM” σε σχέση με την ενέργεια (διατήρηση και ροή).</p>
Εννοιολογική διάσταση (εννοιολογικό πλαίσιο)	Τεχνολογίες Ενέργειας/ Ροής	<p>Σύστημα(όργανο) μέτρησης ενέργειας (δομή, λειτουργία, υποσυστήματα)</p> <p>Σύστημα παραγωγής ενέργειας (δομή, λειτουργία, υποσυστήματα)</p>
	Τεχνολογίες Διατήρησης Ενέργειας	<p>Σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ροή, διατήρηση)</p>
Πολιτισμική διάσταση	Τεχνολογίες Ενέργειας/ Ροής	<p>Σύστημα (όργανο) μέτρησης ενέργειας(Διαχείριση ενεργειακών πόρων)</p> <p>Συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (Διαχείριση ενεργειακών πόρων)</p> <p>Μηχανικό όχημα (Μετακίνηση, μέσα μεταφοράς και απόδοση)</p>
	Τεχνολογίες Διατήρησης Ενέργειας	<p>Ανανεώσιμες πηγές (Διαχείριση ενεργειακών πόρων)</p>

Τέλος, από τον τρίτο άξονα, φαίνεται ότι κατά τη διδακτική προσέγγιση προτείνεται η μελέτη των συστημάτων ενέργειας, όπως η σύνθεση συστήματος, η αναγνώριση δομικών στοιχείων συστήματος, ή περιγραφή λειτουργίας συστήματος, κ.ά. Αυτές οι προσεγγίσεις είναι προφανώς συμβατές με την έμφαση που δίνεται στην τεχνολογία και τη συστημική φύση των ενεργειακών συστημάτων.

Από τα αποτελέσματα σχετικά με την πολιτισμική διάσταση διαπιστώνεται ότι εν γένει, τα “συστήματα ενέργειας” με τα οποία θα ασχοληθούν οι μαθητές/ριες έχουν έντονο κοινωνικό ενδιαφέρον και είναι τα ακόλουθα: (1) συστήματα παραγωγής ενέργειας, (2) συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, (3) σύστημα μέτρησης ενέργειας και (4) μηχανικό όχημα.

Θέτοντας προς συζήτηση τα αποτελέσματα της ανάλυσης περιεχομένου του Α.Π. Τεχνολογίας της Α΄ τάξης Γυμνασίου, στην επόμενη ενότητα παραθέτουμε δύο βασικά συμπεράσματα και τα αντίστοιχα σχόλια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το πρώτο συμπέρασμα από την ανάλυση περιεχομένου του νέου Α.Π. είναι η ανάδειξη της συστημικής φύσης της ενέργειας. Η συστημική φύση της ενέργειας θεωρείται σημαντική κατά τη διδασκαλία (Domenech, 2007· Van Huis & Vander Berg, 1993· Jewett, 2008) ιδιαίτερα για τα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής και για τα οχήματα (Σισσαμπέρη, 2015· Σταυρόπουλος, 2019) ενώ είναι απαραίτητο να έχει ως γνώση αναφοράς το εννοιολογικό πλαίσιο της Τεχνικής θερμοδυναμικής (Baehr, 1984). Υπό αυτό το εννοιολογικό πλαίσιο και σύμφωνα με τον 1^ο και 2^ο νόμο θερμοδυναμικής νοηματοδοτείται ένα σύνολο άρρηκτα συνδεδεμένων ενεργειακών εννοιών, όπως η μεταφορά, η μετατροπή, η αποθήκευση, η διατήρηση και η υποβάθμιση της ενέργειας. Για τη διδασκαλία αυτού του εννοιολογικού πλαισίου ενδείκνυται (α) η οικοδόμηση γνώσεων σε τέσσερα διακριτά επίπεδα: το φαινομενολογικό, το τεχνολογικό, το επιστημονικό και το περιβαλλοντικό (Sissamperi & Koliopoulos, 2021· Stavropoulos & Koliopoulos, 2019) και (β) η αξιοποίηση του αναπαραστατικού μοντέλου των ενεργειακών αλυσίδων το οποίο αποτελεί επιστημολογικά έγκυρο και ψυχολογικά συμβατό διδακτικό μετασχηματισμό των ενεργειακών συστημάτων (Κολιόπουλος & Μέλη, 2022).

