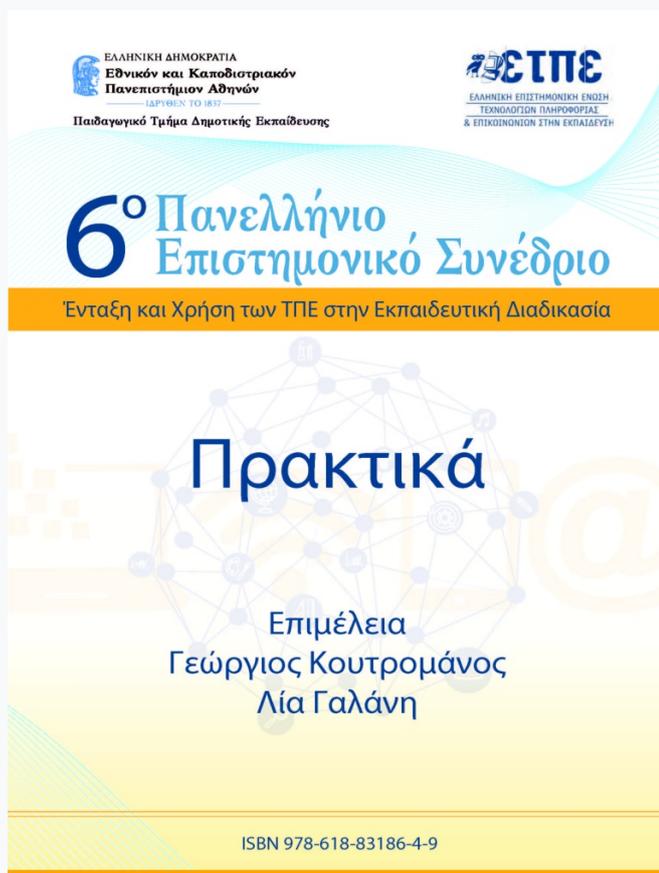


# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2019)

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Η αποτελεσματικότητα της χρήσης της εφαρμογής SketchUp στη χωρική δεξιότητα της νοητικής περιστροφής σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Γεράσιμος Κωνσταντακάτος, Κανέλλα-Μαρία Μαρώση, Λία Γαλάνη, Σπυρίδων Κόλλας

doi: [10.12681/cetpe.3624](https://doi.org/10.12681/cetpe.3624)

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Κωνσταντακάτος Γ., Μαρώση Κ.-Μ., Γαλάνη Λ., & Κόλλας Σ. (2022). Η αποτελεσματικότητα της χρήσης της εφαρμογής SketchUp στη χωρική δεξιότητα της νοητικής περιστροφής σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 14-23. <https://doi.org/10.12681/cetpe.3624>

# Η αποτελεσματικότητα της χρήσης της εφαρμογής SketchUp στη χωρική δεξιότητα της νοητικής περιστροφής σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Γεράσιμος Κωνσταντακάτος<sup>1,2</sup>, Κανέλλα-Μαρία Μαρώση<sup>2</sup>, Λία Γαλάνη<sup>2</sup>,  
Σπυρίδων Κόλλας<sup>3</sup>

[gkonstantakatos@aspete.gr](mailto:gkonstantakatos@aspete.gr), [nellymarosi3@gmail.com](mailto:nellymarosi3@gmail.com), [ligalani@primedu.uoa.gr](mailto:ligalani@primedu.uoa.gr),  
[spyros.kollas@gmail.com](mailto:spyros.kollas@gmail.com)

<sup>1</sup> Τμήμα Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., <sup>2</sup> Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, <sup>3</sup> Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, ΕΚΠΑ

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί εάν η χρήση της ψηφιακής εφαρμογής SketchUp, βελτιώνει τη δεξιότητα της νοητικής περιστροφής (mental rotation) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT). Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 55 μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που φοιτούν στο 3ο έτος στα Τμήματα Εκπαιδευτικών Ηλεκτρονικών και Πολιτικών Μηχανικών της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., οι οποίοι ορίστηκαν ως ομάδα ελέγχου (Α, N=26) και ομάδα πειραματισμού (Β, N=29). Η διάρκεια της έρευνας ήταν 13 εβδομάδες. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT). Δεδομένα συλλέχθηκαν την πρώτη (pretest) και την τελευταία (posttest) εβδομάδα. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε βελτίωση της δεξιότητας της νοητικής περιστροφής. Αντίθετα η ομάδα πειραματισμού παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση της δεξιότητας νοητικής περιστροφής μετά την τριοδιάστατη ψηφιακή σχεδίαση με τη χρήση της εφαρμογής SketchUp.

**Λέξεις κλειδιά:** Νοητική περιστροφή, Χωρικές δεξιότητες, Τριοδιάστατη ψηφιακή σχεδίαση

## Εισαγωγή

Η κατανόηση της θέσης, των χωρικών σχέσεων και της αντίληψης των όψεων των αντικειμένων νοητικά από διαφορετικές γωνίες, αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική ικανότητα για τον άνθρωπο. Στην βιβλιογραφία, η ικανότητα αυτή αναφέρεται συχνά ως «χωρική ικανότητα». Οι χωρικές ικανότητες ή δεξιότητες θεωρούνται σημαντικές ως προς την επίλυση πολλών ζητημάτων στην καθημερινότητα του ανθρώπου: από την οργάνωση και την αντίληψη του χώρου μέχρι τις κατασκευές και τις χειροκατασκευές.

