

# 12<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ο Ρόλος της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες  
στην κοινωνία του 21ου αιώνα



## ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ | 19 έως 21 Νοεμβρίου 2021



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικών και Καποδιστριακών  
Πανεπιστημίων Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών



**ΕΝΕΦΕΤ**  
Ενώση για την Εκπαίδευση στις  
Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία

«Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα»  
Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου  
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση  
Αθήνα, 19-21 Νοεμβρίου 2021  
Μέγαρο της Μαρασλείου Παιδαγωγικής Ακαδημίας  
Πρακτικά Συνεδρίου  
**ISBN 978-618-82007-4-6**

*Επιμέλεια έκδοσης:* Σκορδούλης Κωνσταντίνος, Στεφανίδου Κωνσταντίνα, Μανδρίκας Αχιλλέας, Μπόικος Ηλίας  
*Σελιδοποίηση - εξώφυλλο:* Μπόικος Ηλίας, Μανδρίκας Αχιλλέας  
*Σχεδίαση υλικού συνεδρίου:* Μπόικος Ηλίας

2023

Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας  
Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
Σχολή Επιστημών της Αγωγής  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Web site: <http://synedrio2021.enepnet.gr>

Πλήρης βιβλιογραφική αναφορά:

Σκορδούλης Κ., Στεφανίδου Κ., Μανδρίκας Α. & Μπόικος Η. (2023). Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21<sup>ου</sup> αιώνα / Πρακτικά 12<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ. χχ-ψψ., Εκδόσεις ΕΚΠΑ, Αθήνα 2023, ISBN 978-618-82007-4-6, ημερομηνία πρόσβασης: ηη/μμ/εε

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν με τυφλή κρίση από δύο τουλάχιστον κριτές, οι οποίοι/ες ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής ή/και του αναφερόμενου καταλόγου κριτών.



ΑΘΗΝΑ 2023 - CC BY-NC 4.0

**Μπορείτε να:**

Μοιραστείτε — αντιγράψετε και αναδιανέμετε το υλικό με κάθε μέσο και τρόπο  
Προσαρμόσετε — αναμίξετε, τροποποιήσετε και να δημιουργήσετε πάνω στο υλικό

**Υπό τους ακόλουθους όρους:**

Αναφορά Δημιουργού — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.

**Μη Εμπορική Χρήση** — Δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς

## Απόψεις και δυσκολίες των εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Μία συστηματική ανασκόπηση

**Χρυσούλα Γκουντούλα<sup>1</sup>, Αναστάσιος Ζουπίδης<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, <sup>2</sup>Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

### Περίληψη

Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) αποτελεί μία σημαντική πτυχή της διερευνητικής μάθησης. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών για την μέθοδο ΣΕΜ και την ενσωμάτωσή της στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Για την ανασκόπηση ακολουθήσαμε τις νέες κατευθυντήριες γραμμές, όπως παρουσιάζονται στο PRISMA 2020, μέσα από μία διευρυμένη λίστα ελέγχου 27 βημάτων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί συστηματική μελέτη των απόψεων και των δυσκολιών των Ελλήνων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην ενσωμάτωση της μεθόδου ΣΕΜ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών

## Teachers' views and difficulties in integrating the Control of Variables Strategy into Science Teaching: A systematic review

**Chrysoula Gountoula<sup>1</sup>, Anastasios Zoupidis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Western Macedonia, <sup>2</sup>Demokritos University of Thrace

### Abstract

Control of Variables Strategy (CVS) is a substantial aspect of inquiry-based learning. This paper aims to review the literature and to identify the studies that have been carried out so far, on teachers' views and difficulties concerning the CVS method and its integration into science teaching. For the review we followed the new guidelines, as presented in PRISMA 2020, through an expanded 27-step checklist. Based on the systematic review results, a lack of previous systematic study on Greek primary school teachers' views and difficulties in integrating the CVS method into science teaching has been revealed.

