

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ‘ΥΠΕΥΘΥΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ’ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

TOWARDS THE EMBEDMENT OF RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION IN SCIENCE EDUCATION

Φωτεινή Χαϊμαλά
Ομάδα Εκπαιδευτικής Έρευνας και Αξιολόγησης,
Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ)
haimala@iacm.forth.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή εστιάζει στη σχέση ανάμεσα στην ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (ΥΕΚ) και στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ). Ο στόχος της εργασίας είναι διττός: από τη μια πλευρά στοχεύει να αναδείξει την αναγκαιότητα μορφοποίησης ενός ολιστικού και συνετικού πλαισίου που να διευκολύνει την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ – κάτι που επιχειρείται μέσω της συνθετικής επισκόπησης της βιβλιογραφίας αναφορικά με τη σχέση της ΥΕΚ και της διδασκαλίας των ΦΕ. Από την άλλη πλευρά, η εργασία αποσκοπεί να παρουσιάσει το πλαίσιο του ερευνητικού έργου EN-GAGE και να συζητήσει τη δυναμική του ως ένα ολιστιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ – με έμφαση στην προστιθέμενη αξία που έχει δυνητικά σε επίπεδο ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων στις ΦΕ και σε επίπεδο εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη.

Λέξεις κλειδιά

Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (ΥΕΚ), Πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), Ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων στις ΦΕ.

Abstract

This paper focuses on the relationship between Responsible Research and Innovation (RRI) and Science Education (SE). The aim of the paper is twofold: on the one hand it aims to discuss the need for developing a comprehensive and coherent framework that allows the integration of aspects of RRI in SE – which is

attempted through a synthetic literature review on the relationship between RRI and SE. On the other hand this paper presents the framework of the ENGAGE project and discusses its potential as a comprehensive and coherent approach for embedding aspects of RRI in SE – with an emphasis on the framework’s added value at the levels of curriculum development and educational practice.

Key words

Responsible Research and Innovation (RRI), Science Education, Framework for embedding RRI in science education, Science education curricula development.

0. Εισαγωγή

Ο αιώνας μας χαρακτηρίζεται από τον ταχύ ρυθμό της επιστημονικής προόδου και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Ανακαλύψεις και καινοτομίες που σχετίζονται με διάφορους αναδυόμενους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας – όπως η νανοτεχνολογία, η τεχνητή νοημοσύνη, η βιοτεχνολογία – αναδεικνύουν ζητήματα που συνδέονται στενά με πτυχές της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, για παράδειγμα με την υγεία, την ενέργεια, το περιβάλλον. Ο αντίκτυπος των ανακαλύψεων και των καινοτομιών της επιστήμης και της τεχνολογίας τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο είναι συχνά απρόβλεπτος. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο οι πολίτες της σύγχρονης εποχής είναι αναγκαίο να αναπτύξουν κατανόηση των δυνητικών οφελών και των κινδύνων των επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, αποτελεσμάτων και καινοτομιών, ώστε να είναι σε θέση να λαμβάνουν υπεύθυνες αποφάσεις σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο (Sutcliffe, 2011). Η αναγκαιότητα για ενεργή συμμετοχή κοινωνικών φορέων και πολιτών στις διαδικασίες και στα αποτελέσματα της έρευνας και της τεχνολογίας – με απώτερο στόχο την πραγμάτευση των μεγάλων προκλήσεων της εποχής μας (όπως κλιματική αλλαγή, ενεργειακή κρίση, υγεία, κλπ.) – έχει πρόσφατα εκφραστεί σε επίπεδο χάραξης ευρωπαϊκών πολιτικών μέσω του πλαισίου ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (Responsible Research and Innovation – RRI).

Το πλαίσιο ‘Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία’ (YEK) έχει διατυπωθεί σχετικά πρόσφατα και οι έννοιες που εμπεριέχονται σε αυτό βρίσκονται υπό συζήτηση και διαμόρφωση. Ο πιο δημοφιλής ίσως ορισμός της YEK στη βιβλιογραφία έχει προταθεί από τον Von Schomberg (2013:19), σύμφωνα με το οποίο η YEK είναι:

“μια διαφανής και διαδραστική διαδικασία μέσω της οποίας κοινωνικοί φορείς και φορείς της καινοτομίας ανταποκρίνονται στις αμοιβαίες απαιτήσεις, με σκοπό την (ηθική) αποδοχή, τη βιωσιμότητα και την κοινωνική αποδοχή των διαδικασιών της καινοτομίας”.

Ο παραπάνω ορισμός είναι αρκετά ευρύς και επιτρέπει διαφορετικές αναγνώσεις αναφορικά με το πώς η διαδικασία αυτή μπορεί να επιτευχθεί στην πράξη και τί είναι αυτό που την καθιστά αποτελεσματική. Κοινός τόπος στις διάφορες αναγνώσεις είναι η αναγκαιότητα της εμπλοκής της κοινωνίας στην έρευνα και την καινοτομία, με βάση την υπόθεση ότι οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα της έρευνας και της καινοτομίας θα πρέπει να είναι κοινωνικά επιθυμητά και ηθικά αποδεκτά, δηλαδή ευθυγραμμισμένα με τις αξίες, τις ανάγκες και τις προσδοκίες της κοινωνίας (Stahl, 2013).

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) έχει τη δυνατότητα να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο βασικό ζητούμενο του πλαισίου της ΥΕΚ, δηλαδή στη σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία (Ratcliffe & Grace, 2003, Ryan, 2015): από τη μια πλευρά, μπορεί να εφοδιάσει τους μελλοντικούς πολίτες με γνώσεις και ικανότητες που επιτρέπουν την καλύτερη κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας, έτσι ώστε αυτοί να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά σε κοινωνικό διάλογο και να παίρνουν υπεύθυνες αποφάσεις. Από την άλλη, μπορεί να εφοδιάσει τους μελλοντικούς ερευνητές και επιστήμονες με τις απαραίτητες γνώσεις και εργαλεία για να μπορούν να συμμετέχουν στις ερευνητικές διεργασίες με κοινωνικά υπεύθυνο τρόπο (European Commission, 2014). Ο σημαντικός ρόλος της εκπαίδευσης στις ΦΕ στην πραγμάτωση διαδικασιών και αποτελεσμάτων του πλαισίου της ΥΕΚ έχει αναγνωρισθεί σε επίπεδο χάραξης πολιτικών, καθώς η εκπαίδευση στις ΦΕ έχει προταθεί ως μια από τις έξι περιοχές εστίασης του πλαισίου της ΥΕΚ – με τις άλλες περιοχές εστίασης να είναι η εμπλοκή, η ισότητα φύλων, η ηθική, η ανοιχτή πρόσβαση και η διακυβέρνηση (Sutcliffe, 2011).

Υπό το πρίσμα των παραπάνω εξελίξεων, η εργασία αυτή εξετάζει την ΥΕΚ σε συνάρτηση με τη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Με δεδομένο ότι το πλαίσιο της ΥΕΚ βρίσκεται υπό συζήτηση και διαμόρφωση τόσο στο επίπεδο χάραξης πολιτικής όσο και στο επίπεδο εφαρμογής, ξεκινάμε την εργασία εξετάζοντας τις διάφορες προσεγγίσεις για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η επισκόπηση εγγράφων εκπαιδευτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και εκθέσεων που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια ερευνητικών έργων αναδεικνύει την αναγκαιότητα καθορισμού ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ, το οποίο να έχει τη δυναμική να πληροφορήσει συνδυαστικά τα διάφορα εκπαιδευτικά επίπεδα (μάκρο-επίπεδο: χάραξης πολιτικής, μέσο-επίπεδο: ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, μικρο-επίπεδο: εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη). Στη συνέχεια παρουσιάζουμε το πλαίσιο ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία ΦΕ του έργου ENGAGE, και συζητάμε την προστιθέμενη αξία του σε μέσο- και μικρο- εκπαιδευτικά επίπεδα. Η εργασία ολοκληρώνεται με ενδείξεις και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση της προστιθέμενης αξία του πλαισίου ενσωμάτωσης του ENGAGE σε μάκρο- εκπαιδευτικό επίπεδο.

