



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας στην
Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον

Νικόλαος Αναστάσιος Μανίνης

Βόλος

2024



UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT
DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION
JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

**Augmented Reality in Education for Sustainability and the
Environment**

Nikolaos Anastasios Maninis

Volos

2024

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, 2024. Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Χαράλαμπος Καραγιαννίδης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,
Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
Επιβλέπων

Στέφανος Παρασκευόπουλος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,
Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
Συν Επιβλέπων

Αγγελική Καραματσούκη, Εκπαιδευτικός, Δ/ση Β'θμιας Εκπαίδευσης Δυτικής
Θεσσαλονίκης, *Μέλος*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το περιεχόμενο της εργασίας έγκειται στους τομείς της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και των νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή μου, Καθηγητή του ΠΤΕΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κύριο Χαράλαμπο Καραγιαννίδη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την υποστήριξη και τη βοήθεια του σε ότι χρειάστηκα για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας και για τις πολύτιμες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Συνεπιβλέποντα καθηγητή, κύριο Στέφανο Παρασκευόπουλο και την κυρία Αγγελική Καραματσούκη, για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α.) / Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) Καστοριάς, το εξαιρετικό προσωπικό του και ειδικότερα την κυρία Αναστασία Ατζέμη και την κυρία Μάγδα Γρηγορίου, για την πολύ σημαντική βοήθειά τους, την υποστήριξή τους και για την παροχή εκπαιδευτικού υλικού του Κέντρου, που αξιοποιήθηκε για να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη εργασία.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και στους φίλους μου για τη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση κερδίζει σημαντικό έδαφος τα τελευταία χρόνια, λόγω της κλιματικής κρίσης. Τα Κέντρα Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (ή Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης), είναι σημαντικές δομές που μέσω των προγραμμάτων που υλοποιούν, βοηθούν τους μαθητές να μάθουν για το περιβάλλον, τη μεγάλη αξία του, τη σημασία της προστασίας του, ενώ παράλληλα τους εμπνέουν να αναλάβουν ενεργό δράση. Σημαντικό θέμα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η βιοποικιλότητα, της οποίας η προάσπιση συμβάλλει σημαντικά στη ζωή του ανθρώπου και την ευημερία του. Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί στον τομέα της εκπαίδευσης νέες τεχνολογίες, που βοηθούν στη βελτίωση της μάθησης και στην επίτευξη διάφορων εκπαιδευτικών και παιδαγωγικών στόχων. Μια από αυτές τις τεχνολογίες, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR), φαίνεται να παρουσιάζει πολλά οφέλη στη διδασκαλία και στη μάθηση των μαθητών/τριών. Στο Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς υπάρχει ένα περιβαλλοντικό πρόγραμμα για τη Βιοποικιλότητα, το οποίο υλοποιείται κατά ένα μέρος σε εσωτερικό χώρο και κατά ένα άλλο μέρος με τη μορφή εκπαιδευτικής επίσκεψης και εργασίας πεδίου στη λίμνη της Καστοριάς. Στη συγκεκριμένη εργασία, επιχειρήθηκε να δημιουργηθεί ένα νέο εκπαιδευτικό υλικό που θα αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, θα έχει ως βάση το υλικό που χρησιμοποιείται από Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς και θα λειτουργήσει ως συνοδευτικό και υποστηρικτικό υλικό του προγράμματος, με στόχο την επίτευξη παιδαγωγικών και γνωστικών στόχων. Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού έγινε από εμπειρογνώμονες. Το συμπέρασμα από την αξιολόγηση, δείχνει ότι το υλικό ίσως να μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στις δραστηριότητες στο πεδίο, να ενισχύσει την εμπειρία τους στο φυσικό περιβάλλον αλλά και να τους βοηθήσει να κατανοήσουν νέους όρους.

Συνεπώς, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας φαίνεται να ενισχύει και να υποστηρίζει το ήδη υπάρχον υλικό που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα, δίνοντας στους μαθητές ακόμα περισσότερες ευκαιρίες και δυνατότητες για μάθηση και διάθεση για ανακάλυψη της γνώσης.

Λέξεις-κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Βιοποικιλότητα, Κ.Ε.Π.Ε.Α. Καστοριάς, εκπαιδευτικές εκδρομές, αξιολόγηση εμπειρογνομόνων

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AR	-	Augmented Reality (Επαυξημένη Πραγματικότητα)
ΠΕ	-	Περιβαλλοντική Εκπαίδευση
Κ.Ε.Π.Ε.Α.	-	Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία
Κ.Π.Ε.	-	Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης
ΤΠΕ	-	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών
3D	-	Three-Dimensional (τρισεδιάστατος)
GPS	-	Global Positioning System
SIM	-	Subscriber Identity Module

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	1
1.2 Βιοποικιλότητα και Εκπαίδευση για τη Βιοποικιλότητα	5
1.3 Κέντρα Εκπαίδευσης για την Αειφορία και το Περιβάλλον / Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε.) στην Ελλάδα	7
1.4 Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α.) Καστοριάς.....	9
1.5 Η σημασία της χρήσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση και τη μάθηση	12
1.6 Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR).....	14
1.7 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση και τη μάθηση.....	16
1.8 Πλεονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση και τη μάθηση	18
1.9 Επαυξημένη πραγματικότητα στις επιστήμες	20
1.10 Εκπαιδευτικές εκδρομές και τα οφέλη τους στη μάθηση	22
1.11 Εκπαιδευτικές εκδρομές στην περιβαλλοντική εκπαίδευση	27
1.12 Επαυξημένη πραγματικότητα και εκπαιδευτικές εκδρομές	29
1.13 Βιωματική μάθηση και μάθηση μέσω ψηφιακών παιχνιδιών	30
1.14 Κινητές συσκευές και μάθηση	31
2. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	34
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	37

3.1 Πρόγραμμα «Βιοποικιλότητα: Το Εργαστήρι της Ζωής» του Κ.Ε.ΠΕ.Α./ Κ.Π.Ε. Καστοριάς	37
3.2 Εργασία πεδίου του προγράμματος για τη Βιοποικιλότητα του Κ.Π.Ε. Καστοριάς.....	39
3.3 Εκπαιδευτικό υλικό υλοποίησης του προγράμματος	41
3.4 Το λογισμικό ZapWorks με το οποίο δημιουργήθηκε το εκπαιδευτικό υλικό.....	43
3.5 Δημιουργία του νέου εκπαιδευτικού υλικού για το πρόγραμμα Βιοποικιλότητας του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς.....	44
3.5.1 Βασικό πλάνο δημιουργίας του νέου εκπαιδευτικού υλικού	45
3.5.2 Δημιουργία του νέου εκπαιδευτικού υλικού με το πρόγραμμα ZapWorks.....	47
3.6 Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού από εμπειρογνώμονες	52
3.6.1 Προφίλ εμπειρογνώμωνων.....	52
3.6.2 Τρόπος διεξαγωγής αξιολόγησης	53
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	55
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
ABSTRACT	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	76
A. Άξονες αξιολόγησης εκπαιδευτικού υλικού.....	76
B. Εικόνες από το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε	78

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο που υποστηρίζει την εκπόνηση της εργασίας.

1.1 Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Η οικονομική εξέλιξη και η εξέλιξη του ανθρώπου έχουν δημιουργήσει ένα μολυσμένο περιβάλλον, υπογραμμίζοντας έτσι την επιτακτική ανάγκη για οικολογική εκπαίδευση (Huang et al., 2016). Για την αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής κρίσης, η περιβαλλοντική εκπαίδευση και η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη αναγνωρίζονται να είναι σημαντικά εργαλεία για να απευθύνουν τη γνώση, τις αξίες και τη συμπεριφορά στην επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης (Boeve-de Pauw et al., 2019).

Κατά τον ορισμό της, η περιβαλλοντική εκπαίδευση (ΠΕ) περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την υποστήριξη στάσεων, πεποιθήσεων, γνώσεων και ικανοτήτων σχετικών με το περιβάλλον, που προετοιμάζουν τους ανθρώπους να λάβουν δράση για το περιβάλλον (Chen, 2022). Η ΠΕ είναι μία διαδικασία μετάδοσης γνώσης και επίγνωσης για το περιβάλλον και τις σχετιζόμενες προκλήσεις του, ανάπτυξης ικανοτήτων και τεχνογνωσίας για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και υιοθέτησης θετικών στάσεων και κινήτρων για να ληφθούν εμπειριστατωμένες αποφάσεις και να ληφθεί δράση για την επίλυση αυτών των προκλήσεων (Dale et al., 2020).

Κάποιοι από τους σημαντικούς στόχους της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, είναι να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, να παρακινήσει τη δράση μέσω της ευαισθητοποίησης και να αναπτύξει μια υποχρέωση για την επίλυση και την πρόληψη τοπικών και παγκόσμιων προβλημάτων (Jose et al., 2017).

Αυτοί οι στόχοι, μπορούν να επιτευχθούν με την εκπαίδευση των πολιτών για τα περιβαλλοντικά προβλήματα, και εμπνέοντας τους να προστατεύουν το περιβάλλον μέσω υπεύθυνων συμπεριφορών (Jose et al., 2017).

Στα θεμέλια της, η περιβαλλοντική εκπαίδευση επιδιώκει να παρακινήσει τους πολίτες παγκοσμίως να σκεφτούν και να δράσουν με νέους τρόπους για το περιβάλλον συνεισφέροντας έτσι σε πιο περιβαλλοντικά «εγγράμματο» πληθυσμό (Carleton-Hug & Hug, 2010). Η ΠΕ πραγματοποιείται συνήθως μέσω κάποιου εκπαιδευτικού προγράμματος και προσπαθεί να αλλάξει την γνώση και τη συμπεριφορά του μαθητεύομενου (Carleton-Hug & Hug, 2010). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ενθαρρύνει την αφοσίωση στη βελτίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ φύσης και ανθρώπου κατά τη διάρκεια του χρόνου (Ardoin & Bowers, 2020).

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση γίνεται ολοένα και πιο σημαντική ειδικότερα για τους μαθητές, ώστε να μάθουν πως να διαχειρίζονται τη συμπεριφορά τους ως προς το περιβάλλον (Chen, 2022). Ο σκοπός της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης δεν είναι μόνο το τι πρέπει να μάθουν τα παιδιά για το περιβάλλον, αλλά επίσης να οικοδομήσουν σωστές στάσεις και θετικές σχέσεις προς το περιβάλλον, οπότε ο σχεδιασμός του κατάλληλου προγράμματος μαθημάτων είναι σημαντικός, για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. (Chen, 2022).

Η τυπική και η άτυπη εκπαίδευση για τη φύση μπορεί να υλοποιηθεί σε κτήρια (π.χ. σχολικές αίθουσες, μουσεία, εκπαιδευτικά κέντρα) ή σε εξωτερικό περιβάλλον με μορφή τάξεων στο πεδίο, εργαστηρίων και εκπαιδευτικών εκδρομών, αφού τα οικοσυστήματα προσφέρουν πολλές ευκαιρίες μάθησης σε πολλά επίπεδα της εκπαίδευσης (Mocior & Kruse, 2016).

Η μάθηση απευθείας από τα οικοσυστήματα, αν και είναι πιο δύσκολη από την οργανωτική πλευρά, είναι πιο επωφελής για τον μαθητευόμενο κάθε ηλικίας (Mocior & Kruse, 2016).

Πολλές μελέτες έχουν συσχετίσει θετικές εμπειρίες στη φύση στην παιδική ηλικία, με το ξεκίνημα του περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος στην ενήλικη ζωή και τη συμμετοχή σε περιβαλλοντικές συμπεριφορές (Ardoin & Bowers, 2020). Προγράμματα που βασίζονται στη φύση για τη παιδική ηλικία, για παράδειγμα, μπορούν να προσφέρουν εμπειρίες πλούσιες σε φύση, με ένα εύρος σκοπών, συμπεριλαμβανομένων της ανάπτυξης βασικής εκτίμησης για τον φυσικό κόσμο (Ardoin & Bowers, 2020).

Ο καθοριστικός σκοπός των εκπαιδευτών για το περιβάλλον είναι να αλλάξουν την ατομική συμπεριφορά προς το περιβάλλον με το να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά μορφωμένους και υπεύθυνους κατοίκους (Farmer et al., 2007). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση είναι μια διαδοχική διαδικασία που προσπαθεί να αυξήσει την κατανόηση για το περιβάλλον και να προωθήσει αξίες υπέρ του περιβάλλοντος, με υπέρτατο σκοπό να κινητοποιήσει τους πολίτες να δράσουν ατομικά και συλλογικά με έναν περιβαλλοντικά συνειδητό τρόπο, που ισορροπεί τις κοινωνικές, οικονομικές και οικολογικές ανάγκες του σήμερα χωρίς να διακινδυνεύει αυτές του μέλλοντος (Farmer et al., 2007).

Ένα άτομο αποκτά θετική, υπέρ του περιβάλλοντος συμπεριφορά, με το να επιτυγχάνει τους στόχους των τριών κυρίως φάσεων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Farmer et al., 2007). Στη φάση ένα, οι συμμετέχοντες αποκτούν μια κατανόηση της σύνδεσης τους με τον φυσικό κόσμο και με τις υποκείμενες αρχές που καθορίζουν τους κύκλους της φύσης (Farmer et al., 2007). Η προσωπική κατανόηση της οικολογικής γνώσης είναι το θεμέλιο

για στάσεις και συμπεριφορές υπέρ του περιβάλλοντος (Farmer et al., 2007). Στη συνέχεια, οι μαθητευόμενοι θα πρέπει να μπορούν να συνθέτουν αυτήν την οικολογική γνώση και να κατανοούν τους ρόλους τους εντός του περιβάλλοντος (Farmer et al., 2007). Στην τρίτη φάση, οι μαθητές μαθαίνουν πως αυτοί, ως άτομα, μπορούν να είναι οι καταλύτες για τις αλλαγές που είναι απαραίτητες για μια βιώσιμη ύπαρξη (Farmer et al., 2007).

Η τωρινή βιβλιογραφία, προτείνει ότι τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που έχουν πρόθεση να ενθαρρύνουν συμπεριφορές και στάσεις υπέρ του περιβάλλοντος και να αναπτύξουν μια προσωπική οικολογική γνωσιακή βάση μεταξύ των συμμετεχόντων, θα πρέπει να προσφέρουν μια ποικιλία τεχνικών και χαρακτηριστικών εντός διαφόρων διαδοχικών σταδίων (Farmer et al., 2007).

Μερικά από τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα: (α) άμεση αισθητική εμπειρία με το φυσικό περιβάλλον, (β) συναισθηματικό περιεχόμενο, (γ) δραστηριότητες περιβαλλοντικής αποκατάστασης για να αυξηθεί η ευθύνη του συμμετέχοντα και (δ) ένα πολύ-αισθητηριακό περιβάλλον μάθησης για να προωθηθεί η ενασχόληση των μαθητών (Farmer et al., 2007).

Σύμφωνα με τον διαδοχικό τρόπο, οι εκπαιδευτές χρησιμοποιούν διάφορους τρόπους εμπειριών ως μοναδικά στοιχεία στην γενικότερη εικόνα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Farmer et al., 2007). Αυτές οι εμπειρίες, μπορεί να συμβούν στη σχολική αυλή κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος ή να αποτελούν μέρος ενός προγράμματος σπουδών, αλλά η πιο κοινή μορφή τους, είναι η μικρής διάρκειας εμπειρία πεδίου, γνωστή ως μια εκπαιδευτική εκδρομή εκτός σχολείου (Farmer et al., 2007).

1.2 Βιοποικιλότητα και Εκπαίδευση για τη Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα έχει συζητηθεί με όρους τριών σημαντικών διαστάσεων: είδη, γονίδια και οικοσυστήματα. Αυτή τη στιγμή, ωστόσο, έχει προταθεί ότι, επιπρόσθετα σε αυτές τις τρεις διαστάσεις, η βιοποικιλότητα επίσης περιλαμβάνει την ανθρώπινη πολιτισμική ποικιλία (Yli-Panula et al., 2018). Η βιοποικιλότητα δίνει έμφαση στην φύση συσχέτισης του ζωντανού κόσμου που αλλάζει διαρκώς, μέσω της εξέλιξης, και συνεπώς ο ρόλος που διαδραματίζει η ανθρωπότητα στη συσχέτιση είναι σημαντική (Yli-Panula et al., 2018).

Οι πιο θεμελιώδεις ανάγκες και προϋποθέσεις της ανθρώπινης κοινωνίας υποστηρίζονται από τη βιοποικιλότητα. Βασικές υπηρεσίες που προσφέρονται στην κοινωνία περιλαμβάνουν υλικά αγαθά, όπως φάρμακα και τροφή καθώς επίσης και ποικίλες υπηρεσίες απαραίτητες για την υποστήριξη οικολογικών λειτουργιών όπως ο έλεγχος των πλημμυρών, η ρύθμιση του κλίματος, η συντήρηση των υδρολογικών κύκλων και άλλες. Η βιοποικιλότητα είναι ένα από τα πιο σημαντικά μονοπάτια για τη βιωσιμότητα (Yli-Panula et al., 2018).

Η βιοποικιλότητα απειλείται από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες ή από τα αποτελέσματά τους: αλλαγές που έχουν προκληθεί από τον άνθρωπο στην κάλυψη της γης που μειώνουν και κομματιάζουν τους οικοτόπους διαφόρων ειδών, μόλυνση, υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και η κλιματική αλλαγή (Yli-Panula et al., 2018). Όλα αυτά τα ζητήματα έχουν οδηγήσει σε μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση της σπουδαιότητας της διατήρησης της βιοποικιλότητας όχι μόνο για την ευημερία των ανθρώπων, αλλά επίσης για ηθικούς λόγους. Την ίδια στιγμή, η γνώση των ειδών και το ενδιαφέρον για την ταυτοποίηση των ειδών στο οικολογικό τους πλαίσιο έχει μειωθεί σημαντικά παγκοσμίως (Yli-Panula et al., 2018).

Με τους πιο απλοποιημένους όρους, η βιοποικιλότητα ορίζεται ως η γενετική ποικιλότητα και η ποικιλότητα των ειδών και των οικοσυστημάτων (Yli-Panula et al., 2018). Η ποικιλότητα των ειδών αφορά στην ποικιλία των ειδών εντός μιας περιοχής και η γενετική ποικιλότητα αφορά τις παραλλαγές των γονιδίων εντός του είδους. Η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων σχετίζεται με την ποικιλία των οικοτόπων, των οικολογικών διαδικασιών, την ποικιλομορφία εντός των οικοσυστημάτων, κ.α. Σε μια γενικευμένη έννοια, βιοποικιλότητα σημαίνει μία ποικιλία ζώντων οργανισμών όσον αφορά το γονιδίωμα, τα άτομα, τα είδη, τους πληθυσμούς, τα υποείδη, κοινότητες, οικοσυστήματα, κ.α. (Yli-Panula et al., 2018).

Το πιο θεμελιώδες θέμα για την κατανόηση της βιοποικιλότητας είναι η γνώση των ειδών και η ταυτοποίηση των ειδών, όπως για παράδειγμα τα ζητήματα τροποποίησης τους, εξαφάνισης, οικολογίας και οικοσυστήματος (Yli-Panula et al., 2018). Η προστασία της βιοποικιλότητας δημιουργεί τον πυρήνα της βιωσιμότητας. Συνεπώς, η προστασία της βιοποικιλότητας είναι προαπαιτούμενο για τη βιώσιμη ανάπτυξη (Yli-Panula et al., 2018).

