

ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ EMPOWER

ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΟΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ
ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ
ΧΩΡΕΣ

2026



Empowering Teachers for Science Learning
Through Modelling-Based Approaches

Έργο Erasmus+ EMPOWER

EMPOWERING TEACHERS FOR SCIENCE LEARNING THROUGH MODELLING-BASED APPROACHES

Ομάδα έργου του πακέτου εργασίας (αλφαβητική σειρά)

Tom Bielik (SRU), Evridiki Eracleous (EUC), Carme Grimalt-Álvaro (UAB), Felicitas Haupts (IPN), Wouter van Joolingen (UU), Moritz Krell (IPN), Kim Krijtenburg-Lewerissa (UU), Kim Eleni Lobner (IPN), Andrea López-Incera (UAB), Víctor López-Simó (UAB), Loucas Louca (EUC), Anna Marbà-Tallada (UAB), Marios Papaevripidou (UCY), Chloi Savvidou (EUC), Ronja Sowinski (IPN), Kyriaki Vakkou (UCY), Esther Zeedijk (SRU)

Περιεχόμενα

.....	1
1 Εισαγωγή	2
2 Μεθοδολογία.....	2
3 Ευρήματα.....	5
3.1 Γνώση.....	5
3.2 Διδακτική εμπειρία	6
3.3 Ένταξη στα αναλυτικά προγράμματα.....	7
3.4 Υποστήριξη και ανάγκες των εκπαιδευτικών	7
4 Συμπεράσματα.....	9

1 Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας ποιοτικής μελέτης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου EMPOWER, το οποίο αποσκοπεί στην καλύτερη κατανόηση των υφιστάμενων πρακτικών, των προκλήσεων και των αναγκών που σχετίζονται με τη μάθηση μέσω μοντελοποίησης (ΜμΜ) στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Μέσα από μια σειρά συνεντεύξεων με ομάδες εστίασης, στις οποίες συμμετείχαν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί και εμπλεκόμενοι φορείς της εκπαίδευσης από τη Γερμανία, την Κύπρο, την Ισπανία και την Ολλανδία, η μελέτη διερευνά πώς γίνονται αντιληπτά τα μοντέλα και η μοντελοποίηση, πώς αξιοποιούνται στη διδασκαλία και τη μάθηση, καθώς και ποιες μορφές υποστήριξης απαιτούνται για την ενίσχυση του ρόλου τους στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Οι ομάδες εστίασης σχεδιάστηκαν ώστε να καταγράψουν τόσο τις εμπειρίες από τη σχολική τάξη όσο και τις ευρύτερες απόψεις σχετικά με το θεσμικό πλαίσιο και τα αναλυτικά προγράμματα, παρέχοντας μια σφαιρική εικόνα των συνθηκών που επηρεάζουν την εφαρμογή της ΜμΜ.

Τα ευρήματα που παρουσιάζονται στην παρούσα έκθεση εξυπηρετούν δύο σκοπούς. Πρώτον, παρέχουν στοιχεία ειδικά για κάθε χώρα σχετικά με τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών και των εμπλεκόμενων φορέων από τη χρήση μοντέλων, τη μοντελοποίηση και τη ΜμΜ, αναδεικνύοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διδακτική πρακτική σε κάθε χώρα. Δεύτερον, συμβάλλουν σε μια διακρατική σύνθεση, η οποία εντοπίζει κοινές προκλήσεις, νέες δυνατότητες και τομείς στους οποίους απαιτείται περαιτέρω υποστήριξη ή ανάπτυξη. Συνολικά, τα ευρήματα αυτά αποτελούν τη βάση για τον σχεδιασμό στοχευμένων δράσεων επαγγελματικής ανάπτυξης, την ανάπτυξη υποστηρικτικού υλικού και τη συμβολή στον μελλοντικό σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων, με στόχο την ενίσχυση της ΜμΜ στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες σε ολόκληρη την Ευρώπη.

