

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2024)

8ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΕΠΕΤΠΕ**  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ  
& ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

**8ο Πανελλήνιο  
Επιστημονικό Συνέδριο**

**Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ  
στην Εκπαιδευτική Διαδικασία**

Βόλος, 27-29 Σεπτεμβρίου 2024

**Διοργάνωση**

**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Παιδαγωγικό Τμήμα  
Ειδικής Αγωγής

Παιδαγωγικό Τμήμα  
Προσχολικής Εκπαίδευσης

Παιδαγωγικό Τμήμα  
Δημοτικής Εκπαίδευσης

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής  
Αγωγής & Αθλητισμού

**Ελληνική Επιστημονική Ένωση  
Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση**

**Επιμέλεια**

Χαράλαμπος  
Καραγιαννίδης

Ηλίας  
Καρασαββίδης

Βασίλης  
Κάλλιας

Μαρίνα  
Παπαστεργίου

**etpe2024.uth.gr**

ISBN: 978-618-5866-00-6

**Βίντεο 360ο στην εκπαίδευση. Συγκριτική αξιολόγηση δύο μεθόδων προβολής τους στο πλαίσιο εικονικών περιηγήσεων σε μνημεία αρχαιολογικού, ιστορικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος**

*Απόστολος Αντωνιάδης, Εμμανουήλ Φωκίδης, Σοφία Μούρτου*

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Αντωνιάδης Α., Φωκίδης Ε., & Μούρτου Σ. (2025). Βίντεο 360ο στην εκπαίδευση. Συγκριτική αξιολόγηση δύο μεθόδων προβολής τους στο πλαίσιο εικονικών περιηγήσεων σε μνημεία αρχαιολογικού, ιστορικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 094–108. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8433>



# Βίντεο 360° στην εκπαίδευση. Συγκριτική αξιολόγηση δύο μεθόδων προβολής τους στο πλαίσιο εικονικών περιηγήσεων σε μνημεία αρχαιολογικού, ιστορικού και πολιτισμικού ενδιαφέροντος

Απόστολος Αντωνιάδης, Εμμανουήλ Φωκίδης, Σοφία Μούρτου  
premnt22002@aegean.gr, fokides@aegean.gr, somourtou@gmail.com  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

## Περίληψη

Παρά τα οφέλη της εκπαίδευσης για την πολιτισμική κληρονομιά (ΕΠΚ), οι σχετικές παρεμβάσεις είναι περιορισμένες. Η τεχνολογία συμβάλει στην υλοποίηση δράσεων που αφορούν την ΕΠΚ, ιδιαίτερα μέσω των εικονικών περιηγήσεων. Ένα τέτοιο τεχνολογικό μέσο είναι τα βίντεο 360°. Σε αυτό το πλαίσιο, υλοποιήθηκε σειρά παρεμβάσεων σε μαθητές του δημοτικού σχολείου, με γνωστικό αντικείμενο που αφορούσε την ΕΠΚ και με στόχους (α) τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων ανάμεσα σε βίντεο 360° που προβλήθηκαν μέσω υπολογιστών και με τη χρήση HMDs, και (β) την εξέταση παραγόντων που ενδέχεται να επηρεάζουν τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν αποουσία ουσιαστικών διαφορών σε επίπεδο απόκτησης γνώσεων, κινήτρων και θετικών συναισθημάτων. Επιπρόσθετα, τα βίντεο 360° που προβλήθηκαν μέσω HMDs κρίθηκαν ως πιο δύσχρηστα. Παρ' όλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ούτε στο γνωστικό φορτίο ούτε στην ασθένεια προσομοίωσης.

**Λέξεις κλειδιά:** Βίντεο 360°, Εκπαίδευση για την πολιτισμική κληρονομιά, Μαθητές δημοτικού

## Εισαγωγή

Τα κληροδοτήματα του παρελθόντος που προέρχονται τόσο από τη φύση όσο και από τον ανθρώπινο πολιτισμό συνθέτουν την πολιτισμική κληρονομιά. Σύμφωνα με την UNESCO (1972), ο όρος "πολιτισμική κληρονομιά" (ΠΚ) περιλαμβάνει (α) την απτή ΠΚ (κινητή, ακίνητη και υποβρύχια, όπως πίνακες, γλυπτά, μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ναυάγια), (β) την άυλη ΠΚ (όπως προφορικές παραδόσεις, παραστάσεις και τελεουργίες) και (γ) τη φυσική κληρονομιά (όπως φυσικοί, βιολογικοί, ή γεωλογικοί σχηματισμοί). Δυστυχώς, παρότι η Ελλάδα είναι γεμάτη από χώρους ΠΚ, με πολλούς να συγκαταλέγονται στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς, οι μαθητές (ιδιαίτερα του δημοτικού), στο πλαίσιο των μαθημάτων, δεν μαθαίνουν πολλά για αυτούς. Επιπλέον, παρεμβάσεις που σχετίζονται με την εκπαίδευση για την πολιτισμική κληρονομιά (heritage education, ΕΠΚ) είναι περιορισμένες και μη-συστηματικές.

Από την άλλη πλευρά, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, ιστορικοί χώροι, αρχαιολογικά μνημεία, και, γενικότερα, στοιχεία που αφορούν την ΠΚ, ψηφιοποιούνται, προσφέροντας στο κοινό εμπειρίες, ανεξάρτητα από τοπικούς και χρονικούς περιορισμούς. Μάλιστα, η εικονική/ψηφιακή περιήγηση (virtual tour), που μπορεί να θεωρηθεί το ψηφιακό ανάλογο των εκπαιδευτικών εκδρομών/περιηγήσεων, αποτελεί ένα ιδανικό μέσο για την πρόσβαση σε χώρους ΠΚ. Η εικονική περιήγηση, όπως ορίζεται από τους Pierdicca et al. (2021), είναι μια ψηφιακή και διαδραστική εμπειρία, απολαυστική για τους χρήστες, με κύριο στόχο την εξερεύνηση και παρατήρηση ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος ώστε να αντλήσουν πληροφορίες από αυτό. Μεταξύ των διαθέσιμων ψηφιακών εργαλείων για την υλοποίηση εικονικών περιηγήσεων είναι τα βίντεο 360° ή, αλλιώς, σφαιρικά βίντεο. Στην ουσία,

παρέχουν μια σφαιρική προβολή του χώρου που απεικονίζουν, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να τον δει από όποια γωνία και προοπτική θέασης επιθυμεί. Η λήψη τους απαιτεί ειδικές κάμερες που διαθέτουν δύο ή περισσότερους ευρυγώνιους φακούς. Με τη χρήση λογισμικού, η λήψη από κάθε φακό "συρράπτεται" σε ένα ενιαίο βίντεο, για την προβολή του οποίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και head-mounted displays (HDMs). Στην περίπτωση των υπολογιστών, οι χρήστες μπορούν να μεταβάλουν την κατεύθυνση ή τη γωνία θέαση με το ποντίκι. Στα κινητά τηλέφωνα και τα HDMs, αυτό δεν είναι απαραίτητο, καθώς χρησιμοποιούνται τα γυροσκόπια και οι αισθητήρες θέσης που διαθέτουν. Επιπλέον, είναι δυνατή η ενσωμάτωση ενεργών στοιχείων (hot spots) που ενεργοποιούν αλληλεπιδραστικά και πολυμεσικά στοιχεία. Τα hot spots ενεργοποιούνται με το ποντίκι, το χειριστήριο, αλλά και "κοιτώντας" τα, δηλαδή, σταθεροποιώντας τη θέση θέασης προς αυτά για μερικά δευτερόλεπτα. Παρότι τα HMDs έχουν κάποιο κόστος, υπάρχουν διαθέσιμα στο εμπόριο εξαιρετικά χαμηλού κόστους ( $\approx 5\text{€}$ ), όπως το Google Cardboard. Όπως φαίνεται και από τον όρο, είναι κατασκευασμένα από χαρτόνι (ή πλαστικό) και δεν διαθέτουν ηλεκτρονικά εξαρτήματα παρά μόνο ένα ζεύγος φακών και χώρο στον οποίο τοποθετείται ένα κινητό τηλέφωνο. Παρά το χαμηλό τους κόστος, δίνουν μια καλή ευκαιρία στους χρήστες να δουν τα βίντεο 360° με έναν πιο "φυσικό" τρόπο, σε σχέση με την οθόνη του υπολογιστή.

