



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, ΙοΤ και Προηγμένες
Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων Real-Time Interactive with usage of AR. The Case study of Castle of Kato Chora at Kythera
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Σπυριδούλα Μαγουλά
Πατρώνυμο	Νικόλαος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ 18020
Επιβλέπων	Δημήτριος Βέργαδος

Ημερομηνία
Παράδοσης

Ιούνιος 2021

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Βέργαδος Δημήτριος
Καθηγητής

Τσίγκας Επαμεινώνδας
Διδάσκων ΠΜΣ

Αναγνωστόπουλος
Ιωάννης Καθηγητής

.....

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή χωρίς γραπτή άδεια του συγγραφέα, σύμφωνα με τον Ν. 2121/1993 και τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με τον Ν. 100/1975)

© 2021 – Σπυριδούλα Μαγουλά - all right reserve

Περίληψη

Οι πρακτικές συλλογής, τεκμηρίωσης και ανάδειξης ιστορικών/αρχαιολογικών αντικειμένων και χώρων πολιτισμού αντικαθίστανται σταδιακά από νέες μεθόδους, τις ψηφιακές. Τα τελευταία χρόνια η χρήση των νέων μεθόδων γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής λόγω των εξελίξεων στην τεχνολογία και της αλληλεπίδρασης που υπάρχει μεταξύ των επισκεπτών και των χώρων πολιτισμού. Επιπροσθέτως τα πλεονεκτήματα που ανακύπτουν από αυτές είναι ποικίλα καθώς οδηγούν σε ψηφιακές αναπαραστάσεις μνημείων, σε διαδραστικές εκθέσεις μουσείων και σε ιστορικές αφηγήσεις (Economidou και Rujol -Tost, 2011). Η πανδημία του 2020 (Covid-19) ανάγκασε την πλειοψηφία των πολιτιστικών φορέων σε όλον τον κόσμο να λειτουργήσουν ως εταιρίες start-up. Ως εκ τούτου αρκετά ευρηματικά, επανασχεδιάστηκαν εκθέσεις, ξεναγήσεις και εκπαιδευτικά προγράμματα, διατηρώντας το ενδιαφέρον του κοινού μέσω της ψηφιακής τους παρουσίας. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν αντίστοιχες δράσεις μικρότερης κλίμακας στους αρχαιολογικούς χώρους. Ωστόσο από τεχνολογικής υποδομής οι αρχαιολογικοί χώροι παραμένουν σε μειονεκτική θέση. Με την παρούσα διατριβή θα γίνει προσπάθεια να αναδειχθεί πώς η συμβολή της τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει και ταυτόχρονα να προσελκύσει τον σύγχρονο επισκέπτη επιτρέποντας του να εξερευνήσει καλύτερα ένα μνημείο “συνομιλώντας” μαζί του ψηφιακά. Ως μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκαν το κάστρο, τα επιμέρους κτίρια και οι ιεροί ναοί που συγκαταλέγονται στη Κάτω Χώρα Μυλοποτάμου Κυθήρων. Βάσει αυτού σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία θα λειτουργεί σε android συσκευές και θα αποτελεί τον βασικό οδηγό για τον επισκέπτη, που θα θέλει να λάβει περισσότερες πληροφορίες για την ιστορία του χώρου. Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε συμπεριλήφθηκε η αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών που προσφέρονται καθώς επίσης η ψυχαγωγική και η εκπαιδευτική τους αξία. Συνολικά, το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας, θα αξιολογήσει την ποιότητα των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στους αρχαιολογικούς χώρους και πώς αυτές μπορούν να καταστούν αναπόσπαστο κομμάτι τους.