2 Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη αξιοποίησε ημιδομημένες συνεντεύξεις με ομάδες εστίασης, με στόχο τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών και των εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με τη ΜμΜ στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες στις συμμετέχουσες χώρες. Στόχος ήταν η καταγραφή των υφιστάμενων πρακτικών, των προκλήσεων και των αναγκών, καθώς και η εκπόνηση επιμέρους εκθέσεων ανά χώρα και μιας διακρατικής σύνθεσης. Στη μελέτη συμμετείχαν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών και εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων σε εθνικό επίπεδο, όπως άτομα που συμμετέχουν στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και εκπαιδευτές εκπαιδευτικών. Η διαδικασία επιλογής και πρόσκλησης των συμμετεχόντων οργανώθηκε τοπικά σε κάθε χώρα (βλ. Πίνακα 1).

Πίνακας 1 Συμμετέχοντες στις συνεντεύξεις με ομάδες εστίασης

Χώρα	Αριθμός ομάδας εστίασης	Συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί	Συμμετέχοντες εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων
Γερμανία	1	4 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από διαφορετικές ειδικότητες, με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας στη ΜμΜ	3 εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων που δραστηριοποιούνται στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών, την επαγγελματική ανάπτυξη, την εφαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων και τη θεσμική υποστήριξη της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες
Κύπρος	1 (UCY)	5 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, εξοικειωμένοι με ένα εύρος διδακτικών πρακτικών, συμπεριλαμβανομένης της ΜμΜ	4 εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων με θεσμικούς ρόλους στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, συμπεριλαμβανομένων επιθεωρητών και συμβούλων που εμπλέκονται στην εφαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων και στην υποστήριξη των εκπαιδευτικών
	2/3 (EUC)	10 νηπιαγωγοί, σε δύο ομάδες εστίασης των πέντε ατόμων, με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας στη ΜμΜ	-
Ισπανία	1	5 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας στη ΜμΜ	5 εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων που συνδέονται με την εκπαίδευση εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, την εφαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων, την ανάπτυξη αξιολογήσεων και τις δομές παιδαγωγικής υποστήριξης στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες
Ολλανδία	1 (SRU/UU)	4 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Φυσική, τη Βιολογία και τη Χημεία, με εμπειρία στη ΜμΜ	3 εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων από τον χώρο των εκδοτικών οργανισμών, της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών και της εκπαιδευτικής έρευνας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση
	2 (SRU/UU)	3 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Φυσική	4 εκπρόσωποι εμπλεκόμενων φορέων από τον χώρο της ανάπτυξης αναλυτικών προγραμμάτων, της ανάπτυξης

Κάθε συνέντευξη με ομάδα εστίασης διήρκεσε περίπου 60–90 λεπτά και πραγματοποιήθηκε βάσει κοινού πρωτοκόλλου συνέντευξης. Το πρωτόκολλο διασφάλισε τη συνέπεια μεταξύ των χωρών, επιτρέποντας παράλληλα στους συντονιστές και στις συντονίστριες να προσαρμόζουν τη ροή της συζήτησης όταν προέκυπταν αυθόρμητα σχετικά θέματα. Κάθε συνάντηση ξεκινούσε με μια σύντομη εισαγωγή, κατά την οποία ο/η συντονιστής/τρια εξηγούσε τον σκοπό της μελέτης, αναφερόταν στο ενημερωτικό έντυπο και υπενθύμιζε στους συμμετέχοντες τα δικαιώματά τους, συμπεριλαμβανομένης της εθελοντικής συμμετοχής, της ανωνυμοποίησης και της ασφαλούς διαχείρισης των δεδομένων. Η συγκατάθεση επιβεβαιωνόταν με τη συνέχιση της συμμετοχής. Το πρωτόκολλο περιλάμβανε δύο παράλληλες εκδοχές – μία για τους εκπαιδευτικούς και μία για τους εμπλεκόμενους φορείς – καθεμία από τις οποίες ήταν οργανωμένη σε θεματικές ενότητες.

Το πρωτόκολλο για τους εκπαιδευτικούς εστίαζε στα ακόλουθα:

1. τις γνώσεις και τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τα μοντέλα, τη μοντελοποίηση και τη ΜμΜ·
2. τις διδακτικές τους εμπειρίες και τις πρακτικές μοντελοποίησης που εφαρμόζουν·
3. τις συνδέσεις με το εθνικό αναλυτικό πρόγραμμα· και
4. τις ανάγκες που αντιλαμβάνονται για περαιτέρω υποστήριξη.