Η έρευνα που αφορά την εκπαιδευτική χρήση των βίντεο 360°, παρότι δεν θεωρείται εκτενής, τείνει αυξανόμενη (Li et al., 2022· Ranieri et al., 2022). Ένας ανασταλτικός παράγοντας στην ευρεία τους χρήση στην εκπαιδευτική πρακτική είναι ο σχετικά μικρός αριθμός βίντεο 360ο με εκπαιδευτικό περιεχόμενο (Ranieri et al., 2022). Παρόλα αυτά, από σχετικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, φαίνεται έχουν χρησιμοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (αλλά, κυρίως στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια), είτε για την απόκτηση γνώσεων είτε δεξιοτήτων και σε ευρύτατη γκάμα γνωστικών αντικειμένων (πρακτικά σε όλα όσα είναι απαραίτητη η οπτικοποίηση κάποιων στοιχείων) (Li et al., 2022· Ranieri et al., 2022). Όσον αφορά τις εικονικές περιηγήσεις, παρότι υπάρχει ένας αξιοσημείωτος αριθμός σχετικών βίντεο 360ο, η χρήση τους είναι ψυχαγωγική και όχι εκπαιδευτική, ενώ η σχετική έρευνα για τις επιπτώσεις τους στη μάθηση είναι σχετικά περιορισμένη (Fokides et al., 2020).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια σειρά παρεμβάσεων, με σκοπό να διερευνήσει τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη χρήση βίντεο 360° για την παρουσίαση περιεχόμενου που σχετίζεται με την ΠΚ. Ως ομάδα-στόχος αποφασίστηκε να είναι μαθητές του δημοτικού. Μάλιστα, για να υπάρξει καλύτερη κατανόηση των επιδράσεών τους, συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα από την προβολή των βίντεο 360ο σε υπολογιστές και με τη χρήση HMDs. Στοιχεία για την οργάνωση και τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων παρουσιάζονται στις επόμενες ενότητες.

## **Εκπαίδευση για την πολιτισμική κληρονομιά και ο ρόλος των εκπαιδευτικών εκδόρων/περιηγήσεων**

Πολλοί ερευνητές τονίζουν τη σημασία της ενίσχυσης των αντιλήψεων σχετικά με την ΠΚ μέσα από την εκπαίδευση. Σύμφωνα με τη Wilhelm (2004), η ΕΠΚ: (α) ενισχύει την κατανόηση της ιστορίας και της ΠΚ, (β) διδάσκει στοιχεία της ΠΚ σε τοπικό και καθολικό επίπεδο για να ενθαρρύνει τα παιδιά να αναγνωρίσουν τη διαφορά, (γ) ενισχύει τους μαθητές με αναφορές από το παρελθόν τις οποίες μπορούν να τις προβάλλουν στο μέλλον, (δ) βελτιώνει την αντιληπτική ικανότητα των μαθητών, ώστε να είναι σε θέση να παρατηρούν, να περιγράφουν και να διερωτώνται και (ε) συμβάλλει καταλυτικά στην ολόπλευρη εκπαίδευση του αυριανού πολίτη. Η ΕΠΚ μπορεί να προωθηθεί μέσα από ποικίλα μαθήματα, τύπους διδασκαλίας και προγράμματα σπουδών. Οι κλάδοι της ιστορίας, της γεωγραφίας, των γλωσσών, της

λογοτεχνίας, των εικαστικών τεχνών και της μουσικής, είναι μόνο μερικοί από αυτούς που μπορούν να ωφεληθούν από τη διδασκαλία στοιχείων ΠΚ (Ocal, 2016· Wilhelm, 2004). Αυτός είναι και ο λόγος που προτάθηκε η διαθεματική προσέγγιση στην ΕΠΚ (Wilhelm, 2004).

Οι εκπαιδευτικές εκδρομές αποτελούν ένα από τα βασικά εργαλεία της ΕΠΚ, καθώς συμβάλλουν στην απόκτηση γνώσεων αναφορικά με γεωγραφικά τοπία, φυσικά μνημεία, ιστορικά μέρη, κ.λπ. (Mironov & Volontir, 2016). Προωθούν τη βιωματική μάθηση, οδηγώντας σε υψηλής ποιότητας μαθησιακά αποτελέσματα, καθώς αυξάνεται το ενδιαφέρον, οι εμπειρίες, τα κίνητρα των μαθητών και συντελείται η άμεση αλληλεπίδραση με το περιβάλλον τους (Springer et al., 2020). Ακόμη, αποτελούν έναν πολύ καλό τρόπο μετασχηματισμού της γνώσης, καθώς δύσκολες έννοιες και φαινόμενα μπορούν να διασαφηνιστούν και να αφομοιωθούν από τους μαθητές (Shakil et al., 2011). Επίσης, προωθείται η ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με τομείς όπως είναι η έρευνα, η ανάλυση, η ερμηνεία πληροφοριών και η αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων (Mironov & Volontir, 2016).

Λογικά λοιπόν, οι εκπαιδευτικές εκδρομές μπορούν να αξιοποιούνται στην ΕΠΚ, καθώς φέρνουν τους μαθητές σε επαφή με χώρους ΠΚ, αυξάνοντας το ενδιαφέρον τους για αυτούς με έναν διασκεδαστικό τρόπο (Sánchez-Fuster, 2023). Στον αντίποδα, η ολοένα αυξημένη χρήση των ΤΠΕ μπορεί να οδηγήσει στην αμφισβήτηση του ρόλου των εκπαιδευτικών εκδρομών, τόσο από την πλευρά των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών. Αυτό γιατί προβλήματα όπως η δυσκολία οργάνωσης και ελέγχου των εκδρομών, αντιμετωπίζονται μέσα από τη χρήση των ΤΠΕ (Springer et al., 2020). Παράλληλα, οι ΤΠΕ μπορούν να συμβάλλουν στην ΕΠΚ, παρέχοντας πρόσβαση σε ιστορικές πηγές, πλούσιες οπτικοποιήσεις και εμπειρίες όπως για παράδειγμα γίνεται με τη χρήση προσομοιώσεων (Fokides et al., 2020).

### **Βίντεο 360ο και εικονικές περιηγήσεις σε τοποθεσίες πολιτισμικής κληρονομιάς ή ενδιαφέροντος**

Με βάση τα αποτελέσματα βιβλιογραφικών επισκοπήσεων και μετα-αναλύσεων, προκύπτει ότι, σε γενικές γραμμές, τα βίντεο 360<sup>ο</sup> έχουν θετική (αν και μέτριου μεγέθους) επίδραση στη μάθηση και ιδιαίτερα δηλωτικών και σημασιολογικών γνώσεων (Li et al., 2022· Ranieri et al., 2022· Shadiev et al., 2022). Επίσης, αναφέρθηκε ότι, σε σχέση με άλλους τρόπους προβολής, τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα όταν χρησιμοποιούνται HMDs (Ranieri et al., 2022), ενώ η ηλικία δεν φαίνεται να έχει επίδραση (Li et al., 2022). Οι ερευνητές απέδωσαν την θετική επίδραση των βίντεο 360<sup>ο</sup> στο γεγονός ότι επιτρέπουν την πλασιοθετημένη μάθηση (situated learning). Σύμφωνα με τη θεωρία της πλασιοθετημένης μάθησης, η μάθηση είναι μια διαδικασία που συμβαίνει μέσα από αυθεντικές δραστηριότητες και πλαίσια που αφορούν το πεδίο στο οποίο εφαρμόζεται η συγκεκριμένη γνώση (Lave & Wenger, 1991).

