



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ**

**Π.Μ.Σ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ**

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανάπτυξη ενός παιχνιδιού εμβυθιστικής εικονικής  
πραγματικότητας ως μέσου προβολής και ανάδειξης του ναυαγίου  
«Μέντωρ».**

**Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Χριστίνα Μεθενίτη**

**Επιβλέπων καθηγητής: Αλέξανδρος Τούρτας**

**Μυτιλήνη 2023**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Π.Μ.Σ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη ενός παιχνιδιού εμπυθιστικής εικονικής πραγματικότητας ως μέσου προβολής και ανάδειξης του ναυαγίου «Μέντωρ».**

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Χριστίνα Μεθενίτη

Επιβλέπων καθηγητής: Αλέξανδρος Τούρτας

Μυτιλήνη 2023

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την δημιουργία ενός παιχνιδιού εμβυθιστικής εικονικής πραγματικότητας (VR) με επίκεντρο το ναυάγιο του «Μέντωρ». Το παιχνίδι χρησιμοποιεί τη μηχανή παιχνιδιών Unity 3D για να δημιουργήσει μια προσομοίωση του πλοίου και του περιβάλλοντός του και να παρέχει διαδραστικές εμπειρίες αφήγησης με βάση τα ευρήματα που ανελκύστηκαν από το ναυάγιο. Το VR παιχνίδι στοχεύει στο να επιτρέψει στους χρήστες να εξερευνήσουν το πλοίο, να μάθουν για αυτό και να αποκτήσουν μια βαθύτερη κατανόηση της ενάλιας πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω μιας διαδραστικής εμπειρίας.

Το πρώτο μισό της εργασίας αφορά το ιστορικό πλαίσιο του ναυαγίου καθώς και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε για την εικονική πραγματικότητα, την αφήγηση και την εφαρμογή τους στην πολιτιστική κληρονομιά. Το δεύτερο μισό αφορά την διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης του παιχνιδιού, με αναφορές στο σενάριο, στα εργαλεία και στους μηχανισμούς που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή της. Στο τέλος γίνεται συζήτηση η οποία αφορά τα συμπεράσματα που αντλήθηκαν από την χρήση του, καθώς και το θετικό πρόσημο που μπορεί να έχει η εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας στην ενεργή εμπλοκή των χρηστών στο πολιτισμικό περιεχόμενο.

## Abstract

The present thesis focuses on the development of an immersive virtual reality (VR) game centred on the "Mentor" shipwreck. The game uses the Unity 3D game engine to create a simulation of the ship and its surroundings and provide interactive storytelling experiences based on the findings recovered from the wreck. The VR game aims to allow users to explore the ship, learn about it and gain a deeper understanding of the underwater cultural heritage through an interactive experience.

The first half of the thesis deals with the historical context of the shipwreck as well as the literature review done on virtual reality, storytelling and their application to cultural heritage. The second half concerns the design and development process of the game, with references to the story, tools and mechanisms used for its implementation. At the end, there is a discussion regarding the conclusions drawn from the use of it, as well as the positive impact that the application of virtual reality can have on the active involvement of users in the cultural content.

---

Keywords: Virtual reality, cultural heritage, storytelling, immersion, Unity 3D

## Ευχαριστίες

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον επιβλέπων καθηγητή μου, κ. Α. Τούρτα , για την καθοδήγηση και την παρακολούθηση της εξέλιξης της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για τον ενθουσιασμό που έδειξε από την πρώτη στιγμή κάτι που μου έδωσε την ώθηση να προσπαθήσω για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Επίσης ευχαριστώ όλους τους καθηγητές μου στο μεταπτυχιακό, για τις γνώσεις που μου πρόσφεραν κατά την φοίτησή μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Δ. Κουρκουμέλη, διευθυντή της έρευνας του ναυαγίου «Μέντωρ», για την υποστήριξη της διπλωματικής μου και την παραχώρηση του φωτογραφικού υλικού της ανασκαφής.

Ακόμη θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην ομάδα του “The Mentor Shipwreck Excavation Programme” και της Εφορίας Εναλίων Αρχαιοτήτων για τις ιδέες και τις σκέψεις που μοιράστηκαν μαζί μου όσον αναφορά το περιεχόμενο της εργασίας.

Τέλος, δεν μπορώ να παραλείψω να ευχαριστήσω τις φίλες και τους φίλους μου, για την υποστήριξη τους, τις συμβουλές τους , καθώς και για την δοκιμή και την αξιολόγηση του παιχνιδιού.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	1
Abstract .....	2
Ευχαριστίες.....	3
Περιεχόμενα .....	4
1. Εισαγωγή .....	5
2. Ιστορικό πλαίσιο .....	6
2.1 Το πλοίο «Μέντωρ» .....	6
2.2 Το ιστορικό του ναυαγίου.....	7
2.3 Οι ανασκαφικές έρευνες.....	9
3.Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality) .....	12
3.1 Εισαγωγή στην Εικονική Πραγματικότητα .....	12
3.2 Συστήματα της Εικονικής Πραγματικότητας.....	14
3.3 Εμβύθιση και παρουσία.....	15
3.4 Εικονικοί Κόσμοι και Περιβάλλοντα .....	16
3.5 Εικονική Κληρονομιά (Virtual Heritage).....	17
3.6 Η Εικονική Πραγματικότητα ως μέσω εκμάθησης.....	18
3.7 Αφήγηση (Storytelling).....	19
3.8 Παιχνίδια και πολιτιστική κληρονομιά .....	20
4. Σχεδίαση και ανάπτυξη παιχνιδιού.....	23
4.1 Δημιουργία Εικονικού Περιβάλλοντος .....	23
4.1.1 Σύδεση των αρχαιολογικών ευρημάτων και τεκμηρίων με το εικονικό περιβάλλον .....	27
4.2 Σενάριο παιχνιδιού .....	31
4.2.1 Γενική ιδέα.....	31
4.2.2 Εξέλιξη και διαδράσεις .....	31
4.3 Χαρακτήρες και animation.....	38
4.4 Ανάδραση – Διεπαφή – Ήχος.....	39
5. Συζήτηση .....	43
6. Βιβλιογραφία.....	45

## 1. Εισαγωγή

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR) έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούμε με το ψηφιακό περιεχόμενο, παρέχοντας μια εμπυθιστική και διαδραστική εμπειρία που προηγουμένως δεν ήταν δυνατή. Η χρήση της εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της αρχαιολογίας και της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει μεγάλες δυνατότητες να προσφέρει νέες ιδέες και προοπτικές στους ερευνητές και στο ευρύ κοινό.

Η παρούσα διπλωματική εστιάζει στην ανάπτυξη μιας ενός παιχνιδιού εμπυθιστικής εικονικής πραγματικότητας με επίκεντρο το ναυάγιο του «Μέντωρ», προσομοιώνοντας το πλοίο και το περιβάλλον του. Ο κύριος στόχος είναι, να χρησιμοποιήσει την αφήγηση με βάση τα ευρήματα που ανακτήθηκαν από το ναυάγιο και να δημιουργήσει αλληλεπιδράσεις με αυτά, επιτρέποντας έτσι στους χρήστες να κατανοήσουν βαθύτερα το πολιτιστικό περιεχόμενο του «Μέντωρ», καθώς επίσης να εξάψει την περιέργειά τους για επί πλέον γνώση του ναυαγίου. Στόχος του παιχνιδιού επίσης είναι να παρέχει έναν νέο και καινοτόμο τρόπο εκμάθησης και εξερεύνησης αρχαιολογικών τοποθεσιών που είναι δυσπρόσιτα ή δεν υπάρχουν πλέον, όπως τα ναυάγια.

Τα αντικείμενα στα οποία βασίζεται η αφήγηση αφορούν την πλοήγηση των ιστιοφόρων πλοίων της περιόδου εκείνης και επιλέχτηκαν καθώς εξυπηρετούν την συγγραφή ενός ολοκληρωμένου σεναρίου ικανού να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις και τα χρονικά περιθώρια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Η ανάπτυξη του παιχνιδιού γίνεται στη μηχανή παιχνιδιών και πλατφόρμα VR, Unity 3D και για την μεταφορά στον εικονικό κόσμο χρησιμοποιείται μάσκα HTC VIVE.

## 2. Ιστορικό πλαίσιο

### 2.1 Το πλοίο «Μέντωρ»

Ο «Μέντωρ», σύμφωνα με τα κατασκευαστικά στοιχεία που αναφέρονται στο μητρώο της Lloyd's του 1801, ήταν ένα πλοίο τύπου μπρίκι (δίστηλο ιστιοφόρο), κατασκευασμένο από βελανιδιά και κέδρο (live oak and cedar), καλυμμένο εξωτερικά με φύλλα χαλκού (sheathed with copper), και χωρητικότητά 114 τόνους. Είχε ένα κατάστρωμα και το αμπάρι του ήταν βαθύ και ευρύχωρο (single deck with deep waist), κάτι που διευκόλυνε τη μεταφορά του φορτίου. Το πλοίο έφερε σπλισμό 6-12 κανονιών και σύμφωνα με τις πληροφορίες που αντλούνται από το μητρώο, τόσο το πλοίο όσο και ο εξαρτισμός του ήταν σε καλή κατάσταση (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).



Εικόνα 1. Σχέδιο ενός βρετανικού «μπρικιού» c1800. Αυτή η κατηγορίας «Cherokee» θα ήταν παρόμοια με τον «Μέντωρ», ©Sean Douglas

Ο «Μέντωρ», κατασκευάστηκε περίπου το 1788 στην Αμερική (σύμφωνα με την καταχώριση, το 1801 το πλοίο ήταν 13 ετών). Σύμφωνα με την εγγραφή στο μητρώο, το πλοίο αναφέρεται νηολογημένο στο Λονδίνο ως εμπορικό (constant trader). Η καταχώρισή του στα μητρώα το 1801 πρέπει να συμπίπτει με το έτος μεταβίβασής του στον Τόμας Μπρους, έβδομου Κόμητα του Έλγιν (Thomas Bruce, 7th Earl of Elgin & 11th Earl of Kincardine), αφού δεν εμφανίζεται καταχώριση πριν από το 1801. Καθώς το προηγούμενο όνομα του πλοίου, πριν την μεταβίβαση δηλαδή, παραμένει



άγνωστο, δεν μπορούν να εντοπιστούν περαιτέρω στοιχεία πλην της καταγραφής του το 1801 (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

Ένα πιθανό στοιχείο για την χρήση του πλοίου πριν καταλήξει στην ιδιοκτησία του Λόρδου Έλγιν, είναι η εξωτερική κάλυψη των υφάλων του με φύλλα χαλκού, όπως αναφέρουν τα μητρώα της Lloyd's και επιβεβαιώνουν τα ευρήματα του ναυαγίου. Η επικάλυψη των υφάλων με φύλλα χαλκού ή ορείχαλκου ήταν ιδιαίτερα δαπανηρή και για τον λόγο αυτόν χρησιμοποιείται κατεξοχήν στα πολεμικά πλοία ή σε πλοία που συμμετέχουν σε πολεμικές επιχειρήσεις, παρά σε εμπορικά. Ίσως αυτό να αποτελεί ένδειξη ότι το πλοίο, είχε χρησιμοποιηθεί ως φορτηγό ή συνοδευτικό πλοίο σε πολεμικές επιχειρήσεις στην Αμερική ή στον Ατλαντικό. Παρόλα αυτά η παλαιότερη αυτή χρήση δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί με ασφάλεια, καθότι τα παλαιότερα στοιχεία του πλοίου είναι άγνωστα (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

## 2.2 Το ιστορικό του ναυαγίου

Με κυβερνήτη τον πλοίαρχο William H. Eglen , ο «Μέντωρ» αγκυροβολεί στο λιμάνι του Πειραιά μετά από έναν περίπλου στην Ανατολική Μεσόγειο, οποίος συμπεριλάμβανε μεταξύ άλλων την Αλεξάνδρεια και τη Σμύρνη, με σκοπό να φορτώσει και να μεταφέρει, μέρος των αρχαιοτήτων που είχαν αφαιρεθεί νωρίτερα από διάφορα μνημεία της Ακρόπολης και των Αθηνών από την ομάδα του Λόρδου Έλγιν, στην Αγγλία, μέσω Μάλτας. Ο συνολικός αριθμός των κιβωτίων με αρχαιότητες, τα οποία φορτώθηκαν στο πλοίο, σύμφωνα με την επίσημη φορτωτική, ανέρχεται στα δεκαεπτά (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018, Λιανός, 1983).

Την 5<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου ή τη 17<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου του 1802, σύμφωνα με το Ιουλιανό και το Γρηγοριανό ημερολόγιο αντίστοιχα, το μπρίκι «Μέντωρ» βυθίζεται έξω από το λιμάνι του Αυλαίμονα, στον κόλπο του Αγίου Νικολάου, στα νοτιοδυτικά Κύθηρα. Αναχωρώντας δυο μέρες πριν από τον Πειραιά προς τον νότο, το πλοίο χαράσσει πορεία για τη Μάλτα. Την επομένη περιπλέει τα Κύθηρα από νότο με κατεύθυνση προς το ακρωτήριο Ταίναρο. Εκεί συναντά ισχυρούς δυτικούς-βορειοδυτικούς ανέμους και παρασύρεται, 40 ναυτικά μίλια περίπου νοτίως του ακρωτηρίου, ενώ φαίνεται ότι το πλοίο παρουσιάζει συγχρόνως εισροή υδάτων. Ο κυβερνήτης με τον πλοηγό, εφόσον δεν γνωρίζουν τις ακτές της Πελοποννήσου, αποφασίζουν να επιστρέψουν προς τα Κύθηρα, με σκοπό να προσεγγίσουν τον κόλπο του Αγίου Νικολάου, ώστε να περιμένουν εκεί την αλλαγή του καιρού και να επισκευάσουν την αβαρία. Προσεγγίζοντας την είσοδο του μικρού λιμένα του Αυλαίμονα και κατά την προσπάθειά του να αγκυροβολήσει, προσκρούει σε βράχια με το πρωραίο δεξί τμήμα του, αρχικά η πλήρη και στη συνέχεια η πρύμνη, και καταλήγει σε βάθος 22 μέτρων περίπου. Ακούμπησε στον πυθμένα με την τρύπιδα και ίσως ελαφρώς πλαγιασμένο προς την αριστερή πλευρά, κάτι που επιβεβαιώνεται και από μαρτυρίες της εποχής, σύμφωνα με τις οποίες

οι ιστοί του πλοίου ήταν ορατοί επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018, Λιανός, 1983).



Εικόνα 2. Σχέδιο του W.R Hamilton με τον χώρο του ναυαγίου «Μέντωρ»

Το πλήρωμα του «Μέντωρ» αποτελούσαν ο κυβερνήτης πλοίαρχος William H. Eglen, ο λογιστής ή ναύκληρος John Macpharlan (ή Macfarlan), ο πλοηγός Μανώλης Κωνσταντίνος Μάλης, και τρεις ναύτες, ο John Wigton, ο Ross, του οποίου έχει διασωθεί μόνον το επώνυμο, και ένας τρίτος, του οποίου το όνομα δεν έχει διασωθεί και φέρεται ως καταγόμενος από το Γιβραλτάρ. Οι επιβάτες και συνοδοί του φορτίου φαίνεται πως ήταν οι William Richard Hamilton, γραμματέας του Λόρδου Έλγιν, ο λοχαγός William Leake, τοπογράφος-αρχαιολόγος, ο υπολοχαγός John Squire, αξιωματικός του πυροβολικού, και τρία ακόμα άτομα, που αναφέρονται ως το υπηρετικό προσωπικό των επιβατών — σε διάφορες επιστολές μετά το ναυάγιο αναφέρονται τα ονόματα Giacomo(;) και Peter Gavallo και μάλλον πρόκειται για δύο από τα τρία αυτά άτομα (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

Μετά την βύθιση του πλοίου, οι επιβάτες και το πλήρωμα βγαίνουν στα βράχια της ακτής. Εκεί δέχονται την περίθαλψη των κατοίκων του Αυλαίμονα και του πληρώματος του πλοίου υπό Αυστριακή σημαία «Ανίκητος», το οποίο επίσης ήταν αγκυροβολημένο στην περιοχή. Ο υποπρόξενος του Ηνωμένου Βασιλείου στα Κύθηρα Εμ. Καλούτσης διενεργεί ανάκριση του συμβάντος και αναλαμβάνει την έκδοση των νέων διαβατηρίων και πιστοποιητικών των ναυαγών τα οποία είχαν χαθεί μαζί και με άλλα προσωπικά τους αντικείμενα κατά το συμβάν (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018)

Ο Hamilton ενημερώνει τον Λόρδο Έλγιν για το περιστατικό και δέχεται άμεσα εντολή να παραμείνει στα Κύθηρα ώστε να ασχοληθεί με την ανέλκυση του φορτίου του πλοίου και των κιβωτίων με τις αρχαιότητες για όσο διάστημα χρειαστεί. Για την ναυαγιοερεσία προσελήφθησαν

μα ομάδα Καλύμνιων σφουγγαράδων, που δραστηριοποιούνταν στην περιοχή την περίοδο αυτή. Ένα μεγάλο τμήμα του πλοίου, χρειάστηκε να καταστραφεί ώστε να δοθεί η δυνατότητα στους δύτες να εισέλθουν στο εσωτερικό του και στα αμπάρια του και να ανελκύσουν τα 17 κιβώτια. Εκτός των αρχαιοτήτων ανελκυσθήκε και ένα μεγάλο μέρος του εξαρτισμού του πλοίου (βοηθητικές βάρκες, πανιά, σχοινιά, κανόνια, προσωπικά αντικείμενα κ.ά.) (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).