1. Η σχέση της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας με τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών: Συνθετική βιβλιογραφική επισκόπηση

Η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (YEK) σχετίζεται με όλους τους τομείς γνώσης, ειδικά με αυτούς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών - που αναφέρονται με συντομογραφία στη βιβλιογραφία ως ETMM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά, STEM: Science, Technology, Engineering & Mathematics). Η σημασία της YEK στην ETMM προκύπτει από το γεγονός ότι ανακαλύψεις και καινοτομίες που σχετίζονται με διάφορους αναδυόμενους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας δημιουργούν ηθικά ερωτήματα και απαιτούν ηθικές επιλογές που αφορούν την καθημερινότητα των πολιτών (Sutcliffe, 2011). Τα τελευταία χρόνια ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός επιστημονικών άρθρων έχει δημοσιευτεί στη θεματική της YEK στους διάφορους τομείς της STEM - αναφέρουμε ενδεικτικά: Douglas and Stemerding (2013) στη βιολογία, Owen and Goldberg (2010) στη μηχανική, Stahl et al. (2013) στην πληροφορική. Αντίθετα, οι ερευνητικές εργασίες που έχουν δημοσιευτεί αναφορικά με τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ είναι περιορισμένες, παρά το ότι το πλαίσιο της YEK προτείνει την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ως μια από τις έξι πτυχές/περιοχές εστίασης που διεκολύνουν την πραγμάτωση των στόχων του πλαισίου της YEK. Ειδικότερα, η βιβλιογραφία σχετικά με την YEK στα πλαίσια εκπαίδευσης των ΦΕ περιορίζεται κυρίως σε έγγραφα εκπαιδευτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΕΕ) και σε εκθέσεις ερευνητικών έργων κυρίως συγχρηματοδοτούμενων από την ΕΕ. Η επισκόπηση αυτών των εγγράφων και εκθέσεων επιτρέπει την αναγνώριση τριών προσεγγίσεων για τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ, που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

1.1. 'Συστημική προσέγγιση' για τη σχέση της YEK με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στις συστημικές αλλαγές που χρειάζεται να γίνουν στα εκπαιδευτικά συστήματα στις χώρες της Ευρώπης, με στόχο να αντιμετωπιστούν βασικές κοινωνικές προκλήσεις, και εστιάζει στο πώς η εκπαίδευση στις ΦΕ μπορεί να συντελέσει προς αυτόν τον σκοπό. Η συστημική προσέγγιση εκφράστηκε πρόσφατα μέσα από μια έκθεση, που δημοσιεύτηκε από ομάδα εμπειρογνομόνων και έχει τον τίτλο «Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για υπεύθυνους πολίτες» (Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015). Στην έκθεση αυτή προτείνονται έξι βασικοί στόχοι της εκπαίδευσης στις ΦΕ για υπεύθυνους πολίτες, συνδεδεμένοι με προτάσεις και ενδεικτικές δράσεις σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, που συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Στόχοι και προτάσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ
(Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015)

Στόχοι Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στα πλαίσια της ΥΕΚ	Προτάσεις σε υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών
Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα πρέπει να είναι βασικός άξονας στο συνεχές της μάθησης	<ul style="list-style-type: none"> • Στήριξη σχολείων, εκπαιδευτικών, μαθητών, εκπαιδευτών των εκπαιδευτικών για ένταξη διερευνητικών μεθόδων στην διδασκαλία ΦΕ • Αντιμετώπιση ανισοτήτων -κοινωνικο-οικονομικών, πολιτιστικών και λόγω φύλου • Δημιουργία μηχανισμών για ενίσχυση του αναστοχασμού και της ενδυνάμωσης για εκπαιδευτικούς και μαθητές
Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα πρέπει να εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στη σύνδεση των ΦΕ με άλλους τομείς γνώσης	<ul style="list-style-type: none"> • Προώθηση διεπιστημονικών προσεγγίσεων • Στήριξη συνεργειών ανάμεσα σε επιστήμη, δημιουργικότητα και καινοτομία • Διασφάλιση ότι οι μαθητές εφοδιάζονται με απαραίτητες δεξιότητες χρήσιμες στο ρόλο τους ως μελλοντικοί πολίτες
Η ποιότητα στη διδασκαλία θα πρέπει να διασφαλιστεί - από το στάδιο αρχικής επιμόρφωσης εκπαιδευτικών μέχρι τη συνεχή επαγγελματική εξέλιξη	<ul style="list-style-type: none"> • Προσπάθεια για προσέλκυση στο επάγγελμα του εκπαιδευτικού ανθρώπων με αυξημένα προσόντα και κίνητρα • Ενσωμάτωση τελευταίων εξελίξεων της επιστήμης και της τεχνολογίας στα αναλυτικά προγράμματα • Ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων για διδασκαλία ηθικών διαστάσεων της επιστήμης και τεχνολογίας • Σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών
Ενίσχυση συνεργασίας ανάμεσα σε φορείς τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης και ευρύτερων κοινωνικών φορέων	<ul style="list-style-type: none"> • Προώθηση της προσέγγισης 'ανοιχτά σχολεία' • Προώθηση συνεργασίας ανάμεσα σε σχολεία, γονείς, ερευνητές, φορείς καινοτομίας • Ανάπτυξη οδηγών/κατευθυντήριων γραμμών για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην τυπική και άτυπη εκπαίδευση
Προώθηση της ΥΕΚ , μέσω ενδυνάμωσης των μαθητών για κατανόηση των επιστημονικών αποτελεσμάτων και μέσω ανάπτυξης ικανοτήτων για εξέταση του αντίκτυπου των επιστημονικών αποτελεσμάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Ενίσχυση συνδέσεων ανάμεσα σε ερευνητές, εκπαιδευτικούς, και ΜΜΕ και διασφάλιση αποτελεσματικότερης επικοινωνίας • Ενσωμάτωση κοινωνικών, οικονομικών και ηθικών αρχών στη διδασκαλία ΦΕ • Κοινοποίηση διαδικασιών και αποτελεσμάτων της έρευνας και καινοτομίας από ερευνητές στην ευρύτερη κοινωνία
Έμφαση στη σύνδεση καινοτομίας και στρατηγικών εκπαίδευσης στις ΦΕ	<ul style="list-style-type: none"> • Οι συνδέσεις ανάμεσα στις στρατηγικές για ΥΕΚ σε τοπικά και εθνικά επίπεδα πρέπει να ενισχυθούν • Η διάχυση των επιστημονικών διαδικασιών και αποτελεσμάτων πρέπει να ενισχυθεί για την εύρεση λύσεων στις κοινωνικές προκλήσεις • Η εκπαίδευση στις ΦΕ θα ωφεληθεί από βασισμένες σε έρευνα κατευθυντήριες γραμμές για αποτελεσματικότερη σύνδεση της καινοτομίας με στρατηγικές εκπαίδευσης

Η συστημική προσέγγιση για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ αφορά κατά κύριο λόγο τους υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, καθώς σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες που συνέταξαν την έκθεση 'Στόχοι και προτάσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ', το πλαίσιο που παρουσιάστηκε συνοπτικά στον Πίνακα 1 στοχεύει να αποτελέσει "ένα δυναμικό εργαλείο για καθορισμό δράσεων στη χάραξη πολιτικών που μπορεί να επιφέρει συστημική, συνεργατική και αειφόρο αλλαγή." (European Commission, 2015: 28).

1.2. 'Πρακτική προσέγγιση' για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Στην προσέγγιση αυτή η σχέση ανάμεσα στην ΥΕΚ και στην εκπαίδευση στις ΦΕ θα μπορούσε να εκφραστεί ως 'Εκπαίδευση στις ΦΕ πάνω σε πτυχές της ΥΕΚ'. Έμφαση δίνεται στην ευαισθητοποίηση εκπαιδευτικών και μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ, μέσω ανάπτυξης και παροχής κατάλληλων μαθησιακών και διδακτικών υλικών και της ανάπτυξης διδακτικών στρατηγικών που έχουν τη δυναμική να προωθήσουν στόχους του πλαισίου της ΥΕΚ. Η πρακτική προσέγγιση έχει κυρίως εκφραστεί μέσα από ερευνητικά προγράμματα και έργα, που αποσκοπούν στο να προάγουν την ΥΕΚ στο πλαίσιο της διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ. Μια εκτεταμένη λίστα από ερευνητικά έργα και προγράμματα που στοχεύουν να προωθήσουν την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ έχει παρουσιαστεί στην έκθεση 'Εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για υπεύθυνους πολίτες' (Science education for Responsible Citizenship) (European Commission, 2015), ενώ μια λίστα με τρέχοντα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα σχετικά με την ΥΕΚ στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης στις ΦΕ παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Τρέχοντα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα σχετικά με την ΥΕΚ στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης στις ΦΕ