Θετικές επιδράσεις επίσης αναφέρθηκαν στην εμπειρία χρήσης και μάθησης, στα κίνητρα, στη στάση απέναντι στα βίντεο 360ο (Shadiev et al., 2022), στη διασκέδαση/θετικά συναισθήματα και στην εμπλοκή (Ranieri et al., 2022). Από την άλλη πλευρά, δεν απουσιάζουν τα προβλήματα. Για παράδειγμα, η χρήση χαμηλού κόστους HMDs μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη μαθησιακή εμπειρία (Kavanagh et al., 2016). Το ευρύ οπτικό πεδίο καθιστά δύσκολο για τους θεατές να βρουν το σωστό σημείο ενδιαφέροντος την κατάλληλη στιγμή (Ardisara & Fung, 2018)· εξαιτίας αυτού, οι μαθητές μπορεί να χάσουν κάτι σημαντικό (Kavanagh et al., 2016) ή να αποπροσανατολιστούν και να αποσπαστεί η προσοχή τους (Fokides & Arvaniti, 2020). Τα βίντεο 360ο μπορούν να προκαλέσουν αυτό που ονομάζεται "φαινόμενο της καινοτομίας", δηλαδή υπερδιέγερση των μαθητών λόγω της χρήσης ενός νέου "gadget" στη διδασκαλία. Το φαινόμενο αυτό λειτουργεί ως ισχυρός

παράγοντας απόσπασης της προσοχής που μπορεί να εκτροχιάσει τη μαθησιακή διαδικασία και να μειώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Li et al., 2022· Rupp et al., 2016). Η ασθένεια προσομοίωσης είναι επίσης ένα ζήτημα. Ο όρος αφορά τα συναισθήματα έντονης δυσφορίας, αποπροσανατολισμού, ιλίγγου και ναυτίας που προκαλούνται από τη χρήση HMDs. Λογικά, έχει αρνητικό αντίκτυπο στη μαθησιακή εμπειρία (π.χ., Rupp et al., 2019). Όσον αφορά την ευκολία χρήσης, οι χρήστες δεν ανέφεραν σημαντικές δυσκολίες (Shadiev et al., 2022), αν και στα χαμηλής τεχνολογίας HMDs υπήρχαν κάποια προβλήματα χρηστικότητας (Fokides et al., 2020). Τέλος, υπήρξαν περιπτώσεις όπου αναφέρθηκε αυξημένο γνωστικό φορτίο και τεχνικά προβλήματα (Shadiev et al., 2022).

Όπως αναφέρθηκε, τα βίντεο 360° προσφέρουν μια εναλλακτική μέθοδο δημιουργίας εικονικών περιηγήσεων για την παρουσίαση χώρων ΠΚ. Θεωρητική τεκμηρίωση για τη χρήση τους στα πλαίσια της ΕΠΚ, πέρα από την πλαισιοθετημένη μάθηση, προσφέρει και η μάθηση με βάση τον τόπο (place based learning) (Sobel, 2004). Η θεώρηση αυτή υποστηρίζει τη δημιουργία νοημάτων μέσα από παρεμβάσεις που εμπλέκουν τους ανθρώπους σε δραστηριότητες που αφορούν τις κοινότητές τους, μετατρέποντας την αφηρημένη γνώση σε τοπική γνώση που σχετίζεται με τις πολιτισμικές πρακτικές των κοινοτήτων.

Η έρευνα πάνω στο πεδίο της χρήσης βίντεο 360ο και εικονικών περιηγήσεων με αντικείμενο την ΠΚ ή την ΕΠΚ, αν και σχετικά περιορισμένη, ιδιαίτερα σε μαθητές μικρής ηλικίας, έχει δώσει ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, οι İşlek και Asiksoy (2024), σύγκριναν συμβατικά βίντεο και βίντεο 360ο που προβλήθηκαν χρησιμοποιώντας Google Cardboards που παρουσίαζαν εικονικές περιηγήσεις στο μουσείο του Λούβρου, το Βρετανικό Μουσείο και το μουσείο Ερμιτάζ, έχοντας ως ομάδα-στόχο μαθητές δημοτικού και νηπιαγωγείου. Διαπίστωσαν ότι τα βίντεο 360ο είχαν θετικότερη επίδραση στη μάθηση και προσέφεραν πιο αλληλεπιδραστικές εμπειρίες. Οι Rodriguez-Garcia et al. (2022), στα πλαίσια της ΕΠΚ, δημιούργησαν βίντεο 360ο που αναπαριστούσαν την πόλη Burgos (Ισπανία) όπως ήταν το 1921 και σύγκριναν την προβολή τους σε υπολογιστές και HMDs. Διαπίστωσαν ότι, στη δεύτερη περίπτωση, οι συμμετέχοντες φοιτητές είχαν καλύτερη διατήρηση των γνώσεων ενώ στην πρώτη είχαν καλύτερη εμπειρία χρήσης.

Στη μελέτη των Karageorgakis και Nisiforou (2018), παρότι αφορούσε τη διδασκαλία των Αγγλικών σε μαθητές δημοτικού, παρουσιάστηκε μια εικονική περιήγηση σε αξιοθέατα του Λονδίνου τόσο με συμβατικά μέσα όσο και με βίντεο 360ο. Οι ερευνητές παρατήρησαν προβλήματα εστίασης στο περιεχόμενο στην πειραματική ομάδα, αποδίδοντάς την στην ανάγκη σύντομων διαλειμάτων από τη χρήση του Google Cardboard. Παρόλα αυτά, τα βίντεο 360ο αξιολογήθηκαν ως πιο χρήσιμα από τις εικόνες, ενώ η διατήρηση της γνώσης ήταν ελαφρώς καλύτερη. Σύμφωνα με τους μαθητές, δεν υπήρχε ουσιαστική διαφορά στις δύο μεθόδους, όσον αφορά την επίδραση στη μάθησή τους. Τέλος, αναφέρθηκε δυσφορία και ναυτία από τη χρήση των HMDs. Η Berti (2019), στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Ιταλικών, μελέτησε τη δυνατότητα των βίντεο 360ο να προωθήσουν την πολιτιστική ευαισθητοποίηση σε εκπαιδευτικούς και φοιτητές. Οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι παρατήρησαν στοιχεία που δεν θα μπορούσαν να διακρίνουν με συμβατικά βίντεο. Επίσης, ανέφεραν ότι ενισχύθηκε η αφοσίωση και η κατανόηση του περιεχομένου. Από την άλλη, ανέφεραν συμπτώματα όπως ζάλη, ενώ εξέφρασαν προβληματισμούς σχετικά με τη διάσπαση της προσοχής τους. Στην έρευνα των Calvert et al. (2019), δημιουργήθηκε εικονική περιήγηση στα βουνά της Παπούα Νέας Γουινέας, στην οποία τα βίντεο 360ο παρουσιάστηκαν είτε με HTC Vive είτε σε υπολογιστές. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι με το πρώτο μέσο αυξήθηκε σημαντικά η αφοσίωση των μαθητών, ενισχύθηκαν τα επίπεδα ενσυναίσθησης και σημειώθηκε βελτίωση στην κατανόηση του περιεχομένου.

Η μελέτη των Hodgson et al. (2019) εστίασε στην αξιοποίηση εικονικών περιηγήσεων με βίντεο 360° για την ενίσχυση του ενδιαφέροντος για τον οικουτουρισμό σε φοιτητές, συγκρίνοντας βίντεο 360° τα οποία προβλήθηκαν σε κινητά τηλέφωνα, laptops, tablets ή HMDs. Παρατηρήθηκε ότι τα βίντεο 360° κέντρισαν το ενδιαφέρον και την περιέργεια των φοιτητών για πραγματικές εκπαιδευτικές εκδρομές. Ωστόσο ορισμένοι φοιτητές ανέφεραν ζαλάδα, ενώ άλλοι πρότειναν την προσθήκη επεξηγηματικών ηχογραφήσεων στην εικονική περιήγηση. Τέλος, η μελέτη των Fokides et al. (2020) εστίασε στην αξιοποίηση βίντεο 360° και HMDs σε μαθητές γυμνασίου, με θέμα το φρούριο του Παλαμυδίου, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά του έντυπου υλικού και ιστοσελίδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, σε σχέση με τα άλλα μέσα, τα βίντεο 360ο είχαν θετικότερη επίδραση στη μάθηση, προσέφεραν μια πιο απολαυστική εμπειρία και επίδρασαν θετικότερα στα κίνητρα. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες θεώρησαν όλα τα μέσα εξίσου χρήσιμα μαθησιακά εργαλεία.