Στην εκπαίδευση της βιολογίας, επιλεγμένες μέθοδοι διδασκαλίας πρέπει να υποστηρίζουν τη μάθηση της βιολογίας, τη μάθηση να κάνεις βιολογική επιστήμη και τη μάθηση για τη βιολογική επιστήμη. Αυτό σημαίνει, να κατανοείς τις συσχετίσεις των συστατικών μερών ενός συστήματος και πως το σύστημα δουλεύει και επίσης να κατανοείς την έννοια της βιωσιμότητας (Yli-Panula et al., 2018). Παγκοσμίως, η βιωσιμότητα τονίζεται συχνά ως ένας βασικός σκοπός της εκπαίδευσης. Η εκπαίδευση για τη βιωσιμότητα χαρακτηρίζεται από μια ολιστική προσέγγιση όσον αφορά το περιεχόμενο και σε μία πολύπλευρη προσέγγιση όταν αφορά τη διδασκαλία (Yli-Panula et al., 2018). Η εκπαίδευση για τη βιοποικιλότητα, με τη σειρά της, μπορεί να θεωρηθεί

ως ένα σημαντικό μέρος της εκπαίδευσης για τη βιωσιμότητα, ενώ η εκπαίδευση για τη βιωσιμότητα είναι ένα εργαλείο μεταξύ άλλων, για την επίτευξη ενός βιώσιμου μέλλοντος (Yli-Panula et al., 2018).

1.3 Κέντρα Εκπαίδευσης για την Αειφορία και το Περιβάλλον / Κέντρα

Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε.) στην Ελλάδα

Τα Κέντρα Εκπαίδευσης για την Αειφορία και το Περιβάλλον ή διαφορετικά Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, αποτελούν σημαντικές εκπαιδευτικές δομές στη χώρα μας, με σκοπό την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Οι πληροφορίες για τα Κ.Π.Ε. που παρουσιάζονται στη συνέχεια, αποκτήθηκαν από το διαδικτυακό τόπο του Ιδρύματος Νεολαίας και Δια Βίου Μάθησης (Ι.ΝΕ.ΔΙ.ΒΙ.Μ). Όπως αναφέρεται:

Ο θεσμός των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) αριθμεί 30 χρόνια παρουσίας, με πρώτο το Κ.Π.Ε. Κλειτορίας Αχαΐας που ξεκίνησε να λειτουργεί το 1993. Το δίκτυο των Κ.Π.Ε. εδραιώθηκε και αναπτύχθηκε περαιτέρω χάρη στα αναπτυξιακά προγράμματα της Ελλάδας και ο αριθμός των Κ.Π.Ε. αυξήθηκε σε 53 κέντρα που λειτουργούν σήμερα σε όλη την Ελλάδα (Ι.ΝΕ.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>).

Τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης είναι ένα δίκτυο αποκεντρωμένων αειφόρων δημόσιων εκπαιδευτικών δομών του Υ.ΠΑΙ.Θ., με αντικείμενο την περιβαλλοντική εκπαίδευση και την υποστήριξή της σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο. Μέσω της δράσης των Κ.Π.Ε., αναπτύσσονται, προωθούνται και υλοποιούνται πρότυπες μέθοδοι εκπαίδευσης με γνώμονα τη διαφύλαξη του Περιβάλλοντος και την Αειφόρο Ανάπτυξη. Τα προγράμματα των Κ.Π.Ε. είναι

ημερήσια ή πολυήμερα και υλοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους για τις σχολικές ομάδες της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (I.NE.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>).

Το πεδίο των δραστηριοτήτων των Κ.Π.Ε. ορίζεται από (I.NE.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>):

- Την υλοποίηση προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και τη στήριξη των αντίστοιχων σχολικών προγραμμάτων, σε συνεργασία με τους Υπευθύνους των Διευθύνσεων Εκπαίδευσης
- Την διοργάνωση εκδηλώσεων και δράσεων για το περιβάλλον και την αειφορία
- Την προώθηση της έρευνας στον χώρο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης
- Τη διάχυση της πορείας και των αποτελεσμάτων της δράσης των Κ.Π.Ε.
- Την παραγωγή εκπαιδευτικού – υποστηρικτικού υλικού

Οι θεματικές ενότητες στις οποίες εμπίπτουν οι δράσεις που υλοποιούνται στο εκάστοτε Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης είναι συναφείς με τις ιδιαιτερότητες του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής στην οποία βρίσκεται αυτό με σκοπό την προβολή των χαρακτηριστικών και της ταυτότητας του τόπου (I.NE.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>).

Ενδεικτικά και σε γενικές γραμμές η θεματολογία αφορά: Φυσικό περιβάλλον (Οικοσυστήματα, βιοποικιλότητα) – Διατήρηση & Υποβάθμιση, Αειφόρο Ανάπτυξη, Φυσικούς πόρους (υδάτινοι πόροι, δάση, χρήσεις γης), Κλιματική αλλαγή, Πηγές ενέργειας, Οικολογικό αποτύπωμα, Ανακύκλωση, Ατμοσφαιρική ρύπανση και Εκπαίδευση για την Αειφορία (ΕΑ) (I.NE.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>).

Κάποια από τα αναμενόμενα αποτελέσματα από τη λειτουργία των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης είναι οι περιβαλλοντικά ενήμεροι και ευαισθητοποιημένοι μαθητές, η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, η εποικοδομητική προσέγγιση νέων γνώσεων, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η καλλιέργεια αξιών και η ολιστική θεώρηση του περιβάλλοντος και τέλος, η επιμόρφωση και περαιτέρω εξειδίκευση των εκπαιδευτικών σε θέματα Π.Ε. (βελτιστοποίηση τρόπου διδασκαλίας και εισαγωγή καινοτόμων μεθόδων) (I.NE.ΔΙ.ΒΙ.Μ, <https://www.inedivim.gr>).

1.4 Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α.) Καστοριάς
Το Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς αποτελεί μία πολύ σημαντική εκπαιδευτική δομή που επικεντρώνεται στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση για την Αειφορία. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται παρακάτω αποκτήθηκαν από τον ιστότοπο του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς.

Το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς ιδρύθηκε με τη συνεργασία του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και του Δήμου Καστοριάς στα τέλη του 1995. Το κτήριο στο οποίο στεγάζεται παραχωρήθηκε από τον Δήμο Καστοριάς και βρίσκεται στην είσοδο της πόλης της Καστοριάς (Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>).

Αντικείμενο εργασίας της Παιδαγωγικής Ομάδας του Κέντρου είναι κατά κύριο λόγο η εκπαίδευση μαθητών σε περιβαλλοντικά ζητήματα, η επιμόρφωση εκπαιδευτικών, η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, η ανάπτυξη θεματικών δικτύων, τοπικών και διεθνών συνεργασιών καθώς και η έρευνα σε θέματα περιβάλλοντος

και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (Κ.Ε.Π.Ε.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>).

Κάποιοι από τους στόχους του Κ.Π.Ε. Καστοριάς είναι (Κ.Ε.Π.Ε.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>) :

- *Εναισθητοποίηση των νέων σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον, έτσι ώστε να αναπτυχθούν στάσεις και συμμετοχικές συμπεριφορές που θα συμβάλλουν στην προστασία της οικολογικής ισορροπίας και της ποιότητας ζωής και θα εξασφαλίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη.*
- *Υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διάρκειας μίας έως έξι ημερών για τα σχολεία της Α'βάθμιας και Β'βάθμιας Εκπαίδευσης που επισκέπτονται το Κ.Π.Ε. Καστοριάς.*
- *Παραγωγή εκπαιδευτικού ενημερωτικού υλικού (έντυπου, οπτικοακουστικού κ.ά.) και πιλοτικών προγραμμάτων-οδηγών για τα σχολεία.*
- *Σύνδεση με επιστημονικά ιδρύματα σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο, με ταυτόχρονη λειτουργία τράπεζας πληροφοριών, με σκοπό την επιστημονική ενημέρωση, έρευνα και τεκμηρίωση αλλά και τη συνεργασία για παραγωγή εκπαιδευτικών προγραμμάτων.*
- *Προώθηση της έρευνας στον χώρο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.*
- *Οργάνωση και πραγματοποίηση επιμορφωτικών σεμιναρίων για τους εκπαιδευτικούς αλλά και επιμορφωτικών προγραμμάτων για ενήλικες σε συνεργασία με άλλους κυβερνητικούς και μη-κυβερνητικούς φορείς. Η συνεργασία επεκτείνεται πέραν της επιμόρφωσης, όπου αυτό κρίνεται σκόπιμο, εφόσον συμβάλλει στους στόχους του Κ.Π.Ε.*

Ενδεικτικά κάποια από τα δια ζώσης εκπαιδευτικά προγράμματα του Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς είναι (Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>) :

- *«Οι Δρόμοι του Νερού – Η Λίμνη της Καστοριάς» για μαθητές/τριες Γ', Δ', Ε' & ΣΤ' Δημοτικού, Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Βιοποικιλότητα: Το Εργαστήρι της Ζωής» για μαθητές/τριες ΣΤ' Δημοτικού, Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Μας Περιβάλλουν – Ο Κόσμος των Πουλιών» για μαθητές/τριες Γ', Δ', Ε' & ΣΤ' Δημοτικού, Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Μικρή Γλυκιά Ζωή: Προσέγγιση του Μικρόκοσμου των Γλυκών Νερών» για μαθητές/τριες προσχολικής ηλικίας, Δημοτικού, Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Ντολτσό: Μια Παραδοσιακή Συνοικία της Καστοριάς στο Πέρασμα του Χρόνου» για μαθητές/τριες Ε' & ΣΤ' Δημοτικού, Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Δράση για το Κλίμα: 13ος Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης» για μαθητές/τριες Γυμνασίου, Γενικού Λυκείου και ΕΠΑ.Λ.*
- *«Τα Μυστικά του Δάσους» για μαθητές/τριες προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (Α' & Β' Δημοτικού)*

1.5 Η σημασία της χρήσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση και τη μάθηση

Η ραγδαία πρόοδος στην τεχνολογία έχει τώρα ένα σημαντικό αντίκτυπο στη διαδικασία μάθησης, τόσο στα σχολεία όσο και στα πανεπιστήμια (Koraran et al., 2023). Οι εντυπωσιακές εξελίξεις στην τεχνολογία, έχουν κάνει αναγκαία τη χρήση εργαλείων και εξοπλισμού σύμφωνα με τις ανάγκες της ηλικίας, στον τομέα της εκπαίδευσης (Koraran et al., 2023). Μια από αυτές τις τεχνολογίες είναι αναμφίβολα οι υπολογιστές (Koraran et al., 2023). Οι υπολογιστές έχουν προσελκύσει μεγαλύτερη προσοχή στον τομέα της εκπαίδευσης, γιατί τα αντικείμενα στην πραγματική ζωή είναι τρισδιάστατα και οι υπολογιστές παρέχουν οπτικοποίηση τρισδιάστατων αντικειμένων (Koraran et al., 2023).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για τη χρήση της τεχνολογίας για την ενίσχυση και την υποστήριξη της μάθησης (Di Serio et al., 2013). Τα μαθησιακά περιβάλλοντα έχουν ενσωματώσει μεταξύ άλλων, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, το ίντερνετ, υλικό με πολυμέσα, παιχνίδια και πιο πρόσφατα κινητές συσκευές και τεχνολογίες, όπως 3D εικονικούς κόσμους και την επαυξημένη πραγματικότητα (Di Serio et al., 2013).

Η πρόοδος των τεχνολογιών πληροφορίας έχει οδηγήσει σε πολλές καινοτομίες στη σύγχρονη διδασκαλία και στις μεθόδους μάθησης (Huang et al., 2016). Η ενσωμάτωση στην ψηφιακή μάθηση, βολικής και γρήγορης τεχνολογίας ίντερνετ, έχει περαιτέρω χαμηλώσει το εμπόδιο της διαφοροποιημένης διδασκαλίας και βοήθησε να ξεπεραστούν περιορισμοί στο χρόνο και το χώρο που υπάρχουν στα παραδοσιακά μαθησιακά μοντέλα, μετακινώντας με αυτόν τον τρόπο τους μαθητές από από την παθητική λήψη της γνώσης σε πιο ενεργές μαθησιακές προσεγγίσεις (Huang et al., 2016).

Σε μια εποχή όπου η χρήση της τεχνολογίας στη καθημερινή ζωή έχει γίνει ταχύτατα αυξανόμενη, η αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει γίνει σημαντική. Καθώς οι αφηρημένες έννοιες χρησιμοποιούνται συχνά για να εξηγήσουν τη φύση και τα φυσικά φαινόμενα κατά τη διάρκεια μαθημάτων των επιστημών, έχει γίνει αναγκαία η στήριξη αυτών των μαθημάτων με τη τεχνολογία (Sahin & Yilmaz, 2020). Για να εμπλουτιστούν τα περιβάλλοντα μάθησης των μαθητών, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η οπτική και διανοητική ενασχόληση, μέσω της χρήσης της τεχνολογίας, ειδικά όταν εξηγούνται αφηρημένες και δύσκολες έννοιες (Sahin & Yilmaz, 2020).

Η χρήση της τεχνολογίας επιτρέπει επίσης στους μαθητές να αντιληφθούν φαινόμενα στα μαθήματα των επιστημών με ένα πολυδιάστατο τρόπο, να ερμηνεύουν την πληροφορία καλύτερα και να διατηρούν τη προσοχή τους στο μάθημα (Sahin & Yilmaz, 2020). Οι εκπαιδευτικές τεχνολογίες στη διδασκαλία των επιστημών, εξυπηρετούν τη βελτίωση της ποιότητας των μαθημάτων των επιστημών μέσω αποτελεσματικών επιστημονικών δραστηριοτήτων, αναπτύσσουν τις συλλογιστικές ικανότητες των μαθητών στα μαθήματα επιστημών, βοηθούν τους μαθητές να ανακαλύψουν γνώση και βελτιώνουν τις ικανότητες τους για επίλυση προβλημάτων (Sahin & Yilmaz, 2020).

Είναι σημαντικό να παρέχεις εκπαιδευτικό υλικό που βασίζεται στην τεχνολογία για τους μαθητές στα μαθήματα επιστημών και να αναδιοργανώνεις τα περιβάλλοντα μάθησης σύμφωνα με τις ανάγκες των μαθητών, κατά αυτόν τον τρόπο παρέχοντας τους τη δυνατότητα να μάθουν μέσω της πράξης και της εμπειρίας (Sahin & Yilmaz, 2020). Λόγω της επαυξημένης πραγματικότητας, έχει γίνει δυνατή η προετοιμασία αποτελεσματικού και ενδιαφέροντος εκπαιδευτικού υλικού που βασίζεται στην τεχνολογία (Sahin & Yilmaz, 2020).

Η ραγδαία πρόοδος των τεχνολογιών των φορητών και των ασύρματων δικτύων, παρέχει ευκαιρίες για την προσφορά υποστήριξης στη μάθηση, σε κάθε μαθητή στο πεδίο και έχει αναγνωριστεί ως μία πιθανή προσέγγιση, στη διευκόλυνση της μάθησης των μαθητών στις εκπαιδευτικές εκδρομές (Hwang et al., 2015).

Για να επιτύχεις σε έναν αυξανόμενο ψηφιακό κόσμο, ικανότητες που αφορούν ψηφιακά εργαλεία είναι όλο και περισσότερο απαραίτητες. Αναφορικά με την καθημερινή ζωή και τη χρήση των μέσων από τους μαθητές, αυτές οι ικανότητες χρειάζεται να διδάσκονται στο σχολείο, το οποίο απαιτεί από τους δασκάλους να βελτιώσουν τις δικές τους ικανότητες στις ΤΠΕ (Freese et al., 2023).

1.6 Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR)

Με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αναφερόμαστε στην τεχνολογία που αυξάνει την αισθητηριακή αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο με ένα στρώμα πληροφοριών που δίδεται με την υποβοήθηση του υπολογιστή (Di Serio et al., 2013). Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» εμφανίστηκε νωρίς την δεκαετία του 1990 και ορίζει τον συνδυασμό μεταξύ πραγματικότητας και του εικονικού (Garzón et al., 2020).

Η τεχνολογία της AR έχει επηρεάσει θετικά διάφορους τομείς, όπως η βιομηχανία, η ψυχαγωγία, ο τουρισμός μεταξύ άλλων (Garzón, 2021). Παρ' όλα αυτά, οι ειδικοί διαβεβαιώνουν ότι αυτή είναι μόνο η αρχή και ότι το μέλλον της AR θα φέρει καλύτερες, φθηνότερες και πιο προσβάσιμες εφαρμογές (Garzón, 2021).

Η τεχνολογία της AR έχει την ικανότητα να αλληλοεπιδρά με κάθε τερματική συσκευή σε πραγματικό χρόνο. Πιο συγκεκριμένα, εικονικά αντικείμενα προστίθενται στο

πραγματικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της εμπειρίας του χρήστη (Chen, 2022). Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με εικονικές φωτογραφίες σε πλαίσια – συνθήκες πραγματικού κόσμου (Huang et al., 2016).

Η τεχνολογία της AR πρέπει να περιλαμβάνει την παρακολούθηση αντικείμενων του αληθινού κόσμου, την επεξεργασία της πληροφορίας και την παρουσίαση της πληροφορίας συνθετικά στον χρήστη (Chen, 2022).

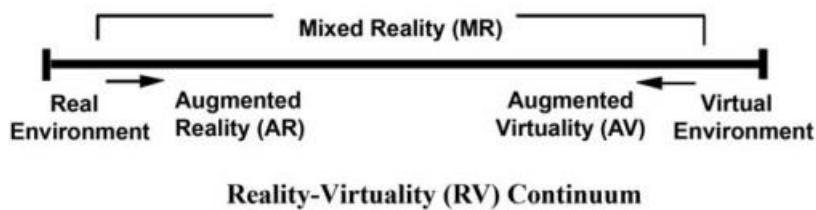
Σύμφωνα με τον Azuma et al. (2001) τα συστήματα AR χαρακτηρίζονται από τρεις ιδιότητες:

- Συνδυάζουν πραγματικά και εικονικά αντικείμενα σε πραγματικό περιβάλλον
- Ευθυγραμμίζουν πραγματικά και εικονικά αντικείμενα μεταξύ τους
- Λειτουργούν διαδραστικά και σε πραγματικό χρόνο

Η δεύτερη ιδιότητα σημαίνει ότι η ψηφιακή πληροφορία μπαίνει πάνω από το πραγματικό περιβάλλον για την οπτική του χρήστη (Di Serio et al., 2013). Αν και η πλοήγηση δεν είναι ο κύριος σκοπός ενός χρήστη σε ένα επαυξημένο περιβάλλον, έχει ευθείς συνέπειες με τον τρόπο που οι χρήστες αλληλεπιδρούν με το διάχυτο υπολογιστικό τοπίο (Di Serio et al., 2013).