<i>Τρέχοντα Ευρωπαϊκά Έργα</i>	<i>Στόχοι/Περιοχές εστίασης</i>
Ark of Inquiry	Ανάπτυξη παιδαγωγικού πλαισίου που προωθεί ευαισθητοποίηση μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ. Παροχή εκπαίδευσης εκπαιδευτικών για υποστήριξη μαθητών σε διερευνητικές δραστηριότητες.
Engage	Ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών υλικών και διδακτικών εργαλείων για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδακτική πράξη.
Heirri	Ανάπτυξη υλικών και προγραμμάτων για εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην ανώτατη εκπαίδευση
Irresistible	Σχεδιασμός και υλοποίηση δράσεων για ευαισθητοποίηση μαθητών πάνω σε πτυχές του πλαισίου της ΥΕΚ και την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος των μαθητών στις ΦΕ
Parris	Συλλογή και διάχυση καλών πρακτικών, σχεδιασμός υλικών και προγραμμάτων για εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ

Σύμφωνα με τη μελέτη της Bayram-Jacobs (2015), κοινός στόχος στα ερευνητικά προγράμματα του Πίνακα 2 είναι η προώθηση του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, η παρακίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών στις ΦΕ, η προώθηση της ανάπτυξης υπεύθυνων πολιτών και η συνεισφορά στη δημιουργία εποικοδομητικών σχέσεων ανάμεσα στην έρευνα και στην κοινωνία. Στην ίδια μελέτη, εξετάστηκαν οι προτεινόμενες διδακτικές μεθοδολογίες και στρατηγικές για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδακτική πράξη. Η διερευνητική μέθοδος και η επιστημονική επιχειρηματολογία είναι οι πιο συχνά προτεινόμενες μέθοδοι, καθώς θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες για να αναπτύξουν ικανότητες κριτικής σκέψης και επεξεργασίας προβλημάτων, ικανότητες απαραίτητες για την επίτευξη στόχων της ΥΕΚ.

1.3. 'Προσέγγιση Χώρου Παρέμβασης' για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ

Η υπόθεση πίσω από αυτή την προσέγγιση είναι ότι για να γεφυρωθεί το κενό ανάμεσα στους στόχους του πλαισίου της ΥΕΚ σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών και στην εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη είναι αναγκαίο να εξεταστεί

ο χώρος παρέμβασης, δηλαδή οι ευκαιρίες και οι προκλήσεις για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα εκπαιδευτικά συστήματα. Για την αναγνώριση του χώρου παρέμβασης αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε σε προηγούμενη εργασία μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016) ένα αναλυτικό πλαίσιο που στοχεύει να βοηθήσει στην χαρτογράφηση επιδιωκόμενων και εφαρμοζόμενων πρακτικών σε σχέση με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ. Το πλαίσιο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την ανάλυση εκπαιδευτικών συστημάτων σε 11 χώρες (Ηνωμένο Βασίλειο, Ελλάδα, Γερμανία, Γαλλία, Ρουμανία, Ισπανία, Νορβηγία, Ελβετία, Λιθουανία, Κύπρος και Ισραήλ). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάστηκαν στην προαναφερθείσα εργασία και παρέιχαν πληροφορίες για ευκαιρίες και προκλήσεις ενσωμάτωσης της ΥΕΚ σε κάθε εθνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η εργασία αυτή επέτρεψε την αναγνώριση πέντε βασικών προκλήσεων ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα και τη διατύπωση προτάσεων σε υπεύθυνους ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών (Okada, 2016), που παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Προκλήσεις και προτάσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα ΦΕ (Okada, 2016)

<i>Προκλήσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ</i>	<i>Προτάσεις για την ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ</i>
Σε πολλές χώρες (συμπεριλαμβανομένων των χωρών: Γαλλία, Ρουμανία, Ισραήλ, Ισπανία, Ελβετία και Λιθουανία) έχουν πρόσφατα λάβει χώρα μεταρρυθμίσεις που αφορούν στη διδασκαλία και μάθηση των ΦΕ. Κοινό χαρακτηριστικό των μεταρρυθμίσεων είναι η έμφαση που δίνουν στο ρόλο της διδασκαλίας ΦΕ στην εκπαίδευση μελλοντικών υπεύθυνων πολιτών. Ωστόσο, οι μεταρρυθμίσεις βρίσκονται σε επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών χωρίς να έχουν εισαχθεί ακόμα σε επίπεδο εφαρμογής.	Με δεδομένο το θετικό πλαίσιο για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ, καθώς αρχές της ΥΕΚ είναι εμφανείς σε επίπεδο χάραξης εθνικών εκπαιδευτικών πολιτικών, έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο πώς η ενσωμάτωση θα υλοποιηθεί στην πράξη.
Σε κάποιες χώρες (για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο, στη Γερμανία και στην Ελλάδα), τα προγράμματα σπουδών στις φυσικές επιστήμες δίνουν περισσότερη έμφαση στην απόκτηση γνώσεων παρά στη απόκτηση δεξιοτήτων – κάτι που γίνεται ιδιαίτερα εμφανές από το που εστιάζουν τα συστήματα αξιολόγησης.	Θα πρέπει να υπάρχει καλύτερη ευθυγράμμιση των στόχων των προγραμμάτων σπουδών και των στόχων των συστημάτων αξιολόγησης, εξασφαλίζοντας ότι η αξιολόγηση περιλαμβάνει την ανάπτυξη ικανοτήτων.

<p>Σε χώρες που οι ΦΕ διδάσκονται με διεπιστημονικό τρόπο (για παράδειγμα στη Γαλλία, στο Ισραήλ, στην Ισπανία, τη Νορβηγία) και όχι ως ξεχωριστά αντικείμενα (φυσική, χημεία, βιολογία), υπάρχουν περισσότερες ευκαιρίες για ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στη διδασκαλία και μάθηση ΦΕ.</p>	<p>Υπάρχουσες ευκαιρίες στα αναλυτικά προγράμματα για σύνδεση γνωστικών τομέων των ΦΕ μεταξύ τους, καθώς και με άλλα γνωστικά αντικείμενα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και να επεκταθούν για την ένταξη πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ.</p>
<p>Στις περισσότερες χώρες τα προγράμματα χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής δεν περιλαμβάνουν στόχους αναφορικά με εκπαίδευση εκπαιδευτικών, και όπου αυτοί υπάρχουν δε συνάδουν απαραίτητα με στόχους που καθορίζονται από τους υπεύθυνους σχετικών προγραμμάτων.</p>	<p>Απαιτείται συνοχή ανάμεσα σε στόχους εκπαίδευσης στις ΦΕ, όπως εκφράζονται στα επίπεδα χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, εκπαίδευσης εκπαιδευτικών και αναλυτικών προγραμμάτων.</p>
<p>Σε όλες τις χώρες, παρά το ότι υπάρχουν φορείς της άτυπης εκπαίδευσης που προωθούν την ΥΕΚ, οι συνδέσεις με την τυπική εκπαιδευτική διαδικασία είναι μεμονωμένες και δεν προωθούνται από τα προγράμματα σπουδών.</p>	<p>Η συνεργασία και η σύνδεση φορέων της τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης στις ΦΕ χρειάζεται να ενισχυθεί και να είναι προωθείται μέσα από τα αναλυτικά προγράμματα στις ΦΕ</p>

2. Η αναγκαιότητα για ένα ολιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ

Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα επιτρέπει το συμπέρασμα ότι κάθε μια από τις τρεις προσεγγίσεις για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ συνδέεται στενά και αφορά κατά κύριο λόγο ένα από τα επίπεδα εκπαίδευσης (μέσο-μακρό-μίκρο) και τους άμεσα εμπλεκόμενους σε κάθε επίπεδο. Ειδικότερα:

- η *συστημική προσέγγιση* συνδέεται κυρίως με το *μάκρο-επίπεδο* που αφορά σε υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών,
- η *προσέγγιση του χώρου παρέμβασης* συνδέεται κυρίως με το *μέσο-επίπεδο* που αφορά σε υπεύθυνους ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών,
- η *πρακτική προσέγγιση* συνδέεται κυρίως με το *μίκρο-επίπεδο* που αφορά σε εκπαιδευτικούς και μαθητές.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις καθώς και η σύνδεσή τους με καθένα από τα τρία εκπαιδευτικά επίπεδα (μάκρο-μέσο-μίκρο) και η προστιθέμενη αξία κάθε προσέγγισης στη συζήτηση για τη σχέση της ΥΕΚ με την εκπαίδευση των ΦΕ.