## Μέθοδος

Με βάση όσα παρουσιάστηκαν προηγουμένως, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα βίντεο 360° έχουν ενδιαφέρον εκπαιδευτικό δυναμικό. Επιπλέον, καθώς οι υπάρχουσες έρευνες αφορούσαν κυρίως μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών, φοιτητές και ενήλικες, η επίδρασή τους σε μικρότερες ηλικίες απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση. Επιπρόσθετα, η έρευνα που σχετίζεται με τη χρήση βίντεο 360° στο πλαίσιο της ΕΠΚ είναι σχετικά περιορισμένη. Τέλος, ακόμα πιο περιορισμένη είναι η έρευνα που συγκρίνει τους διάφορους τρόπους προβολής των βίντεο 360° ή που συγκρίνει τα βίντεο 360ο με άλλα αναλογικά ή ψηφιακά μέσα. Έχοντας αυτά κατά νου, υλοποιήθηκε σειρά παρεμβάσεων που είχαν ως στόχο να εξετάσουν εάν ο τρόπος που προβάλλονται τα βίντεο 360° έχει επίδραση στις γνώσεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου για θέματα που άπτονται της ΕΠΚ και της ΠΚ. Επιπλέον, εξετάστηκε η επίδραση που έχει ο τρόπος προβολής σε παράγοντες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες ενότητες, όπως τα θετικά συναισθήματα, η ευκολία χρήσης και τα κίνητρα. Έτσι, εξετάστηκαν οι ακόλουθες υποθέσεις:

- EY1. Τα βίντεο 360° όταν παρουσιάζονται με τη χρήση HMDs, επιφέρουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε θέματα που άπτονται της ΕΠΚ και της ΠΚ, συγκριτικά με την παρουσίασή τους με τη χρήση υπολογιστών. Οι πρότερες γνώσεις των μαθητών, καθώς και το φύλο τους, παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων.
- EY2. Οι μαθητές θεωρούν ότι το γνωστικό φορτίο των βίντεο 360° είναι μικρότερο όταν αυτά παρουσιάζονται μέσω HMDs σε σχέση με την παρουσίασή τους μέσω υπολογιστών.
- EY3. Οι μαθητές θεωρούν ότι τα βίντεο 360° είναι ευκολότερα στη χρήση όταν αυτά παρουσιάζονται μέσω HMDs συγκριτικά με την παρουσίασή τους μέσω υπολογιστών.
- EY4. Οι μαθητές έχουν περισσότερα κίνητρα όταν τα βίντεο 360° παρουσιάζονται μέσω HMDs συγκριτικά με την παρουσίασή τους μέσω υπολογιστών.
- EY5. Οι μαθητές θα παρουσιάσουν περισσότερα συμπτώματα ασθένειας προσομοίωσης όταν τα βίντεο 360° παρουσιάζονται μέσω HMDs συγκριτικά με την παρουσίασή τους μέσω υπολογιστών.
- EY6. Οι μαθητές θα έχουν θετικότερα συναισθήματα όταν τα βίντεο 360° παρουσιάζονται μέσω HMDs συγκριτικά με την παρουσίασή τους μέσω υπολογιστών.

Για να εξεταστούν τα παραπάνω, ακολουθήθηκε ένας ερευνητικός σχεδιασμός εντός υποκειμένων με δύο συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι οι ίδιοι μαθητές χρησιμοποίησαν δύο μέσα, δηλαδή, βίντεο 360ο που προβλήθηκαν χρησιμοποιώντας οθόνες υπολογιστών και HMDs. Συγκεκριμένοι λόγοι οδήγησαν στην απόφαση της επιλογής αυτού του ερευνητικού σχεδιασμού, με κυριότερο το ότι απαιτείται μικρότερο μέγεθος δείγματος, χωρίς όμως να διακυβεύεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Επίσης, αποφεύγεται η επίδραση των ατομικών διαφορών (καθώς τα ίδια άτομα συμμετέχουν σε όλες τις συνθήκες), με αποτέλεσμα η διακόμηση μεταξύ των ομάδων να μην αποτελεί ζήτημα (Keren, 2014). Παρόλα αυτά, καθώς ο σχεδιασμός αυτός έχει ορισμένες αδυναμίες, λήφθηκαν μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Συγκεκριμένα, οι παρεμβάσεις διεξήχθησαν τις ίδιες μέρες και ώρες, ώστε να μην υπάρχει επίδραση παραγόντων όπως η κόπωση των μαθητών από άλλες δραστηριότητες. Επίσης, η σειρά χρήσης των μέσων στις παρεμβάσεις τυχαιοποιήθηκε, ώστε να αποφευχθούν οι επιδράσεις της μεταφοράς και του πλαισίου. Το πιο σημαντικό μειονέκτημα είναι αυτό της εξάσκησης, αν το μαθησιακό υλικό είναι το ίδιο και στα δύο μέσα/συνθήκες. Αυτό γιατί καθώς οι μαθητές έχουν ήδη μάθει κάτι χρησιμοποιώντας το πρώτο μέσο, τα αποτελέσματα από τη χρήση του δεύτερου είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα είναι καλύτερα. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, το γνωστικό υλικό δεν ήταν το ίδιο στις δύο συνθήκες, αλλά ισοδύναμο, όπως θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα. Τέλος, για να ενδυναμωθεί η αξιοπιστία των δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν τρεις παρεμβάσεις ανά μέσο.

### **Δείγμα**

Ένα σημαντικό ζήτημα σε κάθε έρευνα είναι να περιλαμβάνει ικανό αριθμό συμμετεχόντων, ώστε τα αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε a priori ανάλυση ισχύος, χρησιμοποιώντας το G\*power (Faul et al. 2007), ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές του Cohen (2013). Έτσι, για 2 συνθήκες/μέσα, 3 συνεδρίες/μέσο,  $f_{Cohen}$  ίσο με 0,25, ισχύ ίση με 0,95 και σφάλμα πιθανότητας ίσο με 0,05, το επιθυμητό μέγεθος δείγματος ήταν μεταξύ 22 και 60 ατόμων, ανάλογα με τη συσχέτιση μεταξύ των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (χρησιμοποιήθηκαν τιμές μεταξύ 0,3 και 0,7). Επίσης, καθώς το γνωστικό υλικό, όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια, ήταν αρκετά περίπλοκο, αποφασίστηκε ομάδα-στόχος να είναι μαθητές της Στ' τάξης. Έχοντας τα παραπάνω κατά νου, έγινε επικοινωνία με δασκάλους στην πόλη της Ρόδου, οι οποίοι θα επιθυμούσαν να συμμετάσχουν στην έρευνα. Βασική προϋπόθεση ήταν οι μαθητές τους να μην έχουν διδαχθεί αντικείμενα σχετικά με αυτό της έρευνας. Ως αποτέλεσμα, επιλέχθηκαν 4 τμήματα με ένα σύνολο 73 μαθητών. Πριν την πραγματοποίηση των παρεμβάσεων, έγινε ενημέρωση στους γονείς και κηδεμόνες των μαθητών, οι οποίοι παρείχαν τη γραπτή συγκατάθεσή τους. Επίσης, η έρευνα αξιολογήθηκε και εγκρίθηκε από την Επιτροπή Έρευνας και Δεοντολογίας του Παιδαγωγικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

### **Υλικό και εξοπλισμός**

Όπως αναφέρθηκε, η επιλογή του εντός υποκειμένων ερευνητικού σχεδιασμού, οδήγησε στην ανάγκη το εκπαιδευτικό υλικό να μην είναι το ίδιο και στα δύο μέσα, αλλά ισοδύναμο. Αυτό σημαίνει ότι θα έπρεπε να έχει το ίδιο γνωστικό φορτίο, ίσο αριθμό από όρους/έννοιες και ίδιο επίπεδο δυσκολίας. Το γενικό πλαίσιο αποφασίστηκε να είναι η εικονική περιήγηση σε βασικά μνημεία της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου. Καθώς σε κάθε μέσο θα πραγματοποιούνταν 3 συνεδρίες, για τα βίντεο 360ο σε υπολογιστές επιλέχθηκε να παρουσιαστούν η Πύλη Ντ' Αμπουάζ-οδός ζωγράφων, ο πύργος του ρολογιού και η βιβλιοθήκη του Χαφίζ Αχμέτ Αγά. Αντίστοιχα, για τα βίντεο 360ο με τη χρήση HMDs,

επιλέχθηκε να παρουσιαστούν το παλάτι Μεγάλου Μαγίστρου, η οδός των ιπποτών και οι ναοί της Παναγιάς του Μπούργκου και του Αγίου Παντελεήμονα. Προκειμένου να διασφαλιστεί η ισοδυναμία του υλικού, οι πληροφορίες για τα μνημεία δομήθηκαν πάνω σε κοινούς άξονες, που αφορούσαν το πότε κατασκευάστηκε ένα μνημείο και από ποιόν, πού βρίσκεται, τι χρήση είχε, πώς διαμορφώθηκε/άλλαξε μέσα στον χρόνο, στοιχεία για την αρχιτεκτονική του και το ιστορικό πλαίσιο.

