

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕ ΤΗ  
ΧΡΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

(PRESERVATION OF CULTURAL HERITAGE WITH THE USE OF  
VIRTUAL REALITY)

ΠΑΝΑΛΗ ΙΩΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΣΑΠΑΚΗΣ ΒΛΑΣΗΣ

ΜΥΤΙΛΗΝΗ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιστορία της Εικονικής Πραγματικότητας ξεκινάει πριν από πολλές δεκαετίες. Ωστόσο, πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία έχει αρχίσει να αναπτύσσεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια κυρίως στον χώρο των παιχνιδιών, της εκπαίδευσης, της ιατρικής και του πολιτισμού. Μέσω αυτής της τεχνολογίας ο χρήστης έχει την ψευδαίσθηση πως περικλύεται από ένα φυσικό περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα μπορεί και να αλληλεπιδράσει με αυτό. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύεται η εικονική πραγματικότητα καθώς και οι τρόποι αναπαράστασης τρισδιάστατων γραφικών. Τέλος, παρουσιάζεται η χρήση αυτών στον τομέα του πολιτισμού, με το παράδειγμα της Δημοτικής Πινακοθήκης Μυτιλήνης και την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της αλλά και την περιήγηση σε αυτό, με την χρήση μάσκας εικονικής πραγματικότητας.

## ABSTRACT

Virtual Reality goes back many decades. However, it is a technology that has started to be significantly refurbished in recent years, mainly in the areas of video games, education, medicine and culture. Through this technology, the user has the illusion of being surrounded by a natural environment, while also interacting with it. The present thesis analyzes the virtual reality as well as the ways of representing 3D graphics. Finally, their use in the field of culture is presented, with the example of the Mytilene Municipal Gallery and the creation of the three-dimensional model within which the user can be immersed in using a virtual reality HMD.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω γονείς και φίλους για την στήριξή τους και βέβαια τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κασαπάκη Βλάση.

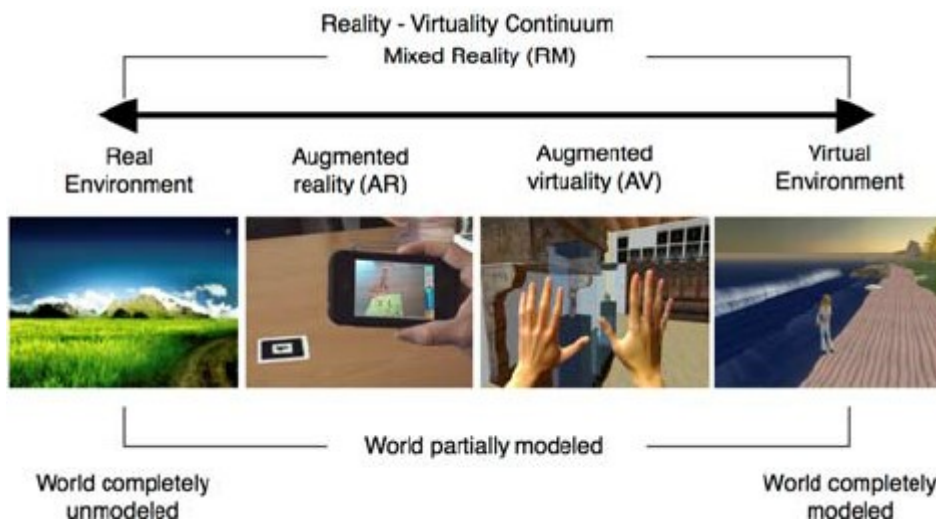
## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ABSTRACT.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΕΙΚΟΝΕΣ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1. ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	6
1.1 Χρήσεις της Εικονικής Πραγματικότητας .....	8
2. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΩΡΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ .....	14
2.1. Φωτογραμμετρία .....	14
2.2 Σαρωτές Laser (Laser Scanning).....	15
2.3 3D Modelling .....	16
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	20
3.1. Εξωτερικό Κτηρίου .....	21
3.2 Εσωτερικό Κτηρίου.....	25
4. Προβλήματα.....	31
5. Συμπεράσματα .....	32
Βιβλιογραφία .....	33

# 1. ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Πριν ξεκινήσουμε να παρουσιάσουμε τον ορισμό της Εικονικής Πραγματικότητας (virtual reality), είναι χρήσιμο να αναφέρουμε πως ο όρος «εικονικό» παραπέμπει σε κάτι πλαστό, ενώ ο όρος «πραγματικότητα» σε ένα υπαρκτό περιβάλλον, μη φανταστικό. Παρατηρώντας λοιπόν την ονομασία (Εικονική Πραγματικότητα) θα μπορούσαμε να αναρωτηθούμε το εξής: πώς μπορεί η πραγματικότητα να είναι ταυτόχρονα και εικονική;

Οι Paul Milgram και Fumio Kishino, παρουσίασαν την θεωρία του συνεχούς της Πραγματικότητας- Εικονικότητας [Εικόνα 1]. Σε αυτή τη θεωρία διεξάγεται το εξής: Το συνεχές ξεκινώντας από τα αριστερά, περιέχει το Πραγματικό Περιβάλλον, έναν κόσμο δηλαδή χωρίς καμία εικονική παρέμβαση και καταλήγει στα δεξιά με το Εικονικό Περιβάλλον, στο οποίο δεν υπάρχει κανένα φυσικό στοιχείο, τα πάντα αποτελούνται από εικονικά αντικείμενα. Ενδιάμεσα συναντάμε την Μικτή Πραγματικότητα που αποτελείται από την Επαυξημένη Πραγματικότητα και την Επαυξημένη Εικονικότητα. Στην πρώτη, ψηφιακά αντικείμενα προστίθενται και “επαυξάνουν” τον φυσικό κόσμο, ενώ στην δεύτερη, τα φυσικά αντικείμενα είναι αυτά που προστίθενται στον εικονικό κόσμο. Η Μικτή Πραγματικότητα ενοποιεί τα δύο άκρα, συνδυάζοντας το πραγματικό με τον εικονικό κόσμο (Milgram, 1994).



Εικόνα 1. Το συνεχές της Εικονικότητας- Πραγματικότητας

Η ιστορία της Εικονικής Πραγματικότητας ξεκινάει από το 1838 με την ανακάλυψη του στερεοσκοπίου (Barnard, 2019), ωστόσο ως επίτευγμα την συναντάμε τις τελευταίες δεκαετίες. Για αυτό τον λόγο, μέχρι σήμερα, δεν έχει υπάρξει σαφής ορισμός της εικονικής πραγματικότητας καθώς είναι δύσκολο ακόμα να προσδιοριστεί πλήρως. Ωστόσο, οι περισσότεροι ορισμοί είναι παρόμοιοι καθώς αναφέρονται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία θα αναφερθούν στην συνέχεια. Γενικά λοιπόν,

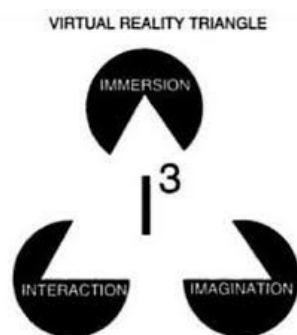
μπορούμε να ορίσουμε την εικονική πραγματικότητα ως μια ανθρωποκεντρική προσομοίωση που έχει σκοπό, μέσω των τρισδιάστατων γραφικών, την δημιουργία ενός περιβάλλοντος από το οποίο ο χρήστης έχει την ψευδαίσθηση πως περικλείεται, ενώ ταυτόχρονα είναι ικανός και να αλληλεπιδρά με εικονικά αντικείμενα. Το περιβάλλον αυτό δεν είναι απαραίτητο να είναι υπαρκτό ή να βασίζεται πάνω στους νόμους της φυσικής (Milgram, 1994).

Τα βασικά χαρακτηριστικά κατά τα οποία αξιολογείται η ποιότητα ενός συστήματος Εικονικής Πραγματικότητας, είναι τρία I: εμπύθιση (Immersion), αλληλεπίδραση (Interaction) και φαντασία (Imagination) (Burdea & Coiffet, 2003) [Εικόνα 1.2].

*Εμπύθιση* επιτυγχάνεται όταν ο χρήστης έχει τη αίσθηση πως το εικονικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται είναι πραγματικό. Όσο μεγαλύτερη είναι η αίσθηση αυτή τόσο περισσότερο επιτυγχάνεται η εμπύθιση. Αυτή καθίσταται δυνατή με την χρήση ειδικού εξοπλισμού (πχ. μάσκα, γάντια).

Η *αλληλεπίδραση* σχετίζεται με το αν ο χρήστης μπορεί να κινηθεί φυσικά μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Δηλαδή με το πόσο φυσικά αντιστοιχούν οι κινήσεις που πραγματοποιεί στο φυσικό κόσμο με αυτές στον εικονικό. Πρόκειται για ένα σημαντικό χαρακτηριστικό καθώς η αποτυχία στην αλληλεπίδραση συνήθως επιφέρει ζαλάδες και συμπτώματα ναυτίας στον χρήστη.

Τέλος, η *φαντασία* αφορά την εικόνα του εικονικού κόσμου και κατά πόσο ο χρήστης μπορεί να τον αντιληφθεί ως πραγματικό.



Εικόνα 2. Τα τρία βασικά χαρακτηριστικά της Εικονικής Πραγματικότητας

Με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας η εμπειρία ενός εικονικού συστήματος είναι πολύ πιο εύκολη και ολοκληρωμένη. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η πλήρης εμπύθιση του χρήστη σε ένα ΕΠ, απαιτεί και τον κατάλληλο εξοπλισμό. Ο πιο σημαντικός εξοπλισμός είναι ο γραφικός, δηλαδή η ποιότητα, η ανάλυση και ο ρυθμός ανανέωσης της εικόνας. Μέχρι σήμερα όλα αυτά τα διαθέτουν δύο μοντέλα τα οποία έχουν φέρει την επανάσταση στην VR εμπειρία, τα Oculus Rift και HTC Vive.

Η εταιρία Oculus ιδρύθηκε το 2012 και κατάφερε να συγκεντρώσει το ποσό των 2,4 εκατ. δολαρίων μέσα σε μόλις έναν μήνα, ενώ συνολικά άγγιξε το ποσό των 90



εκατ. δολαρίων. Η εταιρεία Oculus VR εξαγοράστηκε από το Facebook έναντι 2 δισ. δολαρίων το 2014. Μέχρι σήμερα έχει δημιουργήσει τέσσερα HMDs με το Oculus Rift S να βγαίνει στην αγορά τον Μάρτιο του 2019 ως αντικαταστάτης του αρχικού Rift (2015) [Εικόνα 3α]. Διαθέτει δύο οθόνες, μία στο κάθε μάτι, με συνολική ανάλυση 2560x1440, ρυθμό ανανέωσης 80 Hz, εύρος γωνίας 115 μοίρες.