Οι χωρικές ικανότητες σχετίζονται με τις δεξιότητες που αφορούν την ανάκτηση, τη διατήρηση και μετατροπή των οπτικών πληροφοριών σε ένα χωρικό πλαίσιο. Σε γενικές γραμμές, χωρικές δεξιότητες θεωρούνται εκείνες που ασχολούνται με τις νοητικές ικανότητες όπως η κατανόηση, ο χειρισμός, η αναδιοργάνωση ή η ερμηνεία οπτικών σχέσεων.

Ο McGee (1979) διακρίνει δύο κύριους τύπους χωρικών δεξιοτήτων, την απεικόνιση και τον προσανατολισμό. Μια διαφορετική κατηγοριοποίηση προτάθηκε από τους Linn & Petersen (1985), οι οποίοι προσδιορίζουν τρεις κατηγορίες χωρικής ικανότητας: τη χωρική αντίληψη, τη νοητική περιστροφή και τη χωρική απεικόνιση. Η χωρική αντίληψη αναφέρεται στην ικανότητα προσδιορισμού των χωρικών σχέσεων με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες στο περιβάλλον. Οι χωρικές σχέσεις αφορούν το σχήμα και το μέγεθος των αντικειμένων, τη μεταξύ τους απόσταση, τη θέση ή το βάθος αλλά και τον προσανατολισμό αυτών των αντικειμένων σε σχέση με το άτομο που τα αντιλαμβάνεται (Linn & Peterson, 1985). Η νοητική

περιστροφή είναι η ικανότητα γρήγορης νοερής περιστροφής οπτικών μορφών, οι οποίες μπορεί να είναι δισδιάστατα ή τρισδιάστατα αντικείμενα καθώς και η εκτίμησή τους από άλλη γωνιά (Shepard & Cooper, 1982). Τέλος, η χωρική απεικόνιση αναφέρεται στην ικανότητα χειρισμού πολύπλοκων χωρικών πληροφοριών κατά τη διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος (Sjölander, 1998).

Ο όρος χωρικές ικανότητες απαντάται συχνά όχι μόνο στη γεωγραφική εκπαίδευση αλλά και σε άλλες επιστήμες που ασχολούνται ή εμπλέκονται με τον χώρο, είναι δε ζητούμενα για την καλλιέργεια χωρικά εγγράμματος πολιτών. Είναι επίσης ζωτικής σημασίας ικανότητες για πολλές επαγγελματικές ομάδες (γεωγράφοι, μαθηματικοί, αρχιτέκτονες, μηχανικοί, γλύπτες, βιολόγοι, φυσικοί, κ.ά.).

Πολλές εμπειρικές έρευνες αναφέρουν ότι η κατάλληλη χρήση τρισδιάστατων αναπαραστάσεων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορεί να βελτιώσει και να ενισχύσει τη χωρική ικανότητα των μαθητών (McClurg et al., 1996; La Ferla et al., 2009; Kurtulus, 2011). Η χρήση ψηφιακών εργαλείων απεικόνισης στην εκπαίδευση αναπτύσσει τη χωρική σκέψη, καθώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται καλύτερα το χώρο μελέτης, πράγμα που δεν είναι πάντα εφικτό με τις ανθρώπινες αισθήσεις (Γαλάνη & Ρόκκα, 2016), ενώ η σχετική και απόλυτη θέση ενός τόπου προσδιορίζονται ακριβέστερα. Ο χώρος, το περιβάλλον, προσφέρουν ερεθίσματα, προβάλλουν ομοιότητες και επαναλήψεις οι οποίες βοηθούν στο σχηματισμό νοητικών εικόνων και στη δημιουργία εννοιών μέσα από τις διαδικασίες της ομαδοποίησης και κατηγοριοποίησης (Λαμπρινός, 2015). Οι μαθητές αποκτούν καλύτερη εποπτεία ενός χώρου, καθώς οπτικοποιούνται τα πρότυπα και οι κατανομές του και η κλίμακα γίνεται πολύ πιο μετρήσιμο μέγεθος (Κλωνάρη κ.ά., 2015). Η οπτική της ρεαλιστικότητας για έννοιες, φαινόμενα και καταστάσεις μέσω τρισδιάστατων μοντελοποιήσεων είναι κοντά στην πραγματικότητα. Έτσι, αναπτύσσονται καλύτερα οι συλλογισμοί και κατανοούνται οι επιστημονικές έννοιες (De Jong & Van Joolingen, 2008).