Καθώς διαθέσιμα βίντεο 360<sup>ο</sup> για τα παραπάνω μνημεία δεν υπήρχαν, στάθηκε απαραίτητο να γίνουν λήψεις βίντεο χρησιμοποιώντας την Samsung Gear 360, η οποία είναι μια οικονομικά προσιτή, αλλά με δυνατότητα λήψης βίντεο υψηλής ανάλυσης κάμερα. Οι λήψεις ήταν είτε στατικές είτε εν κινήσει, αποτυπώνοντας τη διαδρομή που ακολουθεί κάποιος για να φτάσει στο εκάστοτε μνημείο. Αρκετά στάδια επεξεργασίας των βίντεο ακολούθησαν, όπως η μετατροπή της αρχικής λήψης fish-eye (ο τρόπος που αποτυπώνεται το βίντεο στις κάμερες 360<sup>ο</sup>) σε κανονικό βίντεο 360<sup>ο</sup>, η αφαίρεση των περιττών λήψεων, η σταθεροποίηση της εικόνας ειδικά στα βίντεο που τραβήχτηκαν εν κινήσει και η εισαγωγή αφήγησης που περιλάμβανε ορισμένα από τα πληροφοριακά στοιχεία που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Η διάρκεια του κάθε βίντεο ήταν περίπου 10 λεπτά, ώστε και να μην κουράσουν τα παιδιά, αλλά και για να μπορούν να τα επαναλάβουν, εάν το επιθυμούν, κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας. Στο τελικό στάδιο, τα βίντεο εισήχθησαν στο 3D Vista Virtual Tour (<https://www.3dvista.com/en/products/virtualtour>). Το λογισμικό αυτό επιτρέπει την ένθεση πολυμεσικών στοιχείων (όπως συμβατικά βίντεο, εικόνες, ήχο και κείμενο). Τα στοιχεία αυτά αποτέλεσαν το υπόλοιπο μέρος του πληροφοριακού υλικού, αφού πρώτα έγινε επιλογή από σχετικό υλικό που αναζητήθηκε στο Διαδίκτυο.

Το σημαντικότερο όμως στοιχείο που προστέθηκε ήταν hot spots που είτε ενεργοποιούσαν την εμφάνιση των πολυμεσικών στοιχείων είτε επέτρεπαν τη μετάβαση σε άλλο σημείο/σκηνή του βίντεο. Μάλιστα, για να εξασφαλιστεί ότι οι μαθητές παρακολούθησαν όλο το πληροφοριακό υλικό, η μετάβαση σε επόμενη σκηνή εμφανιζόταν μόνο εφόσον είχε προηγηθεί η ενεργοποίηση όλων των hot spots που περιλαμβάνονταν στην τρέχουσα σκηνή. Επίσης, τοποθετήθηκαν βελάκια που κατεύθυναν τους μαθητές προς τα πού πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους. Τέλος, έγινε εξαγωγή τους ως stand-alone εφαρμογές (για Windows και Android) (Εικόνα 1). Για την προβολή των βίντεο 360<sup>ο</sup> με HMDs χρησιμοποιήθηκαν κινητά τηλέφωνα τα οποία προσαρμόστηκαν σε συσκευές παρόμοιες με το Google Cardboard, κατασκευασμένες από πλαστικό. Αντίστοιχα, για την προβολή τους σε υπολογιστές, χρησιμοποιήθηκαν οι υπολογιστές των εργαστηρίων Πληροφορικής των σχολείων όπου έγιναν οι παρεμβάσεις.



Εικόνα 1. Στιγμιότυπα από τις εφαρμογές

### Εργαλεία

Για την εξέταση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκαν έξι φύλλα αξιολόγησης (όσες και οι παρεμβάσεις). Επειδή το γνωστικό αντικείμενο αφορούσε πολιτιστικά μνημεία της πόλης στην οποία διέμεναν οι μαθητές, θεωρήθηκε σκόπιμο να εξεταστούν οι πρότερες τους γνώσεις για αυτά, καθώς υπήρχε περίπτωση να επηρεάσουν τα αποτελέσματα. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα pre-test ώστε να αξιολογηθεί ακριβώς αυτό. Όλα τα φύλλα αξιολόγησης ακολουθούσαν την ίδια φιλοσοφία, δομή και αριθμό ερωτήσεων. Συγκεκριμένα, περιλάμβαναν 15 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ή σωστού/λάθους, κλιμακούμενης δυσκολίας, που αφορούσαν το μνημείο το οποίο παρουσιαζόταν σε κάθε παρέμβαση. Όλες οι ερωτήσεις εξέταζαν δηλωτικές γνώσεις που περιλαμβάνονταν στις εφαρμογές, που, όπως ήδη αναφέρθηκε, αφορούσαν το πότε κατασκευάστηκε/άλλαξε μέσα στον χρόνο, στοιχεία για την αρχιτεκτονική του και το ιστορικό πλαίσιο. Το pre-test περιλάμβανε μεγαλύτερο αριθμό ερωτήσεων, καθώς αφορούσε τις πρότερες γνώσεις των μαθητών για τα μνημεία όλων των παρεμβάσεων. Για την εξέταση των ΕΥ2 έως ΕΥ6, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε πέντε παράγοντες (αυτούς των ΕΥ) που αντλήθηκαν από επικυρωμένη αρθρωτή κλίμακα σχεδιασμένη για τη διερεύνηση των απόψεων των χρηστών σχετικά με το εκπαιδευτικές εφαρμογές στο Metaverse, περιλαμβανομένων και των βίντεο 360° (Fokides, 2023). Για λόγους που αφορούν περιορισμούς στην έκταση του κειμένου και καθώς η κλίμακα είναι ελεύθερα προσβάσιμη, οι ερωτήσεις δεν παρατίθενται. Τα φύλλα αξιολόγησης χορηγούνταν μετά το πέρας κάθε συνεδρίας, ενώ το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε δύο φορές (μία για κάθε μέσο), με την ολοκλήρωση των συνεδριών του κάθε μέσου.

### Διαδικασία

Παρότι οι περισσότεροι μαθητές ήταν εξοικειωμένοι με τα βίντεο 360°, όπως φάνηκε από τα προκαταρκτικά στάδια της μελέτης, εντούτοις, δεν είχαν εξοικείωση με τα HMDs και τον τρόπο

λειτουργίας των εφαρμογών. Έτσι, για την αποφυγή προβλημάτων χρήσης, πριν από την πραγματοποίηση των κυρίως συνεδριών, πραγματοποιήθηκαν δύο συνεδρίες στην πρώτη παρουσιάστηκε η χρήση των εφαρμογών σε υπολογιστές και στη δεύτερη η χρήση των εφαρμογών με HMDs. Οι συνεδρίες είχαν διάρκεια μίας ώρας. Δεν υπήρξε κάποια μορφή διδασκαλίας, καθώς ο σκοπός ήταν να εξεταστεί τι επίδραση έχουν τα μέσα αυτά καθαυτά στη μάθηση. Αντίθετα, εάν υπήρχε κάποια μορφή διδασκαλίας, αυτή και θα επηρέαζε τα αποτελέσματα και δεν θα ήταν εμφανές σε ποιο βαθμό τα επηρέασε. Η χρήση των εφαρμογών έγινε σε ατομική βάση και για τα δύο μέσα (Εικόνα 2). Οι μαθητές ήταν ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν τις εφαρμογές (και των δύο τύπων) για όσες φορές ήθελαν. Στην πράξη, όλοι οι μαθητές τις χρησιμοποίησαν τουλάχιστον τρεις φορές.