Το HTC Vive δημιουργήθηκε από την HTC και την Valve το 2015 και κυκλοφόρησε στην αγορά τον Απρίλιο του 2016. Η πιο πρόσφατη εκδοχή του, που κυκλοφόρησε το 2018, διαθέτει δύο οθόνες, μία στο κάθε μάτι, με συνολική ανάλυση 2880x1600 pixels, εύρος γωνίας 110 μοίρες και ρυθμό ανανέωσης εικόνας 90 Hz [Εικόνα 3β].

Τέλος και τα δύο μοντέλα διαθέτουν χειριστήρια και είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να κινείται ελεύθερα και με φυσικότητα. Ωστόσο ακόμη δεν αποτελούν προσιτές επιλογές ως προς το οικονομικό τους κομμάτι, καθώς η πρώτη διατίθεται κοντά στα 600 ευρώ και η δεύτερη στα 900 ευρώ. Επιπλέον για την βέλτιστη λειτουργία τους είναι αναγκαίες ορισμένες προδιαγραφές που θα πρέπει να διαθέτει ο υπολογιστής στον οποίο θα συνδέονται.



Εικόνα 3. (α) HDM Oculus Rift S. (β) HDM HTC Vive Pro

## 1.1 Χρήσεις της Εικονικής Πραγματικότητας

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας άρχισε να ελκύει το ενδιαφέρον τόσο σε επίπεδο έρευνας, όσο και σε επίπεδο εφαρμογής. Πλέον ξεκινά να μπαίνει στην ζωή μας, υποσχόμενη να αλλάξει τα δεδομένα της καθημερινότητάς μας. Τα πρώτα βήματα της αλλαγής αυτής ξεκινούν να εμφανίζονται δυναμικά σε πολλούς τομείς όπως είναι τα παιχνίδια, η εκπαίδευση, η ιατρική και ο πολιτισμός.

### Παιχνίδια

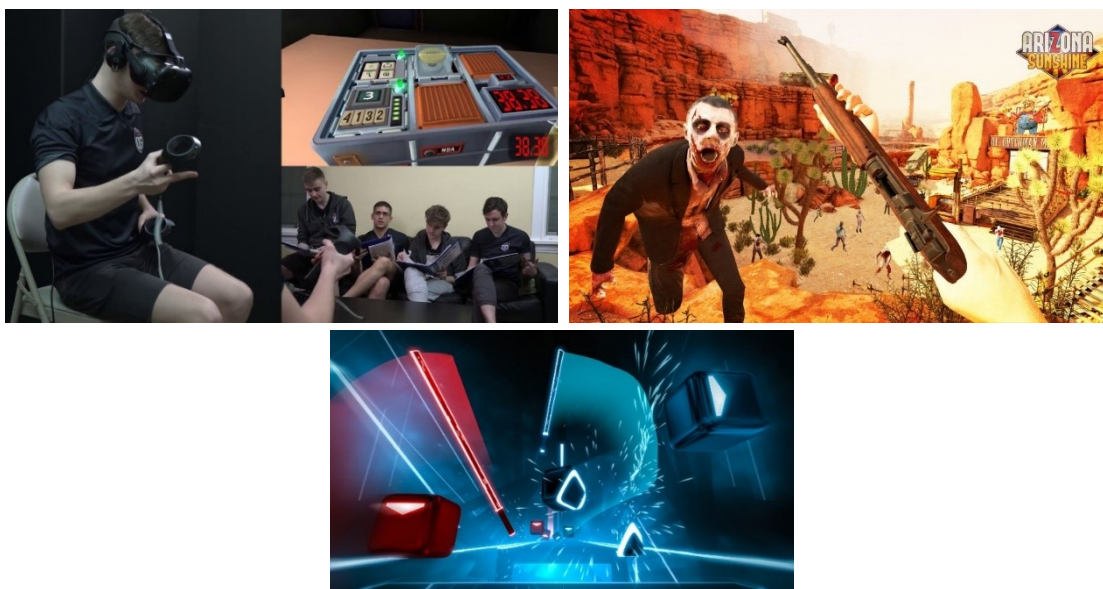
Μια από τις κύριες εφαρμογές του συστήματος της ΕΠ εμφανίζεται στην περιοχή της διασκέδασης, με την πιο δημοφιλή χρήση του να σημειώνεται στον χώρο των παιχνιδιών. Πλέον τα χαρακτηριστικά τα οποία αποζητούν οι χρήστες στα παιχνίδια

φαίνεται να είναι η πιστή απεικόνιση του γραφικού κόσμου, η δομή του και η αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο.

Ένα παιχνίδι με την χρήση μάσκας, είναι το Keep Talking And Nobody Explodes το οποίο κυκλοφόρησε τον Οκτώβριο του 2018. Πρόκειται για τον ρόλο ενός ειδικού πράκτορα, ο οποίος κατεβαίνει σε σκοτεινά υπόγεια και έρχεται αντιμέτωπος με ωρολογιακές βόμβες. Το παιχνίδι αυτό γίνεται ενδιαφέρον καθώς παίζεται σε συνεργασία με άλλα άτομα σε πραγματικό χρόνο [Εικόνα 4α].

Ένα ακόμη παράδειγμα παιχνιδιού ΕΠ, είναι το Arizona Sunshine το οποίο βγήκε στην αγορά τον Δεκέμβριο του 2016 [Εικόνα 4β]. Στο παιχνίδι αυτό, ο παίκτης εξερευνά περιβάλλοντα και βρίσκει τα εργαλεία που χρειάζεται για να προχωρήσει η πλοκή. Κατά τη διάρκεια της εκστρατείας του συναντά συνεχώς μικρές ομάδες ζόμπι. Ο παίκτης προσπαθεί να υπερασπιστεί τον εαυτό του χρησιμοποιώντας τα όπλα του και το περιβάλλον γύρω του.

Τέλος, το Beat Saber είναι ένα παιχνίδι ρυθμού ΕΠ, το οποίο κυκλοφόρησε τον Μάιο του 2019 [Εικόνα 4γ]. Ο παίκτης με ένα σπαθί σε κάθε χέρι (δηλαδή με δύο χειριστήρια) προσπαθεί να κόψει τα «μπιτάκια» καθώς έρχονται προς το μέρος του και να μαζέψει πόντους. Καθώς αυξάνεται ο ρυθμός, θα πρέπει να κινεί ολόκληρο το σώμα για να αποφύγει τα αντικείμενα που έρχονται προς το μέρος του, να κάνει πλάγια βήματα και να σκύβει, ενώ ταυτόχρονα θα κρατάει τον ρυθμό και θα κόβει τα «μπιτάκια».



**Εικόνα 4.** (α) Παρέα παίζει το παιχνίδι Keep Talking And Nobody Explodes. (β) Εξώφυλλο του Arizona Sunshine. (γ) Στιγμιότυπο από το παιχνίδι Beat Saber

### Εκπαίδευση

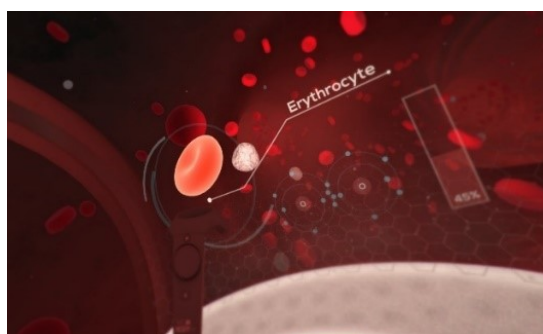
Πλέον οι εφαρμογές της ΕΠ στην εκπαίδευση κερδίζουν συνεχώς έδαφος. Οι εφαρμογές αυτές παρέχουν συνήθως ικανοποιητικά γραφικά, ώστε να υπάρχουν κίνητρα μάθησης, ενώ μελέτες δείχνουν πως σήμερα αυτές έχουν οδηγήσει στις εξής

θετικές επιδράσεις: δημιουργία ενδιαφέροντος, καλλιέργεια φαντασίας, οικοδόμηση γνώσης, αφομοίωση της πληροφορίας. Ο εκπαιδευόμενος δηλαδή μέσω της ΕΠ διαθέτει ελεύθερη πλοήγηση στις πληροφορίες, αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον και εμπλοκή των αισθήσεων (Ιατρού). Σκοπός της πρακτικής αυτής λοιπόν είναι η μάθηση να μην αποτελεί αγγαρεία, αλλά αντίθετα να είναι ευχάριστη.

Ένα παράδειγμα χρήσης της ΕΠ στην εκπαίδευση αποτελεί το ClassVR<sup>1</sup>. Το ClassVR προσφέρει στους μαθητές, μέσω της ΕΠ και με την χρήση μίας μάσκας, πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό (πχ. ιστορία, γεωγραφία). Το ClassVR είναι ειδικά σχεδιασμένο για την χρήση του σε σχολική τάξη, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να επισκεφτούν εικονικά, για παράδειγμα την εποχή των δεινοσαύρων [Εικόνα 5α].

Ένα άλλο παράδειγμα χρήσης της ΕΠ στην εκπαίδευση είναι η εφαρμογή The Body<sup>2</sup> [Εικόνα 5β]. Πρόκειται για μια εφαρμογή στην οποία ο χρήστης εξερευνά το ανθρώπινο σώμα, τα κύτταρά του, καθώς και την αντίδραση του κατά τη διάρκεια αντιμετώπισης ενός ιού. Η συγκεκριμένη εφαρμογή ΕΠ χρησιμοποιήθηκε και αξιολογήθηκε από 55 φοιτητές πανεπιστημίου, με τη χρήση μίας μάσκας εικονικής πραγματικότητας. Η αξιολόγηση αυτή έδειξε πως η χρήση της ΕΠ στην εκπαίδευση μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη διάθεση και το κίνητρο των φοιτητών προς την εκμάθηση της διδακτέας ύλης (Parong Jocelyn, 2018).

Τέλος μια ακόμη επιλογή είναι η εφαρμογή Universe Sandbox<sup>3</sup>. Με την εφαρμογή αυτή ο χρήστης μπορεί να βρεθεί εικονικά στο διάστημα, ανάμεσα σε πλανήτες [Εικόνα 5γ]. Με την χρήση μίας μάσκας, ο μαθητής εξελίσσει τις γνώσεις του σχετικά με την αστρονομία, την φυσική και την χημεία, ενώ ταυτόχρονα διασκεδάζει και δημιουργεί.