Summary

The practices of collecting, documenting and highlighting historical / archaeological objects and places of culture are gradually being replaced by new methods, the digital ones. In recent years the use of new methods has become increasingly popular due to developments in technology and the interaction that exists between visitors and places of culture. In addition, the advantages that arise from them are many as they lead to digital representations of monuments, interactive museum exhibitions and historical narratives (Economou and Pujol -Tost, 2011). The 2020 pandemic (Covid-19) has forced the majority of cultural institutions around the world to operate as start-up companies. Therefore and in an inventive way, exhibitions, tours and educational programs were redesigned, maintaining the interest of the public through their digital presence. At the same time, smaller-scale actions were carried out at the archeological sites. However, due to technological infrastructure, the archeological sites remain at a disadvantage. This dissertation will show how the contribution of technology can help and at the same time attract the modern visitor by allowing him to better explore a monument by "talking" to him digitally. The castle, the individual buildings and the sacred temples that are included in the Lower Town of Mylopotamos, Kythera, were selected as a case study. Based on this, an augmented reality application was designed and developed, which will work on android devices and will be the main guide for the visitor, who will want to receive more information about the history of the site. The research carried out included the evaluation of the quality of the services offered as well as their recreational and educational value. Overall, the result of the present research will evaluate the quality of augmented reality applications in archaeological sites and how they can become an integral part of them.

Συντομογραφίες

ΕΦΑ: Εφορεία Αρχαιοτήτων

Immersion: εμπύθιση

AR: Augmented Reality = Επαυξημένη πραγματικότητα

App: Application = εφαρμογή

Asset store = κατάστημα πόρων

Mobile application = διαδραστική εικονική περιήγηση

Rating = αξιολόγηση

Specific target = εικόνες στόχοι

Stabilizer = σταθεροποιητής

Interaction = διάδραση

IoT = Internet of Things = Διαδίκτυο των πραγμάτων

UI: User Interface = Διεπαφή χρήστη

QR = Quick Response code = κωδικός γρήγορης απόκρισης

VR: Virtual Reality = Εικονική πραγματικότητα

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ΠΜΣ "Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες" του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δημήτριο Δ. Βέργαδο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τη συνεχή καθοδήγηση.

Για την πλούσια βιβλιογραφική συμβολή ευχαριστώ την ΕΦΑ Δυτικής Αττικής, Πειραιώς & Νήσων, τη Μητρόπολη Κυθήρων και Αντικυθήρων και τους υπαλλήλους της Εθνικής Βιβλιοθήκης Ελλάδος, της Εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας, της Ερευνητικής Μονάδας Αρχαιολογίας και της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Για την ιδιαίτερη συμβολή τους στη μελέτη του υλικού την Ακαδημαϊκό κυρία Ιωάννα Μπίθα και τη φιλόλογο κυρία Ελένη Χάρου – Κορωναίου.

Για τη συμμετοχή μου ως μέλος του STARC Lab του Cyprus Institute και την πολύτιμη εμπειρία που μου χάρισε τον Γιώργο Αρτόπουλο, καθώς επίσης τους Mohammed Rafat Saleh, Ιάσωνα Giraud και Νικόλα Λουκά.

Για τη συνεχή υποστήριξη τους Κατερίνα Ποτηριάδη, Ευαγγελία Σαπουτζόγλου, Ντίνα Αθανασέρη, Σταύρο Κονιδισιώτη, Άγγελο Παπαδόπουλο και Ευθύμη Καρούσο.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Κώστα Μόρφη που με έμαθε να μην το βάζω κάτω και να βρίσκω πάντα φτερά για ψυχική ανάταση.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να παραλείψω την οικογένεια μου, τους Δέσποινα Αυγερινού και Νικόλαο Μαγουλά.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη – Summary.....	4
Εισαγωγή	10
Μεθοδολογία.....	12
Ιστορία της Έρευνας.....	15

Κεφάλαιο 1. Από τον πραγματικό κόσμο στο VR & AR

1.1 Από τον πραγματικό κόσμο στην εικονική πραγματικότητα.....	18
1.2. Ορισμός της έννοιας διαδραστική εικονική περιήγηση.....	19
1.3. Ορισμός της έννοιας επαυξημένη πραγματικότητα.....	19
1.4 AR εμπειρία σε κινητές συσκευές	21
1.5. Η χρήση νέων τεχνολογιών σε αρχαιολογικά μουσεία και χώρους στην Ελλάδα και το εξωτερικό.....	23
1.6. Περιπτώσεις καταστροφής πολιτισμικού πλούτου. Η αξία της ψηφιοποίησης με σκοπό την διάσωση της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς.....	33
1.7. Ψηφιοποίηση και πανδημίες	44