Το πρωτόκολλο για τους εμπλεκόμενους φορείς εστίαζε στα ακόλουθα:

1. τις γνώσεις και τις απόψεις των εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με τα μοντέλα, τη μοντελοποίηση και τη ΜμΜ·
2. τη θέση της ΜμΜ στο εθνικό αναλυτικό πρόγραμμα·
3. τους διαθέσιμους πόρους και την υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος· και
4. τις ανάγκες για την ενίσχυση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες μέσω μοντελοποίησης.

Οι συντονιστές/τριες χρησιμοποιούσαν τις ερωτήσεις ως αφετηρία για την ανάπτυξη της συζήτησης, ενθάρρυναν περαιτέρω επεξηγήσεις όπου χρειαζόταν και διασφάλιζαν την ισότιμη συμμετοχή όλων. Ορισμένες ερωτήσεις μπορούσαν να παραλειφθούν εάν το αντίστοιχο θέμα είχε ήδη καλυφθεί κατά τη διάρκεια της συζήτησης. Όλες οι συνεντεύξεις ολοκληρώνονταν με μια ερώτηση σχετικά με το τι χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί για να ενσωματώσουν περαιτέρω τη μοντελοποίηση στη διδασκαλία τους. Κάθε συνάντηση έκλεινε

με μια σύντομη κατακλείδα και με τον τερματισμό της καταγραφής. Μετά τη συνάντηση, οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και ανωνυμοποιήθηκαν.

3 Ευρήματα

Στα εκπαιδευτικά πλαίσια των συμμετεχουσών χωρών, οι συνεντεύξεις ανέδειξαν μια ευρεία αναγνώριση της εκπαιδευτικής αξίας των μοντέλων, της μοντελοποίησης και της ΜμΜ, αλλά και σημαντικές διαφοροποιήσεις στον τρόπο με τον οποίο οι έννοιες αυτές γίνονται κατανοητές, εφαρμόζονται στην πράξη και υποστηρίζονται. Παρόλο που οι συνθήκες που αφορούν τη δομή των εκπαιδευτικών συστημάτων και τα αναλυτικά προγράμματα διαφέρουν, τα ευρήματα αναδεικνύουν συνολικά τον κεντρικό ρόλο των μοντέλων στην υποστήριξη των μαθητών/τριών ώστε να κατανοούν σύνθετα ή μη ορατά επιστημονικά φαινόμενα. Παράλληλα, αναδεικνύουν τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την εφαρμογή της μοντελοποίησης ως επαναληπτικής επιστημονικής πρακτικής. Η σύνθεση που ακολουθεί συγκρίνει τις απόψεις που καταγράφηκαν στη Γερμανία, την Ισπανία, την Κύπρο και την Ολλανδία, εστιάζοντας σε τέσσερις θεματικούς άξονες.