Εικόνα 3. Σκίτσο για το ναυάγιο του «Μέντωρ», ©Mikés Karariperis

Οι εργασίες ανέλκυσης ολοκληρώνονται, την 24<sup>η</sup> Οκτωβρίου 1804, δύο χρόνια μετά το ναυάγιο με την επιστολή του Giovanni Battista Lusieri, σχεδιαστή και έναν από τους έμπιστους του Λόρδου Έλγιν, να αναφέρει : «I have the satisfaction to inform you that at last all the marbles at Cerigo have been recovered, and we have good reason to rejoice, for they all deserve to be jealously guarded...». Την 16η Φεβρουαρίου 1805 από τη φορτηγίδα υπό Βρετανική σημαία, «The Lady Shaw Stewart», με κυβερνήτη τον πλοίαρχο George Parry, και από τη σκούνα «Reynard», επιτυγχάνεται η μεταφορά των ανελκυσθέντων κιβωτίων με τα γλυπτά και τα άλλα αντικείμενα, μετά και από εντολή του Ναυάρχου Nelson (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

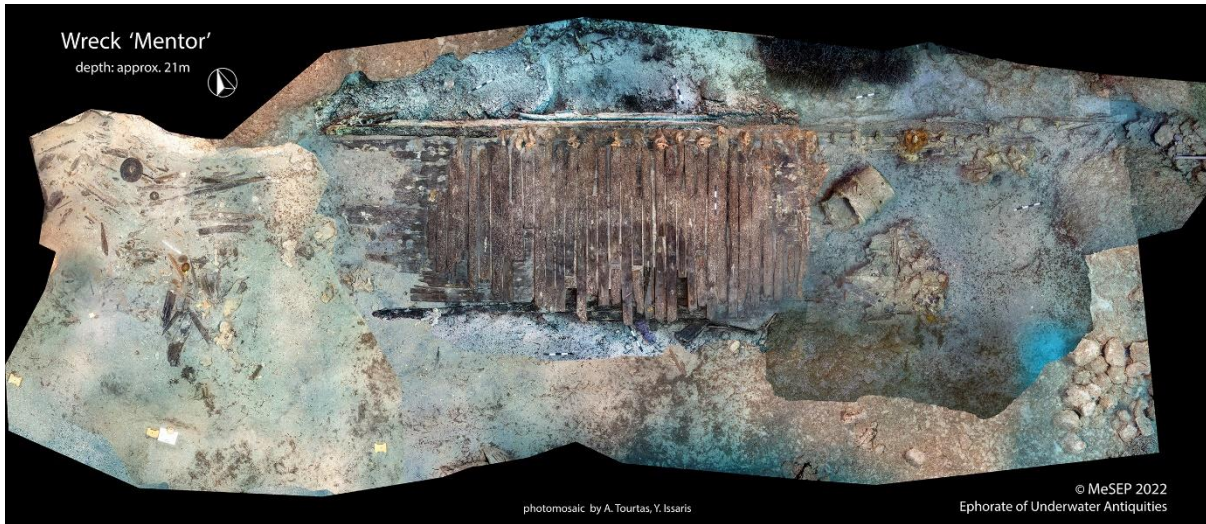
### 2.3 Οι ανασκαφικές έρευνες

Η φημολογία ότι εξακολουθούν να υπάρχουν γλυπτά και «μάρμαρα» στον χώρο του ναυαγίου, έχει οδηγήσει τις διάφορες έρευνες που κατά καιρούς διενεργούνται να σχετίζονται σχεδόν εξ ολοκλήρου με αυτό το γεγονός. Αυτοψίες ή μικρής διάρκειας έρευνες στον χώρο του ναυαγίου πραγματοποιούνται από τα τέλη του 19ου αιώνα, όπως αυτή το 1875, όταν Καλύμνιοι δύτες αναφέρουν ότι είδαν μάρμαρα στον βυθό στην περιοχή του ναυαγίου. Ο τότε πρόεδρος της Αρχαιολογικής Εταιρείας και υπουργός Εκκλησιαστικών και Δημόσιας Εκπαιδεύσεως Στ. Κουμανούδης εντέλει τον Π. Σταματάκη, τότε έφορο Πελοποννήσου, να διενεργήσει έρευνα στην περιοχή του ναυαγίου, χωρίς κάποιο αποτέλεσμα. Σχεδόν 100 χρόνια αργότερα, τον Νοέμβριο του 1976, κατά τη διάρκεια των ερευνών από τον πλοίαρχο J.-Y. Cousteau, στο ναυάγιο των

Αντικυθήρων, με τη συμμετοχή του αρχαιολόγου του υπουργείου Πολιτισμού Λ. Κολώνα, η ερευνητική ομάδα μεταβαίνει, λόγω κακοκαιρίας στα Αντικύθηρα, στον Αυλαίμονα, και εντοπίζει τον χώρο του ναυαγίου. Όμως, επειδή το ενδιαφέρον της αποστολής αυτής επικεντρωνόταν στο αρχαίο ναυάγιο, δεν δόθηκε συνέχεια στην έρευνα. Το 1980 το Ινστιτούτο Εναλίων Αρχαιολογικών Ερευνών (ΙΕΝΑΕ), με μία 10μελής ομάδα φτάνει στον Αυλαίμονα και διενεργεί μικρής έκτασης και διάρκειας υποβρύχια αρχαιολογική έρευνα και ανασκαφή στον χώρο του ναυαγίου και ανελκύει μικροαντικείμενα, κυρίως προσωπικά είδη του πληρώματος και των επιβατών (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018, Λιανός, 1983).

Το 1984 κλιμάκιο της Εφορείας Εναλίων Αρχαιοτήτων διενεργεί εκ νέου αυτοψία, ύστερα από φήμες ότι υπάρχουν ακόμα μάρμαρα στον χώρο, και κυρίως το 17ο κιβώτιο με αρχαιότητες, το οποίο, θεωρητικά, έχει απολεσθεί ή δεν είχε ανελκυσθεί ποτέ. Στη διάρκεια της έρευνας περισυλλέγονται επιφανειακά διάφορα ευρήματα από τον χώρο, δεν εντοπίζεται όμως κάτι που να συνδέεται με το πολύτιμο φορτίο του πλοίου. Το ναυάγιο του «Μέντωρ» το 2007 κηρύσσεται ως ενάλιος αρχαιολογικός χώρος από το Υπουργείο Πολιτισμού και προστατεύεται από τη Ελληνική Αρχαιολογική Νομοθεσία. Μερικές ημέρες πριν από τα εγκαίνια του Νέου Μουσείου Ακρόπολης, το έτος 2009, κυκλοφορούν φήμες ότι υπάρχουν ακόμα «μάρμαρα» στον βυθό. Η Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων διενεργεί εκ νέου ολιγοήμερη αυτοψία όπου και πάλι κατά τη διάρκεια της σύντομης αυτής έρευνας, δεν εντοπίζονται «μάρμαρα» ή αρχαιότητες. Τέλος, από το 2011 έως το 2013 και το 2015 έως και το 2022 διενεργείται από την Εφορεία Εναλίων Αρχαιοτήτων συστηματική πλέον υποβρύχια αρχαιολογική έρευνα και ανασκαφή στο ναυάγιο (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

Το τμήμα του σκαριού που διασώζεται είναι μήκους 10,60 και πλάτους 5,70 μ., που αντιστοιχεί περίπου στο 25% των υφάλων του. Πρόκειται για ένα μέρος της τρόπιδας του πλοίου, καθώς και του πεστώματος και των νομέων του αριστερού πρυμναίου τμήματός του. Το τμήμα αυτό έχει προσανατολισμό από τα βορειοανατολικά, το πρυμναίο τμήμα, προς τα νοτιοδυτικά, το πρωραίο. Το υπόλοιπο του κύτους έχει φθαρεί και διασκορπιστεί, τόσο από τις διεργασίες των δυτών, κατά την πρώτη ναυαγιοερεσία του 1802, όσο και από τη δράση των κυμάτων και των ρευμάτων στον χώρο βύθισής του (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018). Η τρόπιδα του πλοίου (οι διαστάσεις της μετρήθηκαν 0,35x0,25 μ.) δεν έχει διασωθεί σε καλή κατάσταση, σώζονται όμως τα μεγάλα καρφιά που ένωναν τα διάφορα τμήματά της με τους νομείς. Οι νομείς του πλοίου ήταν τοποθετημένοι σε πολύ μικρή απόσταση ο ένας από τον άλλον, από 0,01 έως 0,05 μ. Η πυκνή διάταξη των νομέων σχηματίζει ένα ενιαίο επίπεδο προσπέλασης χωρίς να απαιτείται πρόσθετη διάστρωση από μαδέρια πυθμένα (φόδρα). Οι διαστάσεις των νομέων κυμαίνονται από 0,15 έως 0,17 μ., πλάτος, με



Εικόνα 4 Φωτομωσαϊκό, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, © MeSEP/ ΕΕΑ 2022

0,12 έως 0,13 μ., πάχος (εικ. 5). Το πέτσωμα του πλοίου διακρίνεται μόνο σε μερικά σημεία ανάμεσα στους νομείς ή σε κενά που έχουν δημιουργηθεί από νομείς που λείπουν. Οι σανίδες του πετσώματος έχουν πάχος 0,03 μ. και το πλάτος τους κυμαίνεται από 0,12 έως 0,25 μ. Στον χώρο βρέθηκαν αρκετά, μικρά κυρίως, τεμάχια φύλλων χαλκού, που προέρχονται από την επένδυση, όπως επίσης και ένας μεγάλος αριθμός μικρών χάλκινων καρφιών, που είχαν χρησιμοποιηθεί για τη στερέωση των φύλλων χαλκού στο πέτσωμα. Η εξωτερική επικάλυψη των υφάλων του πλοίου με φύλλα χαλκού βεβαιώνεται και από την επιστολή του Εμ. Καλούτση, με την οποία ζητά από τον W. Hamilton να μεσολαβήσει προς τον Λόρδο Έλγιν για να του δοθεί η άδεια να αφαιρέσει και να ανελκύσει τα φύλλα χαλκού από το πέτσωμα του πλοίου. Το βορειοανατολικό τμήμα του διατηρημένου τμήματος του σκαριού έχει ταυτιστεί με την περιοχή της πρύμνης του πλοίου όπου εντοπίζεται και ο χώρος ενδιαίτησης των επιβατών και των αξιωματικών. Εκεί εντοπίστηκαν όπλα, βόλια και πολλά προσωπικά αντικείμενα των επιβατών και του πληρώματος του πλοίου (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

Τα αντικείμενα που μέχρι τώρα έχουν ανελκυσθεί από τον χώρο του ναυαγίου μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες: 1) αντικείμενα που σχετίζονται με τη ναυσιπλοΐα και τον εξαρτισμό του πλοίου, 2) αντικείμενα που έχουν σχέση με τη διαβίωση στο πλοίο και προσωπικά αντικείμενα των επιβατών και του πληρώματος, 3) αντικείμενα που σχετίζονται με την άμυνα του πλοίου και 4) αντικείμενα που αποτελούσαν, ίσως μέρος του φορτίου του. Η συστηματική έρευνα στο ναυάγιο και τα ευρήματα που έχουν προκύψει δίνουν στοιχεία τόσο για το συγκριμένο περιστατικό της βύθισης του πλοίου όσο και για τις συνθήκες διαβίωσης στα πλοία τον 19ο αιώνα, καθώς και στοιχεία για τους επιβάτες του πλοίου (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).

## 3.Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)

### 3.1 Εισαγωγή στην Εικονική Πραγματικότητα

Οι άνθρωποι κατά την διάρκεια της ιστορίας χρησιμοποιούσαν μέσα για να μεταφέρουν και να βιώνουν ιδέες. Ένα από τα πιο πρόσφατα μέσα είναι η εικονική πραγματικότητα (VR, VR). Η εικονική πραγματικότητα είναι ένα μέσο που προέκυψε από την τεχνολογική πρόοδο στην οποία λαμβάνει χώρα ο πειραματισμός για την εύρεση πρακτικών εφαρμογών και πιο αποτελεσματικών τρόπων επικοινωνίας (Sherman & Craig, 2018).

Από τη δεκαετία του 1970, έχει χρησιμοποιηθεί σε μια ποικιλία εξειδικευμένων βιομηχανικών εφαρμογών, ιδιαίτερα στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας και του στρατιωτικού τομέα. Ωστόσο, σημαντικές πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν ανοίξει νέα πεδία εφαρμογής εκτός αυτών για την εκπαίδευση, την ψυχιατρική και την επιστημονική έρευνα (El Beheiry et al., 2019).

Ο όρος "εικονική πραγματικότητα" αναφέρεται στον τομέα των υπολογιστικών συστημάτων που στοχεύουν στη δημιουργία ενός εικονικού κόσμου, ο οποίος επιτρέπει στους χρήστες να εμβυθίζονται σε αυτόν και να αλληλεπιδρούν μαζί του. Χρησιμοποιώντας εξειδικευμένες συσκευές επιτυγχάνεται η προσομοίωση του περιβάλλοντος και η δημιουργία ερεθισμάτων με ανατροφοδότηση προς τους χρήστες, για να γίνει η εμπειρία όσο το δυνατόν πιο αυθεντική (Boas, 2012).

Μερικοί από τους ορισμούς που έχουν δοθεί για την εικονική πραγματικότητα είναι η παρακάτω:

- «Η Εικονική Πραγματικότητα, αποτελεί έναν όρο που έχει γίνει (σχετικά) πρόσφατα γνωστός αλλά και από τους πλέον διαδεδομένους στο χώρο των υπολογιστών, ο οποίος μεταφέρει το χρήστη ή τους χρήστες σε ένα συνθετικό, τεχνητό, εικονικό και φτιαγμένο από υπολογιστή περιβάλλον» (Krueger, 1991).
- «Είναι ένα σύνολο από αντικείμενα, χαρακτηριστικά και σχέσεις που βρίσκονται σε φυσικά ή σουρεαλιστικά πλαίσια» (Stuart & Thomas, 1991).
- «Η VR είναι ένα περιβάλλον που έχει δημιουργηθεί από έναν υπολογιστή, είναι πολυδιάστατη και μπορεί να γίνει αποδεκτή από το συμμετέχοντα ως γνωστικά έγκυρη» (Winn & Bricken, 1992).
- «Αλληλεπιδραστικά γραφικά πραγματικού χρόνου (real-time) με τρισδιάστατα μοντέλα, συνδυασμένα με μια τεχνολογία απεικόνισης η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη για εμβύθιση στο μοντελοποιημένο κόσμο και τη δυνατότητα για απευθείας χειρισμό» (Fuchs & Bishop, 1992).

- «Εικονική πραγματικότητα είναι ένα τρισδιάστατο περιβάλλον προσομοίωσης σε υπολογιστή του οποίου η απεικόνιση γίνεται σε πραγματικό χρόνο και εξαρτάται από τη συμπεριφορά του χρήστη» (Loffler & Anderson, 1994).
- «Χαρακτηρίζεται από την ψευδαίσθηση της συμμετοχής σε ένα συνθετικό περιβάλλον και όχι απλώς από την εξωτερική παρατήρηση ενός τέτοιου περιβάλλοντος. Η Εικονική Πραγματικότητα βασίζεται σε τρισδιάστατες, στερεοσκοπικές μονάδες απεικόνισης, με ανιχνευτή της κίνησης του κεφαλιού, του χεριού ή του σώματος και στερεοσκοπικό ήχο. Η Εικονική Πραγματικότητα είναι μια εμπειρία εμπύθισης που χρησιμοποιεί όλες τις αισθήσεις» (Gigante, 1993).
- «Η Εικονική Πραγματικότητα αναφέρεται σε αλληλεπιδραστικά πολυ-αισθητικά, βασισμένα στην όραση, τρισδιάστατα περιβάλλοντα εμπύθισης, δημιουργημένα από υπολογιστή, καθώς και ο συνδυασμός των τεχνολογιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη τέτοιων περιβαλλόντων» (Cruz-Neira, 1993).