<sup>1</sup> <http://universesandbox.com/>

<sup>2</sup> <http://universesandbox.com/>

<sup>3</sup> <http://universesandbox.com/>



**Εικόνα 5.** (α) Μαθητές δημοτικού σχολείου, χρησιμοποιούν το ClassVR κατά τη διάρκεια μαθημάτων. (β) Στιγμιότυπο της εφαρμογής The Body VR. (γ) Στιγμιότυπο της εφαρμογής Universe Sandbox2.

### Ιατρική

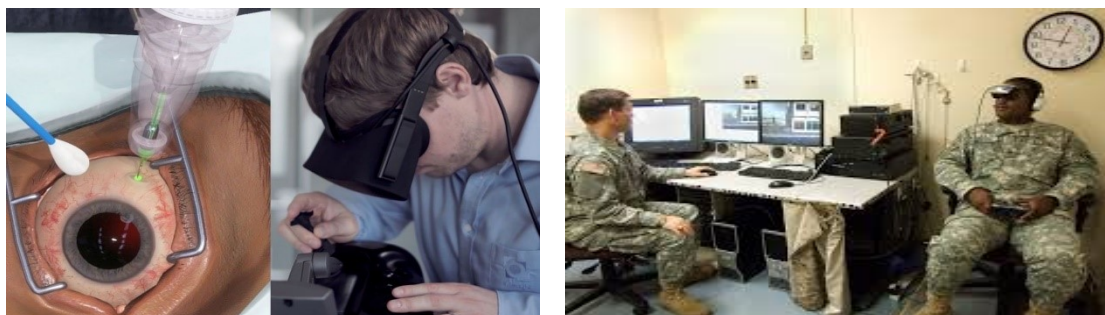
Εικονικά Περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται και στον χώρο της ιατρικής, όπου τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται ιδιαίτερη ανάπτυξη σε αυτόν. Η ΕΠ εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα των ιατρικών κλάδων, ο καθένας από τους οποίους αξιοποιεί τις τεχνολογίες αυτές από διαφορετική οπτική γωνία.

Αρχικά, τα πρώτα βήματα της ΕΠ στον τομέα της ιατρικής άρχισαν ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Δημιουργήθηκε ένα φάσμα εφαρμογών για να συμβάλλουν στην εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού. Ειδικότερα, οι πιο πολλές από τις εφαρμογές αυτές ειδικεύονται στην εκπαίδευση χειρουργών και οι ίδιες αναπαριστούν το ανθρώπινο σώμα, το εσωτερικό του και γενικότερα τη δομή του [Εικόνα 6α]. Ο σχεδιασμός του συστήματος ΕΠ σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαιτητικός, καθώς είναι σημαντική η ορθή εκπαίδευση του χρήστη. Έρευνες αναφέρουν πως η εκπαίδευση των ιατρών με την χρήση ΕΠ, βελτίωσε σημαντικά την απόδοση των εκπαιδευόμενων κατά τη διάρκεια του πραγματικού χειρουργείου (Seymour, et al., 2002).

Η εικονική πραγματικότητα θεωρείται επίσης από αρκετούς ψυχολόγους και ψυχιάτρους, ότι είναι ένας τρόπος για να εξοικειωθεί κανείς με αντικείμενα (π.χ. έντομα, ερπετά) και καταστάσεις (π.χ. αεροπορικά ταξίδια, κλειστοί χώροι), αλλά και για να θεραπευτεί κανείς από κάποιο μετατραυματικό στρες (πχ. πόλεμοι, σεισμοί, ατυχήματα). Για παράδειγμα, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται πάνω από δύο χρόνια από ιατρικά τμήματα των ενόπλων δυνάμεων στις ΗΠΑ, για την αντιμετώπιση του μετατραυματικού στρες σε Αμερικανούς στρατιώτες [Εικόνα 6β]. Με αυτό τον τρόπο φαίνεται πως τα αγχώδη συμπτώματα μειώνονται, καθώς οι στρατιώτες «ξαναζούν» εικονικά την εμπειρία αυτή που τους στιγμάτισε. Έτσι, σύμφωνα με τους δημιουργούς της πλατφόρμας, το 70% των θεραπευόμενων απαλλάσσονται από τα συμπτώματα που χαρακτηρίζουν τη διαταραχή όπως είναι οι κρίσεις πανικού, η κοινωνική απομόνωση κτλ. (Corey, Alicea, & Biocca, 2011)

Η τεχνολογία της ΕΠ έχει δοκιμασθεί και για τη φυσική αποκατάσταση ανθρώπων που έχουν υποστεί εγκεφαλικό. Οι ασθενείς προσπαθούν να φέρουν σε πέρας διάφορες αποστολές που τους έχουν ζητηθεί, με την κίνηση των άνω και κάτω άκρων τους μέσα στο εικονικό περιβάλλον [Εικόνα 6γ]. Σε ένα τέτοιο πείραμα, οι επιστήμονες διαπίστωσαν πως οι ασθενείς αντιδρούν περισσότερο απ' ότι με τις συνηθισμένες

φυσικοθεραπείες, με συνέπεια η αποκατάστασή τους να προχωρά με πιο γρήγορους ρυθμούς. (Jack, et al., 2000)



**Εικόνα 6.** (α) Εκπαίδευση στην ιατρική. (β) Θεραπεία για μετατραυματικό στρες. (γ) Θεραπεία για άτομο που υπέστη εγκεφαλικό.

### Πολιτισμός

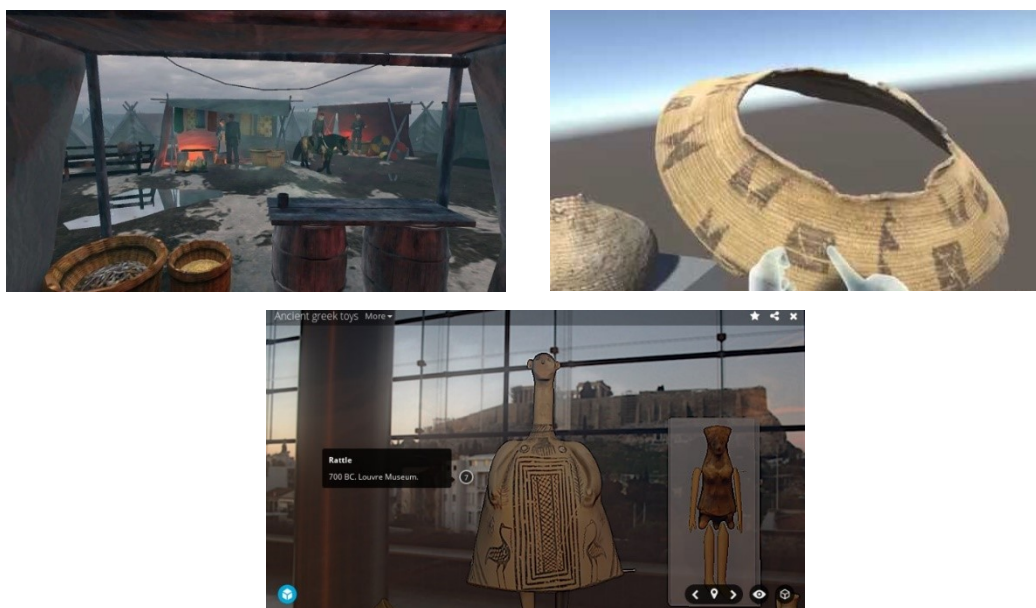
Την ΕΠ την συναντάμε και στον χώρο του πολιτισμού, όπου τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη. Οι πρώτοι πειραματισμοί με εφαρμογές ΕΠ στο χώρο του πολιτισμού, ξεκίνησαν στα τέλη της δεκαετίας του '80 και αρχές του '90. Σήμερα έχει γίνει εφικτό, το να προσφέρονται υπηρεσίες ψυχαγωγίας και εκπαίδευσης μέσα από εφαρμογές που επιτρέπουν στους επισκέπτες να αλληλεπιδράσουν με τα εκθέματα των μουσείων ή τα ευρήματα μιας αρχαιολογικής ανασκαφής.

Ένας αρχαιολογικός χώρος μπορεί να είναι απρόσιτος για διάφορους λόγους. Μπορεί να βρίσκεται σε απομακρυσμένη τοποθεσία, να είναι δύσκολο ή επικίνδυνο να φτάσουν εκεί άνθρωποι ή να είναι εύθραυστα τα αρχαιολογικά ευρήματα. Έτσι λοιπόν οι ερευνητές αρχίζουν να χρησιμοποιούν την τεχνολογία της ΕΠ για τη μελέτη και τη πρόσβαση σε αρχαιολογικούς χώρους που είναι δύσκολο να επισκεφτεί κανείς, εξαιτίας των παραπάνω. Ένας τέτοιος χώρος δυσπρόσιτος είναι το Wind Wolves Preserve το οποίο βρίσκεται στο Λος Αντζελες και εκτός από πολλά απειλούμενα είδη ζώων, φιλοξενεί και δύο απομακρυσμένους αρχαιολογικούς χώρους, το Pleito και το Cache Cave. Για τους λόγους αυτούς κατασκευάστηκε μια εφαρμογή, η Pleito VR, με την οποία ο ερευνητής και γενικά ο χρήστης μπορεί να βρεθεί εικονικά στο σημείο αυτό και να αλληλεπιδράσει με τον χώρο [Εικόνα 7α]. Η εφαρμογή αυτή κατασκευάστηκε

στα πλαίσια της έρευνας του University of Central Lancashire (Cassidy, Sim , Wayne , & Gandy, 2019).

Επιπλέον, μια ακόμη εικονική εμπειρία στον χώρο του πολιτισμού είναι το ταξίδι πίσω στον χρόνο. Αυτή την εμπειρία έζησαν οι επισκέπτες του μουσείου Γιορκσάιρ το 2017, καθώς μέσω της ΕΠ και της χρήσης της μάσκας, μεταφέρθηκαν σε καταυλισμό των Βίκινγκς που διατηρούσαν μεταξύ 872 και 873 μ.Χ. Η ξενάγηση αυτή ονομάστηκε «Viking: Rediscover the Legend»<sup>4</sup> [Εικόνα 7β]. Το εικονικό ταξίδι στον χρόνο δημιουργήθηκε από το Μουσείο του Γιορκσάιρ σε συνεργασία με το Βρετανικό Μουσείο και βασίζεται σε πραγματικά αντικείμενα που εντοπίστηκαν από αρχαιολόγους.

Τέλος, ένα ακόμη παράδειγμα που αξίζει να αναφερθεί είναι το 3D μουσείο αρχαίων ελληνικών παιχνιδιών<sup>5</sup>. Πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό μουσείο που παρουσιάζει σε 3D, αρχαία ελληνικά παιχνίδια τα οποία είναι αδύνατον να τα δει κανείς συγκεντρωμένα σε ένα πραγματικό μουσείο, καθώς είναι σκορπισμένα σε Ελλάδα και εξωτερικό. Με την εφαρμογή αυτή, ο χρήστης μπορεί να μελετήσει τα παιχνίδια κάνοντας zoom ή στριφογυρίζοντάς τα όπως επιθυμεί, ενώ μπορεί να μάθει πληροφορίες για την χρονολογία, την εποχή, αλλά και για την σημερινή του τοποθεσία. [Εικόνα 7γ].