Εικόνα 2. Στιγμιότυπα από την υλοποίηση των παρεμβάσεων

## Αποτελέσματα

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, συνολικά 73 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά μέσα (βίντεο 360° σε υπολογιστές και βίντεο 360° με HMDs). Από την ανάλυση εξαιρέθηκαν 19 μαθητές που ήταν απόντες σε μία ή παραπάνω συνεδρίες, με αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να είναι 54 μαθητές, εκ των οποίων 26 ήταν κορίτσια και 28 αγόρια. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης, αυτά (καθώς και το pre-test) βαθμολογήθηκαν με βάση με τις σωστές απαντήσεις σε εκατονταβάθμια κλίμακα. Με δεδομένο ότι σε κάθε μέσο χορηγήθηκαν τρία φύλλα αξιολόγησης υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους. Όσον αφορά τα ερωτηματολόγια, ελέγχθηκε η εσωτερική συνοχή τους τόσο ως σύνολο όσο και των επιμέρους παραγόντων που περιλάμβαναν, χρησιμοποιώντας το  $\alpha$  του Cronbach. Σε όλες τις περιπτώσεις, αυτό βρέθηκε να είναι πάνω από το όριο του 0,70 (0,76 για το ερωτηματολόγιο των βίντεο 360° σε υπολογιστές και 0,82 για το ερωτηματολόγιο των βίντεο 360° με HMDs), κάτι που υποδηλώνει παραπάνω από ικανοποιητική εσωτερική συνοχή (Taber, 2018). Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν 10 νέες μεταβλητές (5 παράγοντες  $\times$  2 ερωτηματολόγια), που αντιπροσώπευαν τον μέσο όρο των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις του κάθε παράγοντα. Τα δεδομένα εισήχθησαν στο SPSS 29 για περαιτέρω ανάλυση. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για όλες τις μεταβλητές της μελέτης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις μεταβλητές της μελέτης

Μεταβλητή	H/Y		HMDs	
	M	SD	M	SD
Pre-test ( $M = 39,35, SD = 8,22$ )				
Φύλλα αξιολόγησης	88,53	8,14	88,48	7,18

Γνωστικό φορτίο	2,85	0,70	3,03	0,68
Ευκολία χρήσης	2,81	0,76	2,48	0,77
Κίνητρα	3,38	0,80	3,42	0,91
Ασθένεια προσομοίωσης	2,07	1,08	2,27	1,15
Θετικά συναισθήματα	3,59	1,05	3,69	1,06

Για την ανάλυση των δεδομένων στα φύλλα αξιολόγησης και για την εξέταση της ΕΥ1, επρόκειτο να πραγματοποιηθεί ανάλυση συνδιακύμανσης εντός υποκειμένων (repeated measures analysis of covariance), καθώς ο στόχος ήταν να εξεταστεί εάν υπήρχαν διαφορές στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο εργαλείων, μετά από έλεγχο της επίδρασης των προηγούμενων γνώσεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα στα pre-test χρησίμευσαν ως συμμεταβλητή. Επιπλέον, το φύλο χρησιμοποιήθηκε ως παράγοντας μεταξύ υποκειμένων, επειδή θεωρήθηκε ενδιαφέρον να εξεταστεί εάν υπήρχαν διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Τα δεδομένα ήταν αρκετά κανονικά κατανομημένα, δεν παρατηρήθηκαν ζητήματα σχετικά με την ομοιογένεια της διακύμανσης των μεταβλητών ούτε με την ισότητα των πινάκων συνδιακύμανσης των ομάδων. Καθώς όλες οι προϋποθέσεις ικανοποιούνταν, διεξήχθη η ανάλυση ANCOVA. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο μέσων (Πίνακας 2). Επίσης, φάνηκε πως ούτε οι προηγούμενες γνώσεις ούτε το φύλο διαδραμάτισαν κάποιον ρόλο στη διαμόρφωση του παραπάνω αποτελέσματος.

**Πίνακας 2. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συνδιακύμανσης για τα φύλλα αξιολόγησης**

	SS	df	MS	F	p	$\eta^2_{\text{partial}}$
Μεταξύ υποκειμένων						
Pre-test	154,41	1	154,41	3,19	0,080	0,06
Φύλο	4,93	1	4,93	0,10	0,751	0,00
Error	2472,45	51	48,48			
Εντός υποκειμένων						
Φύλλα αξιολόγησης	84,66	1	84,66	1,27	0,265	0,02
Pre-test*Φύλλα αξιολόγησης	85,73	1	85,73	1,29	0,262	0,03
Φύλο* Φύλλα αξιολόγησης	139,30	1	139,30	2,09	0,155	0,04
Error	3402,47	51	66,72			

Σημειώσεις. SS = sum of squares, MS = mean square,  $\eta^2_{\text{partial}}$  = partial eta squared μέγεθος επίδρασης. Για την ερμηνεία του μεγέθους επίδρασης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξής τιμές: 0,010-μικρό μέγεθος επίδρασης, 0,059-μεσαίο, 0,138 και πάνω-μεγάλο (Cohen, 2013)

Για τον έλεγχο των υποθέσεων ΕΥ2 έως ΕΥ6, επρόκειτο να πραγματοποιηθούν αναλύσεις διακύμανσης εντός υποκειμένων (repeated measures analysis of variance-ANOVA), χρησιμοποιώντας ως παράγοντα μεταξύ υποκειμένων το φύλο, έτσι ώστε να εξεταστεί εάν αυτό επηρέαζε τα αποτελέσματα. Όπως και με την ανάλυση δεδομένων στα φύλλα αξιολόγησης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για το κατά πόσο τα δεδομένα ήταν κατάλληλα για αυτό το είδος της ανάλυσης και δεν εντοπίστηκαν προβλήματα. Καθώς σε καμία περίπτωση δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών και για λόγους συντομίας της παρουσίασης των αποτελεσμάτων, δεν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μεταξύ υποκειμένων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά αφορούσε τον παράγοντα της ευκολίας χρήσης, με τα βίντεο 360° όταν παρουσιάζονται μέσω Η/Υ να θεωρούνται πιο εύχρηστα (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ερωτηματολογίων**

Μεταβλητή	df	Mean Square	F	p	$\eta^2_{partial}$
Γνωστικό φορτίο	1/53	0,93	1,58	0,214	0,03
Ευκολία χρήσης	1/53	3,11	4,80	0,033	0,08
Κίνητρα	1/53	0,04	0,05	0,825	0,00
Ασθένεια προσομοίωσης	1/53	1,12	0,84	0,364	0,02
Θετικά συναισθήματα	1/53	0,30	0,32	0,573	0,01

Με βάση όσα παρουσιάστηκαν προηγουμένως, συμπεραίνονται τα εξής:

- Στα μαθησιακά αποτελέσματα δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι μαθητές μαθαίνουν το ίδιο ανεξάρτητα από τον τρόπο παρουσίασης των βίντεο 360°. Συνεπώς, η EY1 δεν επαληθεύεται.
- Στο γνωστικό φορτίο δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι μαθητές θεώρησαν ότι το γνωστικό φορτίο είναι το ίδιο ανεξάρτητα από τον τρόπο παρουσίασης των βίντεο 360°. Συνεπώς, η EY2 δεν επαληθεύεται.
- Στην ευκολία χρήσης υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι μαθητές θεώρησαν ότι όταν τα βίντεο 360° παρουσιάζονται μέσω υπολογιστή, η χρήση τους είναι πιο εύκολη συγκριτικά με την παρουσίασή τους μέσω HMDs. Συνεπώς, η EY3 δεν επαληθεύεται.
- Στα κίνητρα δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ανεξάρτητα από τον τρόπο παρουσίασης, οι μαθητές κινητοποιούνται το ίδιο. Συνεπώς, η EY4 δεν επαληθεύεται.
- Στην ασθένεια προσομοίωσης δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι μαθητές παρουσίασαν τα ίδια συμπτώματα ασθένειας προσομοίωσης ανεξάρτητα από τον τρόπο παρουσίασης των βίντεο 360°. Συνεπώς, η EY5 δεν επαληθεύεται.
- Στα θετικά συναισθήματα δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ανεξάρτητα από τον τρόπο παρουσίασης των βίντεο 360°, οι μαθητές είχαν τα ίδια θετικά συναισθήματα. Συνεπώς, η EY6 δεν επαληθεύεται.