3.1 Γνώση

Σε όλα τα εκπαιδευτικά πλαίσια, οι συμμετέχοντες περιγράφουν τα μοντέλα ως αναπαραστάσεις της πραγματικότητας που συμβάλλουν στην εξήγηση και την πρόβλεψη επιστημονικών φαινομένων. Ωστόσο, οι γνώσεις και οι ερμηνείες τους διαφοροποιούνται μεταξύ ομάδων και χωρών. Οι εμπλεκόμενοι φορείς εκφράζουν γενικά πιο επιστημολογικές αντιλήψεις, προσανατολισμένες στη διαδικασία της μοντελοποίησης, ενώ οι εκπαιδευτικοί συχνότερα προσεγγίζουν τα μοντέλα με βάση τον επεξηγηματικό ή παραστατικό ρόλο τους στη σχολική τάξη. Στη **Γερμανία**, οι εμπλεκόμενοι φορείς και οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναφέρουν ότι οι γνώσεις τους σχετικά με τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση προέρχονται από την εκπαίδευση εκπαιδευτικών, την προπαρασκευαστική φάση της εκπαίδευσής τους και την εμπειρία τους στη σχολική τάξη. Οι εκπαιδευτικοί δίνουν έμφαση στα μοντέλα ως στοχευμένα επεξηγηματικά εργαλεία και τείνουν να αντιλαμβάνονται τη μοντελοποίηση ως διαδικασία κατασκευής μοντέλων. Αντίθετα, οι εμπλεκόμενοι φορείς περιγράφουν τη μοντελοποίηση ως μια ευρύτερη επιστημονική πρακτική, η οποία περιλαμβάνει τη δοκιμή, την αναθεώρηση και την κριτική αξιολόγηση των μοντέλων. Στην **Κύπρο**, οι γνώσεις των εκπαιδευτικών προέρχονται σε μεγάλο βαθμό από μεταπτυχιακές σπουδές. Οι πιο έμπειροι/ες νηπιαγωγοί αντιλαμβάνονται τη μοντελοποίηση ως μια διαδικασία μέσα από την οποία τα παιδιά αναπτύσσουν και βελτιώνουν τις ιδέες τους, ενώ οι λιγότερο έμπειροι/ες εκπαιδευτικοί την αντιλαμβάνονται κυρίως ως πρακτική διερεύνηση. Οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης περιγράφουν τη μοντελοποίηση ως μια διαδικασία που καθιστά ορατή τη σκέψη των παιδιών και τα βοηθά να την αναπροσαρμόζουν. Οι εμπλεκόμενοι φορείς την προσεγγίζουν ως μια ευρύτερη επιστημονική δεξιότητα που υποστηρίζει τη διερεύνηση και την κριτική σκέψη. Στην **Ισπανία**, οι εμπλεκόμενοι φορείς αναφέρουν ότι οι γνώσεις τους προέρχονται κυρίως από

την επαγγελματική εμπειρία και τη συνεχή επιμόρφωση, ενώ οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δηλώνουν ότι δεν διδάχθηκαν τη μοντελοποίηση κατά τη διάρκεια της δικής τους εκπαίδευσης. Και οι δύο ομάδες αντιλαμβάνονται τη μοντελοποίηση ως μια σταδιακή διαδικασία που περιλαμβάνει τη διατύπωση ερωτημάτων, τη συλλογιστική και την αναθεώρηση των εξηγήσεων. Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι οι γνώσεις τους σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής αυτού του πλήρους κύκλου είναι κυρίως θεωρητικές και δύσκολα αξιοποιούνται στην πράξη. Στην **Ολλανδία**, οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και οι εμπλεκόμενοι φορείς αναφέρουν ότι οι γνώσεις τους προέρχονται κυρίως από προσωπικό ενδιαφέρον και δράσεις επαγγελματικής ανάπτυξης, ενώ αρκετοί επισημαίνουν ότι η μοντελοποίηση δεν αποτελούσε μέρος της εκπαίδευσής τους ως εκπαιδευτικών. Οι εκπαιδευτικοί και οι εμπλεκόμενοι φορείς περιγράφουν τη μοντελοποίηση ως μια επαναληπτική διαδικασία συνεχούς δοκιμής και τροποποίησης των μοντέλων. Ορισμένοι αναδεικνύουν επίσης τη μοντελοποίηση ως κοινωνική πρακτική, η οποία περιλαμβάνει συνεργασία και διάλογο στο πλαίσιο επιστημονικών κοινοτήτων.