**Εικόνα 7.** (α) Εικονικό περιβάλλον της Pleito VR με την χρήση μάσκας. (β) Εικονικό περιβάλλον του Viking: Rediscover the Legend με την χρήση μάσκας. (γ) 3d μοντέλο αρχαίου ελληνικού παιχνιδιού.

<sup>4</sup> <https://observer.com/2017/05/virtual-reality-vikings-british-museum/>

<sup>5</sup> <https://greektoys.org/3d-museum-arxaia-ellinika-paixnidia/>

## 2. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΧΩΡΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Η κατασκευή ενός εικονικού περιβάλλοντος προαπαιτεί την παραγωγή αντικειμένων και χαρακτηριστικών, που θα εμπεριέχονται στο περιβάλλον αυτό. Τα βασικά χαρακτηριστικά του φαίνεται να είναι κυρίως τρισδιάστατα, ενώ διαθέτουν και δισδιάστατα στοιχεία (πχ. εικόνα ουρανού). Τα τρισδιάστατα γραφικά αποτελούν την προσπάθεια της απεικόνισης αντικειμένων ή χώρων, με την μορφή τριών διαστάσεων (πλάτος, ύψος και βάθος). Η μορφή τους μπορεί να είναι εντελώς ρεαλιστική και γι' αυτόν το λόγο είναι πλέον τόσο διαδεδομένα. Με το πέρασμα των χρόνων η δημιουργία αυτών πραγματοποιείται πιο εύκολα, εξαιτίας της χρήσης τεχνολογικών μέσων τα οποία συνεχώς γίνονται πιο προσιτά στο ευρύ κοινό. Για την δημιουργία των 3D μοντέλων υπάρχουν πολλοί μέθοδοι που μπορεί κανείς να επιλέξει, ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει αλλά και με το αποτέλεσμα που επιθυμεί.

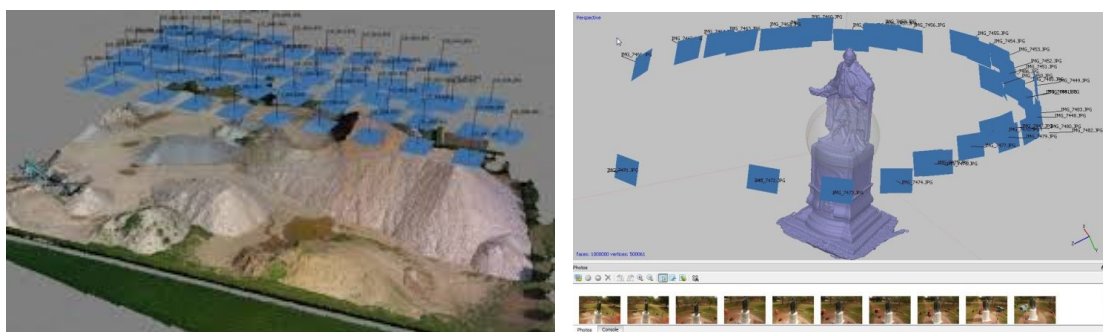
### 2.1. Φωτογραμμετρία

Η φωτογραμμετρία είναι η τεχνική και η επιστήμη που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή γεωμετρικών χαρακτηριστικών ενός αντικειμένου μέσω μετρήσεων που πραγματοποιούνται σε φωτογραφίες του. Δίνει την δυνατότητα μιας πλήρους αποτύπωσης των λεπτομερειών και των πολύπλοκων αρχιτεκτονικών στοιχείων, καθώς και αντιμετώπισης των δυσκολιών όταν αυτές υπάρχουν. Η φωτογραμμετρική επιστήμη μπορεί να διαχωριστεί σε εναέρια και σε επίγεια.

Η εναέρια φωτογραμμετρία, ασχολείται με θέματα που αφορούν τη χαρτογράφηση περιοχών της γήινης επιφάνειας, με χρήση φωτογραφιών. Για να χαρακτηριστεί μια φωτογραφία ως αεροφωτογραφία, θα πρέπει η φωτογράφιση να μην είναι επίγεια, αλλά να πραγματοποιείται από ορισμένο ύψος, δηλαδή η φωτογραφική μηχανή να βρίσκεται σε πλατφόρμα αερομεταφοράς που μπορεί να είναι drone, δορυφόρος, αεροπλάνο, ελικόπτερο, αερόστατο ή γερανός [Εικόνα 8α].

Η επίγεια φωτογραμμετρία, ασχολείται με την ψηφιοποίηση αντικειμένων που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το φωτογραφικό φακό. Αρχικά, για τη σωστή λήψη φωτογραφιών απαραίτητη είναι η έρευνα του αντικειμένου, έτσι ώστε να διαθέτει τις κατάλληλες συνθήκες (σωστός φωτισμός, κατάλληλη επιφάνεια, ακίνητο θέμα), ώστε να μην προκύψουν σφάλματα. Η κάμερα θα πρέπει να βρίσκεται σε κάθε λήψη στην ίδια απόσταση από το θέμα. Απαραίτητο στοιχείο θεωρείται ένα κοινό σύστημα αναφοράς για όλες τις λήψεις, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα και στη συνέχεια όλες οι φωτογραφίες που θα συγκεντρωθούν να ενωθούν σε ένα ολοκληρωμένο τρισδιάστατο μοντέλο. Συνήθως απαιτούνται πολλές λήψεις ώστε να καλυφθούν όλες οι επιφάνειες του αντικειμένου [Εικόνα 8β]. Η λήψη φωτογραφιών

μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε κάμερα. Ωστόσο, όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση της φωτογραφίας, τόσο καλύτερο θα είναι το αποτέλεσμα. Για την αποφυγή σφαλμάτων απαραίτητη είναι η χρήση κάποιου τρίποδου, καθώς και η σταθερή εστιακή απόσταση και το σταθερό zoom. Τέλος, να αναφέρουμε πως η τρισδιάστατη αποτύπωση μνημείων, αντικειμένων και χώρων, γίνεται συνήθως με χρήση επίγειων φωτογραμμετρικών τεχνικών. ( Pavlidis, Koutsoudis, Arnaoutoglou, Tsioukas, & Chamzas)



Εικόνα 8. α) Εναέρια φωτογραμμετρία. β) Επίγεια φωτογραμμετρία

## 2.2 Σαρωτές Laser (Laser Scanning)

Σαρωτές (scanners), ονομάζονται διάφορες συσκευές που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του πραγματικού κόσμου, σε δισδιάστατη ή σε τρισδιάστατη μορφή. Παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια όσον αφορά την επιφάνεια, τα χρώματα και τις φωτοσκιάσεις του θέματος. Οι τεχνικές τρισδιάστατης σάρωσης μπορούν να οριστούν ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν. Μια από τις κατηγορίες αυτές είναι οι σαρωτές με laser. Οι σαρωτές με laser παράγουν φως με την μορφή γραμμής (laser) πάνω στο αντικείμενο, ώστε να σαρώσουν την επιφάνεια του αντικείμενου και να πετύχουν την καταγραφή του [Εικόνα 9]. Η καταγραφή του τρισδιάστατου σχήματος επιτυγχάνεται με τη μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται η γραμμή να ταξιδέψει, να ανακλαστεί στο αντικείμενο και να επιστρέψει στον αισθητήρα. Επίσης η τεχνική αυτή είναι αποτελεσματική όταν το αντικείμενο βρίσκεται μακριά, λόγω του ότι το φως ταξιδεύει πολύ γρήγορα. Οι σαρωτές αυτοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη σάρωση όταν τα αντικείμενα είναι διάφανα ή όταν απορροφούν την ακτινοβολία, οπότε και δεν είναι εφικτή η καταγραφή της επιφάνειας του θέματος. ( Pavlidis, Koutsoudis, Arnaoutoglou, Tsioukas, & Chamzas).





Εικόνα 9. Δημιουργία 3D με laser scanner.

### 2.3 3D Modelling

Τρισδιάστατη μοντελοποίηση (3D Modelling) ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία αναπτύσσεται μαθηματικά κάθε τρισδιάστατη μορφή άψυχων ή έμψυχων αντικειμένων με την χρήση κατάλληλου λογισμικού. Τα παραγόμενα αντικείμενα ονομάζονται τρισδιάστατα μοντέλα (3D models). Τα 3D μοντέλα μπορούν να σχεδιαστούν χειροκίνητα, αλγοριθμικά ή με σάρωση. Υπάρχουν τρεις κύριες προσεγγίσεις παραγωγής ενός τρισδιάστατου μοντέλου: τα σκελετοπλέγματα, τα μοντέλα επιφάνειας και τα στέρεα μοντέλα.

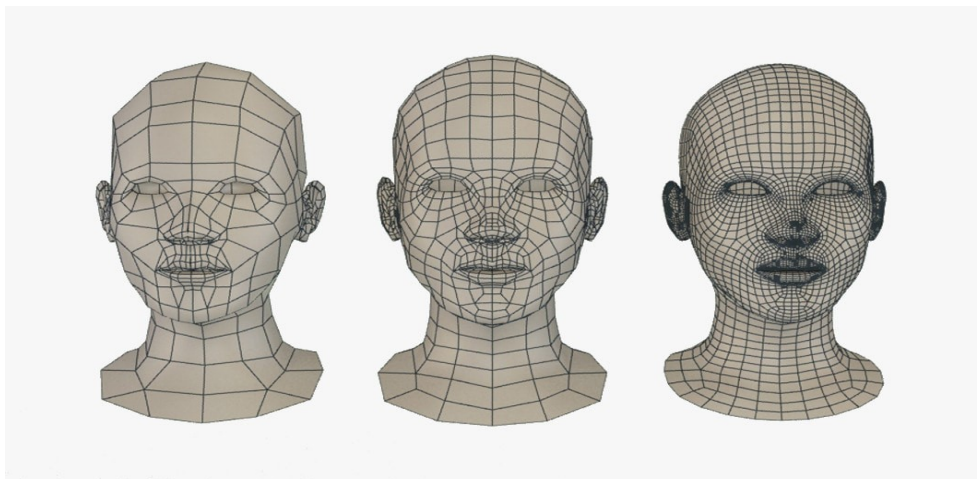
Τα σκελετοπλέγματα αποτελούνται από πολύγωνα, δηλαδή από σχήματα που σχηματίζονται από κορυφές. Αυτά παρέχουν πληροφορίες για το εξωτερικό σχήμα που διαθέτει το αντικείμενο και υλοποιούνται με την βοήθεια της γεωμετρίας και της τοπολογίας.