Όταν οι άνθρωποι βιώνουν για πρώτη φορά την εμπύθιση της εικονικής πραγματικότητας, ανταποκρίνονται με πάθος. Μια ιδιαίτερη εμπειρία μπορεί να ζήσει κανείς σηκώνοντας ένα εικονικό αντικείμενο με το πραγματικό του χέρι, βιώνοντας τις στερεοσκοπικές εικόνες που βγαίνουν από την οθόνη και ανακαλύπτοντας ότι οι κινήσεις του κεφαλιού αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο βλέπει το εικονικό περιβάλλον. Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι οι χρήστες σημειώνουν, πως η αλληλεπίδραση με προγράμματα 3D σε επιτραπέζιους υπολογιστές ή κονσόλες παιχνιδιών δεν είναι η ίδια με την εμπειρία της εμπυθιστικής εικονικής πραγματικότητας (Bowman & McMahan, 2007).

Οι επιτραπέζιοι υπολογιστές είναι πλέον εξοπλισμένοι με κάρτες γραφικών που είναι αρκετά ισχυρές για να χειριστούν τις απαιτήσεις απόδοσης της εικονικής πραγματικότητας σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, η πιο πρόσφατη εκδοχή της τεχνολογίας VR έχει βελτιστοποιηθεί με στόχο τη φιλικότητα προς τον χρήστη και την άνετη προβολή. Τα headsets HTC Vive, Oculus Rift και Windows Mixed Reality VR, τα οποία είναι ευρέως διαθέσιμα στους καταναλωτές σε μέτριες τιμές, έχουν εκδημοκρατίσει τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας (El Beheiry et al., 2019).

Το είδος του εξοπλισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενδέχεται να περιορίζεται με διαφορετικούς τρόπους από το λογισμικό. Ενώ ορισμένα ακουστικά VR μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο με ορισμένα προγράμματα, άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μια ποικιλία VR προγραμμάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους, όπως καθιστή, όρθια ή όρθια σε κλίμακα δωματίου, που επιτρέπει στους χρήστες να περιφέρονται γύρω από τη σκηνή VR (Cecotti, 2022).

Η ελευθερία που προσφέρει η εικονική πραγματικότητα στους χρήστες να εξερευνούν με φυσικό τρόπο και να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους είναι αναμφισβήτητα το μεγαλύτερο πλεονέκτημά της για την επικοινωνία επιστημονικών δεδομένων (El Beheiry et al., 2019).

Η VR είναι ο συνδυασμός τριών ενεργειών:

**Μια συνολική εμπειρία εμπύθισης.** Οι χρήστες φορούν μια οπτικοακουστική συσκευή κεφαλής, σχεδιασμένη να εμποδίζει τον εξωτερικό φωτισμό.

**Στερεοσκοπική όραση.** Κάθε μάτι βλέπει την ίδια σκηνή από μια ελαφρώς διαφορετική οπτική γωνία, μιμούμενο αποτελεσματικά το πώς τα μάτια μας βλέπουν τον κόσμο σε τρεις διαστάσεις.

**Λήψη κίνησης (Motion capture).** Η θέση του κεφαλιού του χρήστη και των χειριστηρίων ανιχνεύονται είτε με τρεις είτε με έξι βαθμούς ελευθερίας, επιτρέποντας την ακριβή παρακολούθηση των κινήσεων εντός της σκηνής (El Beheiry et al., 2019).

### 3.2 Συστήματα της Εικονικής Πραγματικότητας

Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας:

**Τα μη εμπυθιστικά συστήματα,** όπως οι επιτραπέζιοι υπολογιστές, είναι λιγότερο εξελιγμένα από τα πλήρως εμπυθιστικά συστήματα, καθώς είναι λιγότερο ακριβά και δεν χρειάζεται να έχουν καλή απόδοση.

**Τα πλήρως εμπυθιστικά συστήματα,** τα οποία παρέχουν στον χρήστη την πιο ρεαλιστική εμπειρία μέσω ανώτερων γραφικών και επιδόσεων, καθώς και σημαντική μείωση των ερεθισμάτων που αποσπούν την προσοχή.

Μεταξύ των δύο υπάρχουν **ημι-εμπυθιστικά συστήματα.** Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι οι προσομοιωτές πτήσης. Αυτά τα συστήματα προσφέρουν μια πιο καθηλωτική εμπειρία συνδυάζοντας λογισμικό υψηλής απόδοσης με στερεοσκοπική όραση, διευρυμένο οπτικό πεδίο, απτική ανατροφοδότηση μεταξύ άλλων τεχνολογιών (Boas,2012).

Σε γενικές γραμμές τα συστήματα της VR μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρία παραδείγματα:

#### **Με βάση το κεφάλι (Head Based)**

Μια τέτοια συσκευή μπορεί να είναι ένα κράνος ή ένας τύπος οθόνης που εφαρμόζει στο κεφάλι, η οποία μπορεί να επιτρέπει ή όχι την προβολή του έξω κόσμου. Οι γραφικές εικόνες εμφανίζονται σε μια οθόνη ή σε ένα τμήμα οθονών (μία για κάθε μάτι) στο headset ή σε ένα ζευγάρι γυαλιά. Ένας αισθητήρας παρακολούθησης θέσης λέει στο σύστημα του υπολογιστή πού κοιτάζει ο συμμετέχων και εμφανίζει γρήγορα μια οπτική εικόνα κατάλληλη για τη θέση των συμμετεχόντων. Μπορούν να



προστεθούν πρόσθετες συσκευές, που επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να αλληλεπιδρούν με τον κόσμο, όπως απλά χειριστήρια.

### **Σταθερά (Stationary)**

Τα σταθερά συστήματα VR είναι αυτά στα οποία η συσκευή VR δεν φοριέται ή μεταφέρεται από τον συμμετέχοντα, αλλά βρίσκεται σε ένα σταθερό σημείο στο χώρο και ο συμμετέχων πηγαίνει σε εκείνο ώστε να βιώσει την εμπειρία. Συχνά αυτοί οι τύποι συστημάτων χρησιμοποιούν προβολείς και οθόνες προβολής για να μεταφέρουν τις οπτικές πληροφορίες της εμπειρίας. Μία από τις πιο κοινές εφαρμογές είναι το σύστημα CAVE. Αυτό το σύστημα εμπειρίας εικονικής πραγματικότητας περιλαμβάνει την τοποθέτηση των συμμετεχόντων στην κλίμακα δωματίου που περιβάλλεται από εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή και προβάλλονται σε μεγάλα επίπεδα πάνελ.

### **Με βάση τα χέρια (Hand Based)**

Σε αυτό το σύστημα ο συμμετέχων κρατά μια συσκευή στο χέρι του, όπως ένα smartphone ή ένα smart-tablet που εμφανίζει τις πληροφορίες στον συμμετέχοντα. Θα μπορούσε να είναι κάτι που στη συνέχεια φέρνουν στο ύψος των ματιών τους και το κρατούν σε απόσταση όπως με πολλές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (Sherman & Craig, 2018).

## **3.3 Εμβύθιση και παρουσία**

Οι όροι εμβύθιση και παρουσία, που υποδηλώνουν διαφορετικές αντιλήψεις, συχνά παρανοούνται ή χρησιμοποιούνται εναλλακτικά ακόμη και από ειδικούς της VR. (Boas, 2012).

Και οι δυο αυτές έννοιες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν το πώς αντιλαμβάνεται ο χρήστης τη σχέση ανάμεσα στον εικονικό κόσμο και τον πραγματικό. Είναι αποδεκτό ότι και η παρουσία και η εμβύθιση είναι δυο σημαντικά συστατικά για τη δημιουργία ενός επιτυχημένου εικονικού κόσμου (Rujol-Tost, 2017).

**Η παρουσία** είναι η υποκειμενική αντίληψη κάποιου για το φυσικό του περιβάλλον εκεί που βρίσκεται (Jason Tham, 2018).

Ο βαθμός **εμβύθισης** χαρακτηρίζεται ως ο αντικειμενικός αριθμός των αισθήσεων του χρήστη, που «απασχολούνται» μέσω συστήματος απεικόνισης του εικονικού κόσμου και τις τροφοδοτούν με δεδομένα (Βοσινάκης, 2015). Η εμβύθιση μπορεί να οδηγήσει το μυαλό αλλά δε μπορεί να το ελέγξει (Jason Jerald, 2016), άρα η εμβύθιση προϋποθέτει την αίσθηση της παρουσίας (Julian Hildebrand, 2018).

Ο βαθμός εμβύθισης που παρέχεται από ένα σύστημα VR καθορίζεται αποκλειστικά από το λογισμικό απόδοσης και εμφάνισης (συμπεριλαμβανομένων όλων των τύπων αισθητηριακών

οθονών). Ένα σύστημα μπορεί να έχει υψηλότερο επίπεδο βύθισης από ένα άλλο. Η εμπύθιση είναι μετρήσιμη και αντικειμενική (Bowman & McMahan, 2007).

Η παρουσία είναι μια ατομική και εξαρτώμενη από το περιβάλλον απόκριση του χρήστη, που σχετίζεται με την εμπειρία του «να είσαι εκεί». Διαφορετικοί χρήστες μπορούν να βιώσουν διαφορετικά επίπεδα παρουσίας με το ίδιο σύστημα VR και ένας χρήστης μπορεί να βιώσει διαφορετικά επίπεδα παρουσίας με το ίδιο σύστημα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ανάλογα με την κατάσταση του μυαλού, το πρόσφατο ιστορικό και άλλους παράγοντες (Bowman & McMahan, 2007).

### 3.4 Εικονικοί Κόσμοι και Περιβάλλοντα

Ένας **εικονικός κόσμος** είναι το περιεχόμενο ενός δεδομένου μέσου. Μπορεί να υπάρχει αποκλειστικά στο μυαλό του δημιουργού του ή να εκδηλωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να μοιραστεί με άλλους. Βιώνουμε τον κόσμο αυτό μέσω της εικονικής πραγματικότητας, όταν τον βλέπουμε μέσω του συστήματος, ο οποίος φέρνει αυτά τα αντικείμενα και τις αλληλεπιδράσεις σε εμάς μέσω μιας σωματικά καθηλωτικής, διαδραστικής παρουσίας (Sherman & Craig, 2018).

Ο όρος **εικονικό περιβάλλον** χρησιμοποιείται συχνά ως συνώνυμο τόσο για την εικονική πραγματικότητα όσο και για τον εικονικό κόσμο. Ωστόσο, η χρήση του εικονικού περιβάλλοντος προηγείται της εικονικής πραγματικότητας. Το εικονικό περιβάλλον είναι διφορούμενο καθώς μπορεί να οριστεί απλώς ως εικονικός κόσμος ή μπορεί να αναφέρεται σε κόσμο που παρουσιάζεται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα VR (Sherman & Craig, 2018).

Καθώς ο πραγματικός κόσμος στον οποίο ζούμε γίνεται αντιληπτός σε τρεις διαστάσεις, οι μελέτες προτείνουν ότι αυτή η πολυδιάστατη αναπαράσταση εικονικών αντικειμένων και περιβαλλόντων μας κάνει πιο εύκολα να νιώθουμε μέρος του ψηφιακού κόσμου, σαν να ήταν πραγματικός. (1) Η εμπύθιση σε εικονικά περιβάλλοντα, σχετίζεται με την αντικατάσταση πραγματικών αισθητηριακών ερεθισμάτων με συνθετικά. Όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος των αντιλήψεων και όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός στον οποίο μια πραγματική αίσθηση αντικαθίσταται από μια συνθετική, τόσο πιο «εμπυθισμένος» θα αισθάνεται ένας χρήστης. Σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον, η πρώτη αίσθηση που αντικαθίσταται είναι η όραση: ο χρήστης βλέπει έναν ανακατασκευασμένο, ψηφιακό κόσμο που αντιπροσωπεύει τον πραγματικό. Η συμπερίληψη ήχων, απτικής ανάδρασης, δονήσεων κ.λπ. αυξάνει την αίσθηση της εμπύθισης (Mortara & Catalano, 2018).

### 3.5 Εικονική Κληρονομιά (Virtual Heritage)

Η εικονική κληρονομιά ένας κλάδος διαδραστικών τεχνολογιών στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας, με τις οποίες δημιουργείται μια οπτική αναπαράσταση μνημείων, αντικειμένων, κτιρίων και πολιτισμού για να παρουσιαστεί στο παγκόσμιο κοινό (Cecotti, 2022).

Ο κύριος στόχος της εικονικής κληρονομιάς είναι να αναπαραστήσει την πολιτιστική κληρονομιά σε ρεαλιστικά εικονικά περιβάλλοντα όπου το κοινό μπορεί να βυθιστεί και/ή να αλληλεπιδράσει με αυτά. Η εικονική κληρονομιά περιλαμβάνει γραφικά υπολογιστή και/ή πολυμεσικά περιεχόμενα, π.χ. τρισδιάστατα αντικείμενα, δισδιάστατες εικόνες, ήχους, μουσική (Cecotti, 2022).

Αρχικά, στον ευρύ κόσμο της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, ο στόχος της Εικονικής Πραγματικότητας ήταν η εφαρμογή (i) εφαρμογών υψηλής απήχησης και (ii) λειτουργικών σκοπών. Το πρώτο αντιστοιχούσε σε όμορφα εκτελεσμένα εικονικά ανακατασκευή χωρίς «μετρική» ακρίβεια. Το δεύτερο σε ανακατασκευές τοποθεσιών με μετεγκατάσταση περιβάλλοντων και αντικειμένων, για παράδειγμα, όταν δεν είναι ανοιχτά προς το κοινό ή/και δεν υπάρχουν πλέον. Σήμερα, η τάση είναι να «αναμειγνύονται» όλες οι πτυχές δημιουργώντας επιστημονικές εικονικές ανακατασκευές με μετρική ακρίβεια, που είναι, ταυτόχρονα, ικανές να μεταδώσουν ένα εντυπωσιακό αποτέλεσμα. Ένα εικονικό μοντέλο Πολιτιστικής Κληρονομιάς μπορεί να έχει διαφορετικές αξίες (επιστημονικές, εκπαιδευτικές, ιστορικές) ανάλογα με τις πληροφορίες που παρέχει (Fassi et al., 2016).

Η αναπαράσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς με συστήματα εικονικής πραγματικότητας υπερβαίνει τον χώρο και τον χρόνο. Οι εικονικοί κόσμοι επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε περιβάλλοντα όπως κτίρια και τοπία που είναι πολύ μακριά από τον χρήστη ή απρόσιτα όπως υποβρύχια μέρη (Skarlatos et al., 2016). Επίσης οι χρήστες μπορούν να επισκεφτούν μέρη όπως ήταν σε μια διαφορετική περίοδο της ιστορίας μέσω της ψηφιακής ανακατασκευής π.χ. ενός ιστορικού κτιρίου (Soto-Martin et al. 2020). Οι εικονικοί κόσμοι μπορούν να αντιπροσωπεύουν πολιτιστικούς τόπους στο φυσικό τους περιβάλλον ή μέσα σε ένα μουσείο. Για παράδειγμα, ένας πίνακας μπορεί να παρουσιαστεί σε ένα εικονικό περιβάλλον που αντιπροσωπεύει ένα μουσείο ή μπορεί να εκτεθεί σε μια τοποθεσία όπου αρχικά θεωρήθηκε ότι ήταν εκτεθειμένος (π.χ. εκκλησία, κάστρο, αρχοντικό, κρεβατοκάμαρα) ή μπορεί ακόμη και να εμφανίζεται και σε έναν φανταστικό κόσμο (Skarlatos et al., 2016).

Ένα εικονικό περιβάλλον αποτυπώνεται στον χρήστη με μεγαλύτερη ευκολία, όταν η τεχνολογία καταφέρνει να δημιουργήσει ένα ρεαλιστικό και πλούσιο σε αισθήσεις περιβάλλον. Τα γραφικά έχουν φτάσει σε εξαιρετικά επίπεδα, βασιζόμενα στην εκπληκτική πρόοδο των βιβλιοθηκών γραφικών, τις μηχανές παιχνιδιών και τις κάρτες γραφικών. Ωστόσο, ο τομέας της πολιτιστικής κληρονομιάς, απαιτεί πολύ περισσότερα από τον απλό ρεαλισμό· απαιτεί επίσης ιστορική ακρίβεια.