Πίνακας 4: Συνοπτική παρουσίαση των προσεγγίσεων για τη σχέση ΥΕΚ με την Εκπαίδευση στις ΦΕ

<i>Προσεγγίσεις για τη σχέση ΥΕΚ με την εκπαίδευση στις ΦΕ</i>	<i>Επίπεδα εκπαίδευσης στα οποία αφορά η κάθε προσέγγιση</i>	<i>Προστιθέμενη αξία</i>
Συστημική προσέγγιση	Μάκρο-επίπεδο (Χάραξη εκπαιδευτικών πολιτικών)	Καθορισμός στόχων και προτάσεων για δράσεις για εκπαίδευση στις ΦΕ για ΥΕΚ
Προσέγγιση χώρου παρέμβασης	Μέσο-επίπεδο (Ανάπτυξη Αναλυτικών προγραμμάτων, προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών)	Αναγνώριση προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα
Πρακτική προσέγγιση	Μίκρο-επίπεδο (Εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη)	Ανάπτυξη μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της ΥΕΚ

Αναμφίβολα, καθεμιά από τις προσεγγίσεις συνεισφέρει στη συζήτηση για το ρόλο της εκπαίδευσης στις ΦΕ στην προώθηση της ΥΕΚ, μέσω:

- του καθορισμού στόχων και προτάσεων για συστημικές αλλαγές στην εκπαίδευση στις ΦΕ με στόχο την ενσωμάτωση της ΥΕΚ (συστημική προσέγγιση),
- της αναγνώρισης προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα (προσέγγιση χώρου παρέμβασης) και
- της ανάπτυξης μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της ΥΕΚ (πρακτική προσέγγιση).

Ωστόσο, η συνεισφορά κάθε προσέγγισης στην ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ αφορά στο να πληροφορεί είτε το επίπεδο χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, είτε το επίπεδο ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, είτε το επίπεδο εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε ένα επίπεδο αποτελεί κομμάτι της ευρύτερης περιοχής 'ΥΕΚ και εκπαίδευση στις ΦΕ', στην παρούσα εικόνα η ερευνητική προσπάθεια επικεντρώνεται σε εξέταση και διερεύνηση κάθε κομματιού ξεχωριστά, με τη σύνδεση των επιμέρους κομματιών να λείπει. Η πρόκληση που αναγνωρίζουμε είναι στο να μορφοποιηθεί ένα ολιστικό και συνεκτικό πλαίσιο το οποίο να

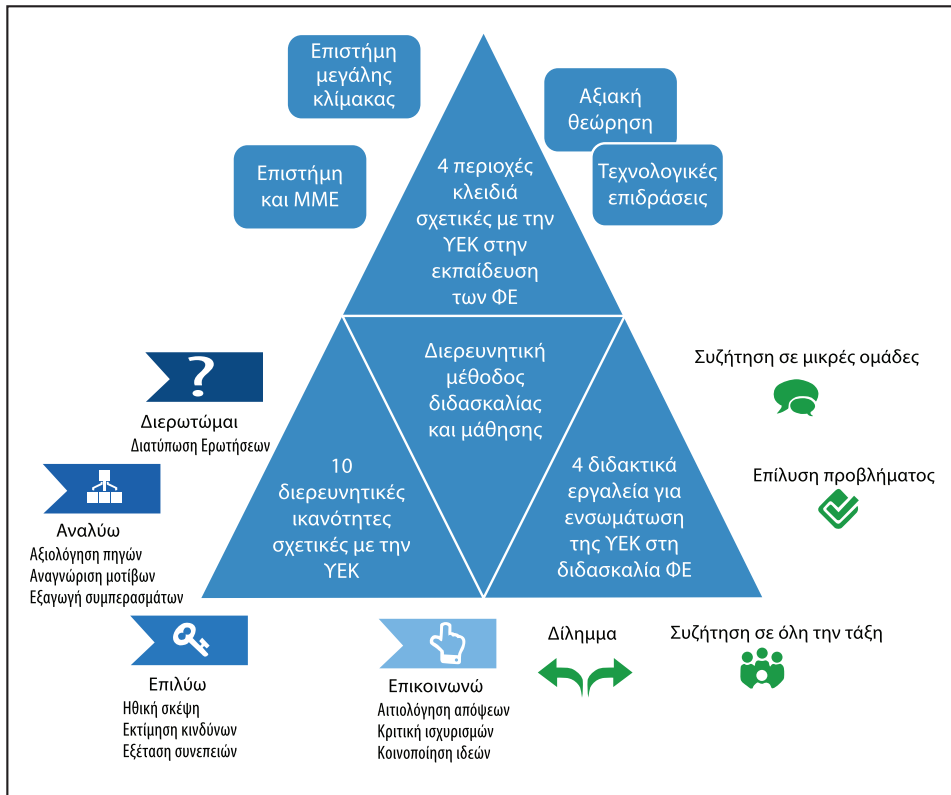
μπορεί να πληροφορήσει συνδυαστικά και τα τρία επίπεδα εκπαίδευσης (μάκρο-μέσο-μίκρο). Ένα ολιστικό και συνεκτικό πλαίσιο θα επέτρεπε την εμβάθυνση της κατανόησης από τη μια πλευρά, και της αποτελεσματικότερης πράξης από την άλλη για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση στις ΦΕ. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζουμε το πλαίσιο του έργου ENGAGE και συζητάμε τη δυναμική του ως ένα ολιστιστικό πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ.

3. Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ του έργου ENGAGE

Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ που παρουσιάζουμε αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού έργου ENGAGE (Equipping next generation for responsible research and innovation). Στόχοι του έργου είναι: να ενδυναμώσει τους εκπαιδευτικούς για να αντιμετωπίσουν σύγχρονα θέματα της επιστήμης, της τεχνολογίας και τις εφαρμογές που σχετίζονται με τους μαθητές, να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν πεποιθήσεις, γνώσεις και πρακτικές σχετικές με την ΥΕΚ, και να παρέχει στους μαθητές/τριες ένα ισχυρό θεμέλιο για να συμμετέχουν σε θέματα της επιστήμης που θα συναντήσουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Για την επίτευξη αυτών των στόχων αναπτύχθηκε το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, πάνω στο οποίο βασίστηκε η ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών και του προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών που υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έργου.

Το πλαίσιο του ENGAGE παρουσιάζεται συνοπτικά στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1: Το πλαίσιο ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ του έργου ENGAGE



Ειδικότερα το πλαίσιο του ENGAGE αναφέρεται σε:

3.1. Τέσσερις περιοχές-κλειδιά σχετικές με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση ΦΕ

Τεχνολογικές επιδράσεις: Οι τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις αποτελούν βάση για ένα καλύτερο μέλλον, αλλά πρέπει να σχεδιαστούν προσεκτικά ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη και να μειωθούν οι κίνδυνοι, ιδιαίτερα οι πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις. Διάφορα θέματα χρειάζεται να ληφθούν υπόψη, όπως η ανοιχτή πρόσβαση, η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η προστασία του περιβάλλοντος, οι επιπτώσεις στην οικονομία, την προσωπική ευεξία και την ασφάλεια.

Επιστήμη μεγάλης κλίμακας: Η επιστήμη δεν είναι πλέον μια ατομική αναζήτηση της γνώσης, αλλά αποτελεί ένα συνεργατικό και πολύπλοκο εγχείρημα, το οποίο διενεργείται σε ομάδες. Η 'Επιστήμη μεγάλης κλίμακας' χρηματοδοτείται βασικά από εταιρείες και κυβερνήσεις, καθορίζεται από πολιτικές αποφάσεις και ευνοεί

πρακτικές εφαρμογές. Αυτό σημαίνει ότι η υπεύθυνη καινοτομία πρέπει να ανταποκρίνεται σε κοινωνικές ανάγκες, σύμφωνα με κοινωνικές αξίες όπως της ένταξης και της ισότητας.

Αξιακή θεώρηση: Στις αναδυόμενες επιστήμες και την τεχνολογία υπάρχουν συχνά αβέβια θέματα με ασαφείς συνέπειες που απαιτούν κοινωνικο-ηθική θεώρηση και σκέψη. Στη λήψη αποφάσεων θα πρέπει να συνυπολογίζονται οι απόψεις και οι ανησυχίες των κοινωνικών φορέων μέσω προληπτικών και διαφανών διαδικασιών.

Επιστήμη και ΜΜΕ: Ένα μεγάλο μέρος της πληροφόρησής μας για την επιστήμη προέρχεται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (ΜΜΕ). Οι πηγές των πληροφοριών θα πρέπει να αξιολογούνται με βάση το σκοπό και την επιστημονική εγκυρότητα. Η κριτική ανάγνωση των πληροφοριών για την επιστήμη είναι αναγκαία, κάτι που εμπεριέχει εντοπισμό δεδομένων, στοιχείων και ηθικής θεώρησης που βρίσκονται πίσω από ισχυρισμούς, καθώς και αξιολόγηση σε σχέση με την επαναληψιμότητα και αναπαραγωγικότητα των διαδικασιών και των αποτελεσμάτων.