Τα μοντέλα επιφάνειας χρησιμοποιούν αποκλειστικά και μόνο τις επιφάνειες των αντικειμένων, καθώς ο χρήστης αντιλαμβάνεται μέσω της όρασης μόνο τις εξωτερικές επιφάνειες των μοντέλων και επομένως είναι αυτές που έχουν μεγαλύτερη σημασία στην συγκεκριμένη προσέγγιση. Όταν τα αντικείμενα αποτελούνται από περίπλοκη μορφολογία, όπως σπές και ακανόνιστα χαρακτηριστικά, τότε παίρνουν την μορφή τους μόνο επιφανειακά, καθώς το εσωτερικό τους είναι κενό.

Τα στερεά μοντέλα σχετίζονται με το εσωτερικό των τρισδιάστατων μοντέλων, καθώς γίνεται η χρήση του όγκου του αντικειμένου. Δηλαδή σε αντίθεση με τα μοντέλα επιφάνειας, διαθέτουν μάζα που μπορεί να διαμορφωθεί. Σε αυτήν την περίπτωση είναι δυνατή η αναπαράσταση ημιδιάφανων αντικειμένων, η οποία είναι χρήσιμη κυρίως στις ιατρικές εφαρμογές.

Τα πολυγωνικά μοντέλα είναι τα πιο διαδεδομένα μοντέλα παράστασης επιφανειών και σχετίζονται με την ανάλυση του αντικειμένου. Τα πολυγωνικά μοντέλα είναι αυτά που διαθέτουν σημεία. Όσα περισσότερα πολύγωνα, τόσο είναι καλύτερη η ανάλυση

του αντικειμένου. Σύμφωνα με αυτό, μια σύνθετη επιφάνεια αποτελείται από έναν μεγάλο αριθμό από τετράπλευρα ή τρίγωνα που ενώνουν ένα πλήθος κορυφών. Ο μεγαλύτερος αριθμός των 3D μοντέλων σήμερα είναι κατασκευασμένος ως πολυγωνικά μοντέλα, καθώς είναι ευέλικτα και μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα με την χρήση μιας ψηφιακής συσκευής, όπως είναι ο υπολογιστής. (Μουστάκας, Παλιόκας, Τσακίρης, & Τζοβάρας, 2015)



**Εικόνα 10.** Αριστερά το θέμα διαθέτει λίγα πολύγωνα, άρα η ανάλυση του είναι χαμηλή. Στη μέση το θέμα έχει μεσαίο αριθμό πολυγώνων, άρα η ανάλυσή του είναι ικανοποιητική, ενώ στο τελευταίο θέμα ο αριθμός των πολυγώνων είναι μεγάλος με την ποιότητα να είναι υψηλή.

Στην περίπτωση της εφαρμογής της Δημοτικής Πινακοθήκης Μυτιλήνης, η οποία αναλύεται παρακάτω, χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του κτηρίου και των αντικειμένων που εμπεριέχει, η τελευταία μέθοδος, το 3d modelling καθώς:

1. Η Φωτογραμμετρία και το Laser Scanning παράγουν ακριβή μοντέλα αλλά με μεγάλο αριθμό πολυγώνων, με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα στην απόδοση της εφαρμογής ΕΠ. Για την σωστή απόδοση της εφαρμογής θα έπρεπε να μειωθεί η ποιότητα των μοντέλων, γεγονός που θα είχε ως συνέπεια την χαμηλή ποιότητα της αναπαράστασης.
2. Το κτήριο, καθώς και τα αντικείμενα που διαθέτει στον πραγματικό κόσμο, είναι απλά χωρίς πολύπλοκα σχήματα ή ανάγλυφες όψεις, με αποτέλεσμα για την τρισδιάστατη αναπαράσταση του να μην απαιτούνται εξειδικευμένες τεχνικές, όπως είναι η φωτογραμμετρία.
3. Για το κτήριο της Δημοτικής Πινακοθήκης διατίθενται αναλυτικά σχέδια στην διατριβή της κ. Σωτηρίου – Δωροβίνης Ιωάννας (Σωτηρίου - Δωροβίνη, 2001), η οποία και αποτέλεσε ένα μεγάλο βοήθημα στην μοντελοποίηση. Τα τρισδιάστατα μοντέλα μπόρεσαν να απεικονιστούν με σχετική ακρίβεια, λόγω των μετρήσεων και των κατόψεων του κτηρίου.

Μέχρι στιγμής η τρισδιάστατη αναπαράσταση πολιτισμικών χώρων είναι μειωμένη. Ο κύριος λόγος για την μικρή αξιοποίησή της από πολιτισμικούς χώρους, οφείλεται

κυρίως στο κόστος αλλά και στην χρονοβόρα διαδικασία για την ολοκλήρωσή της. Ωστόσο ο αριθμός αυτός όλο και αυξάνεται με τον καιρό, καθώς αυξάνονται και οι τεχνολογικές δυνατότητες των 3D αναπαραστάσεων. Υπάρχει μεγάλη αποδοχή από το κοινό αλλά και από τους ερευνητές, καθώς θεωρείται ένα εργαλείο που μπορεί να προσφέρει πολλά θετικά στον χώρο αυτόν. Έτσι λοιπόν παρακάτω, παρουσιάζονται μερικοί λόγοι για τους οποίους θα πρέπει να αναπτυχθεί η 3D αναπαράσταση πολιτισμικών χώρων (πχ. μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι, κτήρια κτλ.).

Ένα από τα θετικά που μπορεί να προσφέρει μια εικονική αναπαράσταση στον χώρο του πολιτισμού, είναι ότι δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επισκεφτεί έναν τέτοιο χώρο ο οποίος, είτε υπήρχε στο παρελθόν και τώρα είναι κατεστραμμένος, είτε βρίσκεται σε απομακρυσμένο σημείο.

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, πολλοί είναι οι χώροι οι οποίοι βρίσκονται σε επικίνδυνες και δύσκολα προσβάσιμες περιοχές, με αποτέλεσμα η επισκεψιμότητα να είναι αδύνατη στην πραγματικότητα. Με την τρισδιάστατη αναπαράσταση θα μπορούσε να γίνει εφικτή και ασφαλής η επίσκεψη σε έναν τέτοιο χώρο, όπως είναι για παράδειγμα το Chernobyl<sup>6</sup>. Πλέον με αυτήν την εφαρμογή μπορεί κανείς να επισκεφτεί τον χώρο εικονικά, χωρίς να διατρέχει κάποιον κίνδυνο η υγεία του.

Τα εκθέματα στην εικονική αναπαράσταση ενός μουσείου, μπορούν να παρατηρηθούν πολύ πιο εύκολα από διαφορετικές γωνίες και όπως ακριβώς επιθυμεί ο χρήστης. Δεν χρειάζεται προσοχή κατά την διάρκεια της εικονικής επίσκεψης και ο χρήστης είναι πιο ελεύθερος κατά τη ρεαλιστική εμπειρία. Επιπλέον αυτή η δυνατότητα είναι σημαντική και για άτομα με κινητικά προβλήματα, τα οποία δεν μπορούν να επισκεφτούν έναν χώρο που δεν διαθέτει τις απαραίτητες υποδομές.

Πολλά μουσεία ανά τον κόσμο διαθέτουν στην συλλογή τους πάρα πολλά εκθέματα, τα οποία είναι πρακτικά αδύνατον να παρουσιαστούν όλα μαζί και έτσι εκθέτουν έναν μικρό αριθμό από αυτά, καθώς ο χώρος είναι περιορισμένος. Έτσι λοιπόν αυτά τα εκθέματα που δεν περιέχονται στην κύρια συλλογή, μπορούν να παρουσιαστούν μέσω της τρισδιάστατης αναπαράστασης.

Τέλος, πολλές φορές μουσεία αλλά και γενικότερα πολιτισμικοί χώροι παραμένουν κλειστοί λόγω ανακαίνισης, συντήρησης ή ακόμα και αλλαγής έκθεσης. Έτσι οι επισκέπτες που φτάνουν εκεί, δεν καταφέρνουν να δουν το εσωτερικό αυτών. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το μουσείο Περγάμου που βρίσκεται στο Βερολίνο, στο οποίο μερικές από τις αίθουσες του παραμένουν κλειστές από το 2014 και πρόκειται να ανοίξουν ξανά το 2024. Ωστόσο η αίθουσα που περιέχει τον βωμό του Περγάμου και η οποία παραμένει κλειστή, είναι διαθέσιμη σε τρισδιάστατη απεικόνιση, ώστε η επίσκεψη να γίνεται έστω εικονικά.

---

<sup>6</sup> [https://store.steampowered.com/app/504010/Chernobyl\\_VR\\_Project/](https://store.steampowered.com/app/504010/Chernobyl_VR_Project/)