## Συζήτηση

Καθώς δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα, το λογικό συμπέρασμα είναι ότι ο τρόπος προβολής των βίντεο 360° δεν έπαιξε ρόλο, τουλάχιστον όσον αφορά την ΕΠΚ και την ηλικιακή ομάδα που εξετάστηκε. Αν και αυτό έρχεται σε αντίθεση με άλλες έρευνες που κατέληξαν ότι η προβολή τους με τη χρήση HMDs επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με άλλους τρόπους προβολής (π.χ., Calvert et al., 2019· Hodgson et al., 2019· Rodriguez-Garcia et al., 2022), εντούτοις, αυτό δεν σημαίνει ότι οι μαθητές δεν απέκτησαν γνώσεις. Παρατηρώντας τον Πίνακα 1, εύκολα διαπιστώνεται ότι ενώ οι μαθητές απάντησαν σωστά περίπου στο 40% των ερωτήσεων στο pre-test, κατάφεραν να απαντήσουν σωστά σε πάνω από το 88% των ερωτήσεων στα φύλλα αξιολόγησης και με τους δύο τρόπους προβολής. Αυτό, με τη σειρά του, υποδηλώνει ότι οι γνώσεις τους για τα μαθησιακά αντικείμενα που τους παρουσιάστηκαν υπερδιπλασιάστηκαν. Υπό αυτό το πρίσμα, είναι ασφαλές να υποστηριχθεί ότι τα βίντεο 360° έχουν θετική επίδραση στη μάθηση, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με την πλειοψηφία των σχετικών ερευνών (π.χ., Li et al., 2022· Ranieri et al., 2022· Shadiey et al., 2022). Μια πιθανή εξήγηση για τον λόγο για τον οποίο δεν υπήρξε διαφορά, μπορεί να είναι ότι στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν χαμηλής τεχνολογίας HMDs, με χαμηλή ποιότητα φακών. Πράγματι, οι Kavanagh et al. (2016) είχαν

επισημάνει ότι η χρήση χαμηλού κόστους HMDs μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη μαθησιακή εμπειρία και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Rupp et al. (2019) οι οποίοι είχαν συγκρίνει Google Cardboard, με κανονικά HMDs.

Αναφορικά με τους παράγοντες που εξετάστηκαν στα ερωτηματολόγια, η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά που προέκυψε, και μάλιστα υπέρ των βίντεο 360° που προβλήθηκαν σε υπολογιστές, ήταν στην ευκολία χρήσης. Παρά τη σχετική εξοικείωση των μαθητών με τα βίντεο 360° και παρά τη συνεδρία εξοικείωσης με τα HMDs που προηγήθηκε των παρεμβάσεων, αυτά μάλλον δεν στάθηκαν αρκετά στο να αποφευχθούν προβλήματα χρησιμότητας. Αν και προηγούμενες έρευνες δεν ανέφεραν σημαντικές δυσκολίες χρήσης (Shadiev et al., 2022), στα χαμηλής τεχνολογίας HMDs έχουν αναφερθεί προβλήματα χρησιμότητας (Fokides et al., 2020). Αυτό, σε συνδυασμό με τεχνικά προβλήματα είναι λογικό να έχει αρνητική επίδραση στην εμπειρία των μαθητών και, πιθανότατα, επηρέασε τη μάθησή τους (Shadiev et al., 2022). Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι μέρος των δυσκολιών που αντιμετώπισαν οι μαθητές, τουλάχιστο έτσι όπως αποτυπώνονταν με τις ερωτήσεις στον σχετικό παράγοντα, αφορούσε τις δυσκολίες πλοήγησης και τον αποπροσανατολισμό που είναι ένα από τα βασικά προβλήματα, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται HMDs (Ardisara & Fung, 2018· Fokides & Arvaniti, 2020· Kavanagh et al., 2016). Συνεπώς, χρειάζεται να βρεθούν και να εξεταστούν άλλοι τρόποι αποφυγής του αποπροσανατολισμού, πέρα από αυτόν που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα, δηλαδή, τα βελάκια που κατεύθυναν τους μαθητές προς τα πού πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους.

Οι δυσκολίες στη χρήση είναι πιθανό να επηρέασαν τα θετικά συναισθήματα των συμμετεχόντων, καθώς και τα κίνητρά τους, παράγοντες για τους οποίους δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων προβολής. Γενικά, έχει αναφερθεί ότι τα βίντεο 360° προσφέρουν μια διασκεδαστική εμπειρία (π.χ., Fokides et al., 2020· Kavanagh et al., 2016· Ranieri et al., 2022). Παρότι η μέση τιμή του παράγοντα "θετικά συναισθήματα" ήταν η μεγαλύτερη μεταξύ των παραγόντων που εξετάστηκαν (βλ. Πίνακα 1), εντούτοις, δεν ήταν αξιοσημείωτη. Αυτό σημαίνει ότι τα βίντεο 360°, ανεξάρτητα από τον τρόπο προβολής τους, δεν κατάφεραν να δημιουργήσουν ιδιαίτερα θετικές εντυπώσεις στους μαθητές. Αυτό αποτυπώθηκε και στον παράγοντα "κίνητρα", όπου και εκεί δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων προβολής και η μέση τιμή, και πάλι, δεν ήταν ιδιαίτερα αξιόλογη. Το στοιχείο αυτό, όπως και με τον παράγοντα "θετικά συναισθήματα", έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (π.χ., Kavanagh et al., 2016· Shadiev et al., 2022). Καθώς η βιβλιογραφία επισημαίνει τη σύνδεση μεταξύ διασκέδασης, κινήτρων και μάθησης (π.χ., Parong & Mayer, 2021), είναι πιθανό να υπήρξε ένα "φαινόμενο ντόμινο" που λειτούργησε σε βάρος των βίντεο 360° που προβλήθηκαν με HMDs: τα προβλήματα χρήσης να μείωσαν τα θετικά συναισθήματα των μαθητών, που, με τη σειρά τους, μείωσαν τα κίνητρά τους, με αποτέλεσμα να μην υπάρξει διαφοροποίηση στο τι έμαθαν σε σχέση με την προβολή των βίντεο 360° με τη χρήση υπολογιστών. Με βάση αυτό το σκεπτικό, τα μαθησιακά αποτελέσματα μπορεί να ήταν ακόμα καλύτερα αν δεν υπήρχαν προβλήματα χρήσης. Από την άλλη πλευρά, η σχετικά χαμηλή μέση τιμή στον παράγοντα "θετικά συναισθήματα", μπορεί να υποδηλώνει ότι δεν παρουσιάστηκε το "φαινόμενο της καινοτομίας" που, όπως αναφέρθηκε μπορεί να εκτροχιάσει τη μαθησιακή διαδικασία (Li et al., 2022· Rupp et al., 2016). Ρόλο σε αυτό μπορεί να έπαιξε η υπάρχουσα εξοικείωση των μαθητών με τα βίντεο 360°.

Θετικό στοιχείο μπορεί να χαρακτηριστεί η απουσία διαφορών στον παράγοντα "γνωστικό φορτίο", παρά το γεγονός ότι στην ανασκόπηση των Shadiev et al. (2022) αυτό είχε αναφερθεί ως πρόβλημα. Είναι πιθανό η τμηματοποίηση του γνωστικού υλικού και η σταδιακή εμφάνισή του μέσω hot spots (βλ. ενότητα "Υλικό και εξοπλισμός") να βοήθησαν

στην αποφυγή της γνωστικής επιβάρυνσης των μαθητών. Τέλος, θετικό είναι το γεγονός ότι δεν παρουσιάστηκαν ιδιαίτερα προβλήματα ασθένειας προσομοίωσης, που είναι το σημαντικότερο μειονέκτημα της χρήσης HMDs (Berti, 2019; Rupp et al., 2019). Τόσο η απουσία στατιστικά σημαντικής διαφοράς σε σχέση με την προβολή σε υπολογιστές όσο και η χαμηλή μέση τιμή, συνηγορούν προς αυτό το συμπέρασμα. Πιθανότατα, ρόλο έπαιξε το γεγονός ότι η συνολική διάρκεια των βίντεο ήταν περίπου 10 λεπτά, όπως έχει συσταθεί από άλλους ερευνητές (Fokides et al., 2020).