3.2. Η διερεύνηση ως κατάλληλη μέθοδος διδασκαλίας και μάθησης για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Υπάρχουν δυο βασικά στοιχεία που συνδέουν τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας και μάθησης με την ΥΕΚ: πρώτον, το ότι η επιστήμη είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη πρακτική και όχι ένα αμετάβλητο σύνολο γνώσης και δεύτερον, ότι η επιστημονική γνώση είναι στενά συνυφασμένη με τον κοινωνικό ιστό. Η πραγμάτευση των παραπάνω μπορεί να υλοποιηθεί αποτελεσματικά μέσω της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας και μάθησης, η οποία επιτρέπει την αντιμετώπιση της επιστήμης ως διαδικασίας και τον καθορισμό της επιστήμης μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο.

3.3. Δέκα Διερευνητικές Ικανότητες σχετικές με την ΥΕΚ

Αφορούν στις διερευνητικές διαδικασίες διερώτηση – ανάλυση – επίλυση – επικοινωνία της διερευνητικής μεθόδου. Ειδικότερα:

Διερεύνηση

- **Διατύπωση Ερωτήσεων:** Ικανότητα διατύπωσης σαφών επιστημονικών ερωτήσεων, οι οποίες ερευνούν σχέσεις αιτίας – αποτελέσματος ή συσχετίσεις ανάμεσα σε διάφορους παράγοντες.

Ανάλυση

- **Αξιολόγηση πηγών:** Ικανότητα αξιολόγησης της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας πηγών, ελέγχου για μεροληψία και αξιολόγησης των στοιχείων που υποστηρίζουν έναν ισχυρισμό.

- *Αναγνώριση μοτίβων και τάσεων*: Ικανότητα ερμηνείας παρατηρήσεων και δεδομένων για την αναγνώριση μοτίβων/προτύπων και τάσεων μέσω εξαγωγής συμπερασμάτων.
- *Εξαγωγή συμπερασμάτων*: Ικανότητα για απόφαση κατά πόσο ένας ισχυρισμός μιας έρευνας υποστηρίζεται από επαρκή δεδομένα.

Επίλυση

- *Ηθική σκέψη*: Ικανότητα κατανόησης και χρήσης διαφορετικών τρόπων ηθικής σκέψης (π.χ. ωφελιμισμός, δικαιώματα και υποχρεώσεις, ηθική πάνω στην αρετή) με σκοπό να λαμβάνονται συνειδητές αποφάσεις και να επεξηγείται γιατί οι άνθρωποι ενδέχεται να έχουν διαφορετικές απόψεις πάνω σε ένα κοινωνικο-επισημονικό ζήτημα.
- *Εκτίμηση κινδύνων*: Ικανότητα αξιολόγησης κινδύνων και οφελών, αξιολογώντας την πιθανότητα, σταθμίζοντας και συνδυάζοντας το μέγεθος των επιπτώσεων και σταθμίζοντας τα κοινωνικά με τα ατομικά οφέλη.
- *Εξέταση συνεπειών*: Ικανότητα αξιολόγησης της αξίας μιας πρότασης για επίλυση ενός προβλήματος της καθημερινής ζωής, που βασίζεται σε επιστημονικές ιδέες, αρχές και εμπειρικά στοιχεία, μέσω αναγνώρισης και συλλογισμού των συνεπειών και επιχειρημάτων πάνω σε σχετικά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα.

Επικοινωνία

- *Αιτιολόγηση απόψεων*: Ικανότητα σύνθεσης επιστημονικών γνώσεων, επιπτώσεων και ηθικών αξιών για τη διατύπωση τεκμηριωμένης άποψης, μέσω επιχειρημάτων που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα και επιστημονική τεκμηρίωση και μέσω αναγνώρισης σκέψεων βασισμένων σε ηθικές αρχές – για υποστήριξη ή αντίκρουση μιας άποψης πάνω σε ένα θέμα ή μιας λύσης σε ένα πρόβλημα.
- *Κριτική ισχυρισμών*: Ικανότητα ελέγχου της ποιότητας, ακρίβειας και επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων που παρέχονται και ικανότητα αναγνώρισης της έλλειψης σαφήνειας και αιτιολόγησης, μέσω σχολιασμού σε σχέση με το αν ένας συλλογισμός προκύπτει λογικά από αποδείξεις και υποστηρίζει τον ισχυρισμό.
- *Κοινοποίηση ιδεών*: Ικανότητα αποτελεσματικής κοινοποίησης απόψεων με κείμενο και εικόνες, προφορικά και γραπτά, χρησιμοποιώντας τα κύρια χαρακτηριστικά της επιστημονικής γραφής και ομιλίας.

3.4. Τέσσερα διδακτικά εργαλεία για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στη διδασκαλία των ΦΕ

Δίλημμα: Το δίλημμα είναι ένα αμφιλεγόμενο κοινωνικο-επιστημονικό θέμα που σχετίζεται με τις εφαρμογές και τις επιπτώσεις της επιστήμης (Ratcliffe, 1997). Προτείνεται ως ένα παραγωγικό μαθητικό πλαίσιο που μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/τριες να διευρύνουν την κατανόηση της επιστήμης, να αναπτύξουν δεξιότητες και νοοτροπίες για τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων. Η προσέγγιση του ENGAGE στα διλήμματα βασίζεται σε ένα σύντομο κύκλο με 3 στάδια (επεκτείνετε-παρακινήστε-αξιολογήστε), που αποτελεί προσαρμογή του μοντέλου διερευνητικής μάθησης 5E (Bybee, 1997).

Συζήτηση σε μικρές ομάδες: Η συζήτηση σε μικρές ομάδες έχει στόχο να παρέχει δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και μεταξύ των μαθητών και του/της εκπαιδευτικού. Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές/στις μαθήτριες να εκφράσουν τις ιδέες τους, τις ερωτήσεις, την περιέργεια και τον προβληματισμό τους. Οι καλά διαρθρωμένες συζητήσεις επιτρέπουν στους μαθητές να βρεθούν αντιμέτωποι με προκλήσεις και με τη λήψη αποφάσεων μέσω γνωσιακών συγκρούσεων και να κατανοούν τη διαφορά ανάμεσα σε πεπιοθήσεις και τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

Επίλυση προβλήματος: Στηρίζεται στη μέθοδο της προβληματοκεντρικής μάθησης, η οποία αποτελεί μια μαθητοκεντρική προσέγγιση. Οι μαθητές/τριες αντιμετωπίζουν ένα επιστημονικό θέμα μέσα από το βίωμα της επίλυσης ενός προβλήματος ανοικτού τύπου, ασκώντας διερευνητικές ικανότητες και ικανότητες γνώσης πεδίου. Η επίλυση ενός ανοικτού τύπου προβλήματος σε ένα κοινωνικο-επιστημονικό θέμα εμπεριέχει τόσο την εφαρμογή της κατανόησης της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης που έχουν όσο και την εξάσκηση σε στρατηγικές ηθικής σκέψης (π.χ. Ωφελιμισμός, δεοντοκρατία, αρεταϊκή ηθική).

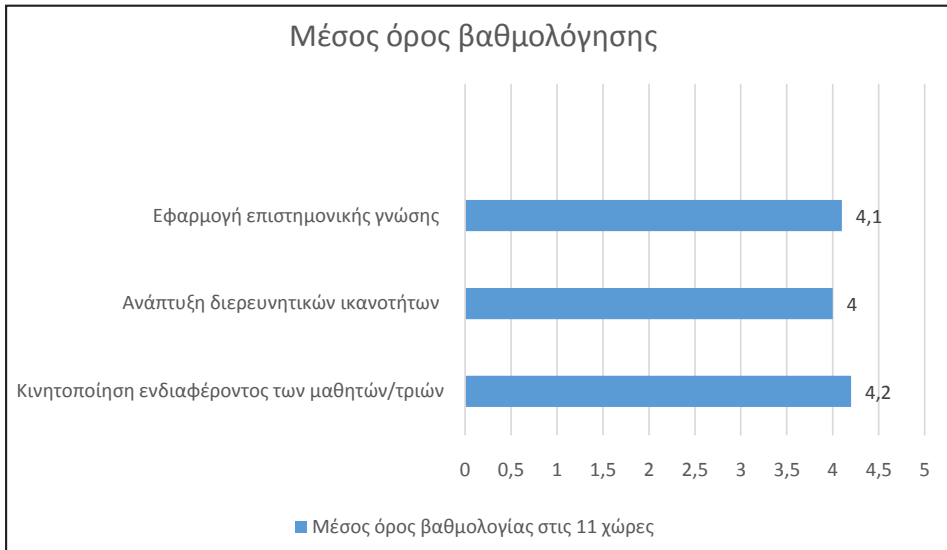
Συζήτηση σε όλη την τάξη: Αναφέρεται σε διάλογο στην ολομέλεια σχετικά με ένα κοινωνικο-επιστημονικό δίλημμα, που διευκολύνεται από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν επιχειρηματολογία και τεκμηριωμένες λύσεις, εξετάζουν αποδεικτικά στοιχεία για να αναπτύξουν μια πρώτη άποψη, και κατασκευάζουν και διατυπώνουν επιχειρήματα για να αιτιολογήσουν τα συμπεράσματά τους. Βασική στρατηγική που προτείνεται για την επίτευξη αποτελεσματικών συζητήσεων είναι η επιστημονική επιχειρηματολογία, ως διαδικασία που επιτρέπει να καταλήξουμε σε συμπεράσματα μέσα από επιστημονικό συλλογισμό.

4. Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE στην ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Το πλαίσιο του ENGAGE διαμορφώθηκε με πρωταρχικό στόχο να πληροφορήσει το έργο ENGAGE στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών και υλικών του προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών- το οποίο υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έργου. Αναπτύχθηκε δηλαδή στα πλαίσια της ‘πρακτικής προσέγγισης’ για την ενσωμάτωση πτυχών της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, όπως αυτή παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα αυτής της εργασίας. Σε αυτό το επίπεδο, η προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE κρίνεται δόκιμο να συζητηθεί με βάση την ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς στα διδακτικά υλικά που τους παρέιχε το έργο-βασισμένα στο πλαίσιο ενσωμάτωσης πτυχών της ΥΕΚ που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

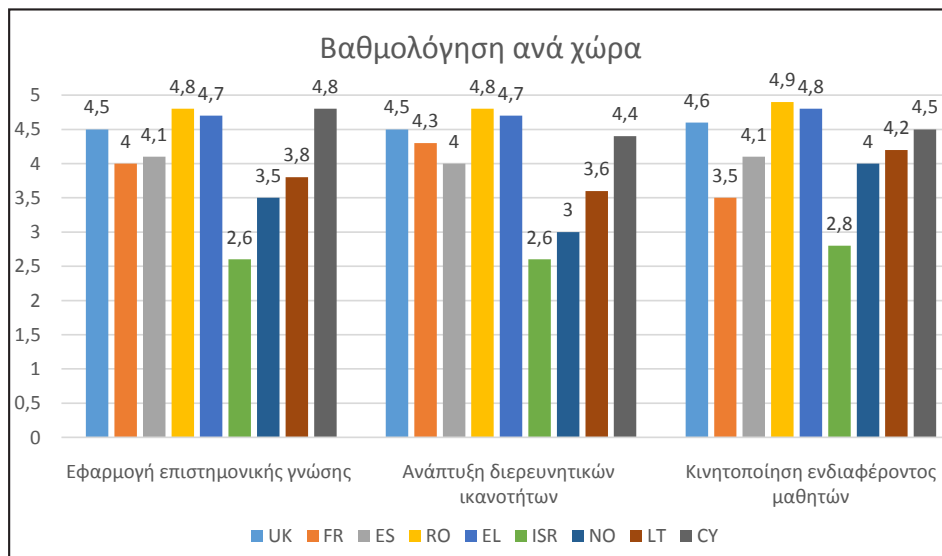
Στην περίοδο Ιούνιος 2014 - Ιούνιος 2016, στη διαδικτυακή κοινότητα του έργου αναρτήθηκαν από εκπαιδευτικούς 1293 ανοιχτά σχόλια σε σχέση με τα υλικά. Επίσης συγκεντρώθηκαν 987 ψήφοι βαθμολόγησης σε σχέση με την προστιθέμενη αξία των υλικών α) στο να κινητοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών, β) στην ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων και γ) στην εφαρμογή επιστημονικής γνώσης. Μια προκαταρκτική ανάλυση σε αυτή τη βάση δεδομένων σε σχέση με τη βαθμολόγηση των υλικών έδειξε ότι τα υλικά του έργου – τα οποία βασίστηκαν στο πλαίσιο του ENGAGE – είχαν θετική ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς (δες Διάγραμμα 1) καθώς αξιολογήθηκαν να έχουν θετικό αντίκτυπο σε σχέση με την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών (4,2 σε κλίμακα 0 έως 5), σε σχέση με την ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων (4 σε κλίμακα 0 έως 5) και σε σχέση με την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης (4,1 σε κλίμακα 0 έως 5).

Διάγραμμα 1: Αποτελέσματα βαθμολόγησης των διδακτικών υλικών του ENGAGE σε κλίμακα 0-5 (βάση δεδομένων 987 ψήφοι βαθμολόγησης στην πλατφόρμα του έργου, περίοδος Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016)



Σε επίπεδο κάθε χώρας (δες Διάγραμμα 2), περισσότερο θετική βαθμολόγηση των υλικών παρατηρήθηκε στην Ρουμανία (RO), στην Κύπρο (CY) και στην Ελλάδα (EL), ενώ τη λιγότερο θετική βαθμολογία έδωσαν εκπαιδευτικοί στο Ισραήλ (ISR) και στη Λιθουανία (LT).

Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα βαθμολόγησης των διδακτικών υλικών του ENGAGE ανά χώρα σε κλίμακα 0-5 (βάση δεδομένων 987 ψήφοι βαθμολόγησης στην πλατφόρμα του έργου, περίοδος Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016)



Παράλληλα, η ανατροφοδότηση από τους εκπαιδευτικούς μέσα από τα ανοιχτά σχόλια που κατέθεσαν στην πλατφόρμα επέτρεψε την ποιοτική ανάλυση σχετικά με των προστιθέμενη αξία των υλικών. Τα κύρια χαρακτηριστικά των υλικών σύμφωνα με τα σχόλια των εκπαιδευτικών φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των υλικών ανά χώρα μέσα από σχόλια των εκπαιδευτικών

<p>Ηνωμένο Βασίλειο (124 σχόλια)</p>	<p>Αναδεικνύουν αμφιλεγόμενα θέματα</p> <p>Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση</p> <p>Υποστηρίζουν τη διαφοροποίηση στη διδασκαλία</p> <p>Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης</p> <p>Προάγουν την τεκμηριωμένη σκέψη</p> <p>Βοηθούν τους μαθητές να παίρνουν υπεύθυνες αποφάσεις</p> <p>Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών</p> <p>Υποστηρίζουν το διάλογο με στοιχεία</p>
--------------------------------------	---

Γαλλία και Ελβετία (101 σχόλια)	Προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών στην επιστήμη Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης Υποστηρίζουν το διάλογο με στοιχεία Υποστηρίζουν το διάλογο πάνω σε διλήμματα
Ισπανία (272 σχόλια)	Πρωθούν την κριτική σκέψη Σχετίζονται με το αναλυτικό πρόγραμμα Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Εμπλέκουν και τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές σε διλήμματα
Ρουμανία (339 σχόλια)	Ενδιαφέροντα και προκλητικά Εμπλέκουν και τους γονείς Διαθεματικά και παρουσιάζουν πολλές οπτικές του θέματος Υποστηρίζουν τη μάθηση
Ελλάδα και Κύπρος (226 σχόλια)	Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Ενδιαφέροντα και προκλητικά Διαθεματικά Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών Εμπλέκουν τους μαθητές στις κοινωνικές προκλήσεις Επεξεργάζονται θέματα σύγχρονης επιστήμης Υποστηρίζουν την επιστημονική επιχειρηματολογία
Ισραήλ (51 σχόλια)	Αναδεικνύουν αμφιλεγόμενα θέματα Σχετίζονται με την καθημερινότητα των μαθητών
Νορβηγία (5 σχόλια)	Κάνουν διασκεδαστική τη μάθηση Επιτρέπουν την κριτική εξέταση πηγών
Λιθουανία (175 σχόλια)	Καινοτόμα Διεπιστημονικά Υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση

Ένα σημαντικό αποτέλεσμα που προέκυψε από την ανάλυση των σχολίων των εκπαιδευτικών ήταν ότι οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στις διερευνητικές δεξιότητες που τα διδακτικά υλικά αποσκοπούν να προάγουν (όπως αυτές καθορίστηκαν από το πλαίσιο του EGNAGE, δεξ εικόνα 1), παρά το ότι αυτές εμφανίζονται με έμμεσο

τρόπο στα διδακτικά υλικά. Ο Πίνακας 6 δίνει ένα παράδειγμα σχολίου συνδεδεμένο με κάθε μια από τις 10 διερευνητικές δεξιότητες του πλαισίου του ENGAGE.