Κεφάλαιο 2. Κύθηρα. Γεωγραφία και ιστορία του τόπου

2.1. Γεωγραφία, ιστορία και μυθολογία των Κυθήρων. Το όνομα Κύθηρα.....	48
2.2. Τα Κύθηρα κατά την αρχαιότητα	49
2.3. Τα Κύθηρα κάτω από την Βενετική κτήση	51
2.4. Τα Κύθηρα κατά τους νεότερους χρόνους.....	52
2.5. Αγγλικό Σχολείο	53
2.6. Το κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου.....	55
2.7. Οικόσημα και ο ενετικός λέοντας.....	56
2.8. Οι βυζαντινές εκκλησίες του κάστρου.....	58
2.9. Τοιχογραφίες. Κατάσταση διατήρησης.....	59
2.10. Χρονολόγηση.....	59
2.11 Εκκλησίες	60
2.11.i Ιερός Ναός Αγίου Ιωάννη Προδρόμου.....	61
2.11.ii Ιερός Ναός Μεταμορφώσεως του Σωτήρος.....	61
2.11. iii Ιερός Ναός Αγίου Αθανασίου	63

Κεφάλαιο 3. Σχεδιάζοντας την εφαρμογή

3.1. Vuforia Engine.....	65
3.2. Εικόνες στόχοι	68
3.3. Δημιουργία χάρτη εντός της εφαρμογής: Δοκιμές και αποτελέσματα.....	70
3.3.1. Mapbox.....	70
3.3.2. Blender.....	76
3.3.3. Unity AR+GPS Location.....	78
3.3.4. QGIS.....	79
3.4. Χρήση Augmented Reality σε εξωτερικό χώρο.....	82
3.5. Βήματα εφαρμογής.....	83
3.6. Προσθήκη βίντεο στην εφαρμογή.....	93
3.7. Χρήση 3d μοντέλου.....	96
3.8. Περιβάλλον διεπαφής (USER EXPERIENCE)	97
3.9 Δοκιμή της εφαρμογής.....	104
3.10. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και μελλοντική εργασία.....	107
Συμπεράσματα.....	109
Νομοθετήματα - Αποφάσεις.....	110
Βιβλιογραφία.....	111
Παράρτημα εικόνων	112
Χάρτες	115
Εικόνες στόχοι.....	121

Εισαγωγή

Η πρώτη καταγραφή για τα μνημεία του Κάστρου της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων και του Αγγλικού Σχολείου που βρίσκεται παρακείμενα αυτών σημειώθηκε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και συγκεκριμένα το 1916, από τον Έφορο Βυζαντινών Αρχαιοτήτων Γεώργιο Σωτηρίου. Το 1922 το κάστρο ανακηρύχθηκε βυζαντινό μνημείο με το ΦΕΚ 28Α/26-2-1922 και το 1923 δημοσιεύονται τα αποτελέσματα της μελέτης που είχε προηγηθεί στην τοπική εφημερίδα «Κυθηραϊκές Επιθεωρήσεις» (Γεώργιος Σωτηρίου, 1923). Το 1925 με το ΦΕΚ 58Α/11-3-1925 συμπεριλήφθηκαν οι ναοί, ενώ το 1986 με το ΦΕΚ 582/Β/17-9-1986 προστέθηκε το Αγγλικό Σχολείο, το οποίο σηματοδοτεί την περίοδο της Αγγλοκρατίας στα Κύθηρα. Το νησί προσεγγίζει το επιστημονικό ενδιαφέρον ήδη από την δεκαετία του 1950 όταν ερευνητές διαφορετικών ειδικοτήτων ανέλαβαν να καταγράψουν συστηματικά τα μνημεία συμβάλλοντας συγχρόνως στην προστασία, την συντήρηση και την ανάδειξη αυτών. Ιδιαίτερη δε είναι η ώθηση που δόθηκε στις Κυθηραϊκές σπουδές μέσα από τις μελέτες που πραγματοποίησε η ακαδημαϊκός Χρύσα Μαλτέζου, οι οποίες σκιαγραφούν τα σημαντικότερα γεγονότα που σημειώθηκαν στο νησί κατά την περίοδο της Βενετοκρατίας. Καθοριστική υπήρξε και η συμβολή των ακαδημαϊκών Μανόλη Χατζηδάκη και Ιωάννας Μπίθα, όταν το νησί επιλέχτηκε το 1982 ως σημείο μελέτης για τις ανάγκες δημιουργίας ενός Ευρετηρίου Βυζαντινών Τοιχογραφιών.