**Keywords:** Control of Variables Strategy, teachers' professional development

## Εισαγωγή

Η ικανότητα σχεδιασμού κατάλληλων πειραμάτων και η εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων από τα αποτελέσματά τους είναι μια από τις βασικές δεξιότητες στην επιστημονική σκέψη (Chen & Klahr, 1999). Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) αποτελεί ένα από τα στοιχειώδη συστατικά της διερεύνησης με διττό ρόλο, ως «μέσο» και ως «σκοπός» της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) (Boudreaux et al., 2008).

Επιπλέον, θεωρείται προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη υψηλών δεξιοτήτων επιστημονικού συλλογισμού, όπως είναι η σύνθετη επίλυση προβλήματος και οι αιτιώδεις συλλογισμοί που προκύπτουν από τον έλεγχο πολλών μεταβλητών (Schwichow et al., 2020). Παρόλα αυτά, οι εκπαιδευτικοί δεν χρησιμοποιούν τη μέθοδο ΣΕΜ ως ένα σημαντικό διδακτικό εργαλείο (Schwichow et al., 2020).

Λαμβάνοντας υπόψη την αξία της ενσωμάτωσης της μεθόδου κατά την εκπαιδευτική πράξη, ώστε οι μαθητές να διαμορφώνουν μια ολιστική εικόνα για την επιστήμη (Boudreaux et al., 2008), αλλά και τις δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διαχείριση τέτοιου είδους ζητημάτων στη διδασκαλία (Furtak & Alonzo, 2009; Rorohl & Rönnebeck, 2019), η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη.

## Μεθοδολογία

Αφηρητικό σημείο της συστηματικής ανασκόπησης ήταν η προκαταρκτική διερεύνηση και χαρτογράφηση του πεδίου, με τελικό στόχο τον εντοπισμό κενών και ελλείψεων. Για την ανασκόπηση, δηλαδή για τον εντοπισμό, την επιλογή και την κατηγοριοποίηση των μελετών ακολουθήσαμε τις νέες κατευθυντήριες γραμμές, όπως παρουσιάζονται στο PRISMA 2020, μέσα από μία διευρυμένη λίστα ελέγχου 27 βημάτων, με λεπτομερείς συστάσεις αναφοράς για κάθε στοιχείο (Page et al., 2021). Στο πλαίσιο αυτό, επιχειρήθηκε να παρουσιαστούν τα γενικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου προβλήματος που διερευνούμε, δηλαδή πώς συνοψίζεται η εικόνα της ερευνητικής προσπάθειας μέχρι στιγμής στην παγκόσμια βιβλιογραφία/αρθρογραφία και τι ζητήματα μένουν ανοιχτά προς διερεύνηση, με σκοπό να δοθεί απάντηση στο κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας.

Ως πηγές πληροφοριών για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας αξιοποιήθηκαν οι παρακάτω βάσεις δεδομένων: SCOPUS, Google Scholar, Elsevier, Eric, Research Gate και Springer. Εξετάστηκαν δημοσιεύσεις από το 2000 μέχρι την 30<sup>η</sup> Μαΐου 2021, στην αγγλική γλώσσα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν παραπομπές από τα εξαγόμενα άρθρα για την ολοκλήρωση της αναζήτησης δεδομένων. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό και τη συλλογή των υφιστάμενων μελετών και ο αλγόριθμος της αναζήτησης των λέξεων-κλειδιών στη βάση της λογικής Boolean ήταν: “Control of Variables Strategy”, “Control of Variables AND science education”, “teaching Control of



Variables Strategy”, “student understanding of CVS”, “Control of Variables adults”, “transfer of the Control of Variables”, “Control of Variables Strategy experimental designs”, “teachers’ professional development in science”, “Self-Efficacy and CVS”, “Teachers’ beliefs and views AND science”. Οι παραπάνω λέξεις-κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις βάσεις δεδομένων και κάθε φορά απορρίπτονταν τα δεδομένα που είχαν προηγουμένως εντοπιστεί ή που δεν πληρούσαν τα αρχικά κριτήρια αναζήτησης.