Πίνακας 6: Οι 10 διερευνητικές ικανότητες του πλαισίου του ENGAGE, όπως εμφανίζονται στα σχόλια ανατροφοδότησης των εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα του ENGAGE

Διερευνητική Ικανότητα	Σχόλιο εκπαιδευτικού στην πλατφόρμα του έργου σε σχέση με το πώς τα υλικά προάγουν την ανάπτυξη της ικανότητας.
Διατύπωση ερωτήσεων	“Το υλικό Πόλεμοι Αυτοκινήτων που το δίδαξα πριν από λίγες εβδομάδες ενέπνευσε πραγματικά τους μαθητές να διατυπώσουν περισσότερες ερωτήσεις για την επιστήμη. Τους δραστηριοποίησε και τους παρακίνησε να μάθουν.”
Αξιολόγηση πηγών	“Οι μαθητές σχολίασαν ότι θα μπορούσαν να διάβαζαν διαφορετικές ιστορίες! Σε αυτό το σημείο, τους εξήγησα [ο δάσκαλος] ότι ήταν το ίδιο “θέμα”, αλλά δημοσιευμένο σε διαφορετικές εφημερίδες.”
Αναγνώριση μοτίβων	“Οι μαθητές χρησιμοποίησαν πραγματικά δεδομένα από το εκπαιδευτικό υλικό για να διατυπώσουν ερωτήματα, να αναλύσουν και να ερμηνεύσουν.”
Εξαγωγή συμπερασμάτων	“Οι μαθητές ήταν σε θέση να ενσωματώσουν την επιστημονική γνώση και τη διαδικασία διερεύνησης, για παράδειγμα, να επεξεργαστούν το μενού του κυλικείου περιγράφοντας τη διαδικασία προμήθειας των εντόμων με λεπτομερείς πληροφορίες.”
Ηθική σκέψη	“Η σειρά μαθημάτων προσέφερε μια επιπλέον διάσταση για τους μαθητές ώστε να συνδέσουν τις γνώσεις τους με την κατανόηση επιστημονικών θεμάτων, για παράδειγμα, τη γενετική κληρονομιά πάνω στα θέματα/διλήμματα της συμμετοχής σε γενετικές εξετάσεις, την άγνοια κάποιων και την πιθανή ζημία άλλων.”
Εκτίμηση κινδύνων	“Πολλοί μαθητές γνώριζαν τα οφέλη, αλλά όχι τους κινδύνους των επιστημονικών θεμάτων, π.χ. Ήταν σε θέση να εξηγήσουν τι είναι ένα κρεβάτι μαυρίσματος, αλλά κανένας δεν γνώριζε τους κινδύνους που συνδέονται με αυτό.”
Εξέταση συνεπειών	“Οι μαθητές παρακινήθηκαν να εξετάσουν όλα τα θέματα που αφορούν τους κινδύνους αυτού του ιού και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του εμβολιασμού.”
Αιτιολόγηση απόψεων	“Στην αρχή, οι μαθητές δημιούργησαν επιστημονικά ερωτήματα. Μετά, συζήτησαν γύρω από αυτά τα δεδομένα για να διευκολυνθεί η ανάλυση τους μέσω του nQuire-it. Τέλος, συνδιατύπωσαν επιχειρήματα για την υποστήριξη των τεκμηριωμένων παρουσιάσεών τους με το εργαλείο Litemap. Συνδημιούργησαν τρεις αφίσες που απεικονίζουν τα συμπεράσματά τους, οι οποίες παρουσιάστηκαν στο διεθνές συνέδριο, ICTP 2015.”

Κριτική ισχυρισμών	“Οι μαθητές αμφισβήτησαν τις πεποιθήσεις άλλων ομάδων και το επίπεδο των ανησυχιών τους.”
Κοινοποίηση ιδεών	“Οι μαθητές εξασκήθηκαν σε διάφορες διερευνητικές δεξιότητες, ιδιαίτερα στην επεξεργασία επιχειρημάτων, την επιχειρηματολογία και την επικοινωνία της επιστήμης.”

Παρά το ότι το πλαίσιο του ENGAGE αναπτύχθηκε με στόχο να πληροφορήσει το μικρο-εκπαιδευτικό επίπεδο (που αφορά στην εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη), υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να συνεισφέρει και στο μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο (αυτό που αφορά στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών). Στον Πίνακα 7 επιχειρούμε μια σύνδεση των προκλήσεων για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – όπως προέκυψαν από προηγούμενη μελέτη μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016) και παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 3 σε αυτή την εργασία – με τα στοιχεία του πλαισίου του ENGAGE, με στόχο να αναδείξουμε ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο.

Πίνακας 7: Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο για την ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ

Προκλήσεις ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ	Πώς το πλαίσιο του ENGAGE θα μπορούσε να συνεισφέρει στην ενσωμάτωση της ΥΕΚ στην εκπαίδευση στις ΦΕ σε μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο
Μεταρρυθμίσεις με προσανατολισμό στην ΥΕΚ σε επίπεδο χάραξης πολιτικής δεν έχουν εισαχθεί σε επίπεδο εφαρμογής	Το πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει βάση για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στη σχολική πράξη - ιδιαίτερα μέσω του καθορισμού περιοχών ‘κλειδιά’ σχετικές με την ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ και τον καθορισμό 10 διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της ΥΕΚ
Προγράμματα σπουδών και συστήματα αξιολόγησης που δίνουν έμφαση στην απόκτηση γνώσεων και όχι στην ανάπτυξη και αξιολόγηση δεξιοτήτων	Τα συστήματα αξιολόγησης μπορούν να πληροφορηθούν από τον καθορισμό 10 διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της ΥΕΚ του πλαισίου του ENGAGE - πληροφόρηση για ανάπτυξη δεικτών για την αξιολόγηση ικανοτήτων σχετικές με ΥΕΚ
Περισσότερες ευκαιρίες για ενσωμάτωση της ΥΕΚ σε αναλυτικά προγράμματα όπου οι ΦΕ διδάσκονται με διαθεματικό τρόπο	Καθορισμός περιοχών ‘κλειδιά’ σχετικών με ΥΕΚ που είναι διαθεματικές - σε αντίθεση με πιο παραδοσιακούς τρόπους καθορισμού περιοχών ύλης με βάση το περιεχόμενο κάθε γνωστικού τομέα

Προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών δεν προσανατολίζονται στην YEK	Πλαίσιο που μπορεί να αποτελέσει τη βάση για ανάπτυξη προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών - διδακτικά εργαλεία βασισμένα στη διερευνητική μέθοδο μάθησης
Συνδέσεις τυπικής και άτυπης μάθησης δεν προωθούνται από τα προγράμματα σπουδών	Περιοχές 'κλειδιά' που επιτρέπουν τη σύνδεση τυπικής και άτυπης μάθησης

Αναφορικά με την πρώτη πρόκληση για ενσωμάτωση – ότι δηλαδή μεταρρυθμίσεις στην εκπαίδευση των ΦΕ που προσανατολίζονται προς την YEK βρίσκονται επί του παρόντος σε επίπεδο χάραξης πολιτικής και δεν έχουν εισαχθεί στην εκπαιδευτική πράξη – το πλαίσιο του ENGAGE έχει τη δυνατότητα να πληροφορήσει την ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών υλικών κυρίως μέσω του καθορισμού περιοχών σχετικών με την YEK στις ΦΕ και διερευνητικών ικανοτήτων που προάγουν στόχους της YEK. Ενδείξεις για τη δυναμική του πλαισίου σε αυτή την περιοχή αποτελούν τα προκαταρκτικά αποτελέσματα σχετικά με τον αντίκτυπο των υλικών στους εκπαιδευτικούς που παρουσιάστηκαν προηγουμένως σε αυτή την ενότητα. Ο καθορισμός των 10 διερευνητικών ικανοτήτων του πλαισίου θα μπορούσε επίσης να πληροφορήσει τα συστήματα αξιολόγησης των χωρών, σε επίπεδο ανάπτυξης δεικτών σχετικών με στόχους της YEK, και ως εκ τούτου να συνεισφέρει στη δεύτερη πρόκληση που αναφέρεται στον Πίνακα 7. Από την άλλη πλευρά, οι περιοχές 'κλειδιά' που προτείνει το πλαίσιο απομακρύνονται από τον πιο παραδοσιακό τρόπο καθορισμού περιοχών ύλης με βάση το περιεχόμενο κάθε γνωστικού τομέα και ως εκ τούτου υποστηρίζουν από μια τη διαθεματική προσέγγιση στην εκπαίδευση των ΦΕ – που διευκολύνει την ένταξη της YEK στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – και από την άλλη την ευκολότερη σύνδεση ανάμεσα σε τυπικές και άτυπες μορφές μάθησης (για παράδειγμα μέσω των ΜΜΕ).