Στην συγκεκριμένη έρευνα εστίασαμε στη βελτίωση της χωρικής ικανότητας της νοητικής περιστροφής, αξιοποιώντας ένα ψηφιακό περιβάλλον. Αναφερόμαστε στην ικανότητα της νοερής περιστροφής δισδιάστατων ή τρισδιάστατων αντικείμενων γύρω από συγκεκριμένο άξονα από άλλη γωνιά (De Lisi & Wolford, 2002). Η νοητική περιστροφή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε αρκετές δημιουργικές δραστηριότητες όπως η μηχανική, οι κατασκευές και ο σχεδιασμός προϊόντων. Συνδέεται άμεσα με τη Γεωγραφία, τα Μαθηματικά, τη Γεωμετρία, τη Βιολογία και τη Φυσική.

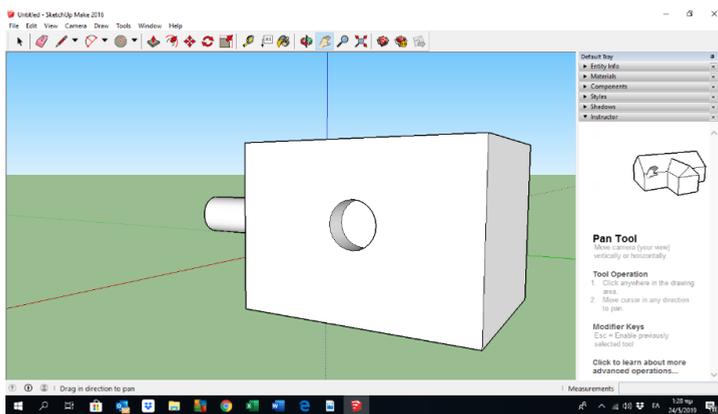
Παλαιότερη έρευνα σχετική με τη χωρική ικανότητα της νοητικής περιστροφής από τον Yildiz & Tuzun (2011), με χρήση τρισδιάστατου ψηφιακού περιβάλλοντος, έδειξε σημαντική βελτίωση του δείγματος που ελέγχθηκε.

Όμοια αποτελέσματα είχε και η έρευνα των Baki, Kosa, & Guven (2009). Οι παραπάνω ερευνητές εξέτασαν τη χρήση ενός γεωμετρικού λογισμικού στη διδασκαλία της Γεωμετρίας, κάνοντας παράλληλα σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση της δεξιοτήτας νοητικής περιστροφής στο δείγμα που έκανε χρήση της ψηφιακής εφαρμογής. Εντούτοις πρέπει να σημειωθεί η ύπαρξη ερευνών που τεκμηριώνουν ότι η εκπαίδευση με δραστηριότητες που εμπλέκουν τους μαθητές στη χρήση υλικών και στη δημιουργία κατασκευών υπό κλίμακα (μακέτες) έχουν θετικό αντίκτυπο στην νοητική περιστροφή (Olkun, 2003; Kurtulus, 2011).

Από το πλήθος των ψηφιακών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για ψηφιακές αναπαραστάσεις, στην παρούσα έρευνα αξιοποιήθηκε η εφαρμογή SketchUp της Google. Η συγκεκριμένη εφαρμογή επιτρέπει στον χρήστη τη γρήγορη δημιουργία, σύνθεση, διαχείριση και διαμοιρασμό τρισδιάστατων οντοτήτων ή κατασκευών. Σχεδιάστηκε αρχικά για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων στους τομείς της Αρχιτεκτονικής και της Μηχανικής.

Ωστόσο, λόγω της απλότητας των εντολών, του φιλικού περιβάλλοντος εργασίας του και της εύκολης και γρήγορης δυνατότητας εκμάθησης που προσφέρει, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία και την κατανόηση θεμάτων που αφορούν το χώρο.

Βασικά πλεονεκτήματά του στα οποία θα άξιζε να εστιάσει ο χρήστης είναι ότι παρέχεται δωρεάν στη βασική του έκδοση, η εκμάθησή του απαιτεί ελάχιστο χρόνο, καθώς και το ότι διαθέτει αρκετό υποστηρικτικό υλικό (tutorials) και βιβλιοθήκες με έτοιμα αντικείμενα (warehouse). Όλα τα μοντέλα που παράγει το SketchUp αποτελούνται από ακμές και γραμμές που δημιουργούν διδιάστατα πλαίσια. Τα πλαίσια αυτά μετατρέπονται σε τρισδιάστατα μοντέλα γρήγορα και εύκολα με μια μόνο εντολή (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1. Παράδειγμα δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου**

Επιπλέον, το λογισμικό επιτρέπει στους χρήστες όχι μόνο να δημιουργήσουν μοντέλα, αλλά δίνει την δυνατότητα περιστροφής, μεγέθυνσης/σμίκρυνσης και τομής του μοντέλου και στους τρεις άξονες. Παρότι οι περισσότερες έρευνες έχουν εστιάσει στο θετικό αντίκτυπο αυτού του τύπου εφαρμογών αναφορικά με τη βελτίωση της νοητικής περιστροφής, είναι περιορισμένες οι έρευνες που μελετούν την αποτελεσματικότητα του SketchUp στην διδασκαλία (Kurtulus & Uygan, 2010; LaFerla et al., 2009; Martin-Dorta et al., 2008).