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να περιγράψει ως μια διαδραστική πλατφόρμα που παρουσιάζει έναν συνδυασμό εικονικών αντικειμένων και του πραγματικού κόσμου (Sahin & Yilmaz, 2020). Όταν μια φωτογραφία του πραγματικού κόσμου βγαίνει με μια κάμερα, η AR μπορεί να επισυνάψει εικονικά αντικείμενα σε προκαθορισμένα σημεία της φωτογραφίας και να ερμηνεύσει το αποτέλεσμα μέσω εξειδικευμένων προγραμμάτων (Sahin & Yilmaz, 2020).

Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπει τον συνδυασμό ή την υποστήριξη αντικειμένων του πραγματικού κόσμου με εικονικά αντικείμενα. Ως αποτέλεσμα, τα εικονικά αντικείμενα φαίνεται να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο με τον πραγματικό κόσμο (Bacca et al., 2014).



Εικόνα 1. Συνεχές πραγματικότητας - εικονικής πραγματικότητας [Reality - Virtuality (RV) Continuum] (Erbas & Demirer, 2019; πρωτότυπο από Milgram & Kishino, 1994).

1.7 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση και τη μάθηση

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένας συνδυασμός από τεχνολογίες που επιθέτουν περιεχόμενο που έχει δημιουργηθεί στον υπολογιστή, πάνω σε ένα πραγματικό περιβάλλον (Wang et al., 2018). Καθώς η εποχή της ψηφιακής μάθησης έχει αναπτυχθεί, το ενδιαφέρον για την επαυξημένη πραγματικότητα για εκπαιδευτικούς σκοπούς έχει αυξηθεί (Koraran et al., 2023). Μιας και η αλληλεπίδραση είναι ένα κρίσιμο συστατικό της διαδικασίας της μάθησης, η χρήση υλικού AR στη διδασκαλία μπορεί να δώσει μία λύση (Koraran et al., 2023). Αν και η AR δεν είναι νέα τεχνολογία για πολλά πεδία, είναι μια νέα και χρήσιμη τεχνολογία στην εκπαίδευση (Erbas & Demirer, 2019). Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία της AR αποτελεί φλέγον θέμα για την εκπαίδευση (Chen, 2022). Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά βιβλία με εικόνες, τα βιβλία που περιέχουν εικόνες AR

μπορούν να απεικονίσουν πολλά θέματα με διαδραστικό τρόπο (Chen, 2022). Επίσης, τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον στην εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας για τη δημιουργία μοναδικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων (Bacca et al., 2014).

Στην εκπαίδευση, η AR έχει χρησιμοποιηθεί για να σχεδιαστούν παιδαγωγικά εργαλεία για τον εμπλουτισμό των εμπειριών μάθησης και διδασκαλίας (Garzón et al., 2019). Η χρήση των εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση αυξάνεται (Koparan et al., 2023). Εκπαιδευτικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα έχουν αναδυθεί τις τελευταίες δεκαετίες, ώστε να ενισχύσουν τη διαδικασία μάθησης και διδασκαλίας (Garzón et al., 2020). Από το 2010 παρατηρείται μία αύξηση στον αριθμό των εκπαιδευτικών εφαρμογών με χρήση της AR, που βοηθούν στο να παρέχουν εναλλακτικές στις εκπαιδευτικό σκηνικό (Garzón et al., 2020).

Η πρόοδος στη τεχνολογία σήμερα καθιστούν εφικτή τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη μάθηση (Di Serio et al., 2013). Η τεχνολογία αυτή καθιστά πιθανή την ενίσχυση των αισθήσεων μας με εικονικές πληροφορίες να μπαίνουν πάνω στον πραγματικό κόσμο με ψηφιακά μέσα (Di Serio et al., 2013). Η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει διάφορους βαθμούς αλληλεπίδρασης, που μπορεί να βοηθήσουν τους μαθητές να κινηθεί το ενδιαφέρον τους στις μαθησιακές δραστηριότητες (Di Serio et al., 2013).

Η αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, διαφορετικοί τύποι οπτικοποίησης και ο συνδυασμός του πραγματικού με τον ψηφιακό κόσμο μπορεί να ανοίξει νέες ευκαιρίες στη διδασκαλία και τη μάθηση (Koparan et al., 2023). Ενώ, η AR είναι εύκολα προσβάσιμη από τα κινητά τηλέφωνα, η έκταση στην οποία αυτή η τεχνολογία θα

υιοθετηθεί θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία του χρήστη (Koraran et al., 2023). Η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας εξαρτάται στην ικανότητα τους να υποστηρίξουν και να διευκολύνουν την ουσιαστική μάθηση (Koraran et al., 2023).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μια επιτυχημένη εκπαιδευτική εφαρμογή της AR εξαρτάται όχι μόνο στα τεχνικά ζητήματα, αλλά επίσης στα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά του πλαισίου, στο οποίο χρησιμοποιείται (Garzón, 2021). Συνεπώς, οι δάσκαλοι και οι ερευνητές πρέπει να είναι ενήμεροι ότι μια συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να είναι επιτυχημένη σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο, αλλά να μην είναι επιτυχημένη σε ένα άλλο πλαίσιο (Garzón, 2021).

Αυτή η τεχνολογία έχει αφήσει επίσης ένα θετικό σημάδι στην εκπαίδευση (Garzón, 2021). Εφαρμογές της AR έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε διάφορα επίπεδα της εκπαίδευσης, σε διάφορους τομείς της εκπαίδευσης και σε διαφορετικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης, προσφέροντας πολλά οφέλη στους μαθητευόμενους (Garzón, 2021). Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα κάποια εκκρεμή ζητήματα που πρέπει να απευθυνθούν για να αποκτηθεί το καλύτερο από αυτή την τεχνολογία, για να εμπλουτιστεί η εκπαίδευση (Garzón, 2021).

1.8 Πλεονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση και τη μάθηση

Δάσκαλοι και εκπαιδευτικοί συστηματικά αναζητούν νέα εργαλεία, τεχνικές και τεχνολογίες για να βελτιώσουν τη μάθηση και να κινήσουν το ενδιαφέρον στους μαθητευόμενους (Wang et al., 2018). Ένα τέτοιο εργαλείο, με μία συναρπαστική σειρά

από νέες δυνατότητες στην τεχνολογικά-βελτιωμένη μάθηση, είναι η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) (Wang et al., 2018).

Η AR έχει εφαρμοστεί ευρέως στην εκπαίδευση τα τελευταία χρόνια και έχει αποτέλεσμα στα μαθησιακά αποτελέσματα επιπροσθέτως με την αύξηση του κινήτρου (Zhang et al., 2023).

Οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν ένα υψηλότερο επίπεδο γνώσης και ικανοτήτων σε περιβάλλοντα μάθησης που χρησιμοποιούν την AR (Korparan et al., 2023).

Η τεχνολογία της AR μπορεί να παρέχει νέες ευκαιρίες για να προωθηθεί η μάθηση και να δημιουργηθούν εποικοδομητικά μαθησιακά περιβάλλοντα (Huang et al., 2016). Η πρόσφατη βιβλιογραφία υπογραμμίζει την έρευνα στην επαυξημένη πραγματικότητα και υποδεικνύει τα θετικά αποτελέσματα στο κίνητρο και τη συμμετοχή των μαθητών (Kamarainen et al., 2013). Τα διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης συχνά μπορεί να έχουν θετικό αντίκτυπο στη μάθηση των μαθητών πιθανώς από την καινοτομία της εμπειρίας (Chen, 2022). Μέσω των ακουστικών και των εικονικών εμπειριών που διαφέρουν από την παραδοσιακή διδασκαλία, οι δάσκαλοι χρησιμοποιώντας την AR, διευκολύνονται στο να μεταδώσουν τη γνώση και να λάβουν ανατροφοδότηση από τους μαθητές τους (Chen, 2022).

Η τεχνολογία AR μπορεί να διευκολύνει την συνεργασία μεταξύ των μαθητών και να αυξήσει το κίνητρο τους για μάθηση (Chen, 2022). Στην εκπαίδευση, το κίνητρο μπορεί να οριστεί ως η επιθυμία για συμμετοχή σε ένα περιβάλλον μάθησης (Di Serio et al., 2013). Η AR βελτιώνει τη νόηση και την αλληλεπίδραση του μαθητεύομενου, κάνοντας τη μάθηση πιο αποτελεσματική (Lu & Liu, 2015). Επίσης, η AR δημιουργεί ένα πιο

ενοποιημένο περιβάλλον μάθησης, και συνεπώς παρέχει περισσότερες ευκαιρίες για τους νέους μαθητευομένους να συνεργαστούν (Lu & Liu, 2015).

Σε εκπαιδευτικά πλαίσια, η επαυξημένη πραγματικότητα αυξάνει το ενδιαφέρον και το κίνητρο των μαθητών, μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ πραγματικών και εικονικών κόσμων (Sahin & Yilmaz, 2020). Πιστεύεται ότι η χρησιμότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση, στηρίζεται στην ικανότητα της να παρουσιάζει πολύπλοκες πληροφορίες με ευκολότερα κατανοητούς τρόπους, να διδάσκει θέματα που είναι αδύνατον να παρατηρηθούν απευθείας και να αντικειμενοποιεί αφηρημένες έννοιες (Sahin & Yilmaz, 2020).

Χάρη στην AR, οι μαθητές μπορούν να βιώσουν δραστηριότητες που προηγουμένως ήταν απρόσιτες (Koraran et al., 2023). Η ευκαιρία να βιώσεις τέτοιου είδους μάθηση μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα να σκέφτεσαι εννοιολογικά, να συλλαμβάνεις φαινόμενα που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν ή είναι αόρατα (Koraran et al., 2023).

1.9 Επαυξημένη πραγματικότητα στις επιστήμες

Οι επιστήμες είναι ένα τμήμα της εκπαίδευσης, όπου η τεχνολογία της AR είναι ιδιαίτερα εξέχουσα (Arici et al., 2019). Τα τελευταία χρόνια η επαυξημένη πραγματικότητα έχει έλθει στο προσκήνιο σε τομείς όπως τα μαθηματικά και οι επιστήμες, καθώς βελτιώνει τη δραστηριότητα των μαθητών και τους πηγαίνει μέσα σε ένα προσωπικό μαθησιακό περιβάλλον (Arici et al., 2019). Ο συνδυασμός εικονικών και πραγματικών αντικειμένων, η παροχή αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο και η παρουσίαση 3D αντικειμένων, που είναι σημαντικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας AR, έχουν ως αποτέλεσμα μια διαφορετική μαθησιακή εμπειρία, στην οποία δημιουργείται η αίσθηση

της πραγματικότητας (Arıcı et al., 2019). Με αυτόν τον τρόπο, ένα μόνιμο μαθησιακό περιβάλλον δημιουργείται, το οποίο κάνει την πληροφορία απτή και αληθινή (Arıcı et al., 2019).

Άλλα οφέλη της τεχνολογίας της AR, που έχουν υπογραμμιστεί σε ερευνητικές μελέτες περιλαμβάνουν: αυξημένη συμμετοχή από τους μαθητές, μάθηση μέσω ψυχαγωγίας, οικονομία χρόνου και χώρου, αύξηση του κινήτρου και των επίπεδων προσοχής και αυξημένη συνεργασία (Arıcı et al., 2019). Άλλος ένας παράγοντας είναι ότι η επαυξημένη πραγματικότητα υποστηρίζει προσεγγίσεις όπως ο κονστρουκτιβισμός, η μάθηση μέσω πράξης και η αυθεντική μάθηση, οι οποίες εξυπηρετούν να κάνουν τους μαθητές ενεργούς στο περιβάλλον μάθησης (Arıcı et al., 2019).

Η AR διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών σύμφωνα με τα επίπεδα κατανόησης των μαθητών, και στην διευκόλυνση της παρατήρησης φαινομένων που είναι αδύνατο να συναντήσεις στην πραγματική ζωή (Sahin & Yilmaz, 2020). Οι μαθητές έχουν συχνά δυσκολία στο να μάθουν επιστημονικά θέματα, λόγω των αφηρημένων εννοιών που περιέχουν (Arıcı et al., 2019). Μαθήματα για τις επιστήμες που έχουν εμπλουτιστεί με τεχνολογίες που περιλαμβάνουν εικόνες, για τη διδασκαλία φαινομένων που δεν μπορούν εύκολα να εξεταστούν στη τάξη, είναι πιο αποτελεσματικά από τα παραδοσιακά μαθήματα (Arıcı et al., 2019). Ως αποτέλεσμα, το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη αυξάνεται και παρέχεται ξεκάθαρη γνώση στον τομέα των επιστήμων (Arıcı et al., 2019).

Επιπλέον, η ταυτόχρονη χρήση εικονικών αντικειμένων πραγματικών περιβαλλόντων στην τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας καθιστά πιο εύκολο για τους μαθητές να κατανοήσουν σύνθετες αφηρημένες έννοιες (Arıcı et al., 2019). Η AR δίνει

τη δυνατότητα για τρισδιάστατη αναπαράσταση αόρατων και δύσκολων στην οπτικοποίηση γεγονότων, διευκολύνει τη συνειδητοποίηση θεμάτων και παρέχει μια κατανόηση για θέματα τα οποία οι μαθητές φυσιολογικά βρίσκουν δύσκολα (Arıcı et al., 2019).

Όταν εξετάσουμε τη βιβλιογραφία για τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση των επιστημών, αναφέρεται ένας αριθμός από εκπαιδευτικά οφέλη όπως: επηρεάζουν θετικά τις στάσεις των μαθητών, αυξάνουν το κίνητρο των μαθητών στο μάθημα, παρουσιάζουν ένα αποτελεσματικό και αποδοτικό περιβάλλον μάθησης και διασφαλίζουν ότι το μάθημα είναι ευχάριστο και επιτυγχάνει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών (Arıcı et al., 2019). Άλλα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν, ότι προσδίδουν μια αίσθηση πραγματικότητας στη μάθηση ενός θέματος, παρέχουν στους μαθητές μια φυσική εμπειρία στο περιβάλλον της μάθησης και διευκολύνουν τη μάθηση (Arıcı et al., 2019).

1.10 Εκπαιδευτικές εκδρομές και τα οφέλη τους στη μάθηση

Σύμφωνα με τους Behrendt & Franklin (2014), οι Tal και Morag (2009) περιέγραψαν τις εκπαιδευτικές εκδρομές ως εμπειρίες των μαθητών έξω από τη σχολική αίθουσα σε διαδραστικές τοποθεσίες σχεδιασμένες για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Ένα μέρος από την έρευνα που σχετίζεται με τις εκπαιδευτικές εκδρομές τις δεκαετίες του 1970, 1980 και 1990 εστίαζε στις προοπτικές μάθησης από τα άτυπα περιβάλλοντα μάθησης όπως τα μουσεία, οι ζωολογικοί κήποι, τα πλανητάρια ή τα εξωτερικά περιβάλλοντα, ή σύγκρινε την εκτός σχολείου ευκαιρίες μάθησης με τη διδασκαλία εντός του σχολείου (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Μεγάλο μέρος από αυτήν την έρευνα, εστίαζε στα νοητικά ή γνωστικά αποτελέσματα και βασιζόταν στην γενική υπόθεση ότι οι σχολικές εκπαιδευτικές εκδρομές έπρεπε να είναι ικανές να ανταγωνιστούν με τη διδασκαλία της τάξης, για να δείξουν την εκπαιδευτική τους αξία (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Η μάθηση σε μία ή από μία εκπαιδευτική εκδρομή, δεν θεωρείται πλέον ως μία απλή προέκταση ή βελτίωση της διδασκαλίας στην τάξη, αλλά ως ένα πολύτιμο συμπλήρωμα και προσθήκη στην διδασκαλία της τάξης, καθώς και ένας εξαιρετικός τρόπος να προετοιμάσεις τους μαθητές για μελλοντική μάθηση (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Οι εκπαιδευτικές εκδρομές βρίσκονται ξανά στο στόχαστρο και έρχονται αντιμέτωπες με την ανάγκη να αποδείξουν την αξία τους (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Οι εκπαιδευτικές εκδρομές όλο και περισσότερο απειλούνται από την περιορισμένη σχολική χρηματοδότηση, την έλλειψη χρόνου, την πίεση της αξιολόγησης των μαθητών και μια ανάγκη για τους δασκάλους και τους διευθυντές να καταγράψουν εάν και με ποιον τρόπο, οι μεμονωμένες εκπαιδευτικές εκδρομές ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προγράμματος μαθημάτων (DeWitt & Storksdieck, 2008). Για να γλιτώσουν χρήματα και χρόνο για την προετοιμασία και το ταξίδι, μερικοί δάσκαλοι επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν απλά τους σχολικούς υπολογιστές και να κάνουν ψηφιακές εκπαιδευτικές εκδρομές (Behrendt & Franklin, 2014).

Αν και τα γνωστικά κέρδη από τις εκπαιδευτικές εκδρομές θεωρούνται σημαντικά, τα κοινωνικά και τα συναισθηματικά αποτελέσματα έχουν επίσης προταθεί ως πολύτιμα για τις εκπαιδευτικές εκδρομές στα μουσεία (DeWitt & Storksdieck, 2008). Μπορεί ακόμα να υποστηριχτεί, ότι τα συναισθηματικά αποτελέσματα - όπως το αυξημένο κίνητρο ή ενδιαφέρον, η σπίθα της περιέργειας ή οι βελτιωμένες στάσεις για ένα θέμα - μπορεί να

είναι πιο εύλογα για μια σχολική εκδρομή παρά τα ακριβή πραγματολογικά μαθησιακά αποτελέσματα, αφού η βραχυπρόθεσμη φύση της εμπειρίας των περισσότερων εκπαιδευτικών εκδρομών, μπορεί να μην είναι η κατάλληλη για να δημιουργήσει γνωστικά αποτελέσματα που να έχουν διάρκεια (DeWitt & Storksdieck, 2008). Αν και σημαντικά κέρδη στη γνωστική κατανόηση είναι απίθανα στο μικρό χρονικό διάστημα των περισσότερων σχολικών εκπαιδευτικών εκδρομών, σύντομες εμπειρίες μπορούν σίγουρα να προκαλέσουν ισχυρές συναισθηματικές αντιδράσεις (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Σύμφωνα με τους Behrendt & Franklin (2014), ο Michie (1998) αναφέρει ότι κάποιοι λόγοι για να προγραμματιστούν εκπαιδευτικές εκδρομές μπορεί να είναι:

- να παρέχουν εμπειρίες από πρώτο χέρι
- να κινήσουν το ενδιαφέρον και το κίνητρο στην επιστήμη
- να ενισχύσουν την παρατήρηση και τις ικανότητες αντίληψης
- να προωθήσουν την προσωπική (κοινωνική) ανάπτυξη

Στην εργασία των DeWitt και Storksdieck (2008) αναφέρονται κάποιοι από τους παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν στην αποτελεσματικότητα των σχολικών εκδρομών ως μαθησιακές εμπειρίες. Η πρωτοπορία του χώρου/περιβάλλοντος της εκδρομής είναι ένας τέτοιος παράγοντας (DeWitt & Storksdieck, 2008). Η κοινωνική αλληλεπίδραση που προκύπτει στην επίσκεψη σε ένα μουσείο, μπορεί επίσης να είναι σημαντικό χαρακτηριστικό της εμπειρίας της σχολικής εκπαιδευτικής εκδρομής (DeWitt & Storksdieck, 2008). Οι μαθητές συχνά παρατηρούνται να μοιράζονται ανακαλύψεις και εμπειρίες με άλλους στις επισκέψεις (DeWitt & Storksdieck, 2008). Επιπλέον, σε μία επισκόπηση από χρόνια αξιολογήσεων από μη σχολικά προγράμματα επιστημών, οι Price

και Hein (1991) υποστήριζαν το να έχεις τους μαθητές να δουλεύουν σε μικρές ομάδες, επειδή οι μικρές ομάδες επιτρέπουν στους μαθητές να ρωτούν περισσότερες ερωτήσεις, να εργάζονται πιο ενεργά και να ασχοληθούν γενικά πιο πολύ με το πρόγραμμα – όλα συνθήκες που μπορούν εύλογα να συνεισφέρουν στη μάθηση (Price & Hein, 1991; DeWitt & Storksdieck, 2008).