Τα κριτήρια αποκλεισμού από την έρευνα ήταν η διαθεσιμότητα, το είδος της έρευνας, το μέγεθος αυτής και το έτος δημοσίευσης. Τα είδη ερευνών που εξαιρέθηκαν είναι τα εξής: μη διαθέσιμα άρθρα, σύντομες εργασίες, posters και περιλήψεις που δεν παρέχουν ολόκληρα τα άρθρα, έρευνες με μέγεθος μικρότερο από εισήγηση και έτος δημοσίευσης πριν από το 2000. Από την ανάλυση των άρθρων συλλέχθηκαν ποσοτικά (αριθμός άρθρων, μέγεθος δείγματος, έτος δημοσίευσης, εργαλεία και μέσα συλλογής δεδομένων) και ποιοτικά (ερευνητικό ερώτημα, αποτελέσματα έρευνας) δεδομένα. Τα άρθρα στο σύνολό τους ήταν 318 και με βάση τα παραπάνω κριτήρια έγινε συγχώνευση όλων των αποτελεσμάτων της αναζήτησης από τις διάφορες πηγές, αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα (duplicates) (21 άρθρα) και έμειναν 298 άρθρα. Στη συνέχεια, ελέγχθηκαν οι τίτλοι και οι περιλήψεις των 298 άρθρων και απομονώθηκαν οι δυνητικά κατάλληλες μελέτες. Εξαιρέθηκαν με αυτόν τον τρόπο 172 άρθρα, τα οποία αφορούσαν διπλωματικές εργασίες, μετα-αναλύσεις, αλλά και άρθρα που δεν σχετιζόνταν με τη ΣΕΜ στην εκπαίδευση, καθώς είχαν ως κεντρική θεματολογία τους τη διερεύνηση γενικότερα. Από αυτήν τη διαδικασία έμειναν 126 άρθρα. Αναγνώστηκαν τα πλήρη 126 κείμενα και παρέμειναν τα δυνητικά κατάλληλα (75 άρθρα). Επιπλέον, για την αρχειοθέτηση, ταξινόμηση και κριτική αποτίμηση των παραπάνω άρθρων αξιοποιήθηκαν οι λίστες ελέγχου του Critical Appraisal Skills Programme (CASP).

## Αποτελέσματα

Συνεπώς, ο τελικός αριθμός των άρθρων διαμορφώθηκε στα 75 άρθρα, τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν στις επιμέρους κατηγορίες ως εξής:

- Η ΣΕΜ ως διερευνητική μέθοδος (28 άρθρα)
- ΣΕΜ και εκπαίδευση εκπαιδευτικών (17 άρθρα)
- Η ΣΕΜ στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (15 άρθρα)
- Απόψεις, πεποιθήσεις και αυτό-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών σχετικά με τη ΣΕΜ (13 άρθρα)
- Διαμορφωτική Αξιολόγηση και ΣΕΜ (2 άρθρα).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης στη σχετική βιβλιογραφία/αρθρογραφία, παρατηρείται η εκτενής προσπάθεια μελέτης της κατανόησης της μεθόδου ΣΕΜ από τους μαθητές, τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και της εφαρμογής της μεθόδου σε πραγματικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Ωστόσο, δεν υπάρχει συστηματική ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Επιπλέον, εντοπίζονται αρκετές μελέτες που αφορούν στην κατανόηση και τις δυσκολίες εφαρμογής άλλων διερευνητικών προσεγγίσεων (problem-based inquiry, project-based