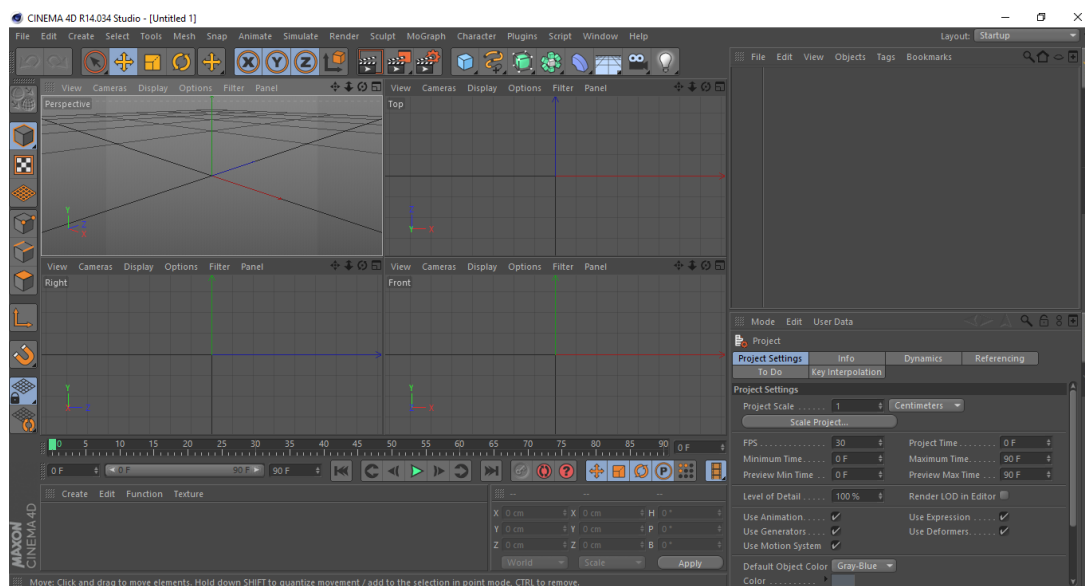
Στην περίπτωση της Δημοτικής Πινακοθήκης Μυτιλήνης εντοπίζονται λόγοι, ώστε η τρισδιάστατη απεικόνισή της να είναι χρήσιμη έως και αναγκαία. Το κτήριο αυτό είναι ένα από τα αρχοντικά οθωμανικά της περιοχής, που χτίστηκε το 1850 και κατοικούνταν από τον Χαλήμ Μπέη. Σήμερα πλέον ανακαινισμένο και ανακατασκευασμένο, περιέχει τη μόνιμη συλλογή που αποτελείται από δεκάδες έργα σημαντικών καλλιτεχνών (Κανέλλη, Γιανναροπούλου, Τσαρούχη, Μυταρά κτλ), όπως επίσης και από πλούσιο λαογραφικό υλικό. Προσελκύει κυρίως, κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, πολλούς Τούρκους τουρίστες και όχι μόνο, ενώ παράλληλα διοργανώνει πολλές εκδηλώσεις. Η Δημοτική Πινακοθήκη λοιπόν, αποτελεί έναν πολύ σημαντικό πολιτισμικό χώρο για την Μυτιλήνη. Ωστόσο πολλές είναι οι φορές εκείνες που ο χώρος αυτός αναγκάστηκε να μείνει κλειστός ή που όλη η σταθερή συλλογή της ή ένα τμήμα της, χρειάστηκε να μετακινηθεί ώστε να φιλοξενήσει διάφορες εκθέσεις νέων καλλιτεχνών. Συγκεκριμένα, στην περίοδο του καλοκαιριού ένα κομμάτι της συλλογής μετακινείται συνήθως δύο φορές από πέντε με δέκα μέρες, ώστε να φιλοξενηθούν εκθέσεις νέων καλλιτεχνών.

Σκοπός λοιπόν της εφαρμογής αυτής, είναι να μετριάσει το πρόβλημα των κλειστών μουσείων, αιθουσών ή μετακινήσεων της μόνιμης συλλογής. Στην περίπτωση της Πινακοθήκης θα μπορούσε ιδανικά να τοποθετηθεί στην είσοδο αυτής, μία μάσκα VR ώστε ο επισκέπτης που έχει φτάσει έως εκεί χωρίς να έχει ενημερωθεί είτε για το κλείσιμο, είτε για την μετακίνηση της έκθεσης, να μπορεί να επισκεφτεί τον χώρο έστω εικονικά χωρίς να φεύγει απογοητευμένος. Εναλλακτικά, καθώς ο εξοπλισμός για VR εγκαταστάσεις είναι ακόμη ακριβός, θα μπορούσε να τοποθετηθεί μια οθόνη στην οποία θα παρουσιάζεται η τρισδιάστατη έκθεση. Τέλος η 3D αναπαράσταση του μουσείου θα μπορούσε να είναι διατεθειμένη και στην σελίδα του στο διαδίκτυο, ώστε ο χρήστης να μπορεί να το επισκεφτεί εικονικά όπου κι αν βρίσκεται.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την τρισδιάστατη απεικόνιση επιλέχθηκε η Δημοτική Πινακοθήκη Μυτιλήνης, επειδή αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πολιτισμικό κομμάτι για το ίδιο το νησί. Πολύτιμη ήταν ωστόσο και η βοήθεια που (όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.3) έλαβα από την διατριβή της κ. Σωτηρίου – Δωροβίνης Ιωάννας (Σωτηρίου - Δωροβίνη, 2001), στην οποία απεικονίζεται πιστά η κάτοψη του κάθε ορόφου του κτηρίου, κάτι που αποδείχθηκε πολύ σημαντικό για την σωστή δομή του. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου και της έκθεσης έγινε μέσω φωτογραφιών. Ωστόσο για την φωτογράφιση των εκθεμάτων και γενικότερα του εσωτερικού του κτηρίου χρειάστηκε να δοθεί άδεια, όπως και έγινε, από τον τέως αντιδήμαρχο πολιτισμού του Δήμου Λέσβου. Το κτήριο αποτελείται από τρία επίπεδα: το υπόγειο, ο μεσαίος και ο ανώτερος όροφος. Αρχικά κατά την τρισδιάστατη αναπαράσταση φτιάχτηκε το εξωτερικό κτήριο, έπειτα ο μεσαίος όροφος και τέλος ο ανώτερος όροφος. Η αναπαράσταση του υπογείου δεν ήταν εφικτή, καθώς δεν αποτελεί επισκέψιμος χώρος και χρησιμοποιείται ως αποθήκη.

Για την τρισδιάστατη αναπαράσταση, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Cinema4D. Το Cinema4D είναι μία εφαρμογή με την οποία μπορεί κανείς να αναπτύξει τρισδιάστατα γραφικά υπολογιστή, animation, motion graphic και rendering. Προέρχεται από μία Γερμανική εταιρία την MAXON Computer GmbH και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1993.



Εικόνα 11. Περιβάλλον της εφαρμογής Cinema4D

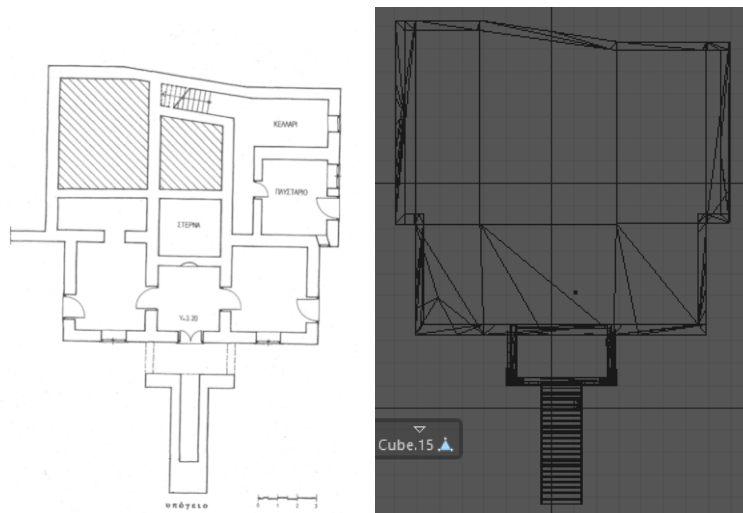
### 3.1. Εξωτερικό Κτηρίου

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το μουσείο οργανώνεται σε τρία επίπεδα, το υπόγειο, ο μεσαίος και ο ανώτερος όροφος. Το σχήμα του κτηρίου είναι περίπου τετράγωνο με μικρές εξοχές στο πλάι του. Στην πρόσοψη διαθέτει επίσης μια προεξοχή στο ύψος του ανώτερου ορόφου, η οποία (προεξοχή) ονομάζεται σαχνίσι. Επιπλέον, υπάρχουν σκαλιά (πέτρινα), τα οποία καταλήγουν στο μπαλκόνι του κτηρίου. Η κεντρική είσοδος οδηγεί στον μεσαίο όροφο. Διαθέτει άλλες τρεις επιπλέον εισόδους, από τις οποίες οι δύο καταλήγουν στο υπόγειο, ενώ η μία στον μεσαίο όροφο. Το χρώμα του είναι κεραμιδί και διαθέτει μερικές άσπρες διακοσμητικές λεπτομέρειες.



**Εικόνα 12.** α) Το κτήριο της Δημοτικής Πινακοθήκης Μυτιλήνης στον πραγματικό χώρο. β) Το 3D μοντέλο της Δημοτικής Πινακοθήκης στο Cinema4d με render view.

Το κτήριο αποτελείται από τέσσερα βασικά cube objects, το βασικό μέρος του κτηρίου, το σαχνίσι, το μπαλκόνι, το πάτωμα και τη σκάλα. Στο κύριο κομμάτι του κτηρίου, οι δύο εξοχές στο πλάι του δημιουργήθηκαν με το εργαλείο extrude. Το σχήμα του κτηρίου βασίστηκε στις μετρήσεις που ήταν διαθέσιμες, καθώς και στην κάτοψη του κατώτερου ορόφου. Οι μετρήσεις αυτές περιείχαν: πλάτος 12.90μ, μήκος 13.25μ, ύψος 10.95μ (δεν συμπεριλαμβάνεται η σκεπή), πλαϊνές εξοχές 1μ. Η τοποθέτηση της εικόνας της κάτοψης στην εφαρμογή έγινε μέσω της επιλογής «Options – Configure – Back – Image» στο view top.



**Εικόνα 13.** α) Η κάτοψη από την διατριβή της κ. Σωτηρίου – Δωροβίνης Ιωάννας. β) Η κάτοψη από το 3d μοντέλο.

Για τις λεπτομέρειες του κτηρίου που υπάρχουν γύρω από αυτό, και συγκεκριμένα στο μπαλκόνι, στο σαχνίσι, στις κολώνες, καθώς και για αυτές πάνω και κάτω από τα παράθυρα, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο extrude.



**Εικόνα 14.** α) Διακοσμητικές λεπτομέρειες στο κτήριο. β) λεπτομέρειες στις κολώνες. γ) Λεπτομέρειες στο μπαλκόνι.

Η 3d σκάλα κατασκευάστηκε επίσης με cube, το οποίο χωρίστηκε σε πολύγωνα και κάθε ένα από αυτά ανυψώθηκε με το εργαλείο extrude. Τα κάγκελα της σκάλας, καθώς

και του μπαλκονιού αποτελούνται κυρίως και αυτά από cubes. Τα κυκλικά κάγκελα δημιουργήθηκαν με tube. Τα κάγκελα τα οποία διαθέτουν καμπύλη έγιναν με τα εργαλεία cubic – extrude nurbs.



**Εικόνα 15.** α) Εξωτερική σκάλα στο εικονικό περιβάλλον. γ) Εξωτερική σκάλα στο πραγματικό περιβάλλον.

Για την δημιουργία των παραθύρων και των πορτών αρχικά χρειάστηκε να γίνουν οι εσοχές με το εργαλείο boole. Για τα στόρια χρησιμοποιήθηκαν cubes και boole. Για τις λεπτομέρειες στις πόρτες χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο extrude, καθώς και το boole για τις εσοχές των τζαμιών. Στην πόρτα του υπογείου που βρίσκεται αριστερά κτηρίου, υπάρχουν κάγκελα που δημιουργήθηκαν με cubic – extrude nurbs. Τέλος τα χερούλια έγιναν με capsule, sphere και cylinder.