Η σπουδαιότητα των ευρημάτων, η κατάσταση διατήρησης των κτισμάτων και η απουσία ανάδειξης της ιστορικότητας του χώρου αποτέλεσαν το έναυσμα για την ανάληψη της παρούσας διατριβής. Η παγκόσμια αυξανόμενη τάση για την χρήση των νέων τεχνολογιών σε χώρους πολιτισμού σηματοδοτεί μια νέα εποχή με αρκετούς παράγοντες να την ευνοούν, όπως είναι τα πολυμέσα (multimedia), η ποιοτική τεκμηρίωση και οπτικοποίηση μέσω της μοντελοποίησης, ο αναβαθμισμένος τεχνολογικός εξοπλισμός, η ποιότητα υπηρεσιών και τέλος, το διευρυμένο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Η δημιουργία περιεχομένου με σκοπό την ένταξη σε εφαρμογές, κοινωνικά μέσα δικτύωσης και ιστοσελίδες αποτελούν πρόκληση για τους φορείς, αφού καλούνται να ακολουθήσουν τις νέες τάσεις. Οι απαιτήσεις στη δημιουργία και το διαμοιρασμό του υλικού είναι ιδιαίτερα υψηλές καθώς προϋποθέτουν καταρτισμένο προσωπικό πίσω από αυτές. Παρά ταύτα επιλύεται με τη διεπιστημονική συνεργασία ειδικών από τομείς της πληροφορικής, της εκπαίδευσης και των ανθρωπιστικών σπουδών.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα πολλαπλά οφέλη που μπορεί να προσφέρει μια εφαρμογή, δηλαδή την επιλογή μιας διαφορετικού τύπου προσέγγισης και της παρουσίας και αφήγησης ενός ιστορικού/αρχαιολογικού χώρου, στα κεφάλαια που ακολουθούν περιγράφονται το current state-of-art, οι πειραματισμοί που έλαβαν χώρα, καθώς επίσης οι μελλοντικές προσθήκες, βελτιώσεις και επεκτάσεις. Η παρούσα διατριβή επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και τη δημιουργία μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για android συσκευές που θα αφορά το Αγγλικό Σχολείο και το Κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου. Μέσα από την εφαρμογή θα γίνει προσπάθεια να καλυφθούν οι υπάρχουσες ανάγκες δίνοντας έμφαση στη πληροφόρηση του επισκέπτη για τα μνημεία, αναδεικνύοντας παράλληλα το σημαντικό ρόλο που διαδραμάτισαν κατά το παρελθόν και την σημασία που έχουν για την ταυτότητα του τόπου. Στο πλαίσιο αυτό και με την εφαρμογή που αποτελεί μια πρώτη στο είδος της για τη περιοχή, αποβλέπουμε στη γνωριμία των κατοίκων με τον τόπο τους και αφετέρου στην ευαισθητοποίηση των τοπικών

φορέων για την αποκατάσταση των μνημείων. Για την προβολή της αποσκοπούμε σε μια συνεργασία με τον Δήμο Κυθήρων και τοπικούς φορείς, ενώ για το έγκριτο περιεχόμενο αυτής, συνεργασία με ερευνητές και την ΕΦΑ Πειραιώς και Νήσων.

Μια σειρά ερευνητικών ερωτημάτων που πρόκειται να λειτουργήσουν ως οδηγοί στη παρούσα διατριβή είναι τα εξής:

- Ποια η αξία της ψηφιοποίησης και πώς χρησιμοποιείται στη διατήρηση, στην συντήρηση, στην αποκατάσταση και την προβολή αντικειμένων και μνημείων ευρύτερα;
- Πώς συνδέεται η ψηφιοποίηση με την τεκμηρίωση, την έρευνα και την εκπαίδευση;
- Κρίνεται αναγκαία η χρήση ειδικού εξοπλισμού για την ψηφιοποίηση;
- Πόσο διαδεδομένη είναι η χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην Ελλάδα και πώς αξιοποιείται αυτή στα μουσεία; Υπάρχουν εφαρμογές σε αρχαιολογικούς χώρους; Τι συμβαίνει αντίστοιχα στο εξωτερικό και ποιοι φορείς βρίσκονται πίσω από την υλοποίησή τους;
- Μπορεί μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας να κεντρίσει το ενδιαφέρον του επισκέπτη και να ενταχθεί ως οδηγός σε έναν αρχαιολογικό χώρο καθιστώντας την επίσκεψη σε αυτόν ελκυστική;