Όλες οι πτυχές του περιεχομένου, συμπεριλαμβανομένης της αφήγησης, του διαλόγου κ.λπ., πρέπει να επιβλέπονται από ειδικούς του τομέα, οι οποίοι εγγυώνται την εγκυρότητα της αναπαράστασης. Ο ρεαλισμός αυξάνεται με την προσθήκη ψηφιοποιημένων αντιγράφων πραγματικών αντικειμένων και ακόμη και ολόκληρων γεωγραφικών περιοχών (Mortara & Catalano, 2018).

Είναι αξιοσημείωτο ότι μόλις λίγα χρόνια πριν, οι τεχνολογίες τρισδιάστατης απεικόνισης ήταν απλώς ένα μέσο για την ψηφιακή αντικατάσταση των φυσικών αντικειμένων (Cecotti, 2022), που είχαν υποστεί είτε μερική είτε ολική καταστροφή, ενώ σήμερα είναι εφικτό να δημιουργηθούν ρεαλιστικά περιβάλλοντα τα οποία μπορεί και να υπάρχουν ακόμα (Soto-Martin et al. 2020).

Μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τις εφαρμογές VR για την πολιτιστική κληρονομιά σε διαφορετικές κατηγορίες με βάση το περιεχόμενό τους :

- Εφαρμογές με ευρύ περιεχόμενο: π.χ. περιλαμβάνει γκαλερί τέχνης από πολλούς πίνακες ζωγραφικής,
- Εφαρμογές με συγκεκριμένο περιεχόμενο: π.χ. περιλαμβάνει εφαρμογές που είναι αφιερωμένες σε μεμονωμένο έργο τέχνης, π.χ., η Μόνα Λίζα, ένας μόνο καλλιτέχνης ή ένα συγκεκριμένο σύνολο έργων από έναν συγκεκριμένο καλλιτέχνη.

Οι εφαρμογές VR μπορούν επίσης να χωριστούν σε σχέση με τον βαθμό διαδραστικότητας τους:

- Εάν πρόκειται για εμπειρία VR στην οποία ο χρήστης είναι παθητικός,
- Εάν ο χρήστης είναι ενεργός αλληλοεπιδρώντας με το περιβάλλον (Cecotti, 2022).

Τέλος, προτείνεται οι εφαρμογές VR που έχουν σχέση με την πολιτιστική κληρονομιά, να προσπαθούν να έχουν έναν επιτυχημένο συνδυασμό τριών στοιχείων.

- Ακριβή οπτικοποίηση ή αναπαράσταση δεδομένων
- Γνώσεις και εμπειρία για την παρουσίαση του εικονικού περιβάλλοντος με στοιχεία που ενσωματώνουν και παρακινούν τη γνώση
- Αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, παρέχοντας την ικανότητα απόκτησης γνώσεων με την ενεργή συμμετοχή και ακόμη και την τροποποίηση της εμπειρίας (Roussou, 2006)

### **3.6 Η Εικονική Πραγματικότητα ως μέσω εκμάθησης**

Η τρισδιάστατη τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την πολιτιστική κληρονομιά όχι μόνο για οπτική παρουσίαση και τεκμηρίωση, αλλά και για επικοινωνιακούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους η VR έχει χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι το γεγονός ότι υποστηρίζει υψηλή διαδραστικότητα και παρέχει την ικανότητα παρουσίασης ενός

εικονικού περιβάλλοντος που μοιάζει με τον πραγματικό κόσμο. Με αυτήν την τεχνολογία, οι χρήστες μπορούν να εξερευνήσουν και να χειριστούν το τρισδιάστατο διαδραστικό περιβάλλον (Lee & Wong, 2008). Η VR μπορεί να μετατρέψει τους παθητικούς επισκέπτες σε ενεργούς μαθητές. Η VR δεν αφαιρεί τη σημασία από τα πραγματικά αντικείμενα, αλλά μπορεί να βελτιώσει την κατανόησή τους, καθώς επιτρέπει στους χρήστες να τα χειρίζονται και να συμμετέχουν ενεργά (Li & Huang, 2022)

### 3.7 Αφήγηση (Storytelling)

Η αφήγηση παρέμεινε η κύρια μέθοδος για επικοινωνία και μεταφορά γνώσης κατά την πάροδο των αιώνων. Στις μέρες μας, είναι δυνατή η αλληλεπίδραση με έναν υπολογιστή και η μεταφορά της γνώσης μέσω ηλεκτρονικών συστημάτων (Danilicheva et al., 2009).

Η «ψηφιακή αφήγηση» στο πλαίσιο της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει αναγνωριστεί παγκοσμίως ως μια κατεύθυνση που βοηθά τα ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς, συμπεριλαμβανομένων των μουσείων και των ιστορικών χώρων να προσελκύσουν το κοινό (Pujol et al. 2013).

Ο ορισμός της «ψηφιακής αφήγησης» στο πλαίσιο της πολιτιστικής περιλαμβάνει μια ποικιλία εφαρμογών πολυμέσων, συμπεριλαμβανομένων των οδηγιών που προσφέρουν καθαρά ενημερωτικό περιεχόμενο. Αυτές οι εφαρμογές αφήγησης συχνά χαρακτηρίζονται ως "interactive" (διαδραστικές), ενώ στην πραγματικότητα προσφέρουν απλώς επιλογές που επιτρέπουν στους χρήστες να ελέγχουν την πλοήγηση και να επιλέγουν ανάμεσα στο περιεχόμενο. Στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς η δημιουργία αφήγησης είναι μια πρόκληση. Οι ιστορίες, ειδικά οι διαδραστικές, για να είναι ελκυστικές και πραγματικά συγκινητικές, δεν μπορούν να περιστρέφονται μόνο γύρω από αντικείμενα (Katifori et al., 2018). Ο Crawford (2005,) προτείνει ότι πρέπει να εστιάζουμε επιλογές που κάνουν οι χαρακτήρες, είτε δραματικά εμφανείς είτε λιγότερο.

Μεταξύ των πρωταρχικών στόχων ενός πολιτιστικού ιδρύματος είναι η σύνδεση του επισκέπτη με τα εκθέματα ή τον ιστορικό χώρο. Αυτή η ανάγκη επηρεάζει τις ιδέες και την πλοκή της ιστορίας και υπαγορεύει την παρουσία αυτών των αντικειμένων, άμεσα ή έμμεσα, στην ιστορία. Ωστόσο, ο Crawford (2005) σημειώνει ότι, «Οι ιστορίες αφορούν ανθρώπους, όχι πράγματα» και ότι η προσπάθεια δημιουργίας αφήγησης όπου τα ίδια τα αντικείμενα είναι ο κύριος στόχος και η πλοκή και οι χαρακτήρες χτίζονται γύρω τους, έχουν ως αποτέλεσμα εμπειρίες που είναι βέβαιο ότι θα αφήσουν την αίσθηση του επισκέπτη ότι κάτι λείπει, ότι «η εμπειρία δεν είναι ιστορία» (Roussou & Katifori 2018).

Όταν η εικονική πραγματικότητα συνδυάζεται με την αφήγηση ιστοριών, το πολιτιστικό περιεχόμενο γίνεται ελκυστικό και παρατηρείται μία σημαντική αύξηση του βαθμού εμπύθισης και

των επιπέδων παρουσίας των χρηστών (Škola et al., 2020). Σε αυτό το περιβάλλον, το άτομο χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους πρόσβασης σε πληροφορίες, καθώς βιώνει το μέρος όπου εξελίσσεται η ιστορία στον εικονικό κόσμο (Corallo et al., 2019). Για παράδειγμα, το iMareCulture διερεύνει τρόπους συνδυασμού της αφήγησης, των παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας και της υποβρύχιας αρχαιολογίας, καθώς οι παίκτες μπορούσαν να εξερευνήσουν υποβρύχιες πόλεις (Liagokaris et al. 2020).

Η αφήγηση σε εικονικά περιβάλλοντα ανοίγει νέους δρόμους στην εκπαίδευση. Τα σύγχρονα λογισμικά συνδυάζουν τα τελευταία επιτεύγματα της εικονικής πραγματικότητας με την τεχνητή νοημοσύνη (Ercoli and Lewis, 1987). Παρέχει ένα νέο είδος διεπαφής μεταξύ του χρήστη και του ηλεκτρονικού πληροφοριακού συστήματος. Εμβυθίζει έναν χρήστη σε έναν εικονικό κόσμο και τον κάνει συμμετέχοντα μιας εικονικής ιστορίας. Η αφήγηση σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας μπορεί να περιγραφεί ως μια αφήγηση που συμπληρώνεται από στοιχεία διαδραστικότητας. Αυτά τα στοιχεία παρέχουν ανατροφοδότηση στον χρήστη και του επιτρέπουν να επηρεάσει την πλοκή μιας ιστορίας (Danilicheva et al., 2009).

Επίσης η χρήση χαρακτήρων και αφήγησης παρέχουν σαφείς στόχους και λόγους συμμετοχής. Κινούμενοι εικονικοί χαρακτήρες, αντικείμενα με λαμπερά χρώματα, εστίες φωτιάς, δέντρα, καπνοί και βράχοι τοποθετούνται στρατηγικά στο περιβάλλον για να καθορίσουν σημεία για εξερεύνηση. Όπως αποδεικνύουν διάφορα παραδείγματα, η εστίαση σε ένα συγκεκριμένο στόχο εργασία όχι μόνο βοηθάει στην επίτευξη υψηλού κινήτρου, αλλά είναι επίσης η κύρια μέθοδος για να επηρεαστεί ο χρήστης που ολοκληρώνοντας μια σειρά στόχων ουσιαστικά δημιουργεί μια γραμμική ιστορία (Christopoulos et al. 2011)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι πολλά εικονικά περιβάλλοντα που αναπτύχθηκαν πρόσφατα αναπαριστούν πραγματικούς χώρους με εντυπωσιακό βαθμό ρεαλισμού, ωστόσο, συχνά υπάρχει έλλειψη πληροφοριών για τον χρήστη, γεγονός που τον κάνει να χάνει το ενδιαφέρον. Στον πραγματικό κόσμο, οι άνθρωποι συνδέουν ότι τους περιβάλλει με τις ιστορίες. Τα εικονικά περιβάλλοντα από μόνα τους στερούνται αφηγηματικότητας και απαιτούν ιστορίες που σχετίζονται με μέρη και αντικείμενα στον κόσμο. Έτσι, αναγνωρίζουμε την αναγκαιότητα ενός εικονικού οδηγού ικανού να μας πει αυτές τις ιστορίες (Ibanez et al.2003).

### **3.8 Παιχνίδια και πολιτιστική κληρονομιά**

Τα λεξικά τείνουν να ορίζουν ένα παιχνίδι ως έναν σωματικό ή ψυχικό αγώνα, που παίζεται σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες, με στόχο τη διασκέδαση ή την επιβράβευση των συμμετεχόντων. Όταν αναζητούμε έναν ορισμό του πιο συγκεκριμένου όρου βιντεοπαιχνίδι, είναι πιθανό να συναντήσουμε μια περιγραφή όπως «ένα παιχνίδι που παίζεται ενάντια σε έναν

υπολογιστή», που θα μπορούσε να διατυπωθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ως «ένα παιχνίδι που παίζεται με υπολογιστή». Για να κατανοήσουμε πλήρως αυτόν τον ορισμό, θα μπορούσαμε να προτείνουμε τα εξής: «Βιντεοπαιχνίδι: ένας διανοητικός διαγωνισμός, που παίζεται με έναν υπολογιστή σύμφωνα με ορισμένους κανόνες για διασκέδαση, αναψυχή ή για να κερδηθεί ένα ποντάρισμα» (Zyda 2005).

Τα τελευταία χρόνια, τα παιχνίδια στην πολιτιστική κληρονομιά θεωρούνται ένας καλός τρόπος για να αυξηθεί η ενασχόληση με το πολιτιστικό περιεχόμενο. Ως εκ τούτου, τα «σοβαρά παιχνίδια» (serious games) και η μάθηση που βασίζεται σε παιχνίδια βρίσκεται σε άνοδο (Theodoropoulos & Antonίου, 2022). Ο επίσημος ορισμός μπορεί να έχει ως εξής: «Σοβαρό παιχνίδι: ένα διανοητικό αγώνισμα, που παίζεται με υπολογιστή σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες, που χρησιμοποιεί την ψυχαγωγία για την προώθηση κυβερνητικών ή εταιρικών στόχων, εκπαίδευσης, υγείας, δημόσιας πολιτικής και στρατηγικής επικοινωνίας» (Zyda 2005). Τα σοβαρά παιχνίδια – παιχνίδια που δεν έχουν σχεδιαστεί κυρίως για ψυχαγωγία – μπορούν να εμπλέξουν τον παίκτη στην εμπειρία, να παρακινήσουν τη μάθηση και να ενθαρρύνουν την ολοκλήρωση δοκιμασιών (Mortara & Catalano 2018).

Τα εικονικά περιβάλλοντα έχουν χαρακτηριστεί ως εξαιρετικά παρακινητικά για τους μαθητές και ως εκ τούτου πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα που έχουν στόχο να προσφέρουν όχι μόνο γνώση με πιο προσιτό τρόπο στο κοινό αλλά και ψυχαγωγία (Christopoulos et al. 2011)

Η γενικότερη αποτυχία της τεχνολογίας του εικονικού περιβάλλοντος να δημιουργήσει ελκυστικές και εκπαιδευτικές εμπειρίες μπορεί να αποδοθεί όχι μόνο σε ελλείψεις στην τεχνολογία ή στην οπτική πιστότητα, αλλά και σε έλλειψη συμφραζομένων και ελκυστικής αλληλεπίδρασης, όπως αυτή που συναντάμε στα παιχνίδια. Αυτό είναι ίσως το πιο σημαντικό στοιχείο σε έργα εικονικής κληρονομιάς, καθώς η πολιτιστική κληρονομιά απαιτεί ουσιαστική μάθηση και αλληλεπίδραση κατάλληλη για μάθηση σε τοποθεσία (Bishop & Dave, 2011).

Όταν σε ένα εικονικό περιβάλλον προστίθενται μηχανισμοί παιχνιδιού, γίνεται «ένα περιβάλλον όπου το περιεχόμενο και το παιχνίδι ενισχύουν την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων και όπου η δραστηριότητα του παιχνιδιού περιλαμβάνει χώρους επίλυσης προβλημάτων και προκλήσεις που παρέχουν στους παίκτες/μαθητές μια αίσθηση επιτυχίας» (Qian & Clark, 2016, Poondej & Lerdrognkulrat, 2016). Ο παίκτης προσπαθεί να ολοκληρώσει τις αποστολές που του έχουν ανατεθεί και με αυτόν τον τρόπο μαθαίνει. Επίσης για να ενισχυθεί περαιτέρω η εμπύηση του παίκτη στον κόσμο της εικονικής πραγματικότητας, μπορεί να γίνει χρήση και ερωτήσεων κατά την διάρκεια του παιχνιδιού (Karafotias et al., 2022)

Στα παιχνίδια, η εικονική πραγματικότητα αντικαθιστά το περιβάλλον, οδηγώντας τον χρήστη σε άλλα μέρη όπου η φυσική παρουσία δεν είναι πλέον σημαντική. Αυτά τα χαρακτηριστικά παρέχουν πολλές δυνατότητες για παιχνίδια VR στην πολιτιστική κληρονομιά, καθώς ο παίκτης είναι ελεύθερος να ταξιδεύει σε διαφορετικές τοποθεσίες (πραγματικές ή φανταστικές) στο χρόνο και στο χώρο και να έχει εμπειρίες από διαφορετικές ιστορικές ή ακόμα και μελλοντικές εποχές. Ωστόσο, η αποτελεσματική ανασυγκρότηση του εικονικού κόσμου για παιχνίδια VR πολιτιστικής κληρονομιάς είναι μια πρόκληση. Απαιτείται σημαντική ιστορική γνώση προκειμένου να ανακατασκευαστούν οι κόσμοι του παρελθόντος με τρόπους που έχουν νόημα για τους παίκτες και να τους επιτραπεί να παίξουν και να εξερευνήσουν την ιστορία. Οι λεπτομέρειες σχετικά με την εμφάνιση μνημείων, αντικειμένων, ανθρώπων, τοπίων κ.λπ., είναι πολύ σημαντικές για τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών αλληλεπίδρασης για το παιχνίδι (Razuvalova & Nizamutdinov, 2015).