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί, αν η χρήση της ψηφιακής εφαρμογής SketchUp, βελτιώνει περισσότερο τη δεξιότητα της νοητικής περιστροφής (mental rotation) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σε σχέση με την τοπική διδασκαλία, χρησιμοποιώντας το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT).

## Ερευνητικά Ερωτήματα

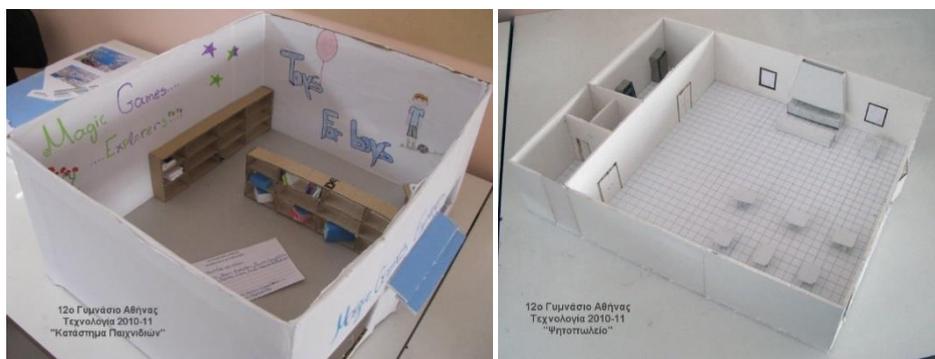
Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία προσπαθήσαμε να απαντήσουμε ήταν τα ακόλουθα:

- Υπάρχει αξιολογική διαφορά στα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας ελέγχου στο Mental Rotation Test (MRT);
- Υπάρχει αξιολογική διαφορά στα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας πειραματισμού στο Mental Rotation Test (MRT);
- Υπάρχει αξιολογική διαφορά στα αποτελέσματα του posttest της ομάδας πειραματισμού και ελέγχου στο Mental Rotation Test (MRT);

## Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του υποχρεωτικού προπτυχιακού μαθήματος «Γενική Τεχνολογία» των τμημάτων Εκπαιδευτικών Ηλεκτρονικών και Πολιτικών Μηχανικών της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. στο οποίο οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί διδάσκονται το σχεδιασμό και την κατασκευή αντικειμένων προκειμένου να είναι σε θέση να διδάξουν το μάθημα «Τεχνολογία» στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η έρευνα ήταν ποσοτική και οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες με βάση τον τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος, την ομάδα ελέγχου και την ομάδα πειραματισμού. Η ομάδα ελέγχου διδάχτηκε τον τρόπο σχεδιασμού και κατασκευής αντικειμένων υπό κλίμακα (μακέτα) με υλικά (χαρτόνι, ξύλο κ.ά.) (Σχήμα 2). Ο τρόπος της διδασκαλίας περιελάμβανε αρχικά τον σχεδιασμό των αντικειμένων σε χαρτί και έπειτα την κατασκευή τους με χρήση εργαλείων και υλικών, σε εργαστηριακό χώρο που διέθετε την ανάλογη υποδομή. Στον αντίποδα, η ομάδα πειραματισμού διδάχτηκε τον τρόπο σχεδιασμού και κατασκευής ψηφιακών αντικειμένων με την εφαρμογή SketchUp της Google (Σχήμα 3). Ο τρόπος της διδασκαλίας περιελάμβανε αρχικά τον σχεδιασμό των αντικειμένων σε χαρτί, έπειτα την εκμάθηση της εφαρμογής και τέλος τον ψηφιακό τους σχεδιασμό.



Σχήμα 2. Παράδειγμα εργασιών μοντέλων υπό κλίμακα με χρήση υλικών στο πλαίσιο του μαθήματος της Τεχνολογίας στην Α' Γυμνάσιο



Σχήμα 3. Παράδειγμα σχεδιασμού στο SketchUp

Οι συμμετέχοντες και των δυο ομάδων συμπλήρωσαν το Mental Rotation Test (MRT) στο πρώτο (pretest) και στο τελευταίο (posttest) μάθημα. Η έρευνα έλαβε χώρα κατά την διάρκεια

του χειμερινού εξαμήνου 2018-2019 και η διάρκειά της ήταν 13 εβδομάδες. Στο τελευταίο μάθημα της ομάδας πειραματισμού πραγματοποιήθηκε συζήτηση και καταγραφή των απόψεων των συμμετεχόντων ως προς την ευκολία, χρηστικότητα, εκμάθηση και εκπαιδευτική ένταξη της ψηφιακής εφαρμογής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

### **Δείγμα**

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 55 μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, που φοιτούν στο 3<sup>ο</sup> έτος, στα Τμήματα Εκπαιδευτικών Ηλεκτρονικών και Πολιτικών Μηχανικών της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Οι φοιτητές του Τμήματος Εκπαιδευτικών Ηλεκτρονικών Μηχανικών ορίστηκαν ως η ομάδα ελέγχου (A, N=26) ενώ οι φοιτητές του Τμήματος Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών αποτέλεσαν την ομάδα πειραματισμού (B, N=29).