Η διατριβή δομείται σε 3 κεφάλαια ξεκινώντας με την παρουσίαση του αντικειμένου, το πλαίσιο στο οποίο κινείται η εργασία και τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** θα μελετηθούν οι βασικοί ορισμοί, οι οποίοι σχετίζονται με την εικονική και την επαυξημένη πραγματικότητα. Στην συνέχεια θα εξεταστεί η χρήση των νέων τεχνολογιών στο περιβάλλον των μουσείων στην Ελλάδα και το εξωτερικό, δηλαδή για το πώς προβάλλονται και ποια είναι τα μέσα που χρησιμοποιούν. Επιπροσθέτως, θα γίνει αναφορά στην εμπειρία που προσφέρει το Augmented και το Virtual Reality και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από τα παιχνίδια, στην εκπαίδευση, στα μουσεία, στις εκδόσεις και αλλού. Τέλος, θα αναφερθούν μελέτες περίπτωσης καταστροφής του πολιτισμικού πλούτου στην Ελλάδα και το εξωτερικό, καθώς και η σπουδαιότητα της ψηφιοποίησης για τη διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

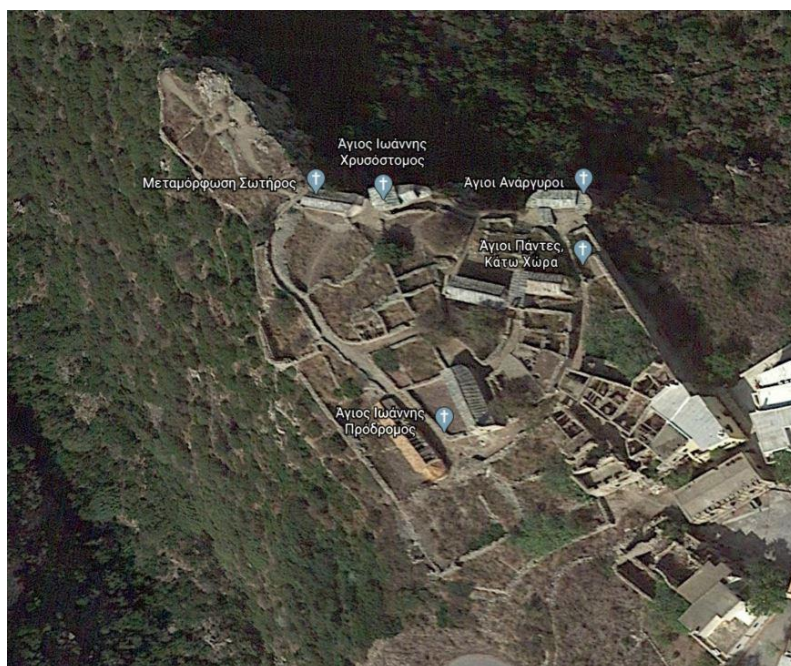
Στο **δεύτερο κεφάλαιο** θα αναφερθεί στη μυθολογία και την ιστορία του νησιού, όπως αυτή διαμορφώθηκε από την αρχαιότητα μέχρι τη Βενετική κτήση. Ακολούθως, θα εξεταστούν τα σημεία ενδιαφέροντος.

Τέλος, στο **τρίτο κεφάλαιο**, θα πραγματοποιηθεί εκτεταμένη αναφορά στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν (Vuforia και Unity) και τους λόγους όπου αυτά επιλέχθηκαν. Ακολούθως, θα αναφερθούμε στις εικόνες και τις προαπαιτήσεις που πρέπει να έχουν τα προγράμματα αυτά. Παράλληλα θα γίνει αναφορά στα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν και τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για τη δημιουργία ενός 3d μοντέλου - χάρτη. Η παρούσα διατριβή θα ολοκληρωθεί με τα συμπεράσματα και τις περαιτέρω προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Μεθοδολογία