3.2 Διδακτική εμπειρία

Στις συμμετέχουσες χώρες, οι εμπειρίες των εκπαιδευτικών από τη μοντελοποίηση διαμορφώνονται από τις προσδοκίες των αναλυτικών προγραμμάτων, την αυτοπεποίθησή τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και τον βαθμό στον οποίο η μοντελοποίηση είναι ενσωματωμένη στην καθημερινή διδακτική πρακτική. Παρόλο που οι εκπαιδευτικοί συχνά αναγνωρίζουν την αξία της μοντελοποίησης, ο τρόπος με τον οποίο την εφαρμόζουν στη σχολική τάξη διαφέρει σημαντικά και συχνά περιορίζεται από τον διαθέσιμο χρόνο, τα υλικά και τις καθιερωμένες διδακτικές πρακτικές. Στη **Γερμανία**, οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναφέρουν ότι ασχολούνται ρητά με τα μοντέλα, συχνά αναδεικνύοντας και τους περιορισμούς τους. Οι μαθητές/τριες κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν τακτικά μοντέλα, αν και η συστηματική αναθεώρησή τους είναι λιγότερο συχνή. Οι εκπαιδευτικοί περιγράφουν τον ρόλο τους ως ρόλο οργάνωσης και διευκόλυνσης των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης, επιλέγοντας μοντέλα, καθορίζοντας δραστηριότητες και παρέχοντας υποστήριξη στη διαχείριση της πολυπλοκότητας, ενώ παράλληλα αφήνουν χώρο για αυτόνομη εμπλοκή των μαθητών/τριών. Οι προκλήσεις που αναφέρουν σχετίζονται με την επιλογή κατάλληλων μοντέλων, τον καθορισμό κριτηρίων και τη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ φιλόδοξων διδακτικών επιδιώξεων και των πραγματικών συνθηκών της σχολικής τάξης. Στην **Κύπρο**, οι νηπιαγωγοί αξιοποιούν τη μοντελοποίηση ως δραστηριότητα μέσα από την οποία τα παιδιά δημιουργούν αναπαραστάσεις και τις συζητούν ενεργά. Ωστόσο, το βάθος της εμπλοκής διαφοροποιείται ανάλογα με την εμπειρία των εκπαιδευτικών. Οι πιο έμπειροι/ες εκπαιδευτικοί καθοδηγούν τα παιδιά σε όλες τις φάσεις της μοντελοποίησης, ενώ οι λιγότερο έμπειροι/ες εκπαιδευτικοί εστιάζουν κυρίως στην κατασκευή μοντέλων. Οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφέρουν ότι χρησιμοποιούν μοντέλα και στοιχεία μοντελοποίησης σε ποικίλα θέματα, όπως ο ηλεκτρισμός, το κυκλοφορικό σύστημα, το ηλιακό σύστημα, το πεπτικό σύστημα και το ανθρώπινο σώμα. Και στις δύο βαθμίδες, οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες που

σχετίζονται με την καταλληλότητα των δραστηριοτήτων για την ηλικία των μαθητών/τριών, τον περιορισμένο χρόνο και την έλλειψη υλικών. Στην **Ισπανία**, οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σπάνια ασχολούνται ρητά με τα μοντέλα, ενώ η μοντελοποίηση σπάνια εμφανίζεται ως διακριτή διδακτική εστίαση. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν μοντέλα συνήθως πραγματοποιούνται έμμεσα, στο πλαίσιο ευρύτερων εργασιών ή σχεδίων εργασίας, ενώ ο ίδιος ο όρος «μοντέλο» συχνά απουσιάζει από τον λόγο της σχολικής τάξης. Οι εκπαιδευτικοί συχνά αισθάνονται ανασφάλεια ως προς τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε προκαθορισμένο υλικό, λειτουργώντας περισσότερο ως διευκολυντές παρά ως καθοδηγητές κατά την κατασκευή ή την αναθεώρηση μοντέλων. Η περιορισμένη αυτοπεποίθηση, οι ασαφείς προσδοκίες των αναλυτικών προγραμμάτων και η χαμηλή προτεραιότητα που δίνεται στις Φυσικές Επιστήμες συμβάλλουν στη διαμόρφωση πρακτικών μοντελοποίησης που δεν είναι επαρκώς εδραιωμένες. Στην **Ολλανδία**, οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναφέρουν ποικίλες εμπειρίες μοντελοποίησης, όπως τη χρήση εννοιολογικών χαρτών, υπολογιστικής μοντελοποίησης και διδακτικών μοντέλων. Επίσης, αξιοποιούν γενικά μοντέλα που συνδέονται με συγκεκριμένα επιστημονικά πεδία, όπως το σωματιδιακό μοντέλο, ενσωματώνοντας τη μοντελοποίηση στη διδασκαλία επιμέρους γνωστικών αντικειμένων.