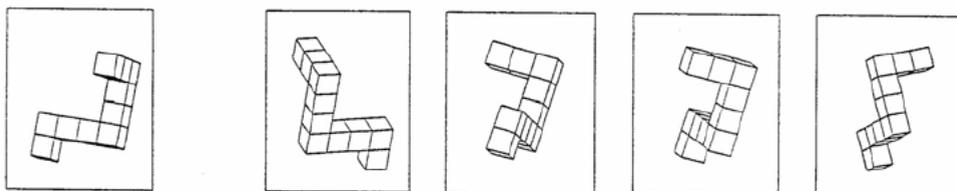
Οι δυο ομάδες θεωρήθηκαν ομοιογενείς παρ' ότι προέρχονταν από διαφορετικά τμήματα, καθώς το Πρόγραμμα Σπουδών τους μέχρι και το 2<sup>ο</sup> έτος, περιλαμβάνει παρόμοια σχεδιαστικά μαθήματα (ηλεκτρονικό/τεχνικό σχέδιο σε δυο διαστάσεις). Το μάθημα στο πλαίσιο του οποίου διεξήχθη η έρευνα ήταν η πρώτη επαφή όλων των συμμετεχόντων με τον σχεδιασμό και την κατασκευή τρισδιάστατων αντικειμένων.

Το δείγμα της έρευνας προέκυψε από συμπτωματική δειγματοληψία (δειγματοληψία «ευκολίας- convenience sampling»). Τα «βολικά» δείγματα είναι άμεσα προσβάσιμα, ωστόσο η αντιπροσωπευτικότητά τους είναι αμφισβητήσιμη (Fraenkel et al., 2012).

### **Συλλογή Δεδομένων**

Επιλέξαμε ποσοτικές τιμές μέτρησης για την κωδικοποίηση, ανάλυση και αξιολόγηση των δεδομένων της έρευνάς μας. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT), το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία μέτρησης της χωρικής δεξιότητας της νοητικής περιστροφής.

Το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT) είναι ένα εργαλείο μέτρησης της ικανότητας της νοητικής περιστροφής το οποίο δημιουργήθηκε από τον Steven G. Vandenberg & Allan R. Kuse, το 1978. Αποτελείται από εικοσιτέσσερα ερωτήματα πολλαπλής επιλογής. Το τεστ βασίζεται σε ερωτήματα με τρισδιάστατα αντικείμενα (σύνθεση κύβων), τα οποία απεικονίζονται σε συγκεκριμένη θέση/προσανατολισμό. Δίπλα στο κάθε αντικείμενο, παρατίθενται τέσσερις εικόνες με το ίδιο ή παρόμοιο αντικείμενο, περιστραμμένο. Ζητείται η υπόδειξη των δυο σχημάτων από τα τέσσερα τα οποία ανταποκρίνονται στο αρχικό σχήμα (Σχήμα 4). Ο χρόνος συμπλήρωσης του MRT ήταν αυστηρά έξι λεπτά και για την ομάδα ελέγχου και για την ομάδα πειραματισμού, τόσο στα pretest όσο και στα posttest.



**Σχήμα 4. Παράδειγμα ερωτήματος του Vandenberg Mental Rotation Test (MRT)**

### **Ανάλυση Δεδομένων**

Για την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for Social Sciences). Σε μια πρώτη φάση, προκειμένου να

επιβεβαιώσουμε ότι οι επιδόσεις των ομάδων ελέγχου και πειραματισμού στο Mental Rotation test ήταν ομοιογενείς πριν την παρέμβαση, επιλέξαμε το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U. Το κριτήριο σύγκρισης Mann-Whitney ελέγχει την υπόθεση ότι τα άθροισμα των βαθμών των θέσεων των παρατηρήσεων των δύο ομάδων είναι ίσα (Χαλικιάς κ.ά., 2015). Το τεστ Mann-Whitney U, αντίστοιχο του t ελέγχου για ανεξάρτητα δείγματα, επιλέχθηκε, καθώς δεν υπήρχε κανονική κατανομή στις ποσοτικές τιμές του δείγματος. Έπειτα, προκειμένου να απαντήσουμε στο ερευνητικό μας ερώτημα, συγκρίναμε τις βαθμολογίες των pretest και posttest των εκπαιδευτικών της ομάδας ελέγχου και πειραματισμού εκτελώντας το Wilcoxon's Matched-Pairs Signed-Ranks Test. Ο έλεγχος Wilcoxon εξετάζει την υπόθεση ότι το άθροισμα των βαθμών των αρνητικών διαφορών και το άθροισμα των βαθμών των θετικών διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων (πριν και μετά) είναι ίσα (Χαλικιάς κ.ά., 2015). Πρόκειται για έναν έλεγχο μη παραμετρικό, ισοδύναμο του T-test για εξαρτημένα δείγματα και χρησιμοποιείται όταν οι τιμές της μεταβλητής δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