Πιο συγκεκριμένα το φαινομενολογικό επίπεδο αφορά τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του συστήματος και διευκολύνει τον προσδιορισμό του συστήματος. Το τεχνολογικό επίπεδο εστιάζει στη δομή και λειτουργία του συστήματος δίνοντας τις απαραίτητες πληροφορίες για τα μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα αλλά και για το πώς αυτά τα μέρη αλληλεπιδρούν μεταξύ τους κατά τη λειτουργία του συστήματος. Στο επιστημονικό επίπεδο οικοδομούνται οι επιστημονικές γνώσεις βάσει των οποίων μπορεί να εξηγηθεί η λειτουργία του συστήματος. Τέλος, το περιβαλλοντικό επίπεδο αφορά γνώσεις για τις επιπτώσεις της λειτουργίας του συστήματος στο περιβάλλον.

Τονίζεται δε ότι, στα πλαίσια της καινοτομικής αντίληψης για τη διδασκαλία της ενέργειας, η μελέτη των συστημάτων στο περιβαλλοντικό επίπεδο, πρέπει να προηγείται των άλλων επιπέδων. Η προβληματική κατάσταση της μόλυνσης του περιβάλλοντος, για παράδειγμα, από τη λειτουργία των συμβατικών εργοστασιακών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, μπορεί να λειτουργήσει ως αφορμή και πλαίσιο για την οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης της επιστημονικής γνώσης. Η αναγνώριση του προβλήματος (περιβαλλοντικό επίπεδο) μπορεί να οδηγήσει διαδοχικά στη μελέτη των χαρακτηριστικών (φαινομενολογικό επίπεδο) μιας συμβατικής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής (Θερμοηλεκτρικός σταθμός), στην κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του (τεχνολογικό επίπεδο), στην εξήγηση της λειτουργίας του (επιστημονικό επίπεδο). Μέσα από αυτήν την σταδιακή μελέτη των συστημάτων θα κατανοήσουν οι μαθητές/ριες πώς ένας θερμοηλεκτρικός σταθμός μολύνει το περιβάλλον και θα μεταβούν νοητικά στην ανάγκη χρήσης

εναλλακτικών τρόπων παραγωγής μέσω ΑΠΕ. Η περιβαλλοντική διάσταση συνδέεται άμεσα με την επιστημονική (Vince & Tiberghien, 2012· Besson & de Ambrosio, 2014· Johnson & Cincera, 2019) και αυτή η διασύνδεση είναι η προφανής βάση της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης.

Το δεύτερο συμπέρασμα, σχετίζεται άρρηκτα με το πρώτο. Η εφαρμογή της προσέγγισης που παρουσιάστηκε πιο πάνω, εξασφαλίζει ότι η δομή της ενότητας και το εννοιολογικό πλαίσιο συνάδουν με την καινοτομική αντίληψη, ενώ παράλληλα εντάσσουν οργανικά και την πολιτισμική διάσταση της επιστημονικής γνώσης (Delegkos & Koliopoulos, 2020).

Φαίνεται, πράγματι από την ανάλυση ότι στο ΑΠ εντάσσονται προς μελέτη συστήματα παραγωγής ενέργειας τα οποία σχετίζονται με τη διαχείριση ενεργειακών πόρων και αφορούν, κυρίως, στην οικιακή και βιομηχανική χρήση. Ωστόσο, δίνεται έμφαση μόνο στα συστήματα ΑΠΕ. Αυτή η επιλογή, εκτιμούμε ότι στερείται τεχνολογικής τεκμηρίωσης, καθώς από τα συμβατικά συστήματα, σήμερα, παράγεται ένα σημαντικό μέρος της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας και μάλιστα είναι απολύτως απαραίτητη η συμμετοχή τους σε μεγάλο ποσοστό επί του συνόλου των σταθμών παραγωγής, προκειμένου να εξασφαλιστεί ευστάθεια στο σύστημα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Γιαννακόπουλος & Βοβός, 2017). Συνεπώς, δεν μπορούμε να αγνοούμε την ύπαρξη και λειτουργία τους. Η διδασκαλία των ΑΠΕ ως εναλλακτικών λύσεων προς τη λειτουργία των συμβατικών μονάδων αφενός μπορεί να θέσει το πλαίσιο για την οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης της επιστημονικής γνώσης και αφετέρου αποκτά νόημα για την εξοικείωση με την ιστορία της τεχνολογίας και επιστήμης των ενεργειακών συστημάτων (Σισσαμπέρη & Κολιόπουλος, 2022).