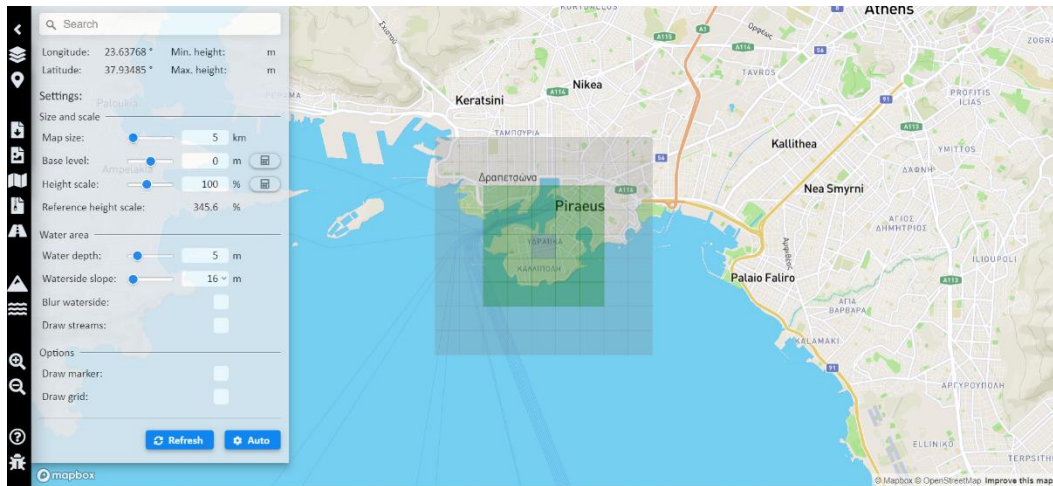
Είναι γεγονός ότι, οι περισσότερες από τις εφαρμογές VR δεν διαθέτουν μηχανικούς παιχνιδιών. Εξακολουθεί να υπάρχει η ανάγκη ανάπτυξης ουσιαστικών εφαρμογών VR που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά για την προσθήκη στοιχείων παιχνιδιών, για τη μετατροπή των εμπειριών εικονικής πραγματικότητας σε σοβαρά παιχνίδια, βελτιώνοντας τη συνολική εμπειρία και προσεγγίζοντας ένα ευρύτερο κοινό, υπερβαίνοντας τα άτομα που ενδιαφέρονται για την τέχνη ή/και την ιστορία (Mortara et al., 2014). Είναι σημαντικό μετά τη χρήση τέτοιων εφαρμογών, ο εκπαιδευόμενος να έχει αποκτήσει νέες γνώσεις ή/και δεξιότητες (Cecotti, 2022).



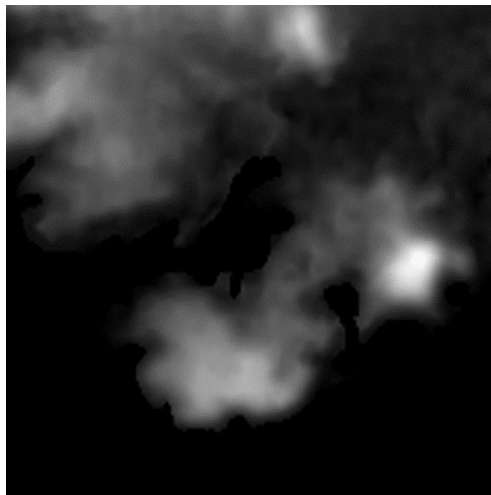
## 4. Σχεδίαση και ανάπτυξη παιχνιδιού

### 4.1 Δημιουργία Εικονικού Περιβάλλοντος

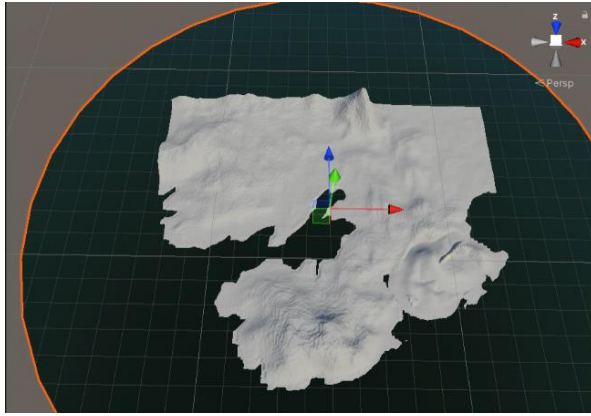
Για την δημιουργία του εδάφους χρησιμοποιήθηκε χάρτης ύψους του Πειραιά ώστε να αποδοθεί πιστά η μορφολογία της περιοχής. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την δημιουργία αυτού του χάρτη μέσω της ιστοσελίδας *heightmap.skydark.pl*. Στην συνέχεια ο χάρτης αυτός εισάγεται στην Unity, στο Terrain Toolbox ορίζεται το πλάτος, το μήκος και το ύψος του χάρτη και ο χάρτης πλέον παίρνει τρισδιάστατη μορφή. Έπειτα, διορθώθηκαν αστοχίες στα ύψη ορισμένων σημείων και στην συνέχεια προστέθηκε η υφή καθώς και η βλάστηση. Η θάλασσα προστέθηκε στη σκηνή ως *prefab* και ο ουρανός ως *skybox*.



Εικόνα 5. Δημιουργία χάρτη ύψους, heightmap.skydark.pl



Εικόνα 6. Χάρτης ύψους Πειραιά

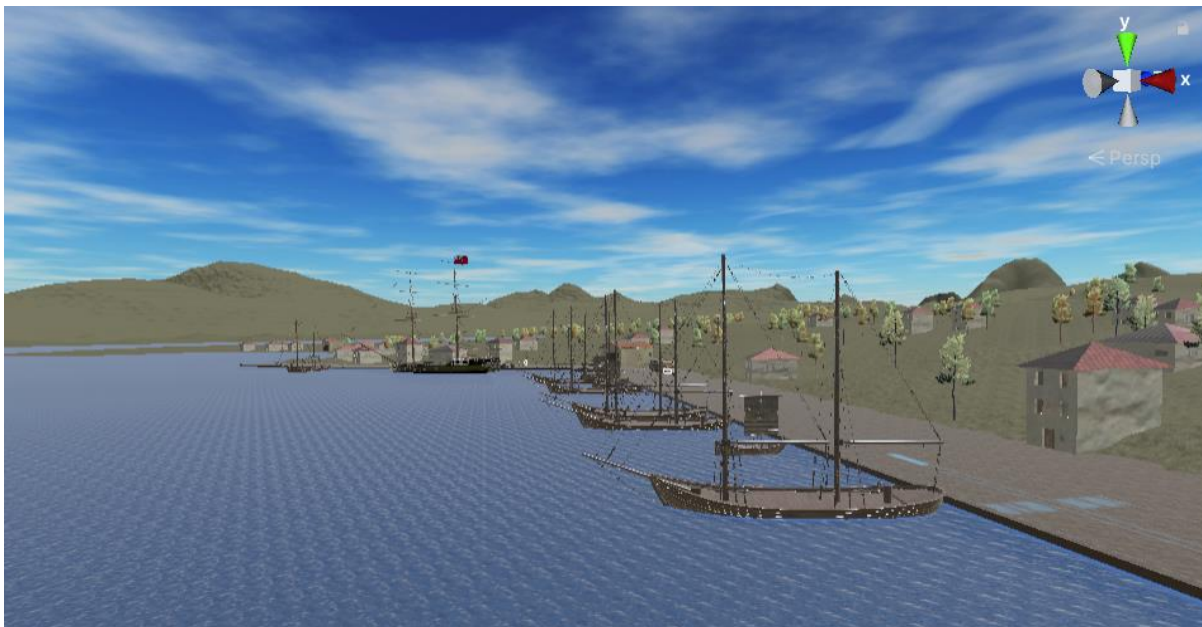


Εικόνα 7. Δημιουργία terrain



Εικόνα 8. Προσθήκη θάλασσας και skybox

Για να συμπληρωθεί το σκηνικό, προστέθηκε προβλήτα, η οποία δημιουργήθηκε από ορθογώνια σχήματα στα οποία δόθηκαν υφές, σπίτια, μοντέλα πλοίων, αντικείμενα που σχετίζονται με τον χαρακτήρα του εμπόρου και το φορτίο του πλοίου (βαρέλια, σακιά, κιβώτια). Όσον αφορά την καμπίνα του καπετάνιου, προστέθηκαν αντικείμενα που εξυπηρετούν την εξέλιξη της αφήγησης (μολύβι, κομπάσο, κλεψύδρα), καθώς και αντικείμενα που με την παρουσία τους ενισχύουν την εμπειρία του χρήστη και την αίσθηση ότι βρίσκεται στον χώρο (γραφείο, κρεβάτι, προσωπικά αντικείμενα κ.λπ.).



Εικόνα 9. Στιγμιότυπο παιχνιδιού, προσομοίωση λιμανιού Πειραιά



Εικόνα 10. Στιγμιότυπο παιχνιδιού, καμπίνα καπετάνιου

Τα περισσότερα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν, υπήρχαν ελεύθερα στο διαδίκτυο, παρόλα αυτά, χρειάστηκε να δημιουργηθούν είτε διδιάστατα είτε τριδιάστατα αντικείμενα. Για την δημιουργία του χάρτη, χρησιμοποιήθηκε εικόνα που επεξεργάστηκε και λήφθηκε μέσω της ιστοσελίδας *snazzymaps.com*, η οποία επεξεργάστηκε περαιτέρω στο Photoshop, ώστε να προστεθεί μια υφή φθοράς καθώς και το σχέδιο του ανεμολογίου. Στο Photoshop επίσης δημιουργήθηκαν και τα σχέδια των οδηγιών χρήστη και του «πιστοποιητικού» που εμφανίζονται στην αρχή και στο τέλος της εμπειρίας αντίστοιχα.

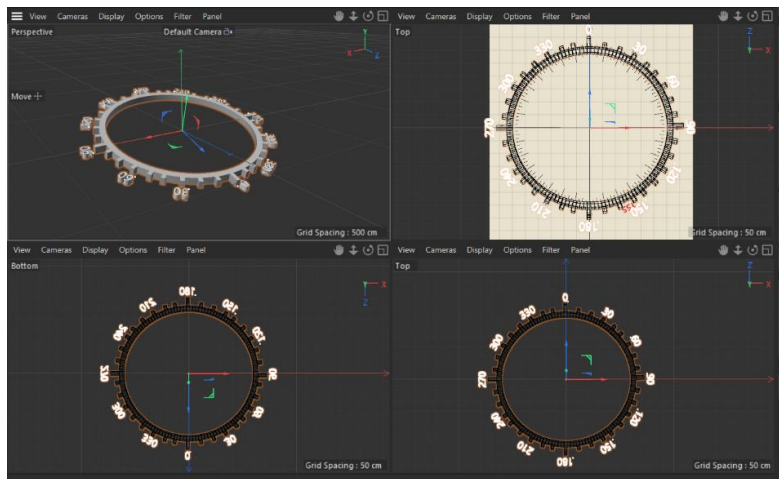


Εικόνα 11. Χάρτης Αργοσαρωνικού

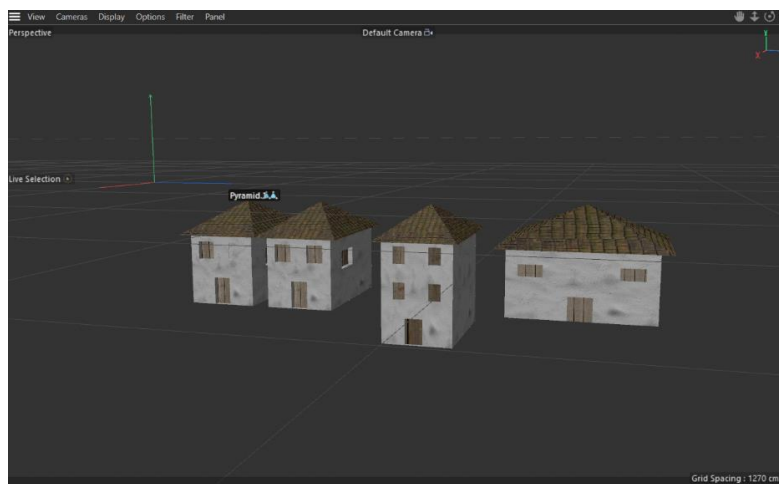


Εικόνα 12. Σχέδια οδηγίων χρήστη (αριστερά) και «πιστοποιητικού» (δεξιά)

Ο δίσκος με της μοίρες καθώς και οι οικίες που βρίσκονται περιμετρικά του λιμανιού, δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας εξολοκλήρου τα εργαλεία το προγράμματος Cinema 4D. Στην πρώτη περίπτωση ο δίσκος εισήχθη στην Unity όπου του προστέθηκε material. Ενώ για τις οικίες τα material και οι υφές προστέθηκαν και έγιναν bake στο Cinema 4D.



Εικόνα 13. Δημιουργία δίσκου μοιρών, Cinema 4D



Εικόνα 14. Δημιουργία οικιών, Cinema 4D

#### 4.1.1 Σύνδεση των αρχαιολογικών ευρημάτων και τεκμηρίων με το εικονικό περιβάλλον

Τα τρία αντικείμενα τα οποία έγιναν αφορμή να δημιουργηθεί το σενάριο και στα οποία βασίζεται η εξέλιξη της αφήγησης είναι, ευρήματα του ναυαγίου του Μέντωρ. Ποιο συγκεκριμένα τα τρισδιάστατα μοντέλα του κομπάσου, της πυξίδας του πλοίου και της κλεψύδρας αναπαριστούν όργανα και εργαλεία πλοήγησης που έχουν ανελκυστεί από το ναυάγιο. Η επιλογή των περισσότερων τρισδιάστατων μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν, έγινε με βάση την βιβλιογραφική αναφορά. Για την αναπαράσταση του "Μέντωρ", χρησιμοποιήθηκε μοντέλο πλοίου τύπου μπρίκι και προστέθηκαν κανόνια και μπάλες κανονιών. Παρόλο που η ακριβής μορφή και ο αριθμός των κανονιών του πλοίου δεν είναι γνωστή, καθώς ανελκύστηκαν τα δύο πρώτα χρόνια μετά τη βύθιση, η ύπαρξη τους τεκμηριώνεται βιβλιογραφικά, οπότε και προστέθηκαν στο μοντέλο του πλοίου. Όσον αφορά τις μπάλες κανονιών αποτελούν μέρος ενός συσσωματώματος το οποίο βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του διατηρημένου τμήματος του σκαριού (Κουρκουμέλης & Τούρτας, 2018).