## Αποτελέσματα

Για τον έλεγχο της ομοιογένειας των επιδόσεων των δύο ομάδων πριν την παρέμβαση με το στατιστικό κριτήριο Mann-Whitney U η μηδενική υπόθεση διατυπώθηκε ως εξής: *δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των βαθμών της ομάδας ελέγχου και της ομάδας πειραματισμού στο pretest*. Το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό ( $z = -0,857$  και  $p = 0,391$ ). Ο έλεγχος υποδεικνύει ότι δεν μπορούμε να απορρίψουμε την υπόθεση ισότητας, καθώς το  $p = 0,391 > 0,05$ . επομένως δε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι οι μέσοι όροι των δύο ομάδων διαφέρουν. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα αποτελέσματα του Mann-Whitney U test καθώς και οι διάμεσοι (mean) και το εύρος (range) για κάθε μία από τις ομάδες του δείγματος.

**Πίνακας 1. Αποτελέσματα ελέγχου Mann-Whitney U test**

	N	Mean	Range	Mean Rank	Sum of Ranks	U	p
Ομάδα ελέγχου	26	5	9	29,94	778,50	326,500	0,391
Ομάδα Πειραματισμού	29	5	16	26,26	761,50		

Στην συνέχεια, προκειμένου να ελέγξουμε εάν οι ομάδες βελτίωσαν τη δεξιότητα νοητικής περιστροφής μετά την παρέμβασή μας, εξετάσαμε εάν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα του pretest και posttest της κάθε ομάδας. Πραγματοποιήσαμε το Wilcoxon's Matched-Pairs Signed-Ranks Test για την ομάδα ελέγχου και πειραματισμού ξεχωριστά, ώστε να συγκρίνουμε τη διαφοροποίηση των επιδόσεων των εκπαιδευτικών στα pretest και posttest.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το Wilcoxon's Matched-Pairs Signed-Ranks Test για την ομάδα ελέγχου (Ηλεκτρονικοί Μηχανικοί, που κατασκεύασαν αντικείμενα υπό κλίμακα στην παρέμβαση). Η μηδενική υπόθεση ορίστηκε ως εξής: *δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων της ομάδας ελέγχου στο pretest και posttest*. Ο μέσος όρος (mean) για τις βαθμολογίες του pretest είναι 5,35 ενώ για τις βαθμολογίες του posttest είναι 5,12. Το αποτέλεσμα του ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι η μηδενική υπόθεση επιβεβαιώνεται αφού η τιμή του p είναι μεγαλύτερη του 0,05 ( $p = 0,859 > 0,05$ ).

**Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου Wilcoxon για την ομάδα ελέγχου**

	N	Mean	Std. Deviation	p
pretest	26	5,35	2,314	0,859
posttest	26	5,12	2,422	

Στον Πίνακα 3 καταγράφονται τα αποτελέσματα του Wilcoxon για την ομάδα πειραματισμού (Πολιτικοί Μηχανικοί, που σχεδίασαν ψηφιακά αντικείμενα με τη βοήθεια της εφαρμογής SketchUp της Google). Η μηδενική υπόθεση ορίστηκε ως εξής: *δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων της ομάδας πειραματισμού στο pretest και posttest*. Ο μέσος όρος (mean) για τις βαθμολογίες του pretest είναι 5,03 ενώ για τις βαθμολογίες του posttest είναι 8,52. Από το αποτέλεσμα του ελέγχου Wilcoxon φαίνεται ότι η μηδενική υπόθεση δεν επιβεβαιώνεται ( $p=0,000$ ,  $p<0,05$ ). Με την τιμή του  $p$  να είναι μικρότερη από 0,05 η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, και υιοθετείται η εναλλακτική υπόθεση. Συνεπώς η διαφορά (βελτίωση) των επιδόσεων στα pretest και posttest είναι στατιστικά σημαντική.

**Πίνακας 3. Αποτελέσματα ελέγχου Wilcoxon για την ομάδα πειραματισμού**

	N	Mean	Std. Deviation	p
pretest	29	5,03	3,968	0,000
posttest	29	8,52	5,962	

Σε επόμενο πίνακα (Πίνακας 4) παρατίθενται οι διάμεσοι και το εύρος των δύο ομάδων τα οποία συνηθίζουμε να δίνουμε στις περιπτώσεις που η κανονικότητα παραβιάζεται (Χαλκιάς κ.ά., 2015).

**Πίνακας 4. Διάμεσοι (median) και εύρος (range) για ομάδα ελέγχου και πειραματισμού**

		Pretest	Posttest
Ομάδα ελέγχου	N	26	26
	Median	5,50	5,00
	Range	9	9
Ομάδα Πειραματισμού	N	29	29
	Median	5,00	7,00
	Range	16	22

## Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί, εάν η χρήση της ψηφιακής εφαρμογής SketchUp, βελτιώνει τη δεξιότητα της νοητικής περιστροφής (mental rotation) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σε σχέση με την τοπική διδασκαλία, χρησιμοποιώντας το Vandenberg Mental Rotation Test (MRT).