3.3 Ένταξη στα αναλυτικά προγράμματα

Τα αναλυτικά προγράμματα σε όλα τα συμμετέχοντα εκπαιδευτικά πλαίσια αναγνωρίζουν τη σημασία του επιστημονικού συλλογισμού. Ωστόσο, η θέση που αποδίδεται ρητά στη μοντελοποίηση διαφέρει μεταξύ των εκπαιδευτικών πλαισίων και συχνά δεν αποσαφηνίζεται επαρκώς σε επίπεδο εφαρμογής. Στη **Γερμανία**, η μοντελοποίηση εντάσσεται στα εθνικά πρότυπα, όμως οι εκπαιδευτικοί βασίζονται περισσότερο στα εσωτερικά αναλυτικά προγράμματα των σχολείων, τα οποία δίνουν έμφαση στο περιεχόμενο. Στην **Κύπρο**, η μοντελοποίηση αναφέρεται στα αναλυτικά προγράμματα, αλλά δεν προσδιορίζεται με αρκετή σαφήνεια, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να στηρίζονται στην επαγγελματική ανάπτυξη και στην προσωπική τους πρωτοβουλία. Στην **Ισπανία**, το αναλυτικό πρόγραμμα που βασίζεται στις ικανότητες παρέχει ευελιξία, αλλά παραμένει ασαφές ως προς την εφαρμογή της μοντελοποίησης. Στην **Ολλανδία**, η μοντελοποίηση εμφανίζεται στα εξεταστικά προγράμματα, ιδιαίτερα στη Φυσική και τη Χημεία, όμως το αναλυτικό πρόγραμμα δίνει μεγαλύτερη έμφαση στη χρήση μοντέλων παρά στη μοντελοποίηση ως διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι οι απαιτήσεις των εξετάσεων ενισχύουν κυρίως την εφαρμογή καθιερωμένων μοντέλων, αντί για την επαναληπτική ανάπτυξη μοντέλων.

3.4 Υποστήριξη και ανάγκες των εκπαιδευτικών

Σε όλες τις χώρες, οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν έντονη ανάγκη για πιο δομημένη, πρακτική και συνεχή υποστήριξη, ώστε να μπορούν να αξιοποιούν αποτελεσματικά τη ΜμΜ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στη **Γερμανία**, οι εμπλεκόμενοι φορείς αναδεικνύουν