Άλλος σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει τι μαθαίνουν τα παιδιά ή οι ενήλικες - ιδιαίτερα γνωστικά- από την επίσκεψη σε ένα μουσείο, είναι η προγενέστερη γνώση τους για ένα θέμα (DeWitt & Storksdieck, 2008). Στον χώρο ενός μουσείου, συζητήσεις με τους μαθητές υποδηλώνουν ότι μαθαίνουν περισσότερο από ένα έκθεμα, όταν ήδη έχουν μία κατανόηση /γνώση της έννοιας/ιδέας που παρουσιάζεται. Αλλιώς, η προηγούμενη γνώση των μαθητών επηρεάζει τι μαθαίνουν από ένα έκθεμα (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Άλλοι συντελεστές που μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη μάθηση σε κάθε επίσκεψη σε μουσείο, περιλαμβάνουν τα ενδιαφέροντα σε συγκεκριμένα θέματα, τα κίνητρα και τους σκοπούς και τους στόχους του ατόμου, με τα οποία προσεγγίζουν την εμπειρία (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Ένας σημαντικός παράγοντας που φαίνεται να επηρεάζει τη μάθηση από τις σχολικές εκπαιδευτικές εκδρομές, αλλά συζητείται με αμφιλεγόμενο τρόπο στη βιβλιογραφία, είναι ο βαθμός της διάρθρωσης/δομής των εκπαιδευτικών εκδρομών (DeWitt & Storksdieck, 2008). Η δομή συχνά επιβάλλεται από τα φύλλα εργασίας, τα οποία έχουν επικριθεί για τον τρόπο με τον οποίο ίσως πρέπει να χρησιμοποιούνται (DeWitt & Storksdieck, 2008). Η χρήση τους σίγουρα δεν πρέπει να απορριφθεί. Στην

πραγματικότητα, τα φύλλα εργασίας μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην προώθηση της ανακάλυψης (DeWitt & Storksdiack, 2008).

Όπως αναφέρεται στην εργασία των DeWitt και Storksdiack (2008), ο McManus (1985) έκανε αρκετές προτάσεις για τους τρόπους που μπορούν να μετατραπούν τα φύλλα εργασίας σε πιο αποτελεσματικά εργαλεία μάθησης στο περιβάλλον ενός μουσείου. Τα φύλλα εργασίας πρέπει (α) να ενθαρρύνουν την παρατήρηση, (β) να αφήνουν χρόνο για παρατήρηση, (γ) να είναι ξεκάθαρα για το που μπορεί να βρεθεί η πληροφορία και (δ) να ενθαρρύνουν την συζήτηση ανάμεσα στα μέλη της ομάδας (DeWitt & Storksdiack, 2008; McManus, 1985).

Η έρευνα γενικά, κάνει σαφείς προτάσεις στους δασκάλους για τις καλύτερες πρακτικές, ή για το πως μπορούν να μεγιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών εκδρομών ως εμπειρίες μάθησης (DeWitt & Storksdiack, 2008). Για παράδειγμα, οι δάσκαλοι ενθαρρύνονται (DeWitt & Storksdiack, 2008):

- να εξοικειωθούν με το περιβάλλον πριν την εκδρομή,
- να προσανατολίσουν τους μαθητές στο περιβάλλον, το πρόγραμμα και να αποσαφηνίσουν τους μαθησιακούς στόχους,
- να προγραμματίσουν δραστηριότητες για πριν την επίσκεψη που συμβαδίζουν με τους στόχους του προγράμματος σπουδών,
- να αφήνουν χρόνο στους μαθητές να εξερευνήσουν και να ανακαλύψουν κατά τη διάρκεια της επίσκεψης,
- να προγραμματίσουν δραστηριότητες που να υποστηρίζουν το πρόγραμμα σπουδών και επίσης να αξιοποιούν την μοναδικότητα του χώρου και

- να προγραμματίζουν και να εκτελούν δραστηριότητες στην τάξη μετρά την επίσκεψη για να ενισχύσουν την εμπειρία της σχολικής εκπαιδευτικής εκδρομής.

Τα μουσεία, τα επιστημονικά κέντρα, και άλλα μη τυπικοί χώροι μάθησης, προσφέρουν μία ευρεία ποικιλία από εμπειρίες εκπαιδευτικών εκδρομών, από ιδιαίτερα δομημένα προγράμματα, σε πιο χαλαρές αλληλεπιδράσεις με το προσωπικό, έως και απλά να γίνονται τα αντικείμενα και τα εκθέματα διαθέσιμα για επίσκεψη (DeWitt & Storksdieck, 2008). Βέβαια, φαίνεται ότι κάποιοι τύποι εμπειριών μπορεί να έχουν μεγαλύτερη προοπτική να βοηθήσουν τους δασκάλους να μεγιστοποιήσουν τη μάθηση των μαθητών από άλλες (DeWitt & Storksdieck, 2008). Για παράδειγμα, όταν τα προγράμματα αναπτύσσονται σε συμφωνία με το πρόγραμμα σπουδών και των στόχους του δάσκαλου, παρά από το να καθοδηγούνται πρωτίστως από τι αισθάνονται τα μουσεία ότι οι δάσκαλοι θα πρέπει να δίνουν αξία, η ενσωμάτωση της επίσκεψης στην αίθουσα είναι πιο πιθανή (DeWitt & Storksdieck, 2008).

1.11 Εκπαιδευτικές εκδρομές στην περιβαλλοντική εκπαίδευση

Το πλαίσιο για τις επόμενες γενιές στην εκπαιδευτική διαδικασία των επιστημών, επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση της γνώσης με αυθεντική επιστημονική εξάσκηση, που γίνεται σε πλαίσια και κοινότητες που είναι σημαντικές και ουσιαστικές στους μαθητές και προσφέρουν συνδέσεις με τις δίκες τους εμπειρίες (Kamarainen et al., 2013). Για παραπάνω από 40 χρόνια, οι δάσκαλοι των επιστημών έχουν υποστηρίξει τη χρήση των εξωτερικών χώρων ως μία εφικτή στρατηγική διδασκαλίας (Jose et al., 2017).

Η ικανότητα να κατανοείς τα οικοσυστήματα βελτιώνεται από εμπειρίες σε πραγματικά περιβάλλοντα. Εκπαιδευτικές εκδρομές, τόσο πραγματικές όσο και εικονικές

υποστηρίζουν οφέλη στη γνώση των επιστημών (Kamarainen et al., 2013). Εμπειρίες σε εξωτερικό χώρο μπορούν να επηρεάσουν τους μαθητές σχετικά με τη φύση (Kamarainen et al., 2013). Βέβαια, ο πραγματικός κόσμος μπορεί να αποτελέσει ένα απαιτητικό μαθησιακό περιβάλλον, οι μαθητές μπορεί να αποσπαστούν από την πρωτοπορία του κοινωνικού και του υλικού πλαισίου της εμπειρίας και να βρουν δύσκολο να συγκεντρωθούν στις σχετικές εργασίες μάθησης (Kamarainen et al., 2013).

Οι μαθητές μπορεί να πλημμυριστούν από έναν κατακλυσμό πληροφοριών και ίσως βρουν δύσκολο το που να αφιερώσουν την προσοχή τους (Kamarainen et al., 2013). Ως αποτέλεσμα, οι εκπαιδευτικές εκδρομές τείνουν να γίνουν εμπειρία μια φοράς με περιορισμένη σύνδεση με τις εμπειρίες των μαθητών στο πρόγραμμα μαθημάτων της τάξης ή της καθημερινής τους ζωής (Kamarainen et al., 2013).

Οι εκπαιδευτικές εκδρομές είναι μια κοινή πρακτική που χρησιμοποιείται στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και στην εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη. Αναγνωρίζονται από τους ερευνητές να είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση με υψηλή προοπτική, να συμπληρώνουν και να βελτιώνουν τη διδασκαλία τάξης σε άτυπα περιβάλλοντα και να επιτυγχάνουν ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών στόχων (Boeve-de Pauw et al., 2019). Οι εκπαιδευτικές εκδρομές πηγαίνουν τους μαθητές σε τοποθεσίες που είναι μοναδικές και δεν μπορούν να αντιγραφούν στη σχολική αίθουσα. Κάθε μαθητής παρατηρεί τα φυσικά περιβάλλοντα και δημιουργεί προσωπικά συναφές νόημα στην εμπειρία (Behrendt & Franklin, 2014).

1.12 Επαυξημένη πραγματικότητα και εκπαιδευτικές εκδρομές

Τα έξυπνα κινητά και τα τάμπλετ έχουν πρόσφατα αναδυθεί ως κοινότυπες συσκευές για χρήση στην κινητή μάθηση (Huang et al., 2016). Η κινητή μάθηση επιτρέπει τη διδασκαλία / μάθηση να πραγματοποιηθεί σε αυθεντικά εξωτερικά μαθησιακά περιβάλλοντα, παρέχοντας στους μαθητευομένους με ένα μεγαλύτερο εύρος από ευκαιρίες για την απόκτηση γνώσης. Επιπρόσθετα, τα αυθεντικά μαθησιακά περιβάλλοντα κάνουν περισσότερο για να προκαλέσουν συναίσθημα, από ότι κάνει το μαθησιακό περιβάλλον της τάξης (Huang et al., 2016).

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει εφαρμοστεί ευρέως στη μάθηση των εκπαιδευτικών εκδρομών (Zhang et al., 2023). Η αλληλεπίδραση με το φυσικό πλαίσιο στις εκπαιδευτικές εκδρομές είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν το μαθησιακό αποτέλεσμα, ως εκ τούτου ένα σχέδιο που αυξάνει τις ελπίδες για αλληλεπίδραση με το φυσικό πλαίσιο, χρειάζεται στην μάθηση των εκπαιδευτικών εκδρομών (Zhang et al., 2023). Η μάθηση με τη βοήθεια της AR, αυξάνει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του μαθητευόμενου, της κινητής συσκευής και του φυσικού πλαισίου (Zhang et al., 2023).

Οι περιηγήσεις με την AR χρησιμοποιούν κινητή / φορητή ψηφιακή τεχνολογία για να επαυξάνουν μια πραγματική εμπειρία στο πεδίο με ψηφιακό περιεχόμενο (Hewitt et al., 2023). Η AR μπορεί να βελτιώσει τις συμβατικές / παραδοσιακές εκπαιδευτικές εκδρομές και να χαμηλώσει τα εμπόδια στην εκπαίδευση πεδίου στις μεγάλες τάξεις ή όταν η διδασκαλία πρόσωπο με πρόσωπο είναι αδύνατη (Hewitt et al., 2023).

Εκδρομές με τη χρήση της AR που καθοδηγούνται από εφαρμογές για το κινητό, δίνουν τη δυνατότητα για ευέλικτες, αυτορρυθμιζόμενες, μαθητοκεντρικές εκπαιδευτικές

εμπειρίες (Hewitt et al., 2023). Οι μαθητές εξερευνούν τα διάφορα σημεία του πεδίου εφόσον ο καιρός και το πρόγραμμα το επιτρέπουν. Προχωρούν με το δικό τους ρυθμό, παύοντας ή επαναλαμβάνοντας τα ψηφιακά μέσα. Η AR επιτρέπει επίσης στους μαθητές να δουν συνδέσεις μεταξύ του χώρου και του χρόνου (Hewitt et al., 2023).

1.13 Βιωματική μάθηση και μάθηση μέσω ψηφιακών παιχνιδιών

Η σύνδεση μεταξύ του τόπου της εκπαιδευτικής εκδρομής και της σχολικής αίθουσας, συνδέει τη βιωματική μάθηση της εκπαιδευτικής εκδρομής με προηγούμενες εμπειρίες και τη μάθηση από τη σχολική αίθουσα (Behrendt & Franklin, 2014). Η βιωματική μάθηση είναι αυθεντική, από πρώτο χέρι (προσωπική) και βασισμένη στις αισθήσεις μάθηση. Η βιωματική μάθηση δεν είναι περιορισμένη σε συγκεκριμένα επίπεδα ηλικίας (Behrendt & Franklin, 2014).

Η θεωρία της βιωματικής μάθησης τονίζει τη σημασία του να μαθαίνουν οι συμμετέχοντες από την πράξη και να συλλογίζονται τις εμπειρίες. Η μάθηση προκύπτει καθώς οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν και αφομοιώνουν νέες εμπειρίες και πληροφορίες με τις πεποιθήσεις που είχαν προηγουμένως σχηματίσει (Jose et al., 2017). Οι εκπαιδευτικές εκδρομές είναι παραδείγματα βιωματικής μάθησης επειδή παρέχουν στους μαθητευόμενους με μία ευκαιρία να δουν και να βιώσουν τον κόσμο έξω από τη σχολική αίθουσα, να προκαλέσουν τις ιδέες που είχαν προηγουμένως, να διευρύνουν τις σκέψεις τους και να τους κάνει να εμπλακούν στην ενεργό μάθηση (Jose et al., 2017).

Τα παιχνίδια παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη μάθηση των παιδιών. Τα ψηφιακά παιχνίδια είναι διασκεδαστικά, αλληλεπιδραστικά και συμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο. Αυτά τα χαρακτηριστικά, μπορεί να αυξήσουν το κίνητρο του μαθητευόμενου, και να

βοηθήσουν στην ανάπτυξη των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και της δημιουργικής σκέψης (Lu & Liu, 2015).

Η ιδέα της μάθησης που βασίζεται στα ψηφιακά παιχνίδια, συνδυάζει την ενασχόληση με τα παιχνίδια με εκπαιδευτικές έννοιες, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Ίντερνετ ή έξυπνα εργαλεία, ως ενδιάμεσο μέσο για την υποβοηθούμενη μάθηση ώστε, να αυξήσει την ενασχόληση και την επιμονή (Lu & Liu, 2015). Προγράμματα μάθησης που αναπτύσσονται για μάθηση που βασίζεται σε ψηφιακά παιχνίδια, ενσωματώνουν εργαλεία ψηφιακής τεχνολογίας στη διδασκαλία (Lu & Liu, 2015).

Το να παίζεις με παιχνίδια έχει βρεθεί να διεγείρει την ανθρώπινη νοητική και σωματική ανάπτυξη, και επίσης συνεισφέρει στην αυτοεπιβεβαίωση (Lu & Liu, 2015). Επίσης, το να παίζεις παιχνίδια μετατρέπει την παθητική μάθηση σε μία ενεργητική εξερεύνηση για απαντήσεις, και επίσης ενθαρρύνει τη διάθεση για συνεργασία με συνομηλίκους για να βρεθούν λύσεις, και συνεπώς καλλιεργούνται οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων και η δημιουργική σκέψη (Lu & Liu, 2015).

1.14 Κινητές συσκευές και μάθηση

Κάθε χρόνο οι κατασκευαστές έξυπνων κινητών (smartphones) εισάγουν νέα μοντέλα με δυνατότερα, πιο εξελιγμένα και γρηγορότερα λειτουργικά συστήματα. Οι συσκευές οι ίδιες είναι πιο ανθεκτικές, έχουν μεγαλύτερες και υψηλότερης ποιότητας οθόνες και είναι κοστολογημένα πιο λογικά (Medzini et al., 2015). Σήμερα, οι ικανότητες των έξυπνων κινητών είναι ισοδύναμες με αυτές μικρών σταθερών υπολογιστών και ως αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι άνθρωποι, κυρίως νέοι άνθρωποι, επιλέγουν να αγοράσουν έξυπνα κινητά (Medzini et al., 2015). Οι φορητές συσκευές είναι ευρέως διαδεδομένες στη ζωή

των μαθητών. Η χρήση τους στην εκπαίδευση επιταχύνθηκε από την πανδημία COVID-19. (Hewitt et al., 2023).

Τα smartphones και τα τάμπλετ έχουν πολλά χαρακτηριστικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σήμερα για να δημιουργηθεί μια διαδραστική και ενδιαφέρουσα εμπειρία μάθησης (Medzini et al., 2015). Μεταξύ αυτών είναι η γρήγορη σύνδεση στο Ίντερνετ, μια εξελιγμένη κάμερα, συσκευή καταγραφής, τεχνολογία GPS και πολλές εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία και τη μάθηση (Medzini et al., 2015). Βέβαια, πολλά σχολεία έχουν εκδώσει περιορισμούς που απαγορεύουν τη χρήση τηλεφώνων στην τάξη, κυρίως λόγω των περισπασμών που είναι πιθανό να προάγουν (Medzini et al., 2015).

Τα τελευταία χρόνια, τα κινητά τηλέφωνα και τα τάμπλετ έχουν γίνει αυξανόμενα πιο συνηθισμένα και δημοφιλή (Medzini et al., 2015). Λόγω της μεγάλης κινητικότητας τους, επειδή είναι ελαφριά και της ικανότητας να εξυπηρετούν ως μία πλατφόρμα για ποικίλες εφαρμογές, αυτές οι συσκευές είναι ιδανικοί υποψήφιοι για την υποστήριξη της μάθησης έξω από τη σχολική αίθουσα (Medzini et al., 2015). Επιπλέον, το κόστος της αγοράς τέτοιων συσκευών μειώνεται, όπως και το κόστος της συνδεσιμότητας στο Ίντερνετ, κάνοντας τα μια ολοένα και περισσότερο εφικτή επιλογή (Medzini et al., 2015).

Τα έξυπνα κινητά (smartphones) και τα τάμπλετ που είναι εξοπλισμένα με κάρτες SIM συνιστούν ένα εργαλείο πολλαπλών χρήσεων για τη μάθηση στο πεδίο. Αυτές οι συσκευές, διευκολύνουν την πρόσβαση στην πληροφορία ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε (Medzini et al., 2015). Προφέρουν ένα μέσο για την καταγραφή πληροφορίας στο πεδίο μέσω της ενσωματωμένης κάμερας και της ηχογράφησης, και μπορούν ακόμη να εξυπηρετήσουν ως ένα εργαλείο χωρικής πλοήγησης μέσω

ενσωματωμένου GPS και χαρτών (Medzini et al., 2015). Η έξυπνη χρήση αυτών των εργαλείων μπορεί να κάνει τη μάθηση στη σχολική αίθουσα ενδιαφέρουσα και διαδραστική και μπορεί να μεταμορφώσει την εκπαιδευτική εκδρομή σε μια συναρπαστική και διερευνητική εμπειρία μάθησης (Medzini et al., 2015).