### 1<sup>ο</sup> Ερευνητικό Ερώτημα

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα διατυπώθηκε ως εξής: «Υπάρχει αξιολογη διαφορά στα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας ελέγχου στο Mental Rotation Test (MRT);». Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά

ανάμεσα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας ελέγχου. Συνεπώς, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που διδάχθηκαν το μάθημα με τον καθιερωμένο τρόπο διδασκαλίας (κατασκευή αντικειμένων υπό κλίμακα) δε βελτίωσαν τη δεξιότητα νοητικής περιστροφής.

### **2<sup>ο</sup> Ερευνητικό Ερώτημα**

Το επόμενο ερώτημα της έρευνας ήταν το ακόλουθο: «Υπάρχει αξιολογη διαφορά στα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας πειραματισμού στο Mental Rotation Test (MRT);». Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι τα αποτελέσματα του pretest και posttest της ομάδας πειραματισμού διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Επομένως, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που διδάχθηκαν το μάθημα με τη χρήση της ψηφιακής εφαρμογής SketchUp, βελτίωσαν σημαντικά τη δεξιότητα νοητικής περιστροφής.

### **3<sup>ο</sup> Ερευνητικό Ερώτημα**

Το τρίτο ερώτημα της έρευνας τέθηκε ως εξής: «Υπάρχει αξιολογη διαφορά στα αποτελέσματα του posttest της ομάδας πειραματισμού και ελέγχου στο Mental Rotation Test (MRT);». Οι επιδόσεις των ομάδων στο pretest ήταν ομοιογενείς, όχι όμως και στο posttest.

Συμπερασματικά, η ομάδα ελέγχου, που χρησιμοποίησε την καθιερωμένη μέθοδο κατασκευών με χαρτόνι, ξύλο κ.ά. υλικά στο πλαίσιο του μαθήματος «Γενική Τεχνολογία», δε βελτίωσε τη δεξιότητα νοητικής περιστροφής, ενώ η ομάδα πειραματισμού, που έκανε χρήση της ψηφιακής εφαρμογής αναπαραστάσεων SketchUp, βελτίωσε σημαντικά τη δεξιότητα νοητικής περιστροφής.

Από την συζήτηση με τους συμμετέχοντες της ομάδας πειραματισμού, προέκυψαν ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί είχαν διδαχθεί το μάθημα «Τεχνολογία», στο Γυμνάσιο, με τη μέθοδο της κατασκευής αντικειμένων με υλικά. Συγκρίνοντας τις δύο διαφορετικές εμπειρίες ανέφεραν ότι η χρήση της ψηφιακής εφαρμογής ήταν πιο ενδιαφέρουσα και είχαν περισσότερες δυνατότητες σχεδιασμού, διαχείρισης και ελέγχου. Ειδικότερα η πλειοψηφία υποστήριξε ότι τους εντυπωσίασε το γεγονός ότι μπορούσαν να περιστρέψουν το αντικείμενο, να εντοπίσουν σχεδιαστικές αστοχίες και να προβούν στις απαραίτητες διορθώσεις σε αντίθεση με την παραδοσιακή κατασκευή. Θεώρησαν την εφαρμογή φιλική και εύχρηστη και ότι εκμάθησή της έγινε σύντομα λόγω των λίγων εντολών που διαθέτει. Οι συμμετέχοντες δήλωσαν πρόθυμοι να τη χρησιμοποιήσουν μελλοντικά στην διδασκαλία ως εκπαιδευτικοί κατά πλειοψηφία.

### **Συζήτηση**

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν παλαιότερες έρευνες που αναφέρουν βελτίωση της νοητικής περιστροφής με την χρήση της συγκεκριμένης εφαρμογής (Baki et al., 2009; Yildiz & Tuzun, 2011). Ανάλογες έρευνες στον Ελληνικό χώρο είναι ελάχιστες και οι περισσότερες έχουν εστιάσει στο θετικό αντίκτυπο του SketchUp στη βελτίωση της νοητικής περιστροφής, ενώ έρευνες για την αποτελεσματικότητα του στην διδασκαλία είναι περιορισμένες. Ειδικότερα, για την εκπαιδευτική του χρήση στο μάθημα της «Τεχνολογίας», από την βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν βρέθηκε καμιά ανάλογη εργασία.

Ένας περιορισμός της παρούσας έρευνας είναι ο μικρός αριθμός του δείγματος. Ο αριθμός των συμμετεχόντων αρχικά ανερχόταν σε 109 άτομα αλλά κατέληξαν σε 55, λόγω απόρριψης (μη αναγραφή στοιχείων στα ερωτηματολόγια ή μη προσέλευση στο τελευταίο μάθημα). Επίσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην ομάδα ελέγχου οι κατασκευές γίνονταν ανά ομάδες των 5 ατόμων, με αποτέλεσμα να μην εργάζονται ισοδύναμα όλα τα μέλη της

(υποδομή, εργαλεία κ.ά.) σε αντίθεση με την ομάδα πειραματισμού όπου υπήρχε ατομική θέση εργασίας (ηλεκτρονικό υπολογιστή).