Εικόνα 15. Ναυάγιο «Μέντωρ», Κατώτερο τμήμα της πυξίδας του πλοίου, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ ΕΕΑ



Εικόνα 16. Τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης πυξίδας



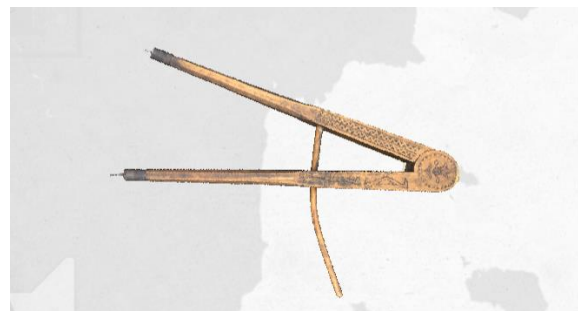
Εικόνα 17. Ναυάγιο «Μέντωρ», Δύο γυάλινες κλεψύδρες, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ΕΕΑ



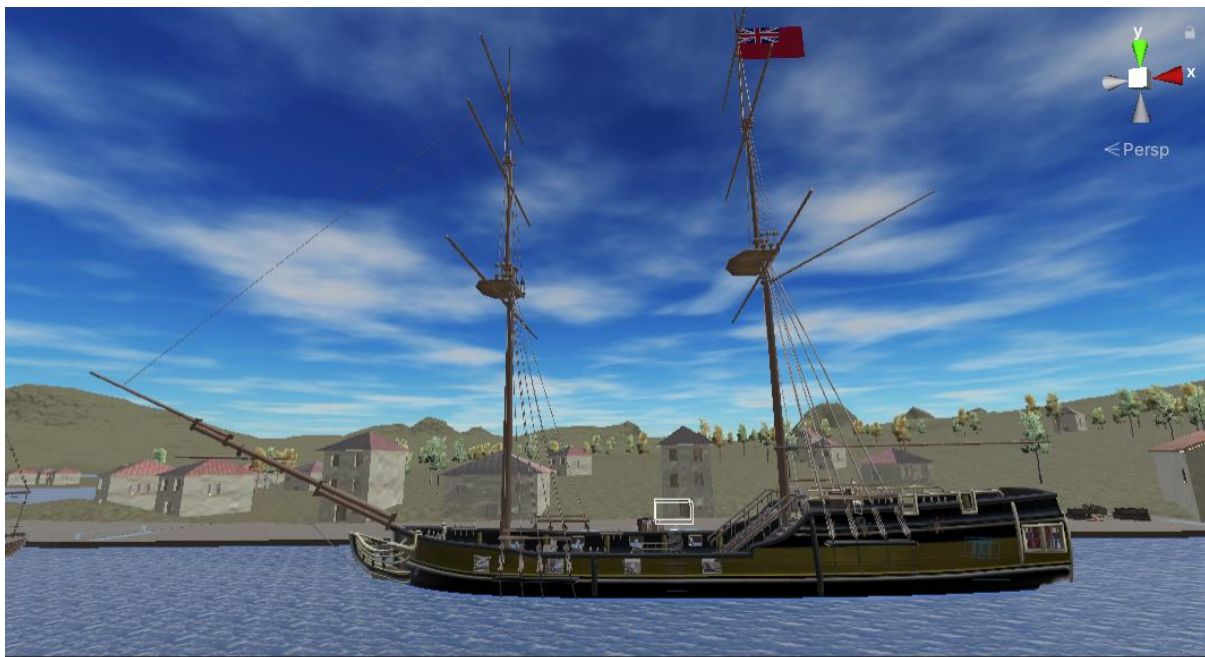
Εικόνα 18. Τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης κλεψύδρας



Εικόνα 19. Ναυάγιο «Μέντωρ», Τμήμα διαστημόμετρου (κομπάσο), πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ΕΕΑ



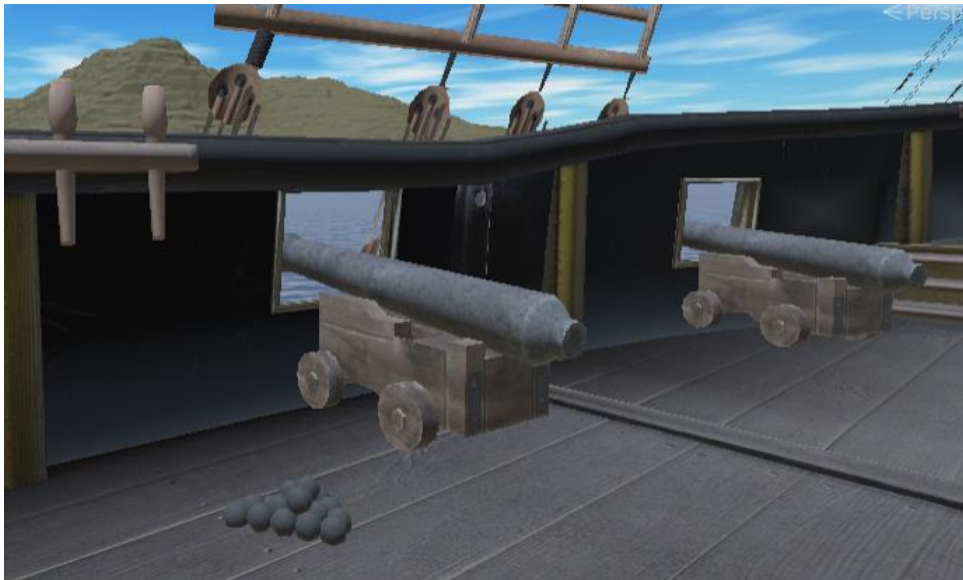
Εικόνα 20. Τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης κομπάσου



Εικόνα 21. Τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης του «Μέντωρ»

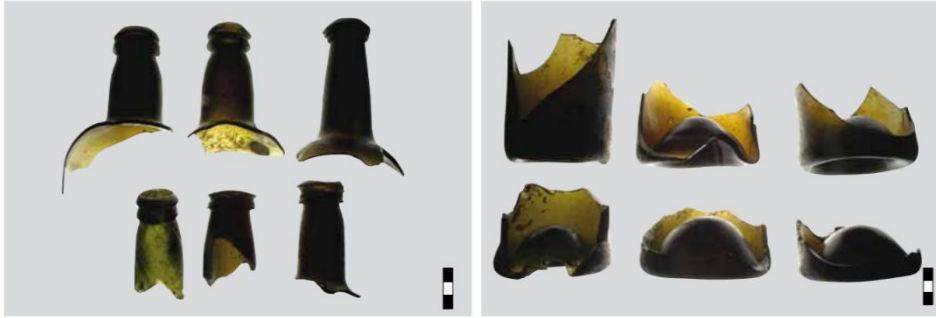


Εικόνα 22. Ναυάγιο «Μέντωρ», Σιδερένιες μπάλες κανονιών, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ EEA



Εικόνα 23. Τρισδιάστατα μοντέλα αναπαράστασης κανονιών και μπαλών

Δύο ακόμα αντικείμενα τα οποία αποτελούν ευρήματα του ναυαγίου και έχουν χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματικά στοιχεία του εικονικού περιβάλλοντος, είναι η πυξίδα χειρός που βρίσκεται στην καμπίνα του καπετάνιου και οι πράσινες γυάλινες φιάλες που βρίσκονται επίσης στην καμπίνα του καπετάνιου καθώς και στην προβλήτα του λιμανιού. Όσον αφορά τον χαρακτήρα του μέλους του πληρώματος, επιλέχθηκε μοντέλο που φέρει στολή του Βρετανικού Ναυτικού εκείνης της εποχής. Τέλος στο μοντέλο του πλοίου προστέθηκε η πολιτική σημαία του Βρετανικού Εμπορικού Ναυτικού που κυματίζει στα βρετανικά εμπορικά και επιβατικά πλοία από τον 18ο αιώνα.



Εικόνα 24. Ναυάγιο «Μέντωρ», Πράσινες γυάλινες φιάλες, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ ΕΕΑ



Εικόνα 25. Τρισδιάστατα μοντέλα αναπαράστασης γυάλινων φιαλών



Εικόνα 26. Ναυάγιο «Μέντωρ», Φορητή πυξίδα, πηγή: Αρχείο ανασκαφής, φωτογράφος: Πέτρος Βεζυρτζής © MeSEP/ ΕΕΑ



Εικόνα 27. Τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης φορητής πυξίδας



## 4.2 Σενάριο παιχνιδιού

### 4.2.1 Γενική ιδέα

Στις αρχές του Σεπτεμβρίου του 1802, στο λιμάνι του Πειραιά, ο κυβερνήτης του «Μέντωρ», William H. Eglen, αναζητεί να εντάξει ένα ντόπιο πλοηγό στο πλήρωμα του. Ένας ντόπιος πλοηγός με γνώση της θάλασσας της Μεσογείου, θα βοηθούσε το μπρίκι «Μέντωρ» να φτάσει με μεγαλύτερη ευκολία και ασφάλεια στον προορισμό του. Ο κυβερνήτης του πλοίου, οργανώνει ένα ταξίδι στον Αργοσαρωνικό, με προορισμό τη νησίδα Αγ. Γεώργιος, ώστε να δοκιμάσει τους ναυτικούς, που έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον να ενταχθούν στο πλήρωμά του. Ο πρωταγωνιστής της ιστορίας (δηλαδή ο χρήστης) πρέπει να περάσει από 3 δοκιμασίες που έχουν σχέση με την πλοήγηση ενός ιστιοφόρου πλοίου. Χρησιμοποιεί 3 διαφορετικά όργανα πλοήγησης, το κομπάσο, την πυξίδα του πλοίου και την κλεψύδρα.

**Στη πρώτη δοκιμασία**, ο χρήστης θα μεταφερθεί στην καμπίνα του κυβερνήτη. Εκεί θα υπάρχει ένας χάρτης και θα πρέπει να χαράξει με ευθεία γραμμή την απόσταση από το σημείο Α (Λιμάνι Πειραιά) στο σημείο Β και να μετρήσει τα ναυτικά μίλια με την χρήση του κομπάσου πάνω στην χαραγμένη πορεία.

**Στη δεύτερη δοκιμασία**, ο χρήστης θα πρέπει να βρει τις μοίρες τις οποίες θα πρέπει να ακολουθήσει το πλοίο στην πορεία του, από το ανεμολόγιο του χάρτη που βρίσκεται στην καμπίνα του κυβερνήτη. Στην συνέχεια μεταφέρεται στο κατάστρωμα, εκεί που βρίσκεται το τιμόνι και η πυξίδα του πλοίου. Περιστρέφοντας το τιμόνι θα μεταφέρει τις μοίρες αυτές στην πυξίδα του πλοίου.

**Στην τρίτη δοκιμασία**, με την χρήση της κλεψύδρας σε συνδυασμό με το δρομόμετρο θα πρέπει να μετρήσει την ταχύτητα του πλοίου. Το δρομόμετρο, είναι ένα όργανο το οποίο αποτελείται από ένα ξύλινο κύλινδρο και ένα σκοινί το οποίο φέρει πάνω του κόμπους. Καθώς αυτό το σκοινί αφήνεται ελεύθερο, όσοι κόμποι φύγουν στην θάλασσα σε διάστημα 30 δευτερολέπτων είναι η ταχύτητα σε ναυτικά μίλια με την οποία κινείται το πλοίο ανά ώρα.

### 4.2.2 Εξέλιξη και διαδράσεις

#### **Σκηνή 1<sup>η</sup>**:

Με την έναρξη του παιχνιδιού ο χρήστης, βρίσκεται στο λιμάνι του Πειραιά, περιτριγυρισμένος από ένα ημιδιαφανές πλαίσιο μέσα στο οποίο του δίνονται πληροφορίες για το πώς θα μετακινηθεί στον εικονικό κόσμο καθώς πώς θα διαδράσει με τα αντικείμενα χρησιμοποιώντας το χειριστήριο. Στη συνέχεια με την έξοδο του από αυτό το πλαίσιο, σε κοντινή απόσταση συναντάει τον πρώτο

χαρακτήρα, τον χαρακτήρα ενός εμπόρου ο οποίος τον συμβουλεύει (ηχητικό απόσπασμα) να λάβει μέρος στο ταξίδι που διοργανώνει ο κυβερνήτης του «Μέντωρ», ώστε να γίνει μέλος του πληρώματος. Στην συνέχεια αφού περιηγείται στο χώρο συναντάει τον δεύτερο χαρακτήρα, ο οποίος είναι μέλος του πληρώματος του πλοίου και του δίνει συνοπτικά, πληροφορίες (ηχητικό απόσπασμα) σχετικά με τις δοκιμασίες που θα επακολουθήσουν και τον παροτρύνει να επιβιβαστεί στο πλοίο. Ο χρήστης φτάνει στην προβλήτα και από εκεί μεταφέρεται στην δεύτερη σκηνή.



Εικόνα 2815. Χαρακτήρες εμπόρου (αριστερά) και μέλους του πληρώματος (δεξιά)

### **Σκηνή 2<sup>η</sup>:**

Στην δεύτερη σκηνή, ο χρήστης βρίσκεται στο κατάστρωμα του πλοίου. Εισέρχεται στην καμπίνα του καπετάνιου, όπου είναι τοποθετημένα μεταξύ άλλων, ένα γραφείο το οποίο φέρει τον χάρτη του Αργοσαρωνικού κόλπου και τα αντικείμενα που θα χρησιμοποιηθούν.

#### **Δοκιμασία 1<sup>η</sup> :**

Χάραξη πορείας: Ο χρήστης σηκώνει το μολύβι από το γραφείο, μόλις αυτό συμβεί εμφανίζονται 2 κόκκινοι κύκλοι στον χάρτη, τοποθετημένοι ένας στο σημείο που βρίσκεται ο Πειραιάς και ένας στο σημείο που βρίσκεται ο Αγ. Γεώργιος. Ο χρήστης ακουμπάει το μολύβι στο ένα σημείο και μετά στο άλλο (βλ. εικ.29) εξαφανίζοντας τα και εμφανίζοντας στο χάρτη, μια ευθεία γραμμή ανάμεσα τους, δηλαδή την γραμμή πορείας (βλ. εικ.30).

Μέτρηση ναυτικών μιλίων: Στην συνέχεια αφήνει το μολύβι και σηκώνει το κομπάσο (ναυτικός διαβήτης), μόλις συμβεί αυτό εμφανίζονται πάνω στην γραμμή πορείας 8 κόκκινοι κύκλοι, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους δημιουργώντας έτσι 7 διαστήματα, όπου το κάθε ένα αποτελείται από δύο κόκκινους κύκλους. Ο χρήστης τοποθετεί το κομπάσο (το οποίο έχει σταθερό άνοιγμα 5 μιλίων) σε κάθε διάστημα ξεχωριστά, με το κάθε σκέλος του να ακουμπάει

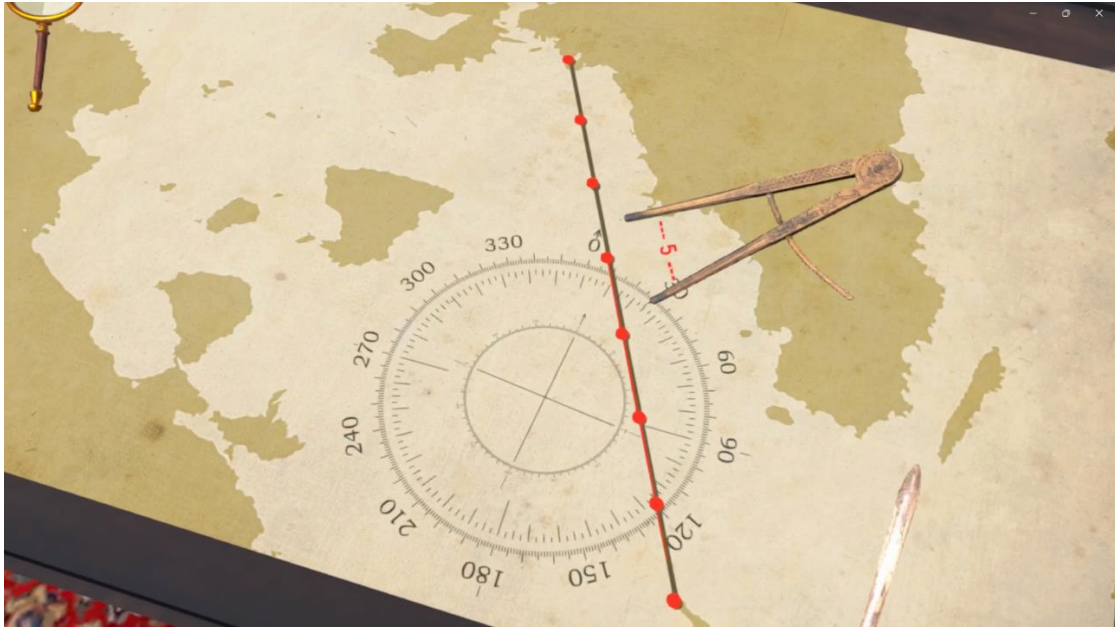
πάνω στους κόκκινους κύκλους και να δημιουργεί μια κόκκινη ευθεία γραμμή ανάμεσά τους (βλ. εικ.31).