learning, field-work, case studies κ.ά.), σε αντίθεση με την περίπτωση της μεθόδου ΣΕΜ, όπου ο αριθμός των μελετών είναι πολύ μικρότερος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ενώ έπειτα από μία διδακτική παρέμβαση προκύπτει σταδιακή βελτίωση της κατανόησης της ΣΕΜ από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (Thompson & Dow, 2017), η ρητή διδασκαλία και κατανόηση της μεθόδου δε διασφαλίζουν και την εφαρμογή της (Zouridis et al., 2021). Ενδεχομένως, η πρακτική άσκηση για την εφαρμογή της ΣΕΜ δεν οδηγεί σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση από τους εκπαιδευτικούς (Schwichow et al., 2016), αλλά και η ικανότητα των εκπαιδευτικών να κρίνουν με ακρίβεια τα επίπεδα επίτευξης κατανόησης της ΣΕΜ από τους μαθητές τους, βρίσκεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο (Rorohl & Rönnebeck, 2019). Αναμφίβολα, οι πρακτικές των εκπαιδευτικών που σχετίζονται με τη διαμορφωτική αξιολόγηση, όπως η ερμηνεία των ιδεών των μαθητών ή η παροχή κατάλληλων σχολίων είναι απαραίτητα στοιχεία για την επιτυχή μάθηση των μαθητών (Furtak & Alonzo, 2009). Επιπλέον, η ανατροφοδότηση με έμφαση στη μέθοδο ΣΕΜ θα μπορούσε να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που θα υποστήριζε ουσιαστικά την ανάπτυξη της μεθόδου από τους ίδιους τους μαθητές (Ross, 1988).

Για τους παραπάνω λόγους, σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε ένα ερευνητικό εργαλείο (ερωτηματολόγιο), το οποίο προέκυψε από τη σύνθεση:

- του περιεχομένου της Φυσικής από το ΑΠΣ της Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού
- τον τύπο ερωτημάτων της ομάδας Zouridis et al. (2021)
- τον τύπο ερωτημάτων της ομάδας Schwichow et al. (2020)
- το είδος ανατροφοδότησης που προτείνουν οι Furtak & Alonzo (2009) και οι Rorohl & Rönnebeck (2019).

Κύριος στόχος του ερωτηματολογίου είναι η διερεύνηση των απόψεων, των ιδεών και των δυσκολιών των Ελλήνων εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Το ερωτηματολόγιο, καθώς και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του, θα παρουσιαστούν σε επόμενη δημοσίευση.

## Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, σχετικά με τις απόψεις και τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τόσο ως προς την κατανόηση της μεθόδου ΣΕΜ από τους ίδιους, όσο και ως προς την ενσωμάτωση της μεθόδου στη διδακτική πράξη. Παρόλο που η μέθοδος ΣΕΜ θεωρείται από τις πλέον σημαντικές μεθόδους στη διερευνητική διδασκαλία, τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήσαμε παρουσιάζουν έναν περιορισμένο αριθμό μελετών με θέμα την κατανόηση και εφαρμογή της μεθόδου ΣΕΜ από τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Κατά συνέπεια, καθίσταται σημαντική η διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών με περαιτέρω έρευνες και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

## Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξηερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 1828)

## Βιβλιογραφία

- Boudreaux, A., Shaffer, P., Heron, P., & McDermott, L. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76, 163–170. <https://doi.org/10.1119/1.2805235>.
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70, 1098–1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>
- Furtak, E. M., & Alonzo, A. C. (2009). The Role of Content in Inquiry-Based Elementary Science Lessons: An Analysis of Teacher Beliefs and Enactment. Published online: 30 April 2009 # *Springer Science & Business Media B.V.* 2009. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9128-y>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ropohl, M., & Rönnebeck, S. (2019). Making learning effective – quantity and quality of pre-service teachers’ feedback. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2156–2176. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1663452>
- Ross, J. A. (1988). Controlling variables: a meta-analysis of studies. *Review of Educational Research*, 58(4), 405–437.
- Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control of variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *Contemporary Educational Psychology*, 63, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101923>
- Thompson, K. W., & Dow, M. J. (2017). Co-Teaching to Improve Control Variable Experiment Instruction in Physical Sciences Education. *Electronic Journal of Science Education*, 21(5), 36-52.
- Zoupidis, A., Tselfes, V., & Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers’ beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods. *International Journal of Early Years Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/09669760.2021.1890552>