Σημαντική, τέλος, θεωρούμε τη δυναμική του πλαισίου στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών: σε ένα πρώτο επίπεδο τα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών μπορούν να πληροφορηθούν από τα 4 διδακτικά εργαλεία που προτείνει το πλαίσιο για την ένταξη της YEK στη διδασκαλία. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, το πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη ενός καινοτόμου προγράμματος εκπαίδευσης διδασκόντων, στο οποίο οι εκπαιδευτικοί θα διδάσκονται με τις ίδιες μεθόδους που καλούνται να εφαρμόσουν στην τάξη και θα εξασκούν τις ίδιες διερευνητικές ικανότητες τις οποίες καλούνται να προάγουν στους μαθητές τους. Εναλλακτικές και καινοτόμες προσεγγίσεις στην προετοιμασία και στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών είναι απαραίτητες, για την πραγμάτωση των στόχων που εκφράζονται σε επίπεδο χάραξης πολιτικής στην εκπαιδευτική πράξη.

5. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή εστίασε στη σχέση ανάμεσα στην YEK και στην εκπαίδευση στις ΦΕ, μια περιοχή όπου οι έννοιες βρίσκονται υπό συζήτηση και διαμόρφωση τόσο σε ερευνητικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο χάραξης πολιτικών. Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας επέτρεψε να αναγνωρίσουμε τρεις προσεγγίσεις αναφορικά με το πώς η σχέση αυτή έχει εκφραστεί σε έγγραφα εκπαιδευτικής πολιτικής και σε εκθέσεις ερευνητικών έργων: τη 'συστημική προσέγγιση', στην οποία καθορίζονται στόχοι και προτάσεις για συστημικές αλλαγές στην εκπαίδευση με στόχο την ενσωμάτωση της YEK στην εκπαίδευση των ΦΕ, την 'πρακτική προσέγγιση' με στόχο την ανάπτυξη μαθησιακών υλικών και διδακτικών προσεγγίσεων στις ΦΕ πάνω στη θεματική της YEK και την 'προσέγγιση του χώρου παρέμβασης', που εστιάζει στην αναγνώριση προκλήσεων και ευκαιριών για ένταξη της στα υπάρχοντα ευρωπαϊκά προγράμματα. Καθώς η συνεισφορά κάθε προσέγγισης αφορά κατά κύριο λόγο ένα από τα εκπαιδευτικά επίπεδα (αντίστοιχα το μακρο-επίπεδο της χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, το μικρο-επίπεδο της εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη και το μέσο-επίπεδο της ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών), συζητήσαμε την αναγκαιότητα μορφοποίησης ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου το οποίο να μπορεί να πληροφορήσει συνδυαστικά και τα τρία εκπαιδευτικά επίπεδα στην ενσωμάτωση πτυχών της YEK στην εκπαίδευση των ΦΕ.

Το πλαίσιο του έργου ENGAGE που παρουσιάσαμε στη συνέχεια, αναπτύχθηκε με πρωταρχικό σκοπό να πληροφορήσει το μικρο-επίπεδο της εφαρμογής στην εκπαιδευτική πράξη, ως πλαίσιο για ανάπτυξη εκπαιδευτικών υλικών. Ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου σε αυτό το επίπεδο παρουσιάστηκαν από μια πρωταρχική ανάλυση σε μια βάση δεδομένων 1293 ανοιχτών σχολίων των εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα του έργου που αφορούν στην περίοδο Ιούνιος 2014-Ιούνιος 2016 και 987 ψήφων βαθμολόγησης από εκπαιδευτικούς του Ηνωμένου Βασιλείου, της Γαλλίας, της Ελλάδας, της Κύπρου, της Ελβετίας, της Ρουμανίας, της Λιθουανίας, του Ισραήλ, της Νορβηγίας και της Ισπανίας. Τα μαθησιακά υλικά - η ανάπτυξη των οποίων βασίστηκε στο πλαίσιο του ENGAGE - είχαν θετική ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς, καθώς αξιολογήθηκαν να έχουν θετικό αντίκτυπο σε σχέση με την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, με την ανάπτυξη διερευνητικών ικανοτήτων και την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης (4.2, 4 και 4.1 αντίστοιχα σε κλίμακα 0 έως 5). Η ποιοτική ανάλυση των σχολίων των εκπαιδευτικών επέτρεψε την αναγνώριση κύριων χαρακτηριστικών των υλικών όπως και την αναγνώριση διερευνητικών ικανοτήτων του πλαισίου που προάγονται από τα υλικά, σύμφωνα με την άποψη των εκπαιδευτικών.

Με στόχο να εξετάσουμε τη δυναμική του πλαισίου στο να συνεισφέρει στο μέσο-εκπαιδευτικό επίπεδο (αυτό που αφορά στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων

και προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών) επιχειρήσαμε τη σύνδεση ανάμεσα σε προκλήσεις για ενσωμάτωση της ΥΕΚ στα ευρωπαϊκά αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ – όπως προέκυψαν από προηγούμενη μελέτη μας (Kiki-Papadakis & Chaimala, 2016), με τα στοιχεία του πλαισίου του ENGAGE. Σημαντική θεωρούμε τη δυνατότητα που έχει το πλαίσιο να πληροφορήσει τα συστήματα αξιολόγησης σε επίπεδο ανάπτυξης δεικτών για αξιολόγηση ικανοτήτων σχετικών με την ΥΕΚ, και τη δυναμική του ως βάση για την ανάπτυξη ενός καινοτόμου προγράμματος εκπαίδευσης διδασκόντων που να ενσωματώνει πτυχές της ΥΕΚ. Με δεδομένα από τη μια πλευρά τις ενδείξεις για την προστιθέμενη αξία του πλαισίου του ENGAGE σε μέσο- και μικρο-εκπαιδευτικό επίπεδο, και από την άλλη την αναγκαιότητα για μορφοποίηση ενός ολιστικού και συνεκτικού πλαισίου ενσωμάτωσης της ΥΕΚ στην εκπαίδευση των ΦΕ, θεωρούμε χρήσιμη την περαιτέρω διερεύνηση της προστιθέμενης αξίας του πλαισίου σε επίπεδο χάραξης πολιτικής.

Βιβλιογραφία

- Bayram-Jacobs, D (2015) *RRI: What is it? How to integrate in Science Education*. Available: [html https://www.researchgate.net/publication/279204567_RRI_What_is_it_How_to_Integrate_in_Science_Education](https://www.researchgate.net/publication/279204567_RRI_What_is_it_How_to_Integrate_in_Science_Education) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Bybee, R. (1997) *Achieving scientific literacy: From purposes to practical action*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Douglas, C.M.W. & Stemering, D. (2013) Governing Synthetic Biology for Global Health through Responsible Research and Innovation. *Systems and Synthetic Biology*, 7(3), 139-150.
- European Commission (2014) *Science with and for Society*. Available: [html https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- European Commission (2015) *Science Education for Responsible Citizenship*. Available: [html http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Kiki-Papadakis, K. & Chaimala, F. (2016) The embedment of Responsible Research and Innovation aspects in European science curricula. Paper accepted to be published in the *Romanian Journal for Multidimensional Education*.
- Okada, A. (2016) *Innovating teaching for responsible citizenship Policy Report* Available: [html http://oro.open.ac.uk/46455/](http://oro.open.ac.uk/46455/) [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]

- Owen, R. & Goldberg, N. (2010) Responsible Innovation: A pilot Study with the U.K. Engineering and Physical Sciences Research Council. *Risk analysis*, 30 (11), 1699-1707.
- Ratcliffe, M. (1997) Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Ratcliffe, M. & Grace M. (2003) *Science Education for Citizenship*. Open University Press.
- Ryan, C. (2015) *Science Education for Responsible Citizenship*. Report to the European Commission. Available: html http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Stahl, B. (2013) RRI: the role of privacy in an emerging framework. *Science and Public Policy*, 40 (6), 708-716
- Stahl, B., M. Jirotko & Eden, G. (2013) Responsible Research and Innovation in Information and Communication Technology: Identifying and Engaging with the Ethical Implications on ICTs. In R. Owen., M. Heintz, and J. Bessant (Eds), *Responsible Innovation* (pp. 199-218). Chichester, UK.
- Sutcliffe, H. (2011) *A report on Responsible Research & Innovation*. Available: html https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/rri-report-hilary-sutcliffe_en.pdf [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]
- Von Schomberg, R. (2013) A Vision of Responsible Research and Innovation. In R. Owen, J. Bessant and M. Heitz (eds) *Responsible Innovation: Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society* (pp. 51-74) London: John Wiley & Sons, Ltd. Available: html http://www.rri-tools.eu/documents/10184/106979/Von-Schomberg2013_AVisionofRRI.pdf/f39a800d-6a51-4ad8-89bf-f962714a1454 [ημερομηνία πρόσβασης 10-09-2016]