**Εικόνα 16.** α) Κεντρική πόρτα στο ΕΠ. γ) Κεντρική πόρτα στο πραγματικό χώρο.

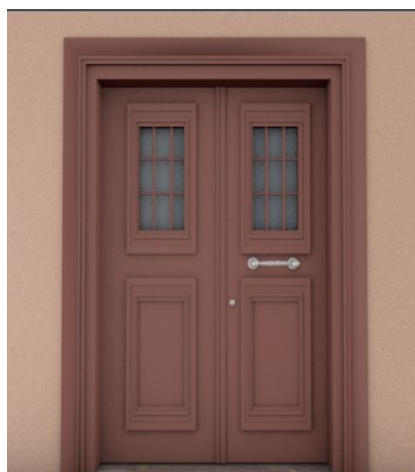




**Εικόνα 17** α) Παράθυρο στο ΕΠ. β) Παράθυρο στον πραγματικό χώρο.

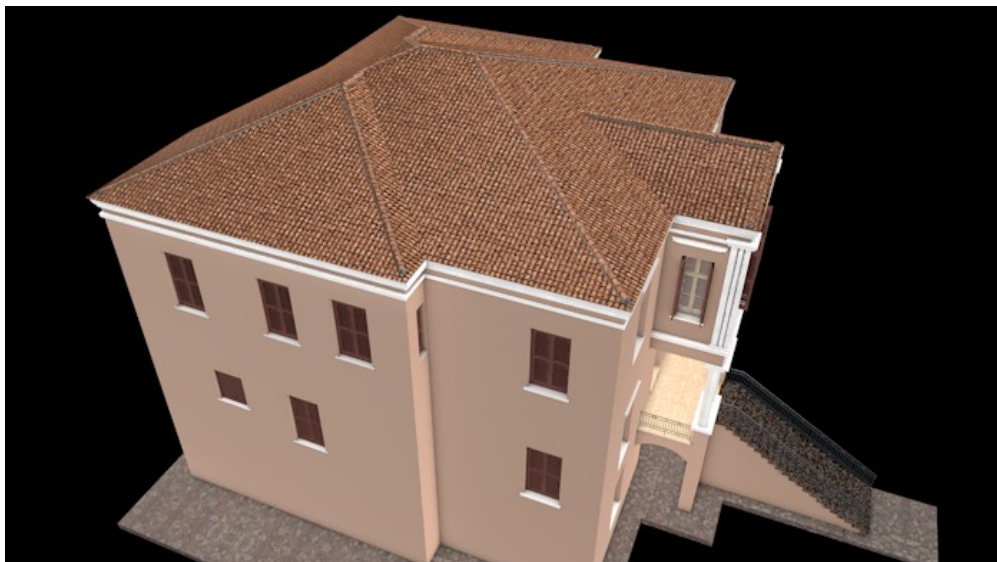


**Εικόνα 18** .α) Πόρτα στο ΕΠ. β) Πόρτα στον πραγματικό χώρο.



**Εικόνα 19** .α) Πόρτα στο ΕΠ. β) Πόρτα στον πραγματικό χώρο.

Για το πάτωμα έχουν χρησιμοποιηθεί τα εργαλεία Bezier – extrude nurbs. Τέλος η σκεπή έχει γίνει με triangle polygon και με τον συνδυασμό των εργαλείων extrude, create point και close polygon hole, ενώ οι λεπτομέρειές της στο πάνω μέρος έχουν γίνει με capsule.



Εικόνα 20. α) Εικόνα κτηρίου από ψηλά στο ΕΠ.

### 3.2 Εσωτερικό Κτηρίου

Στο 3D μοντέλο έχει δημιουργηθεί ο μεσαίος και ο ανώτερος όροφος, οι οποίοι και περιέχουν τα εκθέματα. Ο κάθε όροφος δημιουργήθηκε με βάση συγκεκριμένες μετρήσεις, καθώς και με την βοήθεια των κατόψεών τους.

Μπαίνοντας στον μεσαίο όροφο, υπάρχει στην είσοδο μια επιπλέον πόρτα, ενώ στην απέναντί της μεριά, μια ξύλινη σκάλα που οδηγεί στον ανώτερο και στο χαμηλότερο όροφο. Αποτελείται από τέσσερα δωμάτια και ένα μεγάλο διάδρομο. Η έκθεση χωρίζεται στις τρεις αίθουσες. Εκθέματα, καθώς και λαογραφικό υλικό υπάρχουν και στο διάδρομο. Το ύψος του μεσαίου ορόφου είναι 3.9μ. Είναι πολύτιμο να αναφέρουμε πως η πρώτη αίθουσα δεξιά, στεγάζει μία έκθεση διαφορετική, η οποία δημιουργήθηκε από το εργαστήριο μουσειολογίας του Τμήματος Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Η έκθεση στηρίζεται σε αφηγήσεις της γιαγιάς Μουζντάν, της εγγονής του Χαλήμ Μπέη, και στο φωτογραφικό υλικό που έχει διασωθεί. Αποτελείται κυρίως από κύβους που στο 3D μοντέλο σχηματίστηκαν με το εργαλείο cube, καθώς και σε μερικούς από αυτούς χρησιμοποιήθηκαν και τα εργαλεία extrude.



**Εικόνα 21.** Έκθεση η οποία αποτελείται από κύβους και αναφέρεται στον Χαλίμ Μπέη.

Οι ίδιες τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν και στα κάδρα και στους πίνακες που διαθέτει γενικά η έκθεση. Οι τοίχοι, οι πόρτες, το πάτωμα, καθώς και οι λεπτομέρειες που έχει είναι cubes. Η τοποθέτηση των φωτογραφιών στους περισσότερους από τους κύβους και στους πίνακες έγινε με την χρήση extrude inner, ώστε να οριοθετηθούν τα πλαίσια της εικόνας, ενώ στη συνέχεια γίνεται η τοποθέτηση τους με τις επιλογές create – new material – color, επιλέγουμε τις τελίτσες στο texture και την εικόνα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Για την σωστή τοποθέτηση της εικόνας αναγκαίες συνήθως είναι οι ρυθμίσεις στην περιοχή texture tag.



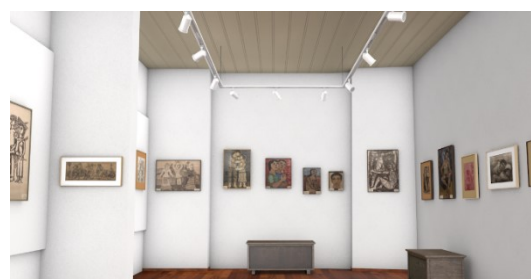
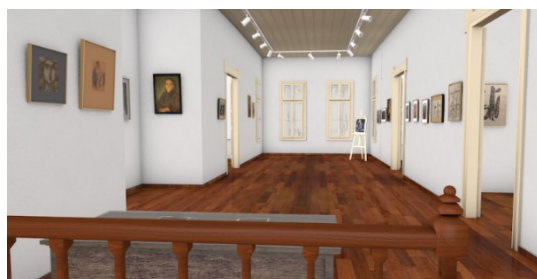
**Εικόνα 22.** Αίθουσες έκθεσης του πρώτου ορόφου.

Για τα σκαλοπάτια της εσωτερικής σκάλας που συνδέει τον μεσαίο όροφο με τον ανώτερο και τον κατώτερο, χρησιμοποιήθηκαν cubes, σε συνδυασμό με τα εργαλεία extrude και duplicate (duplicate – options – mode:circle). Για τα κάγκελα χρησιμοποιήθηκαν cubes, τα εργαλεία extrude και bevel, καθώς και το extrude nurbs. Για να διαπεράσει η σκάλα τα πατώματα στους ορόφους, αλλά και για να γίνουν τα ράφια που υπάρχουν δίπλα από αυτήν, έγινε χρήση cylinder, extrude nurbs και του εργαλείου boole.



Εικόνα 23. α) Εσωτερική σκάλα ΕΠ. β) Εσωτερική σκάλα πραγματικό χώρο.

Ο δεύτερος χώρος περιλαμβάνει επίσης έναν μεγάλο διάδρομο και τέσσερα δωμάτια, στα οποία είναι χωρισμένη η έκθεση. Εκθέματα υπάρχουν και στο διάδρομο. Στην έκθεση περιέχονται και μπαούλα που αποτελούν λαογραφικό υλικό. Αυτά αποτελούνται από cubes και οι λεπτομέρειές τους έγιναν με extrude, ενώ περιέχουν και texture. Το ύψος του ορόφου είναι 3.85μ. Οι πίνακες, οι τοίχοι, οι πόρτες και το πάτωμα φτιάχτηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως αναφέρθηκε παραπάνω.





**Εικόνα 24.** α) Διάδρομος του ανώτερου ορόφου. β) Αίθουσα στον ανώτερου ορόφου. γ) Μπαούλο το οποίο έχει πάνω φωτογραφικό υλικό. δ) Αίθουσα ανώτερου ορόφου.

Τα παράθυρα του ορόφου αποτελούνται από cubes, ενώ χρησιμοποιήθηκε τα εργαλεία extrude, extrude inner και το εργαλείο boole στην περιοχή των τζαμιών.



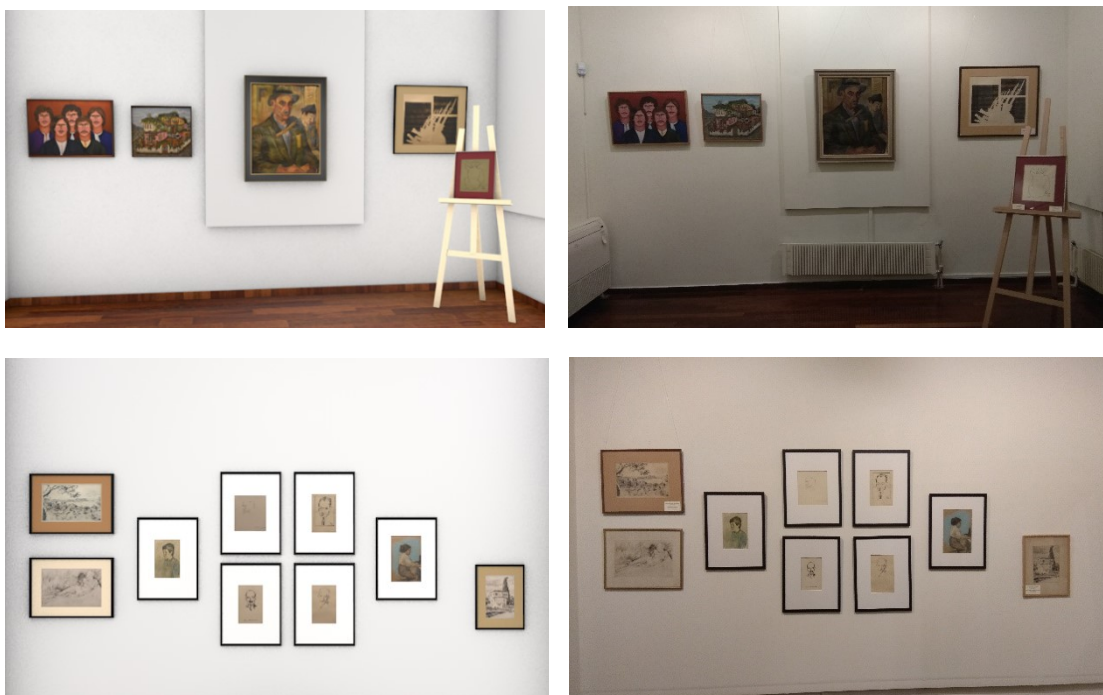
**Εικόνα 25.** Παράθυρα στον ανώτερο όροφο.