την ανάγκη για συστηματική επαγγελματική ανάπτυξη, η οποία να ενισχύει τη σαφή κατανόηση του τι είναι τα μοντέλα και πώς μπορούν να χρησιμοποιούνται με συγκεκριμένο διδακτικό σκοπό. Συχνά παρατηρούν δυσκολίες στη σχολική τάξη όταν τα μοντέλα χρησιμοποιούνται χωρίς ρητή αναφορά στον αναπαραστατικό τους χαρακτήρα. Οι εκπαιδευτικοί ζητούν υψηλής ποιότητας υλικό, το οποίο να παρέχεται κεντρικά και να είναι ευθυγραμμισμένο με τις απαιτήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων. Παράλληλα, εκφράζουν δυσaráσκεια για το γεγονός ότι χρειάζεται να αναπτύσσουν μόνοι/ες τους το απαραίτητο υλικό, γεγονός που δείχνει ότι απαιτείται υποστήριξη τόσο σε επίπεδο σχολικής τάξης όσο και σε επίπεδο συστήματος. Στην **Κύπρο**, οι νηπιαγωγοί και οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τονίζουν την ανάγκη για στοχευμένη επαγγελματική ανάπτυξη, η οποία να αποσαφηνίζει τι είναι η μοντελοποίηση και πώς μπορεί να εφαρμοστεί σε διαφορετικές τάξεις. Ζητούν επίσης αποθετήρια δοκιμασμένου υλικού, όπως σχέδια μαθήματος, ερωτήσεις/προτροπές, προσομοιώσεις και πρακτικά παραδείγματα, καθώς η ανάπτυξη τέτοιου υλικού από τους/τις ίδιους/ες είναι χρονοβόρα. Οι εκπαιδευτικοί επισημαίνουν επίσης υλικούς και δομικούς περιορισμούς, όπως ο περιορισμένος χώρος, η έλλειψη εργαστηρίων, ο ανεπαρκής εξοπλισμός και η πίεση χρόνου, οι οποίοι περιορίζουν τις ευκαιρίες για διερεύνηση, συζήτηση και αναθεώρηση μοντέλων. Αντίστοιχα, οι εμπλεκόμενοι φορείς τονίζουν ότι οι εκπαιδευτικοί θα επωφελούνταν από πιο συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογής. Οι νηπιαγωγοί επισημαίνουν επιπλέον την ανάγκη για πρακτική καθοδήγηση στο σχολικό πλαίσιο, σαφείς δομές μαθημάτων και αξιόπιστο υλικό, υπογραμμίζοντας ότι η μοντελοποίηση σήμερα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην προσωπική πρωτοβουλία και όχι σε συστηματική υποστήριξη. Στην **Ισπανία**, οι εκπαιδευτικοί και οι εμπλεκόμενοι φορείς συμφωνούν ότι απαιτείται ουσιαστική υποστήριξη. Οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν περιορισμένη αυτοπεποίθηση και ανεπαρκείς γνώσεις του επιστημονικού περιεχομένου, γεγονός που οδηγεί σε έντονη εξάρτηση από τα σχολικά εγχειρίδια. Ζητούν σαφείς μαθησιακές πορείες, συγκεκριμένες τράπεζες υλικού, παραδείγματα διαλόγου στη σχολική τάξη και ευκαιρίες παρατήρησης καλών πρακτικών. Οι εμπλεκόμενοι φορείς τονίζουν την ανάγκη απομάκρυνσης από μια διδασκαλία που εστιάζει κυρίως στην εκμάθηση επιστημονικών όρων, επισημαίνοντας ότι η μοντελοποίηση συχνά γίνεται αντιληπτή ως αφηρημένη και μη διαισθητική. Για τον λόγο αυτό, η επαγγελματική ανάπτυξη θεωρείται απαραίτητη. Στην **Ολλανδία**, οι εκπαιδευτικοί και οι εμπλεκόμενοι φορείς αναδεικνύουν την ανάγκη για αξιόπιστα διδακτικά εργαλεία, ενδεικτικά θέματα εξετάσεων και σαφέστερη ενσωμάτωση της ΜμΜ στα σχολικά εγχειρίδια και στις εργασίες των μαθητών/τριών. Εκτιμούν ιδιαίτερα τις ενεργές κοινότητες μάθησης και ζητούν συνεχείς μαθησιακές πορείες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ώστε η μοντελοποίηση να επανέρχεται με συνέπεια και όχι αποσπασματικά. Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, ιδιαίτερα στην υπολογιστική μοντελοποίηση, θεωρείται απαραίτητη για την ανάπτυξη εξοικείωσης με την τεχνολογία και την ενίσχυση του επιστημονικού γραμματισμού. Οι εμπλεκόμενοι φορείς αναδεικνύουν επίσης τη σημασία της ευαισθητοποίησης εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών σχετικά με τον ρόλο της μοντελοποίησης στα γνωστικά αντικείμενα STEM.

4 Συμπεράσματα

Στη Γερμανία, την Ισπανία, την Κύπρο και την Ολλανδία, η μελέτη αναδεικνύει μια κοινή αναγνώριση της εκπαιδευτικής αξίας των **μοντέλων**, της **μοντελοποίησης** και της **ΜμΜ**, αλλά και σημαντικές διαφοροποιήσεις στον τρόπο με τον οποίο οι πρακτικές αυτές γίνονται κατανοητές, εφαρμόζονται και υποστηρίζονται. Οι εκπαιδευτικοί και οι εμπλεκόμενοι φορείς περιγράφουν συστηματικά τα μοντέλα ως βασικά εργαλεία για την εξήγηση σύνθετων ή μη ορατών φαινομένων. Ωστόσο, οι ερμηνείες τους για τη μοντελοποίηση διαφέρουν: οι εκπαιδευτικοί συχνά δίνουν έμφαση στην κατασκευή ή τη χρήση μοντέλων, ενώ οι εμπλεκόμενοι φορείς προσεγγίζουν τη μοντελοποίηση ως επαναληπτική επιστημονική πρακτική, η οποία περιλαμβάνει τη δοκιμή, την αναθεώρηση και την κριτική αξιολόγηση των μοντέλων.