Τα smartphones και τα τάμπλετ έχουν μεγάλη προοπτική για τη διδασκαλία και τη μάθηση (Medzini et al., 2015). Οι δάσκαλοι μπορούν να εκμεταλλευτούν τη διαθεσιμότητα τους μεταξύ των μαθητών για να παράγουν μια ελκυστική και ενδιαφέρουσα εμπειρία μάθησης (Medzini et al., 2015). Μέσω ειδικού λογισμικού, οι δάσκαλοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα έξυπνα κινητά για να δημιουργήσουν μια νέα και συναρπαστική εμπειρία μάθησης στη σχολική αίθουσα και συνεπώς να αυξήσουν το κίνητρο των μαθητών να μάθουν (Medzini et al., 2015).

2. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η αρχική ιδέα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να δημιουργηθεί μία διαφορετική προσέγγιση για την περιβαλλοντική εκπαίδευση των μαθητών και να ενσωματωθεί σε αυτή την προσέγγιση η χρήση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Η τεχνολογία αυτή επιλέχθηκε λόγω των πολλών και διαφορετικών δυνατοτήτων που προσφέρει στην εκπαίδευση. Επίσης, το θέμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που επιλέχθηκε να προσεγγιστεί είναι αυτό της Βιοποικιλότητας, λόγω της πολύ μεγάλης σημασίας του.

Σε πολλά σχολεία η ΠΕ διδάσκεται εντός της σχολικής αίθουσας. Για το λόγο αυτό, ένας ακόμα άξονας που συμπεριλαμβάνεται στη συγκεκριμένη εργασία, είναι να διδαχθούν οι έννοιες και οι αξίες ενός περιβαλλοντικού θέματος - της Βιοποικιλότητας σε ένα φυσικό πεδίο / περιβάλλον στα πλαίσια μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης και εργασίας στο πεδίο.

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας, θα αξιοποιηθεί ένα ήδη υπάρχον περιβαλλοντικό πρόγραμμα για τη Βιοποικιλότητα, που υλοποιείται από το Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία της Καστοριάς και μέρος του υλοποιείται με τη μορφή εκπαιδευτικής επίσκεψης σε εξωτερικό περιβάλλον, και πιο συγκεκριμένα στη λίμνη της Καστοριάς.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η σύνδεση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, με τη βοήθεια ενός ήδη υπάρχοντος περιβαλλοντικού προγράμματος για τη Βιοποικιλότητα, που μέρος του υλοποιείται στο φυσικό περιβάλλον, με τη μορφή μίας εκπαιδευτικής εκδρομής.

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού, που θα βασίζεται στο ήδη υπάρχον υλικό του Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς, χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί από το Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία Καστοριάς, κατά την υλοποίηση περιβαλλοντικού προγράμματος για μαθητές, που αφορά τη Βιοποικιλότητα.

Άλλοι στόχοι της εργασίας είναι:

- Να δημιουργηθούν νέες, καινοτόμες ιδέες στην υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και περιβαλλοντικών προγραμμάτων που αφορούν τη Βιοποικιλότητα,
- Να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (και ειδικότερα στο συγκεκριμένο πρόγραμμα ΠΕ του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς που αφορά τη Βιοποικιλότητα),
- Να αναδειχθεί η σημασία της αξιοποίησης της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε εκπαιδευτικές εκδρομές σε φυσικά περιβάλλοντα,
- Να δημιουργηθεί εκπαιδευτικό υλικό που θα βασίζεται στο ήδη υπάρχον υλικό του Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς και θα μπορέσει να αποτελέσει αξιόπιστο, χρήσιμο και κατάλληλο εργαλείο για το πρόγραμμα Βιοποικιλότητας που υλοποιείται και πάντα λαμβάνοντας ως γνώμονα, την εκπλήρωση των απαραίτητων γνωστικών, παιδαγωγικών και εκπαιδευτικών στόχων,

- Να αξιολογηθεί το εκπαιδευτικό υλικό που θα δημιουργηθεί και οι ιδέες που αυτό πρεσβεύει και αντικατοπτρίζει, από έμπειρους εμπειρογνώμονες, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα που θα αξιοποιηθούν στο μέλλον.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Πρόγραμμα «Βιοποικιλότητα: Το Εργαστήρι της Ζωής» του Κ.Ε.ΠΕ.Α./ Κ.Π.Ε. Καστοριάς

Βασικός πυρήνας της ιδέας της παρούσας εργασίας, ήταν να βρεθεί ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, σχετικό με τη βιοποικιλότητα, το οποίο να υλοποιούνταν από κάποιο Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. στην Ελλάδα και να εκπλήρωνε κάποιες βασικές προϋποθέσεις, με κυρίαρχη την υλοποίηση του, τουλάχιστον κατά ένα μέρος, σε εξωτερικό περιβάλλον μάθησης.

Έπειτα από εξερεύνηση των διαφόρων Κέντρων Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α./Κ.Π.Ε.) στην Ελλάδα (μέσω των πληροφοριών και των διάφορων στοιχείων των ιστοσελίδων τους) και την προσεκτική μελέτη των προγραμμάτων που υλοποιούν, επιλέχθηκε το πρόγραμμα για τη Βιοποικιλότητα του Κέντρου Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α.) / Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) Καστοριάς.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα με όνομα «**Βιοποικιλότητα: Το Εργαστήρι της Ζωής**» υλοποιείται από το Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς, είναι για μαθητές/τριες Δημοτικού, Γυμνασίου, Λυκείου και έχει χρονική διάρκεια 7 διδακτικές ώρες και είναι μονοήμερο. Λόγω της κοντινής απόστασης του Κ.Π.Ε. Καστοριάς με τη λίμνη της Καστοριάς, δίνεται η δυνατότητα εύκολης πρόσβασης και παρατήρησης της σημαντικής βιοποικιλότητας που φιλοξενεί η λίμνη.

Η ροή του προγράμματος αποτελείται από τέσσερα στάδια, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω συνοπτικά, σύμφωνα με τις πληροφορίες του προγράμματος (Κ.Ε.Π.Ε.Α./Κ.Π.Ε. Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>):

- **Στάδιο 1: Υποδοχή – Ενημέρωση των μαθητών/τριών για το πρόγραμμα**
- **Στάδιο 2: Συμμετοχή των μαθητών/τριών σε μία σειρά εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων:**
 - α) προβολή ταινίας – εισαγωγή στο θέμα
 - β) συζήτηση, ερμηνεία του όρου «βιοποικιλότητα» και διάκριση των διαφορετικών επιπέδων μελέτης της
 - γ) Εργασία σε ομάδες: «Βιοποικιλότητα και τα οφέλη της για τον άνθρωπο»
 - δ) Ψηφιακό παιχνίδι: «Η βιοποικιλότητα στο σπίτι μας»
- **Στάδιο 3: Εργασία στο πεδίο**

Ακολουθώντας ένα «περιβαλλοντικό μονοπάτι» σε παρόχθια περιοχή, οι μαθητικές ομάδες προσεγγίζουν χαρακτηριστικά στοιχεία της βιοποικιλότητας του λιμναίου περιβάλλοντος, εντοπίζουν διαφορετικούς βιότοπους, αναγνωρίζουν τις μορφές ζωής που φιλοξενούν, παρατηρούν και ερμηνεύουν τις αλληλεπιδράσεις τους.

Οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους:

- χάρτες δύο διαφορετικών διαδρομών, καθώς χωρίζονται σε δύο ομάδες.
- Σε κάθε διαδρομή υπάρχουν 5 προκαθορισμένα σημεία/σταθμοί μελέτης

και για κάθε σταθμό υπάρχουν γραπτές κατευθυντήριες οδηγίες για συγκεκριμένα αντικείμενα παρατήρησης.

- εικονογραφημένους οδηγούς αναγνώρισης της χλωρίδας και ορνιθοπανίδας της περιοχής
- κιάλια, μεγεθυντικούς φακούς, έξυπνες κινητές συσκευές (tablets), μικρά φορητά μικροσκόπια κ.ά.
- φύλλα εργασίας για τη γραπτή αποτύπωση των παρατηρήσεών τους

- **Στάδιο 4: Αξιολόγηση**

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται με τις μαθητικές ομάδες να εμπλουτίζουν τους χάρτες τους επισημαίνοντας περιοχές όπου εντόπισαν οργανισμούς και βιότοπους που προσέλκυσαν το ενδιαφέρον τους, προκειμένου να παρουσιάσουν τις «ανακαλύψεις» τους και να συζητήσουν τις εντυπώσεις τους με τους/τις συμμαθητές/τριές τους.

Οι απόψεις των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών για τη δομή και το περιεχόμενο του προγράμματος καταγράφονται σε κατάλληλα διαμορφωμένα ερωτηματολόγια.

3.2 Εργασία πεδίου του προγράμματος για τη Βιοποικιλότητα του Κ.Π.Ε. Καστοριάς

Στην εργασία πεδίου που πραγματοποιείται στο πρόγραμμα Βιοποικιλότητας του Κ.Ε.Π.Ε.Α. Καστοριάς, οι μαθητές/τριες χωρίζονται σε δύο ομάδες και ακολουθούν μία διαδρομή που ορίζεται από έναν αυτοσχέδιο χάρτη της περιοχής, που περιλαμβάνει τους διαφόρους σταθμούς εργασίας και κάποια γραπτά κείμενα που έμμεσα κατευθύνουν τις

παρατηρήσεις και τις συζητήσεις. Κάθε ομάδα στέκεται σε διαφορετικούς σταθμούς εργασίας από την άλλη, καθώς οι δυο χάρτες είναι διαφορετικοί. Σε κάθε σταθμό, αφού τα μέλη της κάθε ομάδας παρατηρήσουν, συζητήσουν και συσχετίσουν τα δεδομένα των παρατηρήσεών τους, καταγράφουν σε χαρτί (σημαιάκι) τις σκέψεις τους, ενσωματώνοντας σε αυτές τη λέξη βιοποικιλότητα.

Αφού τα μέλη της κάθε ομάδας καταγράψουν τα συμπεράσματά τους στο σημαιάκι, το τοποθετούν σε κάποιο σημείο της περιοχής που βρίσκονται και προχωρούν στον επόμενο σταθμό εργασίας, σύμφωνα με τον χάρτη που έχει η κάθε ομάδα. Κάθε ομάδα ολοκληρώνει τη διαδρομή της, όταν επισκεφθεί όλους τους σταθμούς. Τα σημαιάκια (συνολικά 4) που έχει αφήσει στους σταθμούς της η μία ομάδα θα πρέπει να αναζητηθούν, να διαβαστούν και να σχολιαστούν από την άλλη ομάδα κατά την επιστροφή της. Είναι σημαντικό κατά την επιστροφή, η κοινοποίηση των εμπειριών και των συμπερασμάτων της μιας ομάδας στην άλλη.

Σε κάθε σταθμό, η κάθε ομάδα καλείται να παρατηρήσει και να αναζητήσει / εξερευνήσει διάφορους οργανισμούς αλλά και στοιχεία που βρίσκονται στο περιβάλλον, να συσχετίσει έννοιες τις οποίες έχει διδαχθεί, να παρατηρήσει φυσικά φαινόμενα, να αντιληφθεί τις αλληλεπιδράσεις των οργανισμών με τα αβιοτικά στοιχεία, να παρατηρήσει τα διαφορετικά ενδιαίτηματα και τους διαφορετικούς βιοτόπους που υπάρχουν στη λίμνη και περιμετρικά, και τέλος να παρατηρήσει και να ανακαλύψει την σημαντική βιοποικιλότητα που υπάρχει τόσο στην λίμνη όσο και στο περιβάλλον γύρω από αυτήν. Η κάθε ομάδα όπως αναφέρθηκε θα επισκεφτεί διαφορετικούς σταθμούς στους οποίους θα πρέπει να κάνει διαφορετικές εργασίες και παρατηρήσεις, ενώ και για τις δύο ομάδες υπάρχει το τέρμα της διαδρομής.



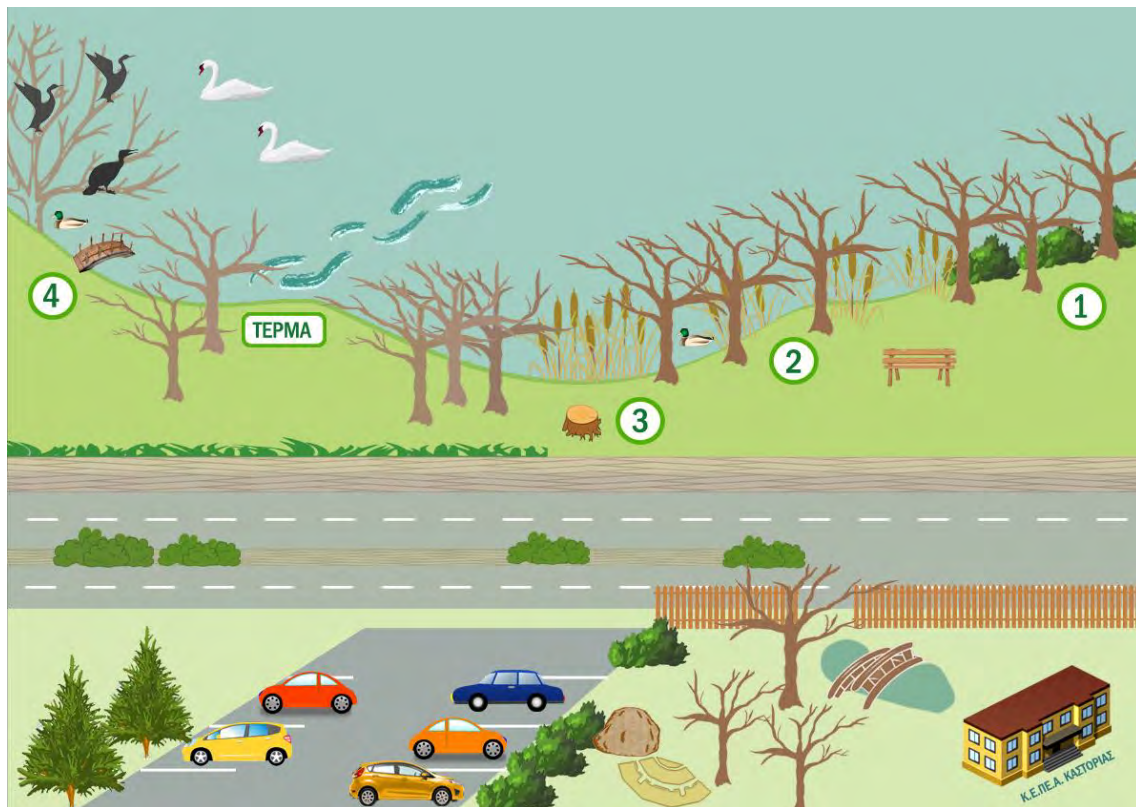
Εικόνα 2. Ενδεικτικά η τοποθεσία που πραγματοποιείται η εργασία πεδίου στη λίμνη Καστοριάς

3.3 Εκπαιδευτικό υλικό υλοποίησης του προγράμματος

Έπειτα από επικοινωνία με την υπεύθυνη του Κ.Ε.Π.Ε.Α. Καστοριάς, λήφθηκε το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται στην υλοποίηση του προγράμματος και αναλυτικές οδηγίες χρήσης του, κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης του προγράμματος. Επίσης, πλούσιο υλικό σχετικό με το πρόγραμμα αποκτήθηκε και από τη διαδικτυακή σελίδα του κέντρου.

Έχοντας ως δεδομένα τις πληροφορίες που συνοδεύουν το πρόγραμμα και το αντίστοιχο υλικό, και έπειτα από προσεκτική, αναλυτική και σε βάθος μελέτη του, εκπονήθηκε το πλάνο που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού της παρούσας εργασίας, που αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας.

Αποφασίστηκε ότι θα ήταν ορθό, να χρησιμοποιηθεί το πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό του Κέντρου ως βάση, ώστε να είναι πιο κατάλληλο και πιο εύκολο να χρησιμοποιηθεί και να ενσωματωθεί από τους εκπαιδευτές του Κέντρου, στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα ΠΕ για τη Βιοποικιλότητα. Μέρος αυτού του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιήθηκε, είναι οι χάρτες που χρησιμοποιούνται για την εργασία στο πεδίο, αλλά και πολλές εικόνες και πληροφορίες σχετικά με τη Βιοποικιλότητα.



Εικόνα 3. Ο χάρτης της ομάδας Α που χρησιμοποιείται για την εργασία πεδίου του προγράμματος για τη Βιοποικιλότητα (πηγή: Κ.Ε.Π.Ε.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς)

3.4 Το λογισμικό ZapWorks με το οποίο δημιουργήθηκε το εκπαιδευτικό υλικό

ZapWorks

Το ZapWorks είναι λογισμικό (<https://zap.works/>) που αποτελείται μεταξύ πολλών άλλων, από ένα εργαλείο που μας βοηθάει να επεξεργαστούμε τις εικόνες που επιλέξαμε και να τις επαυξήσουμε, και αποτελείται επίσης και από την εφαρμογή που «κατεβάζουμε» στην κινητή συσκευή (smartphone ή tablet), ώστε να «σκανάρουμε» το Zapcode που έχει δημιουργηθεί μέσω του εργαλείου και να παρατηρήσουμε τα αποτελέσματα της εργασίας που έχουμε πραγματοποιήσει, πάνω στην εικόνα της επιλογής μας.

ZapWorks Designer

Με το εργαλείο αυτό, πραγματοποιήθηκε το πρακτικό κομμάτι δημιουργίας του νέου εκπαιδευτικού υλικού. Αποτελεί ένα εργαλείο που προσφέρει πολλές δυνατότητες. Το περιβάλλον του εργαλείου σου επιτρέπει να τοποθετήσεις μια εικόνα ως βάση και έπειτα να προσθέσεις διάφορα στοιχεία όπως εικόνες, βίντεο, κείμενο και άλλες επιλογές. Επίσης, μπορείς να δημιουργήσεις διαφορετικές σκηνές που να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, να ελέγξεις τις μεταβάσεις των στοιχείων και το πότε θα εμφανίζονται ή θα αποχωρούν από την εικόνα βάσης, μπορείς να προσθέσεις συνδέσμους για διαδικτυακές σελίδες και γενικότερα προσφέρονται πάρα πολλές δυνατότητες.

Zappar

Αποτελεί την εφαρμογή (<https://www.zappar.com/>) του λογισμικού, που όταν είναι «κατεβασμένη» στην συσκευή που επιθυμούμε (έξυπνο κινητό ή τάμπλετ), μπορούμε να «σκανάρουμε» τον τρόπο εμφάνισης που ίσως να έχει επιλεγθεί (Zapcode) και να

εμφανίζεται το υλικό που δημιουργήθηκε. Αποτελεί μία εύκολη στην λειτουργία της εφαρμογή.

3.5 Δημιουργία του νέου εκπαιδευτικού υλικού για το πρόγραμμα Βιοποικιλότητας του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς

Στην συγκεκριμένη εργασία, δημιουργήθηκε εκπαιδευτικό υλικό που αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και θα χρησιμοποιηθεί σε πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και συγκεκριμένα σε πρόγραμμα που έχει ως θέμα τη γνωριμία των μαθητών με την έννοια της βιοποικιλότητας και την συνειδητοποίηση της μεγάλης αξίας της. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το πρόγραμμα για τη βιοποικιλότητα που έχει αναπτυχθεί και υλοποιείται από το Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς, πραγματοποιείται τόσο σε εσωτερικό χώρο - αίθουσα, όσο και σε εξωτερικό περιβάλλον σε μορφή εκπαιδευτικής επίσκεψης στη λίμνη για εργασία στο πεδίο.