Τα φώτα έγιναν με cylinder, ενώ το στήριγμα με cubes. Επιπλέον έγινε η χρήση των extrude και bevel για τις λεπτομέρειες.



**Εικόνα 1076.** Φώτα στον διάδρομο του ανώτερου ορόφου.

Τέλος έγινε η προσπάθεια να δοθεί ρεαλιστική μορφή με την χρήση των textures και των υφών στα τρισδιάστατα μοντέλα. Τα textures βασίστηκαν όσο πιο πολύ γινόταν πάνω στα κανονικά χρώματα και υλικά της πινακοθήκης.



**Εικόνα 27.** Στις αριστερές φωτογραφίες φαίνονται οι πίνακες στο ΕΠ, ενώ στις δεξιές φωτογραφίες απεικονίζονται οι ίδιες στον πραγματικό χώρο.

Για τη δημιουργία της περιήγησης σε περιβάλλον ΕΠ χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Unity<sup>7</sup>. Σε αυτό εισήχθη το τρισδιάστατο μοντέλο της πινακοθήκης και δημιουργήθηκαν οι ανάλογοι Colliders. Με τους Colliders (Box και Mesh Collider) και τη χρήση του Oculus SDK<sup>8</sup> για Unity, τοποθετήθηκε στη σκηνή ένα Prefab τύπου OVRPlayerController. Το συγκεκριμένο Prefab διατίθεται έτοιμο από το Oculus SDK και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να φορέσει μάσκα εικονικής πραγματικότητας και να περιηγηθεί στο χώρο με το πληκτρολόγιο του υπολογιστή του.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι για να περαστεί το μοντέλο της πινακοθήκης από το Cinema 4D στο Unity 3D πραγματοποιήθηκε η τεχνική Bake, η οποία στην ουσία αποτυπώνει το φως και τις σκιές των Textures των μοντέλων οπότε δεν χρειάζεται το Unity 3D να το κάνει σε πραγματικό χρόνο. Η διαδικασία αυτή αύξησε κατά πολύ την απόδοση της εφαρμογής σε καρέ το δευτερόλεπτο (frames per second).

<sup>7</sup> <https://unity.com/>

<sup>8</sup> <https://developer.oculus.com/downloads/unity/>



Εικόνα 28. Το μοντέλο της πινακοθήκης στο Unity.

## 4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την υλοποίηση του τρισδιάστατου μοντέλου της Δημοτικής Πινακοθήκης Μυτιλήνης, ήταν αρκετά και κυρίως πρακτικά.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα το οποίο εμφανίστηκε ήταν το ότι, όσο προχωρούσε η διαδικασία της μοντελοποίησης και προστίθονταν μοντέλα, άρα και πολύγωνα, το πρόγραμμα γινόταν αργό, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η διαδικασία και να δυσλειτουργεί. Σε αυτό μεγάλο ρόλο παίζει και ο εξοπλισμός, τον οποίο δεν διαθέταμε, για αυτό και τα περισσότερα μοντέλα έγιναν με την πιο απλή μορφή τους.

Ένα ακόμη πρόβλημα εμφανίστηκε καθώς προχωρήσαμε στο εσωτερικό κομμάτι του κτηρίου. Αυτό αφορούσε την υλοποίηση του εσωτερικού κενού του κτηρίου. Αρχικά το κτήριο είχε δημιουργηθεί με την χρήση των εργαλείων Bezier – extrude nurbs. Το ίδιο, αφού έγινε copy – paste, τοποθετήθηκε στο εσωτερικό του αρχικού κτηρίου και με το εργαλείο boole έγινε προσπάθεια να δημιουργηθεί το κενό χωρίς, ωστόσο επιτυχία. Έτσι ξανέγινε το αρχικό κτήριο (μόνο ο τοίχος) με cube και extrude και στην συνέχεια με την ίδια διαδικασία του copy-paste έγινε το περίγραμμα του εσωτερικού χώρου.

Επιπλέον, πρόβλημα υπήρξε και κατά την διάρκεια της κατασκευής της εσωτερικής σκάλας, καθώς ήταν αρκετά περίπλοκη εξαιτίας της κλίσης που διαθέτει. Το πρόβλημα εμφανίστηκε στην σύνδεση των αντικειμένων που την περιέβαλαν (π.χ.: ράφια, πάτωμα, τοίχος ανώτερου ορόφου), καθώς αυτά ήταν πολλά μαζεμένα πράγμα που δυσκόλευε την χρήση του top view. Ωστόσο στην πορεία αυτό λύθηκε με τις ρυθμίσεις που υπάρχουν στο display του view-top, σε συνδυασμό με το μεγάλο zoom στις γραμμές των αντικειμένων.

Τέλος, ένα ακόμη πρόβλημα το οποίο δε λύθηκε, εμφανίστηκε κατά την φωτογράφιση των πινάκων στην Δημοτική Πινακοθήκη. Οι περισσότεροι πίνακες στην πραγματικότητα διαθέτουν τζάμι, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σε αυτό αντανάκλαση του χώρου. Σε πολλές από τις φωτογραφίες έχει αποτυπωθεί η αντανάκλαση αυτή, με αποτέλεσμα να μην αποδίδεται απόλυτα σωστά το έργο στο 3D μοντέλο.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εικονική πραγματικότητα βρίσκεται στο επίκεντρο της τεχνολογίας πλέον, καθώς αποτελεί το μελλοντικό εργαλείο που πρόκειται να αλλάξει την καθημερινότητα γύρω μας. Από τον χώρο της ιατρικής έως και τον χώρο του πολιτισμού, η εικονική πραγματικότητα έχει να προσφέρει σημαντικές αλλαγές και πλεονεκτήματα.

Στόχος λοιπόν της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η υλοποίηση και ο σχεδιασμός ενός τρισδιάστατου πολιτιστικού χώρου, με την αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας. Η εφαρμογή αυτή δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να επισκεφτούν εικονικά την Δημοτική Πινακοθήκη της Μυτιλήνης, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει μία λύση στο πρόβλημα των κλειστών αιθουσών που μπορεί να προκύψει. Το μουσείο και ο δήμος θα μπορούσε να αξιοποιήσει μια τέτοια εφαρμογή, ώστε να εξυπηρετούνται οι επισκέπτες που χωρίς να είναι ενημερωμένοι, φτάνουν εκεί τις ώρες και τις μέρες που ο χώρος είναι κλειστός. Οι επισκέπτες αυτοί θα μπορούσαν φυσικά να είναι και τουρίστες, οι οποίοι δεν έχουν την δυνατότητα να επισκέπτονται τον χώρο όποτε επιθυμούν.

Μέσα από την υλοποίηση αυτής της εργασίας έγινε εφικτή η περαιτέρω κατανόηση και μάθηση των τεχνικών και εργαλείων που περιέχει η εφαρμογή Cinema4D. Παρόλα τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του τρισδιάστατου μουσείου και με τον μη κατάλληλο εξοπλισμό, υλοποιήθηκε ικανοποιητικά μία τέτοιου είδους εφαρμογή, η οποία αφορά τον χώρο του πολιτισμού και της τεχνολογίας.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, ο εξοπλισμός για την υλοποίηση της αρχικής σκέψης στο βέλτιστο βαθμό δεν επαρκούσε, καθώς δεν είναι ακόμη προσιτός. Οι μελλοντικές βελτιώσεις αρχικά, θα υλοποιηθούν στον τομέα της έρευνας με την δοκιμή της εφαρμογής από άτομα, τα οποία θα εμπυθιστούν με την χρήση μάσκας και στην συνέχεια θα κλειθούν να απαντήσουν σε ερωτηματολόγιο. Με την διαδικασία αυτή θα μπορέσουμε να κατανοήσουμε στην πράξη, αν η εφαρμογή θα έχει τη δυνατότητα να ικανοποιήσει τον επισκέψη χωρίς να έχει δει στην πραγματικότητα την έκθεση.

Επιπλέον βελτιώσεις θα μπορούσαν να γίνουν και στο κομμάτι της μοντελοποίησης, δηλαδή θα μπορούσαν να δημιουργηθούν περισσότερες λεπτομέρειες με τον κατάλληλο υπολογιστικό εξοπλισμό, κάνοντάς το έτσι πιο ρεαλιστικό. Επίσης αλλαγές θα μπορούσαν να γίνουν στον φωτισμό και στις σκιάσεις.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Pavlidis, G., Koutsoudis, A., Arnaoutoglou, F., Tsioukas, V., & Chamzas, C. (2006). Methods for 3D digitization of Cultural Heritage. 1-7.

Barnard, D. (2019, AUGUST 06). History of VR - Timeline of Events and Tech Development. Ανάκτηση από <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr>

Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual Reality Technology, 2nd Edition.

Cassidy, B., Sim, G., Wayne, D., & Gandy, D. (2019). A Virtual Reality Platform for Analyzing Remote Archaeological Sites. *Interacting with computers*.

Corey, B. J., Alicea, B., & Biocca, F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy.

Jack, D., Boian, R., Merians, A., Adamovich, S. v., Tremaine, M., Recce, M., Poizner, H. (2000). A virtual reality-based exercise program. *Proceedings of the fourth international ACM conference on*.

Milgram, P. κ. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*.

Parong Jocelyn, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 785.

Seymour, N. E., Gallagher, A. G., Roman, S. A., O'Brien, M. K., Bansa, V. K., Andersen, D. K., & Satava, R. M. (2002). Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance: results of a randomized, double-blinded study. : *Annals of surgery*, 458.

Ιατρού, Μ. (2003). Η εικονική πραγματικότητα ως διδακτικό μέσο στα αρχαιολογικά εκπαιδευτικά προγράμματα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων.

Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τσακίρης, Α., & Τζοβάρας, Δ. (2015). *ΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ*. Αθήνα: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Σωτηρίου - Δωροβίνη, Ι. (2001). Η αρχιτεκτονική των κατοικιών της ανώτερης αστικής τάξης της Μυτιλήνης (1850 - 1930). 538-560.