Οι πρακτικές στη σχολική τάξη παρουσιάζουν σημαντική ποικιλία. Στη Γερμανία, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν και συζητούν τακτικά τα μοντέλα, αν και η συστηματική αναθεώρησή τους είναι λιγότερο συχνή. Στην Κύπρο, τόσο οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης όσο και οι νηπιαγωγοί χρησιμοποιούν μοντέλα σε ποικιλία θεμάτων, όμως το βάθος της εμπλοκής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπειρία των εκπαιδευτικών και τους διαθέσιμους πόρους. Στην Ισπανία, η μοντελοποίηση σπάνια εμφανίζεται ρητά, συχνά ενσωματώνεται έμμεσα σε ευρύτερες εργασίες ή σχέδια εργασίας και περιορίζεται από τη μειωμένη αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών και την εξάρτηση από τα σχολικά εγχειρίδια. Στην Ολλανδία, η μοντελοποίηση εμφανίζεται με ποικίλες μορφές, αλλά επηρεάζεται έντονα από τους χρονικούς περιορισμούς και τις απαιτήσεις των εξετάσεων.

Η ένταξη της μοντελοποίησης στα αναλυτικά προγράμματα είναι άνιση. Στη Γερμανία, η μοντελοποίηση εντάσσεται στα εθνικά πρότυπα, ωστόσο οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στη μελέτη βασίζονται περισσότερο στα εσωτερικά αναλυτικά προγράμματα των σχολείων. Στην Κύπρο, η μοντελοποίηση κατέχει σημαντική θέση στο αναλυτικό πρόγραμμα, όμως η καθοδήγηση που παρέχεται δεν είναι αρκετά συγκεκριμένη, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να στηρίζονται στην επαγγελματική ανάπτυξη και στην προσωπική τους πρωτοβουλία. Στην Ισπανία, το αναλυτικό πρόγραμμα είναι ευέλικτο και ανοικτό, αλλά δεν παρέχει επαρκή σαφήνεια σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής της μοντελοποίησης, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να αισθάνονται αβεβαιότητα ως προς την εφαρμογή της. Στην Ολλανδία, η μοντελοποίηση εμφανίζεται στο αναλυτικό πρόγραμμα, όμως οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι η έλλειψη αίσθησης αναγκαιότητας — εν μέρει επειδή δεν δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη μοντελοποίηση στις εξετάσεις — έχει ως αποτέλεσμα πολλοί να μην την ενσωματώνουν στη διδασκαλία τους.

Σε όλες τις χώρες, οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν έντονη ανάγκη για δομημένη, πρακτική και συνεχή υποστήριξη. Ζητούν σαφέστερες εννοιολογικές βάσεις, υψηλής ποιότητας υλικό, χρόνο και συνεργατικές δομές. Η επαγγελματική ανάπτυξη αναδεικνύεται ως αναγκαία σε όλα τα εκπαιδευτικά πλαίσια, ιδιαίτερα όταν συνδυάζει τη θεωρητική κατανόηση με πρακτικά παραδείγματα εφαρμογής στη σχολική τάξη. Οι εκπαιδευτικοί επισημαίνουν

επίσης συστημικούς περιορισμούς — όπως ο περιορισμένος χρόνος, η έλλειψη επαρκούς υλικού και οι ασαφείς προσδοκίες των αναλυτικών προγραμμάτων — που δυσχεραίνουν την εφαρμογή της μοντελοποίησης ως επαναληπτικής επιστημονικής πρακτικής. Οι κοινές αυτές ανάγκες αναδεικνύουν τη σημασία συντονισμένων προσπάθειών στους τομείς της επαγγελματικής ανάπτυξης, του σχεδιασμού των αναλυτικών προγραμμάτων και της ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού, με στόχο την ενίσχυση της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες μέσω μοντελοποίησης σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the National Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

This work is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