### **Περιορισμοί και μελλοντικές έρευνες**

Παρά την προσπάθεια οργάνωσης της έρευνας με όσο το δυνατόν καλύτερο τρόπο, αυτή έχει περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Παρότι το μέγεθος του δείγματος ήταν κανονποιητικό για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που ακολουθήθηκαν, θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο. Η έρευνα εστίασε στην ΕΠΚ· συνεπώς, παραμένει άγνωστο τι αποτελέσματα θα υπήρχαν αν είχε επιλεγεί άλλο γνωστικό αντικείμενο. Συγκρίθηκαν δύο τρόποι προβολής βίντεο 360°. Καθώς δεν περιλήφθηκαν άλλα μέσα ή τεχνολογίες, παραμένει άγνωστο εάν τα βίντεο 360° υπερτερούν έναντι αυτών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους περιορισμούς, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να περιλάβουν μεγαλύτερα μεγέθη δειγμάτων και μεγαλύτερο ηλικιακό εύρος συμμετεχόντων, ώστε να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις με βάση την ηλικία. Περισσότερες παρεμβάσεις/συνεδρίες, θα προσφέρουν πιο αξιόπιστα δεδομένα. Καθώς η ΕΠΚ και η ΠΚ περιλαμβάνουν πληθώρα θεμάτων, που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, το πεδίο της έρευνας είναι ιδιαίτερα ευρύ. Καλύτερης ποιότητας HMDs ίσως να είχαν σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα. Τέλος, συγκριτική εξέταση και άλλων τεχνολογιών, όπως επαυξημένη και μικτή πραγματικότητα, θα βοηθούσε στο να γίνει καλύτερα κατανοητή η αξία των βίντεο 360°.

### **Συμπεράσματα**

Η εκπαιδευτική χρήση των βίντεο 360°, ειδικά στα πλαίσια της ΕΠΚ και σε μικρές ηλικίες είναι ένα σχετικά νέο ερευνητικό πεδίο. Επιπλέον, είναι μικρός ο αριθμός των μελετών που εξετάζουν συγκριτικά τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούν να προβληθούν. Στα παραπάνω πλαίσια, υλοποιήθηκε σειρά παρεμβάσεων με ομάδα-στόχο μαθητές του δημοτικού έχοντας ως στόχους: (α) τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μεταξύ βίντεο 360° που προβλήθηκαν χρησιμοποιώντας υπολογιστές και HMDs και (β) την εξέταση παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν τα αποτελέσματα. Η ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές, τόσο σε επίπεδο απόκτησης γνώσεων όσο και σε επίπεδο κινήτρων και θετικών συναισθημάτων. Μάλιστα, τα βίντεο 360° όταν προβλήθηκαν χρησιμοποιώντας HMDs, θεωρήθηκαν πιο δύσκολα. Παρόλα αυτά, στα θετικά, μπορεί να αναφερθεί ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο γνωστικό φορτίο και στην ασθένεια προσομοίωσης. Συμπερασματικά, η μελέτη συμβάλλει στην έρευνα που αφορά τις εκπαιδευτικές χρήσεις των βίντεο 360° σε σχέση με την ΕΠΚ. Όμως, καθώς υπάρχουν αρκετά αναπάντητα ερωτήματα, αυτό αφήνει περιθώρια για περαιτέρω μελέτες σε αυτόν τον τομέα.

### **Βιβλιογραφικές Αναφορές**

- Ardisara, A., & Fung, F. M. (2018). Integrating 360° videos in an undergraduate chemistry laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 95(10), 1881-1884.
- Berti, M. (2019). Italian open education: Virtual reality immersions for the language classroom. In A. Comas-Quinn, A. Beaven, & B. Sawhill (Eds.), *New case studies of openness in and beyond the language classroom* (pp. 37-47). Research-publishing.net.

- Calvert, J., Abadla, R., Tauseef, S. M. (2019). Design and testing of a virtual reality enabled experience that enhances engagement and simulates empathy for historical events and characters. *Proceedings of the 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019*, 868-869. IEEE.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Fokides, E. (2023). Development and testing of a scale for examining factors affecting the learning experience in the Metaverse. *Computers & Education: X Reality*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100025>
- Fokides, E., & Arvaniti, P. A. (2020). Evaluating the effectiveness of 360 videos when teaching primary school subjects related to environmental education. *Journal of Pedagogical Research*, 4(3), 203-222. <https://doi.org/10.33902/JPR.2020063461>
- Fokides, E., Polydorou, E., και Mazarakis, P. (2020). Using Google Cardboard compatible HMDs and spherical videos for teaching history to High School students. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 11(4), 18–34. <https://doi.org/10.4018/ijseus.2020100102>
- Sánchez-Fuster, M. C., Miralles-Martínez, P., & Serrano-Pastor, F. J. (2024). School trips and Local Heritage as a resource in primary education: Teachers' perceptions. *Sustainability*, 15(10), 7964.
- Hodgson, P., Lee, V. W. Y., Chan, J. C. S., Fong, A., Tang, C. S. Y., Chan, L., & Wong C. (2019). Immersive virtual reality (IVR) in higher education: Development and implementation. In C. M. C. Dieck & T. Jung (Eds.), *Augmented reality and virtual reality* (pp. 161-174). Springer. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-873-1-327>
- İşlek, D., & Asiksoy, G. (2024). Evaluation of the Effectiveness of Museum Education in Virtual Environment with 360° Videos. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 16(1), 113-137.
- Karageorgakis, T., & Nisiforou, E. A. (2018). Virtual reality in the EFL classroom. *The Cyprus Review*, 30(1), 381-396.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wüensche, B., & Plimmer, B. (2016). Creating 360 educational video: A case study. *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, 34-39. ACM.
- Keren, G. (2014). Between-or within-subjects design: A methodological dilemma. In G. Keren & C. Lewis (Eds.), *A handbook for data analysis in the behavioral sciences* (pp. 257-272). Psychology Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Li, W., Qian, L., Feng, Q., & Luo, H. (2023). Panoramic video in education: A systematic literature review from 2011 to 2021. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 1-19. <https://doi.org/10.1111/jcal.12730>
- Mironov, I., & Volontir, N. (2016). Studying cultural landscapes in the republic of Moldova. Field Trips with geography university students. In O. R. Ilovan, & M. E. Dulama (Eds.), *Territorial identity and values in geographical education* (pp. 119-157). Presa Universitară Clujeană.
- Ocal, T. (2016). Necessity of cultural historical heritage education in social studies teaching. *Creative Education*, 7(3), 396-406. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.73039>
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226-241. <https://doi.org/10.1111/jcal.12482>
- Pierdicca, R., Sasso, M., Tonetto, F., Bonelli, F., Felicetti, A., & Paolanti, M. (2021). Immersive insights: virtual tour analytics system for understanding visitor behavior. *Proceedings of the Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics: 8th International Conference, AVR 2021*, 135-155. Springer.
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, St., Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1199-1219. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
- Rodriguez-Garcia, B., Alaguero, M., Guillen-Sanz, H., Miguel-Alonso, I. (2022). Comparing the impact of low-cost 360° cultural heritage videos displayed in 2D screens versus virtual reality headsets. In: De Paolis, L.T., Arpaia, P., Sacco, M. (Eds) *Extended Reality. XR Salento 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13446. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15553-6\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15553-6_27)
- Rupp, M. A., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Odette, K. L., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2016). The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational

- 360 video. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 60, No. 1), 2108-2112. SAGE Publications. <https://doi.org/10.1177/1541931213601477>
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Sánchez-Fuster, M.C., Miralles-Martínez, P., Serrano-Pastor, F.-J. (2023) School trips and local heritage as a resource in primary education: Teachers' perceptions. *Sustainability* 2023, 15, 7964. Shadiev, R., Yang, L., & Huang, Y. M. (2022). A review of research on 360-degree video and its applications to education. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(5), 784-799. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1928572>
- Shakil, F. A., Faizi, W.-N., & Hafeez, S. (2011). The need and importance of field trips at higher level in Karachi, Pakistan. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2(1), 1-16.
- Slavova, Y., & Mu, M. (2018, March). A comparative study of the learning outcomes and experience of VR in education. *Proceedings of the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 685-686. IEEE. <https://doi.org/10.1109/vr.2018.8446486>
- Sobel, D. (2004). Place-based education: Connecting classrooms and communities. *Education for meaning and social justice*, 17(3), 63-64.
- Springer, C., Wehking, F., Wolf, M., & Söbke, H. (2020). Virtualization of virtual field trips: A case study from higher education in environmental engineering. In H. Söbke, J. Baalsrud Hauge, M. Wolf, & F. Wehking (Eds.) *Proceedings of the 15<sup>th</sup> European Conference on Technology Enhanced Learning*, 2685. DELbA.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296.
- UNESCO (1972). *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage*. UNESCO.
- Wilhelm, N. (2004). Voyage to the heart of the heritage: Our heritage explained to children. *Proceedings of the Europa Nostra Forum 2004*, 57-60. The Hague forum.