Εικόνα 29. Στιγμιότυπο 1ης δοκιμασίας



Εικόνα 30. Στιγμιότυπο 1ης δοκιμασίας



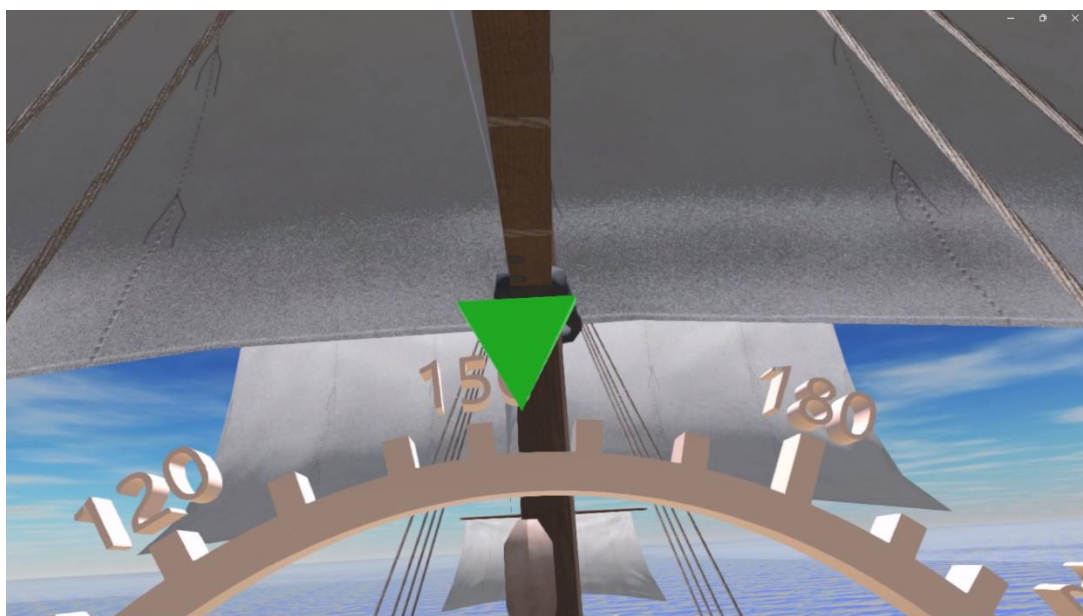
Εικόνα 3116. Στιγμιότυπο 1ης δοκιμασίας

### **Δοκιμασία 2<sup>η</sup> :**

Εύρεση μοιρών πορείας: Με την δημιουργία και της τελευταίας γραμμής ανάμεσα στα διαστήματα, εμφανίζεται ένας κόκκινος κύκλος στο κέντρο του ανεμολογίου του χάρτη. Όταν ο χρήστης αγγίζει τον κύκλο εμφανίζεται στην θέση του, μια κόκκινη ευθεία γραμμή, παράλληλη της γραμμής πορείας. Η γραμμή αυτή διέρχεται από σημείο του ανεμολογίου που αναγράφονται οι μοίρες. Ο χρήστης βρίσκει την σωστή ένδειξη, κοιτώντας προς την κατεύθυνση του προορισμού, πάνω σε ποιες μοίρες πέφτει η γραμμή (βλ. εικ.32). Ο χρήστης στην συνέχεια μεταφέρεται στην πρύμνη του πλοίου όπου βρίσκεται η πυξίδα και το τιμόνι. Όταν ο χρήστης φτάσει στο τιμόνι, εμφανίζεται μπροστά από αυτό ένας τρισδιάστατος δίσκος με τις μοίρες και ένα σταθερό σημείο κατεύθυνσης. Ο χρήστης περιστρέφει το τιμόνι και μαζί του περιστρέφεται και ο δίσκος. Όταν το σταθερό τριγωνικό σχήμα που δείχνει την κατεύθυνση με, ευθυγραμμίζεται με τις σωστές μοίρες, το χρώμα του από κόκκινο, γίνεται πράσινο (βλ. εικ.33).



Εικόνα 32. Στιγμιότυπο 2ης δοκιμασίας



Εικόνα 33. Στιγμιότυπο 2ης δοκιμασίας

### Δοκιμασία 3<sup>η</sup> :

Εφόσον το πλοίο κατευθύνεται στις σωστές μοίρες, στην πρύμνη εμφανίζεται ο χαρακτήρας (μέλος του πληρώματος) που έχει συναντήσει ο χρήστης στο λιμάνι του Πειραιά. Εκείνος του δίνει οδηγίες σχετικά με την τρίτη δοκιμασία και το πώς θα μετρηθεί η ταχύτητα (κόμβοι) με την οποία κινείται το πλοίο. Αφού τελειώσει το ηχητικό απόσπασμα με τις οδηγίες ο χαρακτήρας εξαφανίζεται και εμφανίζεται πάλι στην σκηνή κρατώντας το δρομόμετρο εκτός πλοίου και πάνω από την θάλασσα.

Μαζί με αυτόν εμφανίζεται στη σκηνή και η κλεψύδρα τοποθετημένη στην κουπαστή του πλοίου. Όταν ο χρήστης πιάσει την κλεψύδρα, στο κέντρο αυτής εμφανίζεται ένα χρονόμετρο 30 δευτερολέπτων, το οποίο μετράει αντίστροφα (βλ. εικ.34). Ταυτόχρονα ενεργοποιείται το animation του δρομόμετρου, με το οποίο φαίνεται το σκοινί να πέφτει στην θάλασσα. Την ίδια στιγμή ακούγεται ο χαρακτήρας να μετράει τους κόμπους οι οποίο φεύγουν στην θάλασσα. Αφού το χρονόμετρο δείξει "0" ο χαρακτήρας με το χρονόμετρο καθώς και η κλεψύδρα εξαφανίζονται και στην σκηνή εμφανίζεται ο ίδιος χαρακτήρας και ένας πίνακας με ένα μολύβι. Σε αυτόν τον πίνακα αναγράφονται οι σωστές αλλά και οι λάθος απαντήσεις, που αφορούν τα αποτελέσματα των προηγούμενων δοκιμασιών (μίλια, μοίρες, κόμβοι). Ο χαρακτήρας εξηγεί στον χρήστη ότι πρέπει να επιλέξει τις σωστές απαντήσεις για να ολοκληρώσει την όλη διαδικασία. Όταν ο χρήστης, με την χρήση του μολυβιού, επιλέξει τις σωστές απαντήσεις (βλ. εικ.35) αυτές εμφανίζουν ένα ημιδιαφανές πράσινο κύκλο που τις περιβάλλει. Αντίθετα οι λάθος απαντήσεις εμφανίζουν κύκλο κόκκινου χρώματος. Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει τις σωστές απαντήσεις στην θέση του πίνακα εμφανίζεται ένα πιστοποιητικό υπογεγραμμένο από τον ιδιοκτήτη και τον κυβερνήτη του πλοίου, το οποίο του γνωστοποιεί ότι είναι ο νέος πλοηγός του «Μέντωρ» (βλ. εικ.36), ταυτόχρονα ο χαρακτήρας τον συγχαίρει με ηχητικό απόσπασμα αλλά και με χρήση animation (χειροκρότημα). Όταν το ηχητικό απόσπασμα φτάσει στο τέλος του ο χρήστης μεταφέρεται στην τρίτη σκηνή.



Εικόνα 34. Στιγμιότυπο 3ης δοκιμασίας



Εικόνα 35. Στιγμιότυπο 3ης δοκιμασίας



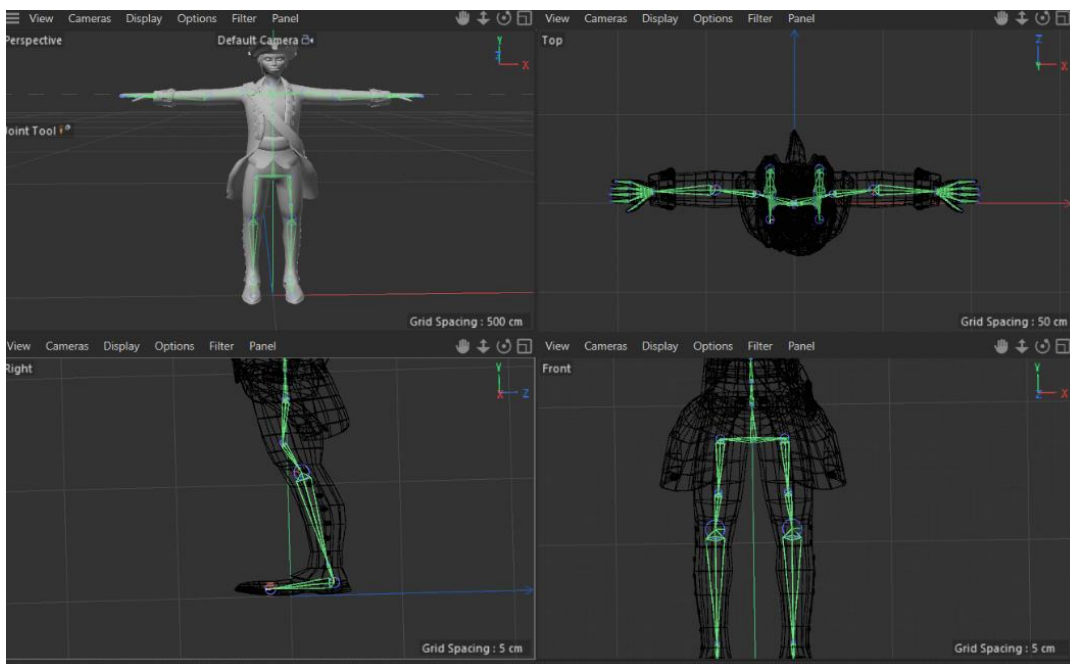
Εικόνα 3617. Στιγμιότυπο 3ης δοκιμασίας

### **Σκηνή 3<sup>η</sup>:**

Η τρίτη είναι ουσιαστικά η τελευταία σκηνή. Ο χρήστης μεταφέρεται σε μια σκηνή με ελάχιστο φως, όπου εμφανίζονται σαν τίτλοι τέλους τα στοιχεία της διπλωματικής εργασίας. Μετά από κάποια δευτερόλεπτα και αφού έχουν περάσει με animation μπροστά από τα μάτια του χρήστη με λευκή γραμματοσειρά τα στοιχεία αυτά, ο χρήστης βγαίνει από την εφαρμογή.

### 4.3 Χαρακτήρες και animation

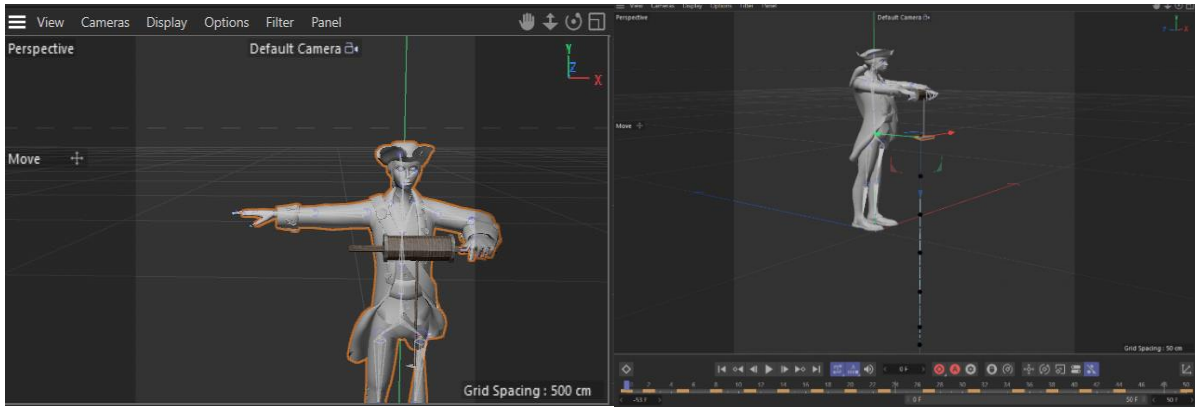
Στο παιχνίδι χρησιμοποιήθηκαν τρισδιάστατα μοντέλα χαρακτήρων με σχεδιοκίνηση προκειμένου να συμβάλουν στην εξέλιξη της αφήγησης, καθώς και για να επιτευχθεί μεγαλύτερη εμπλοκή του χρήστη σε αυτή. Για να μπορέσουν οι χαρακτήρες να αποκτήσουν κίνηση, έπρεπε να τους προστεθεί σκελετός με αρθρώσεις (bones). Κάθε τρισδιάστατο μοντέλο εισήχθη στο Cinema 4D όπου εκεί με τα εργαλεία *Joint Tool* και *Bind* δημιουργήθηκε ο σκελετός του και συνενώθηκε με το αρχικό μοντέλο. Στην συνέχεια τα μοντέλα εισήχθησαν στην Unity, όπου τους προστέθηκαν έτοιμα animations από την ιστοσελίδα Maximo. Δημιουργήθηκε ένα Animator controller με δύο animation, με το πρώτο να παίζει αυτόματα με το άνοιγμα της εφαρμογής και το δεύτερο να αντικαθιστά το πρώτο μέσω κώδικα.



Εικόνα 37. Χρήση bones στον χαρακτήρα, Cinema 4D

Για τον δεύτερο χαρακτήρα χρειάστηκε να τροποποιηθεί η περιστροφή των ώμων και των χεριών του, ώστε να κρατάει το αντικείμενο (δρομόμετρο) το οποίο εμφανίζεται στην 3<sup>η</sup> δοκιμασία του χρήστη. Για αυτό το αντικείμενο επίσης δημιουργήθηκε ένα animation το οποίο ήταν απαραίτητο για την 3<sup>η</sup> δοκιμασία. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκε η κάθετη κίνηση του σκοινιού του δρομόμετρου σε μήκος τέτοιο ώστε να καλύπτεται επαρκώς από τη θάλασσα.



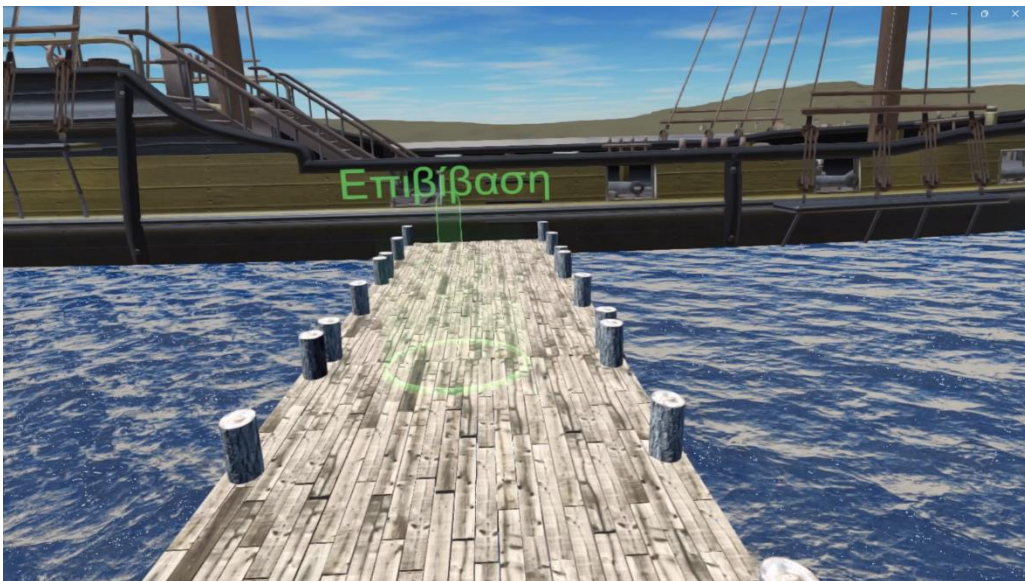


Εικόνα 38. Περιστροφή ώμων και χεριών χαρακτήρα (αριστερά), δημιουργία animation (δεξιά), Cinema 4D

#### 4.4 Ανάδραση – Διεπαφή – Ήχος

Όσον αναφορά την ανάδραση και τις διεπαφές μέσω των οποίων ο χρήστης συνομιλεί με τον εικονικό κόσμο και λαμβάνει πληροφορίες μπορούν να χωριστούν για αυτό το παιχνίδι σε τρεις κατηγορίες. 1) Οδηγίες για τους μηχανισμούς του παιχνιδιού, 2) Ανατροφοδότηση για το αποτέλεσμα ή την πρόοδο των διαδράσεων και 3) Πληροφόρηση για το αρχαιολογικό περιεχόμενο.

1) Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι χωρικές γραφικές διεπαφές χρήστη, όπου υπάρχουν στον εικονικό κόσμο για να πληροφορήσουν τον χρήστη για το πώς θα μετακινηθεί και το πώς θα διαδράσει με τα αντικείμενα.