Το υλικό που δημιουργήθηκε μεταξύ άλλων στηρίζεται σε κάποιες έννοιες όπως:

- Η παιδαγωγική προσέγγιση αφορά τον τρόπο με τον οποίο ο δάσκαλος θα μεταδώσει την γνώση, ώστε οι μαθητές να συμμετέχουν στην διαδικασία μάθησης. Η έλλειψη τυπικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων κατά την εφαρμογή της AR σε δραστηριότητες τείνει να προκαλέσει σύγχυση στους μαθητές (Garzón et al., 2020).
- Η μάθηση συνεπάγεται με μία αλλαγή στην συμπεριφορά, τις ικανότητες, τη γνώση, τις στάσεις και τις πεποιθήσεις (Garzón et al., 2020).
- Πολλές μελέτες της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης με πραγματικά οικολογικά περιβάλλοντα, έχουν βρει, ότι το "συναίσθημα" είναι ένας σημαντικός παράγοντας μάθησης, που συχνά παραμελείτε (Huang et al., 2016). Οι Reis και Roth (2009)

επισήμαναν τη σημασία του "συναίσθηματος" στην εκπαίδευση για το οικολογικό περιβάλλον και τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν, όταν τέτοιο "συναίσθημα" λείπει (Reis & Roth, 2009; Huang et al., 2016).

Το υλικό δημιουργήθηκε έχοντας ως γνώμονα τις παιδαγωγικές και εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που αναφέρθηκαν στο θεωρητικό πλαίσιο της προηγούμενης ενότητας. Σκοπός είναι το υλικό που δημιουργήθηκε να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου στο λιμναίο περιβάλλον, αλλά και στην αίθουσα του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς, να ενθαρρύνει τους μαθητές να συνεργαστούν, να τους δώσει κίνητρο να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία μάθησης και να αυξήσει το ενδιαφέρον τους και την περιέργεια τους για ανακάλυψη της γνώσης.

Κατά την υλοποίηση του προγράμματος, μετά τις δραστηριότητες εντός της αίθουσας, στο στάδιο της εκπαιδευτικής επίσκεψης στο πεδίο, όπως ήδη αναφέρθηκε, χρησιμοποιείται από τις δύο ομάδες των μαθητών από ένας χάρτης με σημειωμένα κάποια συγκεκριμένα σημεία (σταθμοί) κατά μήκος της λίμνης, στα οποία οι μαθητές θα πρέπει να κάνουν σε ομάδες κάποιες δραστηριότητες. Ο χάρτης αυτός, θα χρησιμοποιηθεί ως εικόνα βάσης για το νέο υλικό σε δύο περιπτώσεις. Το νέο αυτό υλικό σε συνεργασία με το ήδη υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό, μπορούν να λειτουργήσουν συνεργατικά και να υποστηρίξουν το ένα το άλλο, και με τον τρόπο αυτό να ενισχύσουν τις εμπειρίες μάθησης και τις γνώσεις των μαθητών.

3.5.1 Βασικό πλάνο δημιουργίας του νέου εκπαιδευτικού υλικού

Το νέο υλικό που δημιουργήθηκε, αξιοποιεί λοιπόν, το χάρτη που χρησιμοποιείται από τους μαθητές/τριες για την εργασία πεδίου αλλά και το πλούσιο υλικό του Κ.Ε.ΠΕ.Α.

Καστοριάς που συνοδεύει το κάθε πρόγραμμα που υλοποιεί. Στο υλικό του κέντρου, υπάρχουν πολλές εικόνες, φωτογραφίες, φύλλα εργασίας και πολλές πληροφορίες για τη βιοποικιλότητα και τις έννοιες που τη συνοδεύουν. Το υλικό αυτό, χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό, κατά τη δημιουργία των πρότζεκτ του εκπαιδευτικού υλικού.

Η επαύξηση της εικόνας του χάρτη, μπορεί να περιέχει εικόνες, βίντεο αλλά και κείμενο μεταξύ άλλων. Μεγάλα τμήματα κειμένου δεν βοηθάνε στους στόχους που έχουμε θέσει να εκπληρώνει το υλικό, και κυρίως τον στόχο της διαδραστικότητας και της κινητοποίησης του ενδιαφέροντος και της περιέργειας, οπότε κυρίως η επαύξηση του χάρτη θα γίνει με στοιχεία εικόνας και κάποια άλλα διαδραστικά στοιχεία. Στοιχεία κειμένου χρησιμοποιήθηκαν μόνο σε όσα σημεία ήταν απαραίτητο. Δεν θέλουμε να βάλουμε πολλές πληροφορίες κειμένου, καθώς οι μαθητές ήδη έχουν λάβει με αυτήν τη μορφή αρκετές πληροφορίες στο πρώτο στάδιο του προγράμματος στην αίθουσα του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Επίσης, στην εργασία πεδίου θέλουμε να διαφοροποιήσουμε την διδασκαλία από τις αντίστοιχες ενέργειες και δραστηριότητες που θα γινόταν και εντός μια σχολικής αίθουσας.

Μία βασική ιδέα πίσω από το υλικό, είναι οι μαθητές αντί να κοιτάζουν απλά τον αυτοσχέδιο χάρτη, να κοιτάνε μέσω μιας κινητής συσκευής που μπορεί να είναι κάποιο έξυπνο κινητό (smartphone) ή μέσω κάποιου τάμπλετ τον χάρτη και να αλληλεπιδρούν με αυτόν, μέσω των διαδραστικών στοιχείων που έχουν χρησιμοποιηθεί με την επαύξηση.

Το υλικό που δημιουργήθηκε περιλαμβάνει τέσσερα πρότζεκτ. Τα δύο πρώτα χρησιμοποιούν ως εικόνα βάσης το χάρτη. Τα δύο επόμενα χρησιμοποιούν ως εικόνα βάσης δύο εικόνες που υπάρχουν στο εκπαιδευτικό υλικό του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς.

Τα δύο πρότζεκτ που περιλαμβάνουν το χάρτη, θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία πεδίου στη λίμνη συνδυαστικά με το υπόλοιπο υλικό του προγράμματος που χρησιμοποιείται ήδη και χωρίς να τροποποιηθεί η δομή και ο τρόπος υλοποίησης ή οι δραστηριότητες στο πεδίο. Τα δύο άλλα πρότζεκτ θα χρησιμοποιηθούν εντός της αίθουσας. Το ένα θα χρησιμοποιηθεί στο αρχικό στάδιο του προγράμματος, με στόχο την μάθηση και εξοικείωση των μαθητών/τριών με κάποιες βασικές έννοιες αλλά και την εξοικείωση τους με το νέο αυτό εκπαιδευτικό υλικό που αξιοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα, αλλά και τον τρόπο χρήσης του μέσω των κινητών συσκευών. Το τελευταίο πρότζεκτ αποτελεί ένα διαδραστικό κουίζ γνώσεων για τη βιοποικιλότητα, που στηρίζεται σε όσα έμαθαν από το πρόγραμμα τόσο στην αίθουσα όσο και στην εργασία πεδίου και χρησιμοποιείται κατά την επιστροφή στην αίθουσα του κέντρου, μετά την ολοκλήρωση της επίσκεψης στη λίμνη.

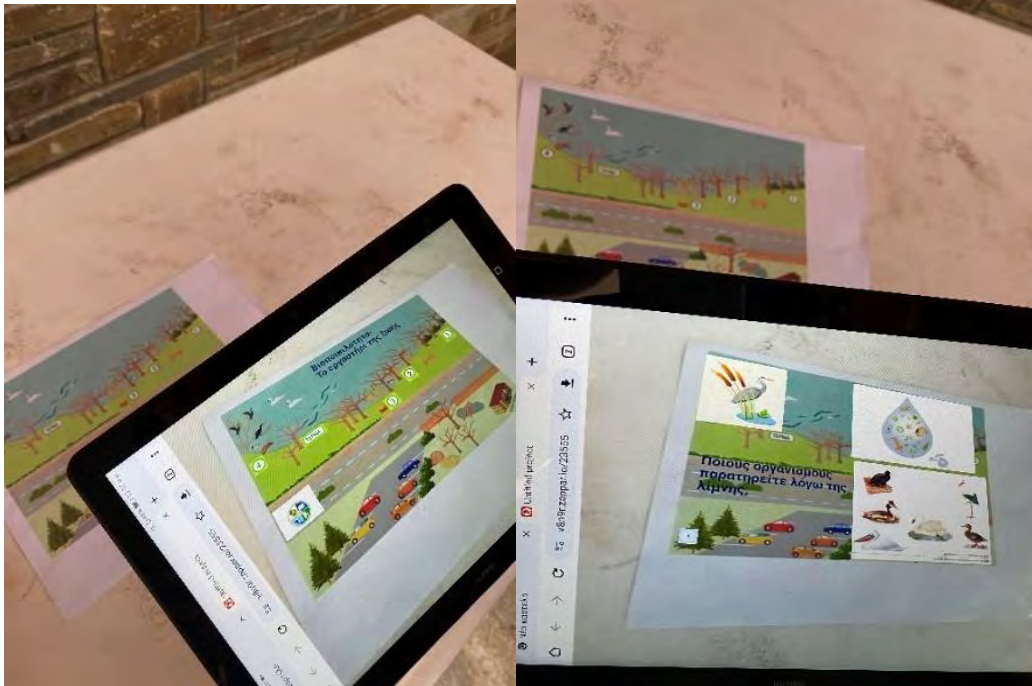
3.5.2 Δημιουργία του νέου εκπαιδευτικού υλικού με το πρόγραμμα ZapWorks

Το νέο εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε, έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό ZapWorks το οποίο είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <https://zap.works/>. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο ZapWorks Designer. Επιλέχθηκε για τη μεγαλύτερη ευκολία στη χρήση να δημιουργηθούν QR codes, ώστε να μην απαιτείται η λήψη της εφαρμογής, αλλά αντίθετα με μια απλή κινητή συσκευή, να μπορούν να εμφανιστούν τα πρότζεκτ.

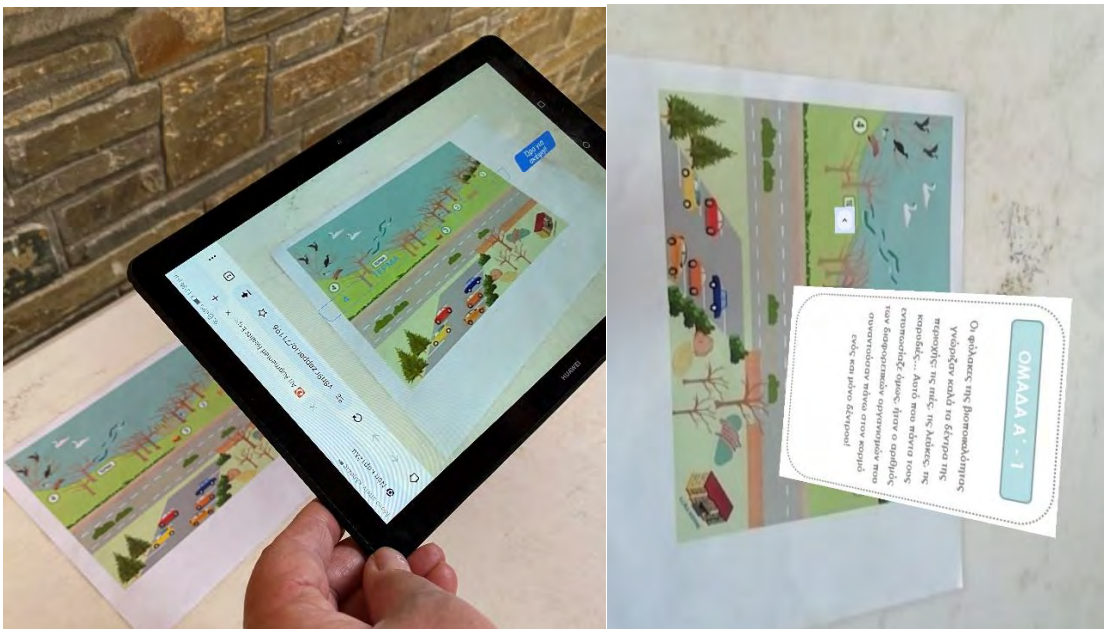
Στο νέο υλικό που δημιουργήθηκε χρησιμοποιήσαμε ως εικόνα βάσης το χάρτη της εργασία πεδίου σε δύο περιπτώσεις. Στο πρώτο πρότζεκτ, τα σημεία που είναι σημειωμένα στο χάρτη (σταθμοί), συνδέθηκαν με διαφορετικές σκηνές που παρουσίαζαν εικόνες των οργανισμών και των εννοιών που πρέπει να ψάξουν και να παρατηρήσουν οι

μαθητές. Δηλαδή όταν οι μαθητές θα πατούσαν πάνω στα σημεία των σταθμών, θα μεταφερόταν στην αντίστοιχη σκηνή που θα είχε μία πρόταση που θα παραπέμπει στο συγκεκριμένο σημείο και εικόνες από οργανισμούς, αλλά και άλλα στοιχεία που θα πρέπει σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος να δώσουν σημασία και να παρατηρήσουν. Επίσης, σε μία σκηνή, υπάρχει και ένα κουμπί που οδηγεί σε ένα σύντομο βίντεο στο YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=EJ1SU815Pc4>) σχετικό με την βιοποικιλότητα. Στην εικόνα προστέθηκε και το λογότυπο του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς που πατώντας το, μεταφέρεσαι στη ιστοσελίδα του Κέντρου. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές έχουν μία οπτική βοήθεια των όσων πρέπει να αναζητήσουν και να δουν.

Στο δεύτερο πρότζεκτ που περιλάμβανε τον χάρτη, πατώντας πάνω στα σημεία των σταθμών μπορείς να μεταφερθείς στις διαφορετικές σκηνές που περιλαμβάνουν τις κάρτες με την ιστορία που συνοδεύει την επίσκεψη στο πεδίο της λίμνης και σχετίζεται με τον τρόπο υλοποίησης της εργασίας πεδίου. Επίσης, υπάρχει ένα κουμπί που οδηγεί σε ένα πολύ σύντομο φύλλο εργασίας. Και στα δύο πρότζεκτ που χρησιμοποιούν τον χάρτη υπάρχει το κουμπί επιστροφής, που επιτρέπει να γυρίζουν οι μαθητές στην αρχική εικόνα βάσης.



Εικόνα 4. Το πρώτο πρότζεκτ με τον χάρτη που χρησιμοποιείται στην εργασία στο πεδίο



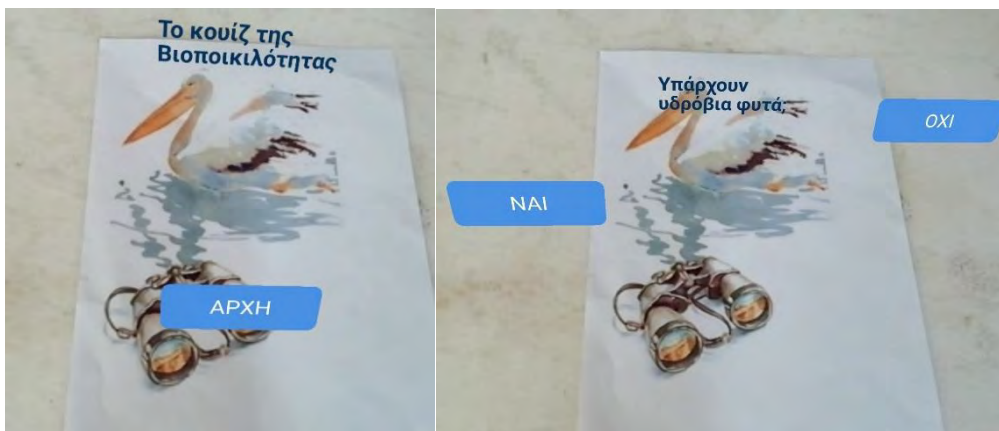
Εικόνα 5. Το δεύτερο πρότζεκτ με τον χάρτη που χρησιμοποιείται στην εργασία στο πεδίο

Το τρίτο πρότζεκτ αποτελεί μια δραστηριότητα εντός της αίθουσας του κέντρου και είναι το πρότζεκτ που χρησιμοποιείται πρώτο για να εξοικειωθούν οι μαθητές με την τεχνολογία, αλλά παράλληλα να βοηθηθούν στην κατανόηση κάποιων εννοιών που παρουσιάζονται στο πρόγραμμα. Ως εικόνα βάσης χρησιμοποιείται μια εικόνα που υπάρχει ήδη στο εκπαιδευτικό υλικό του κέντρου και απεικονίζει μία λίμνη με κάποιους οργανισμούς. Πάνω στην εικόνα έχουν προστεθεί διάφορες λέξεις και πατώντας ο μαθητής σε καθεμιά, βλέπει μία σύντομη πρόταση και κάποιες εικόνες σχετικά με την λέξη. Επίσης, υπάρχουν κουμπιά πάνω στην εικόνα βάσης που οδηγούν σε ιστοσελίδα του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς με πληροφορίες και φύλλα εργασίας, στο κανάλι του Κ.Ε.ΠΕ.Α. στο YouTube (<https://www.youtube.com/@kpekastorias/videos>) και ένα κουμπί που οδηγεί τελικώς σε ένα βίντεο στο YouTube σχετικά με τη βιοποικιλότητα στην Ελλάδα (https://www.youtube.com/watch?v=9g_DmGYs4D8).



Εικόνα 6. Το πρότζεκτ με τις διάφορες λέξεις για το πρόγραμμα της βιοποικιλότητας

Το τελευταίο πρότζεκτ είναι ένα γρήγορο και διασκεδαστικό κουίζ γνώσεων για τη βιοποικιλότητα σύμφωνα με τα όσο έμαθαν οι μαθητές στο πρόγραμμα. Αποτελείται από 10 σύντομες ερωτήσεις, τις οποίες οι μαθητές απαντούν σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Οι μαθητές αφού δουν τις ερωτήσεις πατούν πάνω στη σωστή απάντηση για να μεταφερθούν στην επόμενη ερώτηση. Σε περίπτωση που πατήσουν πάνω σε μια λανθασμένη απάντηση, δεν γίνεται η μεταφορά τους στην επόμενη ερώτηση και έτσι χάνουν χρόνο. Νικήτρια ομάδα είναι αυτή που θα τελειώσει πρώτη το κουίζ. Το κουίζ πραγματοποιείται εντός της αίθουσας του κέντρου, αφού έχουν επιστρέψει οι μαθητές από την επίσκεψη στη λίμνη.



Εικόνα 7. Το κουίζ γνώσεων για τη βιοποικιλότητα

3.6 Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού από εμπειρογνώμονες

Για να μπορέσουμε να προσεγγίσουμε λοιπόν το θέμα της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήσαμε και αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, έγινε η επιλογή να υπάρξει μια ομάδα εκπαιδευτικών που θα αξιολογήσουν το υλικό, ως εμπειρογνώμονες.