Από τη συζήτηση με την ομάδα πειραματισμού στο τελευταίο μάθημα, προέκυψαν θετικά σχόλια σε σχέση με τη συνεισφορά της εφαρμογής Sketchup στον χωρικό γραμματισμό και τον σχεδιασμό των χώρων. Αρκετοί από τους συμμετέχοντες ανέφεραν ότι ήταν χρηστικό να βλέπουν άμεσα τις ιδέες τους να μετατρέπονται σε τρισδιάστατες αναπαραστάσεις. Η παραπάνω παρατήρηση επιβεβαιώνει παλαιότερες έρευνες οι οποίες τονίζουν ότι ο σχεδιασμός με χρήση SketchUp ενθαρρύνει το διάλογο, τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα, ενώ, υποδεικνύοντας την πολυπλοκότητα του χώρου και την ανάγκη σχεδιασμού του, αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την εισαγωγή σε μεταγενέστερο χρόνο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην Εκπαίδευση (Galani, 2015).

Η συγκεκριμένη έρευνα έγινε σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς που θα διδάξουν το μάθημα «Τεχνολογία» στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Μεγάλο ενδιαφέρον θα είχε η διεξαγωγή ανάλογης έρευνας σε μαθητές στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, στο πλαίσιο του μαθήματος «Τεχνολογία», ενώ θα μπορούσε να συνδυαστεί και με την τεχνολογία της τρισδιάστατη εκτόπισης των αντικειμένων για πιο ολοκληρωμένο αποτέλεσμα.

## Αναφορές

- Baki, A., Kosa, T., & Guven, B. (2009). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Education Technology*, 24(4), 385–395.
- De Jong, T., & van Joolingen, W. R. (2008). Model-facilitated learning. In Spector, M., Merrill, M. D., van Merriënboer, J., Driscoll, M. P. (Eds.). *Handbook of research on educational communications and technology*. New York, NY: Lawrence Erlbaum.
- De Lisi, R., & Wolford, J. L. (2002). Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 163(3), 272–282.
- Fraenkel, J. R., Wallen N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York. McGraw-Hill.
- Galani, L. (2015). Redesign the school yard using Google SketchUp: a pilot project. *International Journal of Research in Education Methodology*, 7(2), 1101–1111.
- Kurtulus, A., & Uygan, C. (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *World Conference on Learning, Teaching and Administration* (pp. 384–389). Cairo, Egypt: Elsevier Ltd.
- Kurtuluş, A. (2011). Effect of computer-aided perspective drawings on spatial orientation and perspective drawing achievement. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 10(4), 138–147.
- La Ferla, V., Olkun, S., Akkurt, Z., Alibeyolu, M.C., Gonulates, F.O., & Accascina, G. (2009). An international comparison of the effect of using manipulatives on middle grades students' understanding of three dimensional buildings. *Proceedings of the 9th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 9)* (pp. 1–5). France, University of Metz.
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A Meta-analysis. *Child Development*, 56, 1579–1498.
- Martin-Dorta, N., Saorin, J. L., & Contero, M. (2008). Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 505–513.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918.
- McClurg, P., Lee, J., Shavaliar, M., & Jacobsen, K. (1996). *Exploring children's spatial visual thinking in an HyperGami environment*. Educational Resources Information Center, ERIC Servis No. ED408976, (pp. 257–266).
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 1–10.

- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Sjölander, M. (1998). Spatial Cognition and Environmental Descriptions. In Dahlbäck, Nils (ed.), *Exploring Navigation: Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces*, 4 (pp. 46–58), SICS Technical Report T98: 01.
- Yıldız, B., & Tüzün, H. (2011). Effects of using three-dimensional virtual environments and concrete manipulatives on spatial ability. *Hacettepe University Journal of Education*, 41, 498–508.
- Γαλάνη, Α., & Ρόκκα, Α. (2016). *Η διδασκαλία της Γεωγραφίας με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή*. Αθήνα: Gutenberg.
- Κλωνάρη, Αικ., Μανδρίκας, Αχ., Καραμπάτσα, Αθ., Χαλκίδης, Άνθ., Μελίστα, Αν., & Τζουρά, Μ. (2015). Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας Δημοτικού – Γυμνασίου και Προτεινόμενο Εκπαιδευτικό Υλικό. *Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες* (σσ. 161–171). Ρόδος.
- Λαμπρινός, Ν. (2015). Οι τεχνολογίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) ως εργαλεία υποστήριξης της χωρικής σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο, στο *Χαρτογραφίες Νοου, Ψυχής και Γνώσης, Αφιέρωμα στον Ομότιμο Καθηγητή Μύρωνα Μυρίδη Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών* (σσ. 777–790). ΑΠΘ.
- Χαλικιάς, Μ., Λάλου, Π., & Μανωλέσου, Α. (2015). *Μεθοδολογία έρευνας και εισαγωγή στη Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το IBM SPSS STATISTICS*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε στις 10 Μαρτίου 2019 από <http://hdl.handle.net/11419/5075>