Ολοκληρώνοντας, εκτιμούμε ότι τα συμπεράσματα και τα σχόλια μας μπορούν να αξιοποιηθούν, ώστε τα εν δυνάμει στοιχεία της καινοτομικής αντίληψης του ΑΠ της τεχνολογίας, να εκφραστούν και στα σχολικά βιβλία που βρίσκονται στη φάση της συγγραφής τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ-2021). Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Τεχνολογίας στις Α, Β & Γ τάξεις Γυμνασίου, <http://iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli>.
- Γιαννακόπουλος Γ., Βοβός Ν. (2017). *Έλεγχος και ευστάθεια συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας*, Εκδόσεις Ζήτη
- Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*, Αθήνα, Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Κολιόπουλος, Δ., Μέλη, Κ. (2022). *Η διδασκαλία της ενέργειας*, University Studio Press.
- Κολιόπουλος, Δ., Δελέγκος, Ν. (2008). Η θεματική ενότητα «ενέργεια» στο πρόγραμμα σπουδών και το σχολικό εγχειρίδιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. 4ο Συνέδριο ΕΔΙΦΕ «Αναλυτικά προγράμματα και βιβλία φυσικών επιστημών: Κριτική θεώρηση και προοπτικές», Θεσσαλονίκη, 9-11 Μαΐου 2008.
- Σισσαμπέρη, Ν. (2015). Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις της διδασκαλίας των μεγάλης κλίμακας συστημάτων παραγωγής ενέργειας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Διδακτορική Διατριβή, <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/35885>.
- Σισσαμπέρη, Ν. Κολιόπουλος, Δ. (2022). Η σχέση τεχνολογίας και φυσικών επιστημών στη διδασκαλία: Μια μελέτη περίπτωσης στο Δ. Κολιόπουλος, Κ. Μέλη, Ξ. Αραπάκη, Ν. Σισσαμπέρη, Π. Γεωργοπούλου, Ε. Παππά. *Ειδικά θέματα διδακτικής και μουσειολογίας φυσικών επιστημών*, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Κάλλιπος, ISBN: 978-618-5667-21-4, <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/8448>.
- Σταυρόπουλος, Β. (2019). Διδασκαλία ενεργειακών εννοιών σε σύνθετα τεχνολογικά συστήματα: η περίπτωση του αυτοκινήτου, Διδακτορική Διατριβή, <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/45765>.

- Σταυρόπουλος, Β., Κολιόπουλος, Δ. (2004). Συγκριτική ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής Γενικής Παιδείας στο Ενιαίο Λύκειο και στο ΤΕΕ: Η περίπτωση της έννοιας της ενέργειας, 2^ο Συνέδριο ΕΔΙΦΕ και 2^ο Συμπόσιο IOSTE στη Νότια Ευρώπη, Καλαμάτα, 18-20 Μαρτίου 2004.
- Arsac, G., Chevallard, Y., Martinand, A., Tiberghien, A. (1994). *La transposition didactique l'preuve* (The didactic transposition under investigation). La Pensee Sauvage.
- Baehr, H. D. (1984). Θερμοδυναμική, Εισαγωγή στα θεμελιώδη και τις τεχνικές εφαρμογές, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Besson, U., de Ambrosis, A. (2014). Teaching energy concepts by working on themes of cultural and environmental value. *Science & Education*, 23(6), 1309-1338. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9592-7>.
- Delegkos, N., Koliopoulos, D. (2020). Constructing the 'energy' concept and its social use by students of primary education in Greece. *Research in Science Education*, 50(2), 393-418. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9694-y>
- Domenech, L.J., Gil-Perez, D., Gras-Marti, A., Guisasola, J., Martinez-Torregrosa, J., Salivas, J. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science&Education*, 16(1), 43-64. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-5036-3>.
- Jewett, W.J. (2008). Energy and the Confused Student II: Systems. *The Physics Teacher*, 46(2), 81-86. <https://doi.org/10.1119/1.2834527>.
- Johnson, B., Cincera, J. (2019). Development of the ecological concepts of energy flow and materials cycling in middle school students participating in earth education programs. *Studies in Educational Evaluation*, 63, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.08.003>.
- Koliopoulos, D., Constantinou, C. (2012). Energy in Education. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 3-6. <https://doi.org/10.26220/rev.1697>.
- Sissamperi, N., Koliopoulos, D. (2021). How students of primary school understand large scale energy systems: the case of thermal power plant. *Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 129-145.
- Stavropoulos, V., Koliopoulos, D. (2019). Teaching energy concepts in complex technological systems: The case of the car. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(1), 308-314. <https://doi.org/10.26220/unc.2992>.
- Van Huis, C., Van der Berg, E. (1993). Teaching energy: A systems approach. *Physics Education*, 28(3), 146-153. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/28/3/003>.
- Vince, J., Tiberghien, A. (2012). Enseigner l' energie en physique a par tir de la question sociale du define ergetique [Teaching energy in physics within the social question of the energy challenge]. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 89-124. <https://doi.org/10.26220/rev.1625>.