Θα ήταν λοιπόν λογικό, να αξιολογηθεί το υλικό από τους ανθρώπους που θα κληθούν να το χρησιμοποιήσουν. Για το λόγο αυτό, η ομάδα εμπειρογνομόνων αποτελείται από τα μέλη του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς. Οι συγκεκριμένοι άνθρωποι με τις γνώσεις τους και την εμπειρία τους, πάνω στην περιβαλλοντική εκπαίδευση αλλά και γενικότερα σε διάφορα γνωστικά πεδία, θα αξιολογήσουν το υλικό σε βασικούς άξονες: θα αξιολογηθεί αρχικά σαν αυτούσιο υλικό ως προς την αποτελεσματικότητά του, την καινοτομία του, την επάρκεια του και γενικότερα την ικανότητα εκπλήρωσης των σκοπών και των στόχων για τους οποίους δημιουργήθηκε. Επίσης, θα αξιολογηθεί για το εάν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς, για την πραγματοποίηση του προγράμματος του Κ.Ε.ΠΕ.Α. για τη Βιοποικιλότητα.

3.6.1 Προφίλ εμπειρογνομόνων

Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού με την αξιοποίηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας έγινε από δύο εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες αυτοί, αποτελούν δύο πολύ έμπειρα μέλη του προσωπικού του Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς, με πάρα πολλά χρόνια εμπειρίας τόσο στην περιβαλλοντική εκπαίδευση όσο και στο ίδιο το Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς. Είναι δύο εμπειρογνώμονες που πέρα από την πολύ μεγάλη πείρα στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και τα περιβαλλοντικά

προγράμματα, είναι άκρως εξοικειωμένες με τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες αλλά και πιο συγκεκριμένα με την επαυξημένη πραγματικότητα, λόγω της συμμετοχής τους στα προγράμματα του Κ.Ε.ΠΕ.Α Καστοριάς, που αξιοποιούν την τεχνολογία για διάφορες δραστηριότητες. Η ειδικότητα της μίας από τους εμπειρογνώμονες είναι Βιολόγος με άμεση συσχέτιση και με το κομμάτι της Βιοποικιλότητας, ενώ η άλλη εμπειρογνώμονας είναι Δασκάλα.

3.6.2 Τρόπος διεξαγωγής αξιολόγησης

Η αξιολόγηση έγινε στο κτήριο του Κ.Ε.ΠΕ.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς με την παρουσία των δύο αξιολογητών - εμπειρογνομόνων. Αρχικά, έγινε μία ανάλυση της ιδέας που συνοδεύει τη συγκεκριμένη εργασία και το σκεπτικό με το οποίο δημιουργήθηκε το νέο αυτό εκπαιδευτικό υλικό. Στη συνέχεια, έγινε παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού, καθώς παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα 4 πρότζεκτ που δημιουργήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, εξηγήθηκε και παρουσιάστηκε ο τρόπος δημιουργίας του υλικού, τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν (λογισμικό και στοιχεία όπως εικόνες, βίντεο, πληροφορίες), ο τρόπος σχεδιασμού των επιμέρους μερών του υλικού, ο λόγος που επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα οπτικά μέσα και οι στόχοι που προσδοκούμε να επιτύχουμε, η σειρά και τα μέρη του προγράμματος που προτείνεται να χρησιμοποιηθεί, η συσχέτιση του με το υπόλοιπο εκπαιδευτικό υλικό του προγράμματος και με τις δραστηριότητες που το απαρτίζουν, τα σημεία που αναβαθμίζουν την εμπειρία του δέκτη, καθώς και ο τρόπος εφαρμογής και χρήσης του (QR codes, smartphones, tablets).

Μετά την παρουσίαση και την αναλυτική επεξήγηση όλων των πτυχών του νέου εκπαιδευτικού υλικού και της ιδέας που το συνοδεύει, έγινε μια ανοιχτή συζήτηση -

αξιολόγηση μαζί με τους εμπειρογνώμονες. Αρχικά, έγιναν κάποιες ερωτήσεις σχετικά με την εξοικείωση των δύο αξιολογητών με την τεχνολογία στην εκπαίδευση και πιο συγκεκριμένα με την επαυξημένη πραγματικότητα και με την άποψη τους σχετικά με την AR στη μάθηση. Στη συνέχεια, με βάση κάποιους άξονες συζήτησης που παρουσιάζονται στο Παράρτημα, δόθηκε η δυνατότητα στους αξιολογητές - εμπειρογνώμονες να διατυπώσουν ξεκάθαρα και αντικειμενικά τις απόψεις τους για το υλικό σε όλες τις πτυχές του, να προτείνουν τις συμβουλές τους για τη βελτίωση του, να επισημάνουν τα θετικά και αρνητικά του σημεία, να κάνουν τις παρατηρήσεις τους και τις σημειώσεις τους για το υλικό και να εκφράσουν τις εντυπώσεις τους για αυτό. Οι άξονες της συζήτησης περιλάμβαναν πτυχές όπως: να αξιολογηθεί η δομή του υλικού, ο τρόπος εμφάνισης του, τα στοιχεία που περιλαμβάνει, η ευχρηστία του αλλά και πιο σημαντικά μεταξύ άλλων αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα βιοποικιλότητας του Κ.Ε.Π.Ε.Α. / Κ.Π.Ε. Καστοριάς και αν εκπληρώνει γνωστικούς και άλλους στόχους που είχαν τεθεί.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού έγινε όπως έχει ήδη αναφερθεί από εμπειρογνώμονες. Οι αξιολογητές ήταν δύο μέλη του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς με πολύ μεγάλη εμπειρία στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και σε περιβαλλοντικά προγράμματα στο Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς. Επίσης, λόγω των προγραμμάτων που υλοποιούνται στο συγκεκριμένο περιβαλλοντικό κέντρο, είναι εξοικειωμένες με τις νέες τεχνολογίες και πιο συγκεκριμένα με την επαυξημένη πραγματικότητα. Τα δύο αυτά μέλη αξιολόγησαν το εκπαιδευτικό υλικό και την ιδέα που αυτό συνοδεύει σε διάφορους άξονες. Η άποψη τους και οι παρατηρήσεις τους ήταν αντικειμενικές και τεκμηριωμένες.

Αρχικά, σημείωσαν ότι το συγκεκριμένο υλικό όπως δημιουργήθηκε μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για συμμετοχή στις δραστηριότητες της εργασίας στο πεδίο. Οι εμπειρογνώμονες επεσήμαναν ότι αυτό που προσφέρει το υλικό για τους συμμετέχοντες / αποδέκτες του προγράμματος, είναι μια πρωτόγνωρη εμπειρία συγκριτικά με τη μάθηση στο σχολείο ορισμένες φορές, καθώς η AR σαν εκπαιδευτικό εργαλείο δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο.

Όπως τονίστηκε το υλικό δίνει διάθεση στο μαθητή να ολοκληρώσει τις δραστηριότητες και να διατηρεί την επιθυμία του να ολοκληρώσει την δραστηριότητα στο πεδίο, η οποία μπορεί να εξασθενήσει μερικές φορές λόγω του χρόνου παραμονής στο πεδίο που είναι παρατεταμένος. Δηλαδή ενώ μπορεί να έρχεται η κόπωση, το υλικό μπορεί να δώσει διάθεση για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας.

Οι εμπειρογνώμονες ανέφεραν ότι αυξάνει το κίνητρο για πιο ενεργή συμμετοχή και η εμπλοκή του μαθητή αυξάνεται. Οι εικόνες βοηθούν πολύ, ενώ δίνεται και ξεκάθαρη κατεύθυνση - καθοδήγηση για να εργαστεί ο μαθητής.

Το υλικό δηλαδή, δίνει ένα πλαίσιο εργασίας στον εξωτερικό χώρο χωρίς να αναιρεί ότι αν προκύψει και κάποιο άλλο ερέθισμα, μπορεί ο μαθητής να παρεκκλίνει από το υλικό. Επίσης, αν επιθυμούμε να αξιολογήσουμε το γνωστικό αποτέλεσμα από το υλικό - AR, είναι εφικτό, λόγω των συγκεκριμένων αξόνων του υλικού.

Το εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επίσκεψη στο πεδίο και είναι μέσο ώστε οι μαθητές, να παρατηρήσουν και περισσότερο και πιο στοχευμένα αυτό που πρέπει να παρατηρηθεί και να συζητηθεί σύμφωνα με το πρόγραμμα. Επίσης, το υλικό βοηθά να ξυπνήσουν τα ήδη υπάρχοντα βιώματα.

Το υλικό παρακινεί με ένα πιο σύγχρονο τρόπο τους μαθητές να προσέξουν αντί για το παραδοσιακό χαρτί και μολύβι. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να μειώσει την εμπειρία του μαθητή με το φυσικό περιβάλλον, παρακινεί την παρατήρηση και δεν είναι εμπόδιο η χρήση του για την εμπειρία που θέλουμε να αποκτήσει ο μαθητής με το φυσικό περιβάλλον.

Το υλικό δηλαδή, δεν επηρεάζει / παρεμποδίζει τη βιωματική εμπειρία του μαθητή ως προς την επαφή με το φυσικό περιβάλλον, αλλά αντίθετα την ενισχύει καθώς προσφέρει κίνητρο για βιωματική επαφή με το φυσικό περιβάλλον. Ο συνδυασμός παρατήρησης και τεχνολογίας παρακινεί τους μαθητές να παρατηρήσουν και άλλους οργανισμούς και μετά το τέλος του προγράμματος, π.χ. τις λειχήνες.

Όπως σημειώθηκε, το υλικό είναι πολύ εύχρηστο και για μαθητές και για εκπαιδευτικούς ακόμα και για μαθητές μικρής ηλικίας. Ο συνδυασμός επαύξησης με το φυσικό περιβάλλον βοηθά και μπορεί να λειτουργήσει ανατροφοδοτικά σαν επανάληψη των όσων ειπώθηκαν εντός της αίθουσας και να γίνει ακόμα πιο ισχυρή η εμπειρία.

Η επαύξηση κατευθύνει τους μαθητές να ψάξουν στο φυσικό περιβάλλον και τους διευκολύνει να κατανοήσουν τους όρους και να τους αναγνωρίσουν γύρω τους π.χ. τους μύκητες. Επίσης, μαθαίνουν νέους όρους, όπως για παράδειγμα, μπορεί να γνωρίζουν την εικόνα του μύκητα, αλλά να μην ξέρουν τον όρο που περιγράφει την εικόνα. Ο συνδυασμός της εικόνας με τον όρο που έχει το υλικό, τους βοηθά να κατανοήσουν τους όρους και να τους μάθουν.

Όσον αφορά το κουίζ, παρουσιάζεται σαν παιχνίδι που προδιαθέτει θετικά τους μαθητές να συναγωνιστούν. Το ότι έχει χαρακτηριστικά παιχνιδιού αρέσει σε όλες τις ηλικίες. Όπως αναφέρθηκε, το κουίζ αποτελεί μια ευχάριστη δραστηριότητα, γρήγορη που δεν είναι διανοητικά δύσκολη, κάτι θετικό καθώς οι μαθητές είναι κουρασμένοι μετά την ολοκλήρωση του μεγαλύτερου μέρους του προγράμματος. Επίσης, σημειώθηκε ότι η σκέψη το κουίζ να υλοποιείται κατά την επιστροφή εντός της αίθουσας είναι σωστή. Επιπροσθέτως, με αλλαγή του περιεχομένου / ερωτημάτων μπορεί να ελεγχθεί η συναισθηματική εμπλοκή. Όπως σημειώθηκε, εναλλακτικά το κουίζ που δημιουργήθηκε, με κάποιες αλλαγές στο περιεχόμενο, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για να αναδείξει την συναισθηματική επαφή και την εμπειρία του μαθητή ως προς το πεδίο και το φυσικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, αν οι μαθητές κατανόησαν την αξία κάθε οργανισμού ή αν θα ήθελαν να έχουν ξανά μία παρόμοια εμπειρία ή αν θα μπορούσαν να βρουν και άλλους οργανισμούς σε μία δεύτερη επίσκεψη. Δηλαδή, προτείνεται εναλλακτικά το κουίζ να γίνει προς τη λήξη και να μην είναι μόνο προσανατολισμένο γνωστικά, αλλά και για τη συναισθηματική εμπλοκή.

Κάποιες παρατηρήσεις που έκαναν οι εμπειρογνώμονες είναι ότι θα πρέπει οι μαθητές να δουλέψουν το υλικό σε μικρές ομάδες ατόμων και όχι σε μεγαλύτερες ομάδες, γιατί δεν βοηθά στις δραστηριότητες. Θα μπορούσαν να προστεθούν και ηχητικά μαζί με τις

εικόνες, ενώ όπως σημειώθηκε το υλικό δεν λειτουργεί αυτούσιο, αλλά συνδυαστικά και λόγω του χρόνου που διαρκεί αλλά και λόγω του περιεχομένου του. Η διάρκεια του βέβαια, για το σκοπό που δημιουργήθηκε είναι καλή τόσο για εντός της αίθουσας όσο και για το εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης, αναφέρθηκε ότι είναι σημαντικό να προσαρμόζεται σε διάφορες ηλικίες.

Επίσης, σημαντικό είναι να σημειωθεί η δυσκολία να υπάρχει ασύρματο δίκτυο στην εργασία πεδίου και η διαθεσιμότητα τάμπλετ ως προς τον αριθμό των μαθητών, καθώς πρέπει να υπάρχει η ευχέρεια ανά 2-3 μαθητές να υπάρχει και ένα τάμπλετ.

Τέλος, στην ερώτηση αν θα μπορούσε το υλικό αυτό να δώσει κίνητρο για τη δημιουργία παρόμοιου υλικού και για άλλα προγράμματα στο Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς η απάντηση ήταν θετική. Βέβαια, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που επισημάνθηκε, είναι ότι για όλους αυτούς τους λόγους που προαναφέρθηκαν, το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την υλοποίηση του προγράμματος τόσο για τις δραστηριότητες εντός της αίθουσας, όσο και κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου στη λίμνη.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι μία από τις σημαντικές νέες τεχνολογίες και η χρήση της επεκτείνεται σε διάφορους κλάδους της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, εφαρμογές της συγκεκριμένης τεχνολογίας έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία διάφορων μαθημάτων τόσο των θετικών επιστημών όσο και πιο θεωρητικών. Επίσης, λόγω της μεγάλης προοπτικής και των αρκετών δυνατοτήτων που προσφέρει η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, έχει φανεί ότι μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και στις εκπαιδευτικές εκδρομές, σε εξωτερικούς χώρους εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος.

Ένας πολύ σημαντικός τρόπος για να κατανοήσουν οι μαθητές τις έννοιες και τις αξίες της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, να ευαισθητοποιηθούν, να έχουν ενεργό δράση στην προστασία του περιβάλλοντος και να μάθουν βιωματικά, είναι οι εκπαιδευτικές εκδρομές με τις αντίστοιχες δραστηριότητες που αυτές περιλαμβάνουν, σε φορείς και κέντρα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Οι εμπειρίες που αποκομίζουν οι μαθητές από τέτοιες δράσεις αποτελούν εφόδιο, αλλά και έναυσμα για περαιτέρω αναζήτηση και εμπλοκή με το αντικείμενο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Τέτοιοι φορείς στην Ελλάδα είναι αρκετοί, αλλά μια δομή που ανήκει στο Υπουργείο Παιδείας, τα Κέντρα Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (ή αλλιώς Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης), αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την περιβαλλοντική εκπαίδευση των μαθητών όλων των βαθμίδων στην Ελλάδα και έχουν ως στόχο να μεταδώσουν την περιβαλλοντική εκπαίδευση στους μαθητές και να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά ενεργούς μελλοντικούς πολίτες, που θα σέβονται το περιβάλλον και θα έχουν τις γνώσεις και την ικανότητα να το προστατεύουν.

Τις τελευταίες δεκαετίες η παγκόσμια κοινότητα δίνει ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στην κλιματική κρίση και στις ακραίες μεταβολές που υφίσταται το περιβάλλον γύρω μας. Κάθε χρόνο βιώνουμε διαρκώς αυξανόμενα περιβαλλοντικά φαινόμενα όπως ακραίες πυρκαγιές, σεισμούς, καταγίδες, πλημμύρες. Αυτά τα ακραία φαινόμενα και οι επιπτώσεις τους, σε συνδυασμό με τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες σε διάφορους τομείς, έχουν οδηγήσει σε δραματική μείωση της βιοποικιλότητας και ο ορίζοντας δεν προμηνύεται αισιόδοξος, καθώς ολοένα και περισσότερα είδη απειλούνται με εξαφάνιση. Η βιοποικιλότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον άνθρωπο καθώς η ύπαρξη του, η ζωή του και η ευημερία του εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από αυτή.

Η περιβαλλοντική εκπαίδευση αποτελεί ένα μεγάλο όπλο στα χέρια του ανθρώπου για να μπορέσει να δράσει άμεσα και αποτελεσματικά. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση οδηγεί τον άνθρωπο να συνειδητοποιήσει τη μεγάλη αξία του περιβάλλοντος και της ζωής γύρω του, καθώς και τη σημασία της προστασίας του. Επίσης, η περιβαλλοντική εκπαίδευση προσφέρει στον άνθρωπο γνώσεις και δεξιότητες για να δράσει αποτελεσματικά ως προς την προστασία του φυσικού κόσμου και καλλιεργεί στάσεις και συμπεριφορές υπέρ του περιβάλλοντος.

Οι εκπαιδευτικές εκδρομές αντιμετωπίζονται από πολλούς ως εκδρομές αναψυχής ή ως ένα εμπόδιο δύσκολο να ξεπεραστεί, λόγω των πολλών περιορισμών και της αδυναμίας σε πολλές περιπτώσεις απόδειξης της σημασίας υλοποίησής τους. Παρόλα αυτά, οι εκπαιδευτικές εκδρομές δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιήσουν εκπαιδευτικές και διδακτικές προσεγγίσεις με πολλά παιδαγωγικά οφέλη. Επίσης, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον μάθησης, να μάθουν βιωματικά, να συμμετέχουν ενεργά σε δραστηριότητες μάθησης και να δημιουργήσουν νέες εμπειρίες.

Ιδιαίτερα στο πεδίο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, τέτοιου είδους εκπαιδευτικές εκδρομές, σε μουσεία, ζωολογικούς κήπους, φορείς προστασίας βιοποικιλότητας, βοτανικούς κήπους, Κ.Ε.Π.Ε.Α., και άλλες παρόμοιες δομές και φορείς, είναι πολλοί χρήσιμες για την εκπλήρωση του σκοπού και των στόχων της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και προσφέρει πολλές δυνατότητες βιωματικής μάθησης, εξερεύνησης και ανακάλυψης της γνώσης και δημιουργίας εμπειριών στους μαθητές.

Στη συγκεκριμένη εργασία, δημιουργήθηκε καινοτόμο εκπαιδευτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί σε πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και συγκεκριμένα σε πρόγραμμα που έχει ως θέμα τη γνωριμία των μαθητών με την έννοια της βιοποικιλότητας και τη συνειδητοποίηση της μεγάλης αξίας και σημασίας της. Το υλικό που δημιουργήθηκε λοιπόν, θα χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα για τη βιοποικιλότητα που έχει αναπτυχθεί και υλοποιείται από το Κ.Ε.Π.Ε.Α. της Καστοριάς και πραγματοποιείται τόσο σε εσωτερικό χώρο – αίθουσα, όσο και σε εξωτερικό περιβάλλον σε μορφή εκπαιδευτικής επίσκεψης και εργασίας στο πεδίο.