Εικόνα 39 Στιγμιότυπο 1ης σκηνής, σήμανση αλλαγής σκηνής



Εικόνα 4018. Στιγμιότυπο 1ης δοκιμασίας, οδηγίες χρήστη



Εικόνα 41. Στιγμιότυπο 2ης δοκιμασίας, οδηγίες χρήστη

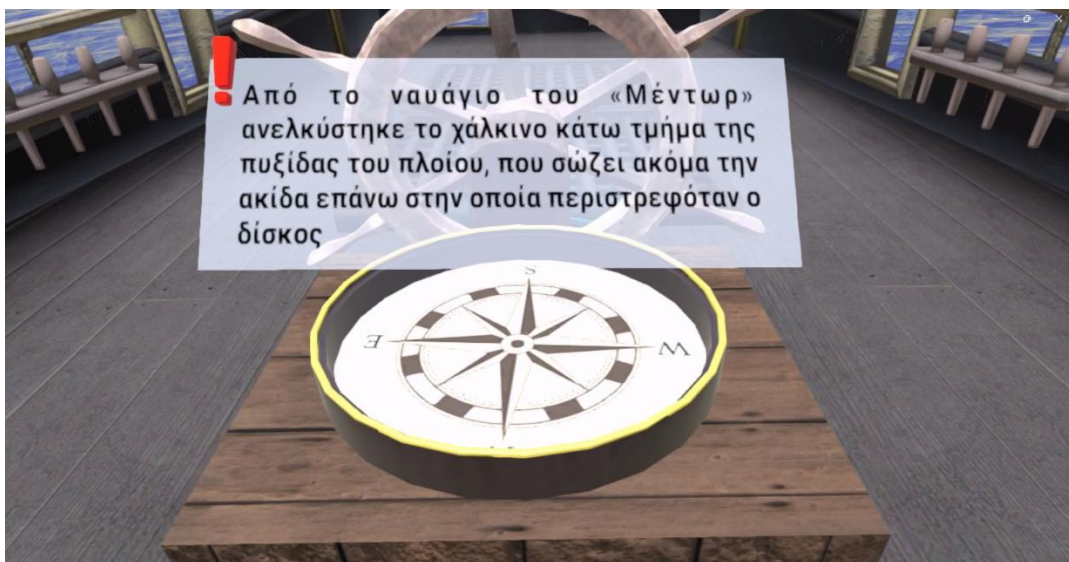
2) Αφορά τις διηγητικές γραφικές διεπαφές χρήστη καθώς και την ανάδραση των αλληλεπιδράσεων του χρήστη με τα αντικείμενα. Τέτοια παραδείγματα είναι η εξαφάνιση των κόκκινων κυκλικών σημείων στον χάρτη όταν ο χρήστης τα αγγίζει με το μολύβι, η εμφάνιση των κόκκινων γραμμών ανάμεσα στα διαστήματα της γραμμής πορείας όταν τα αγγίζει ο χρήστης με το κομπάσο (βλ. εικ.31) καθώς και ο ήχος που συνοδεύει αυτή τη διάδραση, το κείμενο που ενημερώνει αν το πλοίο βρίσκεται στις σωστές μοίρες ή όχι και η αλλαγή στο χρώμα του τριγωνικού σχήματος που δείχνει την κατεύθυνση από κόκκινο σε πράσινο (βλ. εικ.33) για τον ίδιο σκοπό. Επίσης οι κύκλοι πράσινου ή κόκκινου χρώματος που εμφανίζονται γύρω από τις σωστές και λάθος απαντήσεις, αντίστοιχα

καθώς και οι ήχοι που τους συνοδεύουν ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία, όπως επίσης και το πιστοποιητικό ολοκλήρωσης των δοκιμασιών που εμφανίζεται εφόσον ο χρήστης έχει βρει τις σωστές απαντήσεις (βλ. εικ.36). Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το χρονόμετρο των 30 δευτερολέπτων όπου μετράει αντίστροφα και έτσι πληροφορεί τον χρήστη για τον χρόνο που υπολείπεται για την ολοκλήρωση της 3ης δοκιμασίας (βλ. εικ.20).



Εικόνα 42. Στιγμιότυπο 2ης δοκιμασίας, οδηγίες χρήστη

3) Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι χωρικές γραφικές διεπαφές οι οποίες δεν αφορούν την εξέλιξη της αφήγησης, υπάρχουν όμως στον εικονικό κόσμο για να τον συνδέσουν με το αρχαιολογικό περιεχόμενο. Για να γίνει σαφής αυτός ο διαχωρισμός αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί διαφορετικός γραφιστικός σχεδιασμός ανάμεσα στην δεύτερη και τρίτη κατηγορία.



Εικόνα 43. Στιγμιότυπο 2ης σκηνής, γραφική διεπαφή με αρχαιολογικό περιεχόμενο

Εκτός των ήχων που αναφέρθηκαν, στο εικονικό περιβάλλον έχουν εισαχθεί ήχοι για τη ενίσχυση της εμπύθισης. Οι ήχοι αυτοί στην πρώτη σκηνή είναι, ήχοι που προέρχονται από περιβάλλον λιμανιού (θάλασσα - γλάροι) και στη δεύτερη, ήχοι κυμάτων και σανίδων που τρίζουν. Στη δεύτερη σκηνή σε αντίθεση με την πρώτη, οι ήχοι είναι τρισδιάστατοι. Ο ήχος των κυμάτων είναι πιο έντονος στο κατάστρωμα του πλοίου ενώ όταν ο χρήστης εισέρχεται στη καμπίνα, υπερισχύει αυτός των σανίδων.

## 5. Συζήτηση

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR) εξελίσσεται ταχέως τα τελευταία χρόνια και έχει βρει πολλές εφαρμογές σε μια σειρά πεδίων. Ένας από τους πολλά υποσχόμενους τομείς εφαρμογής της VR τεχνολογίας είναι η πολιτιστική κληρονομιά. Το παιχνίδι που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική είναι ένα παράδειγμα αξιοποίησης της VR τεχνολογίας στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι μπορούν να βιώσουν την ιστορία, τον πολιτισμό και τον κόσμο γύρω τους. Με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας, τα άτομα μπορούν να εμβυθιστούν σε μια προσομοίωση συγκεκριμένου χρόνου και τόπου, προσφέροντας έναν μοναδικό και διαδραστικό τρόπο εκμάθησης και εξερεύνησης.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία VR, το πλοίο «Μέντωρ» μπορεί να αναπαραχθεί σε εικονικό περιβάλλον, παρέχοντας μια μοναδική ευκαιρία στους ερευνητές και το κοινό να γνωρίσουν αυτόν τον ιστορικό χώρο με τρόπο που προηγουμένως δεν ήταν δυνατό. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της αφήγησης σε εφαρμογές VR επιτρέπει μια πιο συναισθηματική σύνδεση με το αντικείμενο. Αντί να παρουσιάζει απλώς πληροφορίες σε γραπτή μορφή, η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει στους χρήστες να εμπλακούν ενεργά με την ιστορική αφήγηση και να γίνουν μέρος της. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση και εκτίμηση του αντικειμένου, καθώς και να κάνει την εμπειρία πιο αξέχαστη και εντυπωσιακή.

Για την αξιολόγηση του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκαν οχτώ εθελοντές χρήστες, έξι που ήταν στο εικοστό έτος της ηλικίας τους, ένας στο πενήτηκοστό και ένας στο εξηκοστό. Από την χρήση του παιχνιδιού, αντλήθηκε το συμπέρασμα ότι, έχει ένα φιλικό προς τους χρήστες σχεδιασμό, παρέχοντας μια ευχάριστη εμπειρία σε άτομα διαφόρων ηλικιών και υποβάθρων. Όλοι οι χρήστες κατάφεραν με επιτυχία να ολοκληρώσουν το παιχνίδι και σε κανέναν δεν παρατηρήθηκε κάποια δυσφορία λόγω της χρήσης του VR εξοπλισμού. Οι χρήστες έδειξαν έντονο ενδιαφέρον να εξερευνήσουν τον περιβάλλον του παιχνιδιού και τα αντικείμενα που βρίσκονται σε αυτό. Στον αρχικό σχεδιασμό η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα περιοριζόταν σε αυτά που εμπλέκονταν στην εξέλιξη της ιστορίας (μολύβι, κομπάσο, κλεψύδρα, πηδάλιο). Μετά όμως από την καθολική επιθυμία των χρηστών να αλληλεπιδράσουν με όσο το δυνατόν με τον χώρο, δόθηκε η δυνατότητα να χειριστούν επιπλέον αντικείμενα (χάρτης, βιβλίο, μονοκυάλι, φιάλες, πυξίδα χειρός). Σε όλους τους χρήστες δημιουργήθηκε η αίσθηση ότι βρίσκονται πάνω στο πλοίο λόγω της κίνησης των κυμάτων και του ηχοτοπίου. Όλοι οι χρήστες ενθουσιάστηκαν με την προσθήκη του αρχαιολογικού περιεχομένου στον εικονικό κόσμο. Όλα τα παραπάνω καταλήγουν στην εκπλήρωση των στόχων της δημιουργίας αυτού του παιχνιδιού εμβυθιστικής εικονικής πραγματικότητας.

Συνοψίζοντας, αξιοποιώντας την τεχνολογία VR, η ανάπτυξη του παιχνιδιού της παρούσας διπλωματικής, προσφέρει έναν νέο τρόπο εξερεύνησης και εκμάθησης για αυτόν τον σημαντικό ιστορικό χώρο και παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη ναυσιπλοΐα των ιστιοφόρων πλοίων κατά τα τέλη του 18ου και αρχές του 19ου αιώνα. Επιπλέον, καταδεικνύει τις δυνατότητες χρήσης της τεχνολογίας VR στον αρχαιολογικό τομέα και παρέχει ένα πλαίσιο για τη δημιουργία παρόμοιων εφαρμογών VR για άλλους αρχαιολογικούς χώρους.

## 6. Βιβλιογραφία

1. Βοσινάκης, Σ. (2015). Εικονικοί Κόσμοι Σύγχρονες Προσεγγίσεις, Εφαρμογές και Ανάπτυξη σε Περιβάλλον OpenSimulator. s.l.:Κάλλιπος.
2. Cecotti, H. (2022). Cultural Heritage in Fully Immersive Virtual Reality, *Virtual Worlds*, 1, 82–102
3. Champion, E., Bishop, I., & Dave, B. (2011). *The Palenque project: evaluating interaction in an online virtual archaeology site. Virtual Reality*, 16(2), 121–139.
4. Christopoulos, D., Mavridis, P., Andreadis, A., & Karigiannis, J. N. (2011). Using Virtual Environments to Tell the Story: “The Battle of Thermopylae.” 2011 Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications.
5. Corallo, A.; Esposito, M.; Marra, M.; Pascarelli, C., (2019), Transmedia digital storytelling for cultural heritage visiting enhanced experience. In Proceedings of the International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics, Santa Maria al Bagno, Italy, 24–27 June 2019; Springer: Cham, Switzerland, pp. 221–229.
6. Crawford, C. (2005). On interactive storytelling, New Riders, Berkeley
7. Cruz-Neira, C. (1993). Virtual Reality Overview, SIGGRAPH
8. Danilicheva, P., Klimenko, S., Baturin, Y., & Serebrov, A. (2009), *Education in Virtual Worlds: Virtual Storytelling, International Conference on CyberWorlds*.
9. Fuchs, H., & Bishop, G. (1992). Research Directions in Virtual Environments. UNC.
10. Georgios Karafotias, Gabriel Gkourdoglou, Christos Maroglou, Christos Koliniatis, George Loumos, Antonios Kargas, Dimitrios Varoutas. (2022) Developing VR applications for cultural heritage to enrich users’ experience: The case of Digital Routes in Greek History’s Paths (RoGH project). *International Journal of Cultural Heritage*, 7, 32-53
11. Gigante, M. (1993). Virtual Reality Definitions, History and Applications. Academic Press
12. Ibanez, J., Aylett, R., & Ruiz-Rodarte, R. (2003). *Storytelling in virtual environments from a virtual guide perspective. Virtual Reality*, 7(1), 30–42.
13. loeffler, c. e., & anderson, t. (1994). the virtual reality casebook. new york: van nostrand reinhold
14. Jason Tham, A. H. D. ,. L. G. N. E. B. A. M. M., 2018. Understanding Virtual Reality: Presence, Embodiment, and Professional Practice. *IEEE TRANSACTIONS ON PROFESSIONAL COMMUNICATION*, June, pp. 178-194

15. Julian Hildebrand, P. S. A. C. V. K. Z. (2018). Get Well Soon! Human Factors' Influence on Cybersickness After Redirected Walking Exposure in Virtual Reality. International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality, 2 June, pp. 82-101.
16. Katifori, A., Karvounis, M., Kourtis, V., Perry, S., Roussou, M., & Ioanidis, Y. (2018). *Applying Interactive Storytelling in Cultural Heritage: Opportunities, Challenges and Lessons Learned. Lecture Notes in Computer Science, 603–612.*
17. Κουρκουμέλης, Δ. & Τούρτας, Α. (2018). "Το ναυάγιο Μέντωρ" στο Α. Σίμωσι (επιμ.), Βουτιά στα Περρασμένα. Η υποβρύχια αρχαιολογική έρευνα, 1976-2014, Αθήνα, 6 Μαρτίου 2015, Αθήνα: ΤΑΠΑ, 191-204
18. Krueger, M. (1991). Artificial Reality II. Addison-Wesley Professional.
19. Lee, E. A.-L., & Wong, K. W. (2008). A Review of Using Virtual Reality for Learning. Lecture Notes in Computer Science, 231–241.
20. Li, W.; Huang, X. (2022). The Interactive Design and User Experience of Virtual Museums: Case Study of the Virtual Palace Museum. In Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction, Aragón, Spain, 7–9 September; pp. 400–409
21. Λιανός, Ν. (1983). Έρευνα στο Ναυάγιο «Μέντωρ», Αρχαιολογία 8, 24-28.
22. Liarokapis, F.; Vidová, I.; Rizvić, S.; Demesticha, S.; Skarlatos, D. (2020). Underwater Search and Discovery: From Serious Games to Virtual Reality. In Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction, Copenhagen, Denmark, 19–24 July; Springer: Cham, Switzerland, 2020; pp. 178–197.
23. Mohamed El Beheiry, Sébastien Doutreligne, Clément Caporal, Cecilia Ostertag, Maxime Dahan, et al.. (2019). Virtual Reality: Beyond Visualization. Journal of Molecular Biology, , 431 (7), pp.1315-1321
24. Mortara, M., & Catalano, C. E. (2018). 3D virtual environments as effective learning contexts for cultural heritage. Italian Journal of Educational Technology, 26 (2), 5-21.
25. Mortara, M.; Catalano, C.E.; Bellotti, F.; Fiucci, G.; Houry-Panchetti, M.; Petridis, P. (2014). Learning cultural heritage by serious games. J. Cult. Herit., 15, 318–325
26. Poondej, C., Lerdpornkulrat, T. (2016). The development of gamified learning activities to increase student engagement in learning. Australian Educational Computing, Vol 31, No 2, pages 16
27. Pujol-Tost, L., (2017). "3D-CoD": A New Methodology for the Design of Virtual Reality-Mediated Experiences in Digital Archeology. Frontiers in Digital Humanities
28. P. Ercoli, and R. Lewis, Artificial Intelligence Tools in Education. Proceedings of the IFIP TC3 Working Conference, Elsevier Science Inc, New York, USA, 1987



29. Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-68.
30. Razuvalova, E.; Nizamutdinov, A. (2015). Virtual reconstruction of cultural and historical monuments of the Middle Volga. *Procedia Comput. Sci.*, 75, 129–136.
31. Roussou, M., Katifori, A. (2018). Flow, staging, wayfinding, personalization: evaluating user experience with mobile museum narratives. *Multimodal Technol. Interact.* 2(2), 32
32. Roussou, M. (2006). "The Components of Engagement in Virtual Heritage Environments." *Proceedings of New Heritage: Beyond Verisimilitude - Conference on Cultural Heritage and New Media, Hong Kong*, pp. 265-283.
33. Škola, F.; Rizvić, S.; Cozza, M.; Barbieri, L.; Bruno, F.; Skarlatos, D.; Liarokapis, F. Virtual reality with 360-video storytelling in cultural heritage: Study of presence, engagement, and immersion. *Sensors* 2020, 20, 5851.
34. Skarlatos, D.; Agrafiotis, P.; Balogh, T.; Bruno, F.; Castro, F.; Petriaggi, B.D.; Demesticha, S.; Doulamis, A.; Drap, P.; Georgopoulos, A.; et al. (2016). Project iMARECULTURE: Advanced VR, iMmersive Serious Games and Augmented REality as Tools to Raise Awareness and Access to European Underwater CULTURal heritagE. In *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*; Ioannides, M., Fink, E., Moropoulou, A., Hagedorn-Saupe, M., Fresa, A., Liestøl, G., Rajcic, V., Grussenmeyer, P., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland,; pp. 805–813.
35. Soto-Martin, O.; Fuentes-Porto, A.; Martin-Gutierrez, J. (2020) A Digital Reconstruction of a Historical Building and Virtual Reintegration of Mural Paintings to Create an Interactive and Immersive Experience in Virtual Reality. *Appl. Sci.*, 10, 597. [CrossRef]
36. Stuart, R., & Thomas, J. C. (1991). The implications of education in Cyberspace. *Multimedia Review*, 2, 17-27.
37. Theodoropoulos, A.; Antoniou. (2022). A. VR Games in Cultural Heritage: A Systematic Review of the Emerging Fields of Virtual Reality and Culture Games. *Appl. Sci.*, 12, 8476.
38. William R. Sherman & Alan B. Craig (2018), *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*, 2nd Edition
39. Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing Virtual Worlds for use in Mathematics Education. The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32 (12), 12-19.