Το νέο αυτό υλικό, χρησιμοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, μία τεχνολογία που αρχίζει τα τελευταία χρόνια να ενσωματώνεται μέσω των εφαρμογών της στην εκπαιδευτική διαδικασία και να προσφέρει οφέλη στη διαδικασία μάθησης των μαθητών, μέσω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει.

Βασικοί στόχοι του νέου εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε ήταν (α) να συμβαδίζει με την δομή, την οργάνωση, τους σκοπούς και τους στόχους του προγράμματος Βιοποικιλότητας του Κ.Ε.Π.Ε.Α. Καστοριάς, (β) να αξιοποιεί το ήδη υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό του Κέντρου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως η βάση για τη δημιουργία του υλικού της παρούσας εργασίας, (γ) να αξιοποιεί με κατάλληλο τρόπο τα

πλεονεκτήματα και τα οφέλη της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, (δ) να αυξήσει το κίνητρο και το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση, (ε) να τους παρακινήσει να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία μάθησης, (στ) να αξιοποιηθεί στην ανακάλυψη και εξερεύνηση της γνώσης, να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν βιωματικά και να δημιουργήσουν εμπειρίες και τέλος (ζ) να αποτελέσει ένα χρήσιμο, αξιόπιστο και κατάλληλο εργαλείο που θα λειτουργήσει θετικά στην υλοποίηση του προγράμματος του Κέντρου. Από την άλλη πλευρά, βασικοί στόχοι της εργασίας ήταν να δημιουργηθούν νέες, καινοτόμες ιδέες στην υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και προγραμμάτων που αφορούν την βιοποικιλότητα.

Στο μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας, η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας και του AR - υλικού που χρησιμοποιείται στα διάφορα περιβάλλοντα μάθησης, πραγματοποιείται από ομάδες μαθητών. Αυτό είναι φυσιολογικό καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις στόχος είναι να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα και η επίδραση στη διδασκαλία και τη μάθηση που έχει αυτό το υλικό, που ενσωματώνει τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Βέβαια, υπάρχει και μία άλλη σημαντική παράμετρος. Αυτή η παράμετρος αφορά την αξιολόγηση της AR στην εκπαίδευση και του αντίστοιχου υλικού που τη συνοδεύει, από δασκάλους και γενικότερα εκπαιδευτικούς. Οι εφαρμογές της AR δίνουν περισσότερες δυνατότητες διδασκαλίας στον εκπαιδευτικό, βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες, να μάθουν βιωματικά, να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον γύρω τους και να αποκτήσουν πολλά διδακτικά οφέλη.

Στην παρούσα εργασία, η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε και αξιοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, έγινε από

εμπειρογνώμονες, και επιλέχθηκε αυτοί οι εμπειρογνώμονες να είναι τα μέλη του Κ.Ε.ΠΕ.Α. Καστοριάς. Όπως φάνηκε από την αξιολόγηση, το εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον για συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες του πεδίου και να τους βοηθήσει να κατανοήσουν καλύτερα διάφορους όρους αλλά και να γνωρίσουν νέους. Επίσης, βοηθά στη βιωματική τους εμπειρία με το φυσικό περιβάλλον. Τέλος, σημαντικό είναι ότι αποτελεί ένα απλό και εύχρηστο εργαλείο για μαθητές και εκπαιδευτικούς.

Συμπερασματικά, το υλικό δημιουργήθηκε με γνώμονα να συνοδεύσει τις δραστηριότητες στην αίθουσα του περιβαλλοντικού κέντρου και στην επίσκεψη πεδίου στη λίμνη και να δώσει νέες δυνατότητες στην υλοποίηση του προγράμματος. Η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας θα βοηθήσει στην ενίσχυση αυτής της εμπειρίας και στην επίτευξη στόχων. Το νέο εκπαιδευτικό υλικό δεν έχει ως στόχο να αλλοιώσει τα θεμέλια του προγράμματος, να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο αυτό υλοποιείται, ούτε να αντικαταστήσει πλήρως το υπάρχον υλικό που χρησιμοποιείται ήδη στο πρόγραμμα. Αντίθετα, έχει ως στόχο να το συνοδεύσει, να το υποστηρίξει, να το εμπλουτίσει, να το αναβαθμίσει και να του προσδώσει νέες δυνατότητες και νέα χαρακτηριστικά. Το ίδιο βέβαια φιλοδοξεί να επιτύχει και γενικότερα, δηλαδή να αναβαθμίσει το πρόγραμμα, δίνοντας περισσότερες δυνατότητες στους εκπαιδευτές για διδασκαλία αλλά και στους μαθητές για μάθηση και δημιουργία νέων εμπειριών. Η συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες πεδίου είναι πολύ σημαντική, όπως επίσης και να γνωρίσουν από πρώτο χέρι τη βιοποικιλότητα του λιμναίου περιβάλλοντος. Το υλικό θα προσφέρει προς αυτήν την κατεύθυνση, καθώς θα τονώσει την περιέργεια τους και θα παρακινήσει το πνεύμα ανακάλυψης και εξερεύνησης.

Άλλες εργασίες στην ίδια λογική είναι αυτή των Zhang et al. (2023), που σχεδιάστηκε φύλλο εργασίας επαυξημένης πραγματικότητας με έναν κύκλο μάθησης τριών σταδίων και εφαρμόστηκε για τη μάθηση σχετικά με τα φυτά, ειδικότερα να βοηθά τους μαθητευομένους στην παρατήρηση και την κατάταξη των φυτών. Τα ευρήματα υποδεικνύουν, ότι το μαθησιακό αποτέλεσμα της χρήσης φύλλων εργασίας επαυξημένης πραγματικότητας, είναι πολύ καλύτερο από τα φύλλα εργασίας από χαρτί και βελτιώνει την αλληλεπίδραση του μαθητευόμενου με τα φυτά (Zhang et al., 2023). Επίσης, στην εργασία των Kamarainen et al. (2013), περιγράφεται το EcoMOBILE πρότζεκτ, το οποίο περιλαμβάνει τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε μια εκπαιδευτική εκδρομή σε μια λιμνούλα. Οι δραστηριότητες συνδύαζαν την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας με άλλες τεχνολογίες για να επιτύχουν εκπαιδευτικούς και μαθησιακούς στόχους για την επιστήμη των οικοσυστημάτων για μαθητές Γυμνάσιου. Κατά τη διάρκεια της εμπειρίας της εκπαιδευτικής εκδρομής, οι μαθητές χρησιμοποίησαν φορητές ασύρματες συσκευές που είχαν μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, ώστε να πλοηγηθούν στο περιβάλλον της λιμνούλας και να παρατηρήσουν εικονικά μέσα και πληροφορίες που επικαλύπτουν τη φυσική λιμνούλα.

Εν κατακλείδι, η ιδέα που επιχειρείται να προσεγγίσει η συγκεκριμένη εργασία είναι να εισάγει σε πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και συγκεκριμένα σε πρόγραμμα ΠΕ σχετικό με τη βιοποικιλότητα, την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και να την αξιοποιήσει για την διδασκαλία και τη μάθηση. Επίσης, βασικός άξονας είναι η αξιοποίηση της κατά τη διάρκεια υλοποίησης του προγράμματος σε πλαίσια εκπαιδευτικής επίσκεψης και εργασίας στο πεδίο, σε εξωτερικό περιβάλλον μάθησης. Πολύ σημαντικός παράγοντας ήταν επιπροσθέτως, και η συνεργασία του Κ.Ε.Π.Ε.Α. Καστοριάς για τη παροχή εκπαιδευτικού υλικού, για τη δημιουργία νέου υλικού για ένα

υπάρχον πρόγραμμα, που υπό προϋποθέσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτό. Τέλος, σημαντικό είναι ότι για την αξιολόγηση του υλικού που δημιουργήθηκε για το πρόγραμμα, ερωτήθηκαν εμπειρογνώμονες που είναι ειδικοί με μεγάλη εμπειρία στο χώρο της ΠΕ.

Τα επόμενα βήματα για την εξέλιξη της συγκεκριμένης εργασίας θα ήταν να διερευνηθεί και η άποψη των μαθητών που συμμετέχουν στο πρόγραμμα, ώστε να έχουμε εικόνα για την επιτυχία του υλικού και από αυτήν την οπτική πλευρά. Σημαντικό είναι να αυξηθεί και ο αριθμός των εμπειρογνομώνων που θα αξιολογήσουν το υλικό. Επίσης, η ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση του υλικού θα ήταν ακόμα ένα βήμα παραπέρα για την αναβάθμιση του. Βέβαια, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η τεχνολογία δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για χάριν καινοτομίας και εξέλιξης, αλλά να προσφέρει ουσιαστικά στη μάθηση και στην αναβάθμιση της διδασκαλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Chen, S. Y. (2022). To explore the impact of augmented reality digital picture books in environmental education courses on environmental attitudes and environmental behaviors of children from different cultures. *Frontiers in Psychology*, 13:1063659. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1063659

Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31:100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>

Ardoin, N. M., & Bowers, A. W. (2020). Early childhood environmental education: A systematic review of the research literature. *Educational Research Review*, 31:100353. doi: 10.1016/j.edurev.2020.100353

Carleton-Hug, A., & Hug, J. W. (2010). Challenges and opportunities for evaluation environmental education programs. *Evaluation and Program Planning*, 33, 159-164. doi:10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21:6, 34–47, IEEE Computer Society.

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.002

Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating Augmented Reality and Probeware with Environmental Education Field Trips. *Computers & Education*, 68, 545–556.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>

Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72–82.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>.

Reis, G., & Roth, W. M. (2009). A feeling for the environment: emotion talk in/for the pedagogy of public environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 41:2, 71-87.

Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers and Education*, 142:103647.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>

Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020) The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education.

Computers & Education, 144:103710.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103710>

Koparan, T., Dinar, H., Koparan, E. T., & Haldan, Z. S. (2023). Integrating augmented reality into mathematics teaching and learning and examining its effectiveness. *Thinking Skills and Creativity*, 47:101245. doi: 10.1016/j.tsc.2023.101245

DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, 11:2, 181-197.

DOI: 10.1080/10645570802355562, <https://doi.org/10.1080/10645570802355562>

Price, S., & Hein, G. E. (1991). More than a field trip: Science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13, 505–519.

McManus, P. M. (1985). Worksheet-induced behavior in the British Museum (Natural History). *Journal of Biological Education*, 19, 237–242.

Farmer, J., Knapp, D., & Benton, G. M. (2007) An Elementary School Environmental Education Field Trip: Long-Term Effects on Ecological and Environmental Knowledge and Attitude Development. *The Journal of Environmental Education*, 38:3, 33-42. DOI: 10.3200/JOEE.38.3.33-42, <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.3.33-42>

Zhang, J., Huang, Y. T., Liu, T. C., Sung Y. T., & Chang, K. E. (2023) Augmented reality worksheets in field trip learning. *Interactive Learning Environments*, 31:1, 4-21. DOI: 10.1080/10494820.2020.1758728, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1758728>

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17:4, 133–149.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77:12, 1321–1329.

Erbas, C., & Demirer, V. (2019). The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35, 450–458.

Hewitt, N., Wood, S., & Wilson, B. (2023). Ecosystem Education with Augmented Reality: A Flexible Tool for In-Field Learning. *The Professional Geographer*, 75:4, 577-590. DOI: 10.1080/00330124.2022.2134151

Boeve-de Pauw, J., Van Hoof, J., & Van Petegem, P. (2019). Effective field trips in nature: the interplay between novelty and learning. *Journal of Biological Education*, 53:1, 21-33. DOI: 10.1080/00219266.2017.1418760

Michie, M. (1998). Factors influencing secondary science teachers to organise and conduct field trips. *Australian Science Teacher's Journal*, 44, 43–50.

Tal, T., & Morag, O. (2009). Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden. *Journal of Science Teacher Education*, 20:3, 245-262.

Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 9, 235-245. Doi: 10.12973/ijese.2014.213a

Jose, S., Patrick, P. G., & Moseley, C. (2017). Experiential learning theory: the importance of outdoor classrooms in environmental education. *International Journal of*

Science Education, Part B, 7:3, 269-284. DOI: 10.1080/21548455.2016.1272144,
<https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1272144>

Freese, M., Teichrew, A., Winkelmann, J., Erb, R., Ullrich, M., & Tremmel, M. (2023).
Measuring teachers' competencies for a purposeful use of augmented reality
experiments in physics lessons. *Frontiers in Education*, 8:1180266.
doi: 10.3389/educ.2023.1180266

Dale, R. G., Powell, R. B., Stern M. J., & Garst, B. A. (2020). Influence of the natural
setting on environmental education outcomes. *Environmental Education Research*,
26:5, 613-631. DOI: 10.1080/13504622.2020.1738346,
<https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1738346>

Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen C. C., & Tu N. T. (2015). Effects of an augmented
reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-
world observations. *Interactive Learning Environments*, 24:8, 1895-1906.
DOI: 10.1080/10494820.2015.1057747,
<http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2015.1057747>

Lu, S. J., & Liu, Y. C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance
children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21:4, 525-

541. DOI: 10.1080/13504622.2014.911247,
<https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>

Garzón, J. (2021). An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5, 37.
<https://doi.org/10.3390/mti5070037>

Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23:447–459.
<https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>

Wang, M., Callaghan, V., Bernhardt, J., White, K., & Peña-Rios, A. (2018). Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9:1391–1402.
<https://doi.org/10.1007/s12652-017-0547-8>

Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P., & Pauna, A. (2018). Teaching Methods in Biology Promoting Biodiversity Education. *Sustainability*, 10:10, 3812.
<https://doi.org/10.3390/su10103812>

Medzini, A., Meishar-Tal, H., & Sneh, Y. (2015). Use of mobile technologies as support tools for geography field trips. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24:1, 13-23.

DOI: 10.1080/10382046.2014.967514, <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.967514>

Mocior, E., & Kruse, M. (2016). Educational values and services of ecosystems and landscapes – An overview. *Ecological Indicators*, 60, 137-151.

10.1016/j.ecolind.2015.06.031

Ιστοσελίδες:

- 1) Ίδρυμα Νεολαίας και Δια Βίου Μάθησης (Ι.ΝΕ.ΔΙ.ΒΙ.Μ), Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) Β΄ Κύκλος, <https://www.inedivim.gr>
- 2) Κέντρο Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία (Κ.Ε.ΠΕ.Α.)/Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) Καστοριάς, <https://kpe-kastor.kas.sch.gr>
- 3) YouTube - WWF Greece: https://www.youtube.com/watch?v=9g_DmGYs4D8
- 4) YouTube - Rodopi Mountain Range National Park:
<https://www.youtube.com/watch?v=EJ1SU815Pc4>
- 5) YouTube - ΚΕΠΕΑ-ΚΠΕ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ:
<https://www.youtube.com/@kpekastorias/videos>
- 6) ZapWorks: <https://zap.works/>
- 7) Zappar: <https://www.zappar.com/>

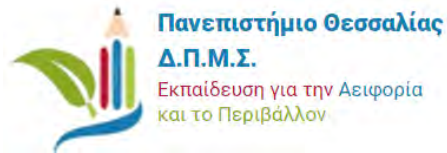
ABSTRACT

In recent years, Environmental education is becoming more popular due to climate change and its impact to nature and human life. The Environmental Education Centers are structures in Greece that offer students, not only the opportunity to learn about the environment and its significance, but also they motivate them to have an active role in protecting it. One of the trending topics of Environmental Education, is Biodiversity and its protection, that plays an important role in human life and well-being. Different technologies have been introduced in education field as a result of the possibilities they provide. In the past few years, one of those technologies, Augmented Reality (AR) showed great possibilities in students' learning and interest and offered a variety of opportunities in teaching tools. Environmental Education Centre of Kastoria implement a program about Biodiversity. A part of the program has the form of a field trip with learning activities in the lake of Kastoria. In this study, we created educational material using an Augmented Reality software - ZapWorks, based on the material used by the Environmental Education Centre of Kastoria. The aim of the study is to connect AR with Environmental education and its primary goal is for this educational material to be suitable and be used in the program about Biodiversity implemented by the Environmental Education Centre of Kastoria. The evaluation of the new educational material was expert-based and the personnel of the Environmental Centre participated as the evaluators. The evaluation indicated, that the new educational material may increase the interest of the students to participate in the activities around the lake and it may help them understand better different meanings about Biodiversity. In conclusion, this study was a step in the attempt to use AR in an environmental programme about Biodiversity, but there are a lot of future actions that can help towards that.

Key - words: Environmental Education, Biodiversity, Augmented Reality (AR), field trips, Environmental Education Centre of Kastoria, expert-based evaluation

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α. Άξονες αξιολόγησης εκπαιδευτικού υλικού



Α ΜΕΡΟΣ

1. Χρησιμοποιείτε ΤΠΕ και εκπαιδευτικές τεχνολογίες όταν υλοποιείτε προγράμματα και δράσεις στο Κ.Π.Ε.;
2. Σε τι βαθμό χρησιμοποιείται η τεχνολογία στην υλοποίηση δραστηριοτήτων σε προγράμματα του Κ.Π.Ε.;
3. Γνωρίζετε την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της;
4. Χρησιμοποιείτε την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) σε κάποια εκπαιδευτική δραστηριότητα ή κατά την υλοποίηση κάποιου εκπαιδευτικού προγράμματος στο Κ.Π.Ε.;
5. Τι άποψη έχετε για τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην διαδικασία της μάθησης;

B ΜΕΡΟΣ

1. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε με την ενσωμάτωση της AR μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον;
2. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε με την ενσωμάτωση της AR μπορεί να αυξήσει τη συμμετοχή στις δραστηριότητες;
3. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε παρουσιάζει ευκολία στη χρήση όσον αφορά τους μαθητές και τους εκπαιδευτές;
4. Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε παρουσιάζει ευκολία στη χρήση κατά την εργασία πεδίου στη λίμνη;
5. Μπορεί το εκπαιδευτικό υλικό να βοηθήσει και να διευκολύνει τη διδασκαλία και τη μάθηση των πολύπλοκων εννοιών γύρω από την βιοποικιλότητα που περιλαμβάνει το πρόγραμμα;
6. Η ενσωμάτωση (χρήση) του υλικού στο πρόγραμμα του Κ.Π.Ε. είναι κατάλληλη, μπορεί να πραγματοποιηθεί;
7. Ποια είναι τα θετικά και ποια τα αρνητικά σημεία του υλικού που δημιουργήθηκε;
8. Ποιες αλλαγές, αφαιρέσεις, προσθήκες ή βελτιώσεις στο υλικό θα προτείνετε;
9. Ποια είναι τα πιο δυνατά σημεία στο υλικό;
10. Αποτελεί το νέο υλικό μία νέα ιδέα για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τα προγράμματα του Κ.Π.Ε.;

Β. Εικόνες από το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε





Όρος που αφορά το σύνολο βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων μιας περιοχής μαζί με τις αντίστοιχες αλληλεπιδράσεις



Μη ζωντανοί παράγοντες ενός οικοσυστήματος