Η επιστημονική έρευνα στοχεύει να δώσει απαντήσεις σε σημαντικά ερωτήματα με την εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων. Η ερευνητική μέθοδος και τα μέσα συλλογής των δεδομένων εξαρτώνται από το σκοπό, τους ειδικότερους στόχους και τις ερευνητικές υποθέσεις μιας έρευνας (Φίλιας, 2005). Η προτεινόμενη έρευνα της παρούσας εργασίας έχει διεπιστημονικό χαρακτήρα, καθ' όσον εξετάζει μέσα από την προστιθέμενη αξία των νέων τεχνολογιών, τη δημιουργία και χρήση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για έναν αρχαιολογικό χώρο στην Ελλάδα. Σήμερα οι πολύτιμες συλλογές των αρχαιολογικών μουσείων και των ιδιωτικών συλλογών ανά τον κόσμο ψηφιοποιούνται και μέσω του διαδικτύου και των εφαρμογών τοποθετούνται σε εικονικό περιβάλλον προς χρήση για κάθε ενδιαφερόμενο. Όλες αυτές οι τεχνολογικές αλλαγές στοχεύουν στη διατήρηση και την προβολή των αντικειμένων και της πληροφορίας που εμπεριέχουν, ειδικότερα όταν αυτές καθορίζονται από περιορισμούς, όπως η δυσκολία πρόσβασης στο υλικό, η απόσταση και άλλα. Επιπλέον, στοχεύουν στην αύξηση της επισκεψιμότητας και της καλύτερης παρουσίασης των αντικειμένων τους. Τέλος, συμβάλλουν στην ποιοτική τεκμηρίωση, την ερμηνεία και την οπτικοποίηση των δεδομένων. Ως αποτέλεσμα όλων αυτών έχουμε την εμφάνιση νέων τύπων μουσείων, όπως τα ψηφιακά μουσεία (digital museum)¹ και τα εικονικά μουσεία (virtual museum). Το περιεχόμενο τους ποικίλει καθώς συμπεριλαμβάνονται οπτικοακουστικά ντοκουμέντα, κείμενα, 3d μοντέλα και άλλα (Αρβανίτης, 2004, Παπαγεωργίου, 2017, Νικολαΐδου, 2001).

¹ Ως ψηφιακό μουσείο αναφερόμαστε σε μια ψηφιακή πλατφόρμα που συγκεντρώνει τις πληροφορίες των εκθεμάτων της με την βοήθεια υπολογιστών, η οποία βοηθά να διατηρηθούν σε ψηφιακή μορφή όλες οι συλλογές που έχει στην διάθεση της. (Αρβανίτης, Κ., 2002)



Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία Κάστρου Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου. Η φωτογραφία έχει προέλθει από το Google Earth

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα και για τους σκοπούς της διατριβής, έγινε συστηματική μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και επιτόπια έρευνα. Η εγγύτητα και η προσωπική εμπειρία κρίθηκαν απαραίτητες για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (Φίλιας, 2005). Με γνώμονα τις παραπάνω σκέψεις και το διεπιστημονικό χαρακτήρα της εργασίας, η επιστημονική μεθοδολογία που εφαρμόστηκε πραγματοποιήθηκε με τεχνικές από διαφορετικές ερευνητικές μεθόδους που οδήγησαν σε μια ολοκληρωμένη βάση, η οποία περιέχει τρεις φάσεις: την ποσοτική έρευνα πεδίου, την ποιοτική έρευνα και την τελική εφαρμογή.

Στην έρευνα πεδίου που διεξήχθη το διάστημα από το Μάιο έως τον Ιούνιο του 2019, διενεργήθηκε καταγραφή και αξιολόγηση των υποδομών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή μας. Από τον Ιούνιο έως το Δεκέμβριο του ίδιου έτους πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική έρευνα, επικοινωνία με τους αρμόδιους φορείς, ο σχεδιασμός της εφαρμογής και οι πειραματισμοί in situ. Οι πειραματισμοί έλαβαν χώρα με μια δοκιμαστική έκδοση (beta version) που σχεδιάστηκε με σκοπό να γίνει ορατό στην πράξη, αν η κινητή συσκευή μπορεί να ανιχνεύσει τη θέση των αντικειμένων, τα οποία έχουν ορισθεί κάτω από διαφορετικές καιρικές συνθήκες (έντονη ηλιοφάνεια, συννεφιά, κατά τη δύση και ανατολή). Τον Ιανουάριο του 2020 ξεκίνησε η συγγραφή της παρούσας εργασίας και η υλοποίηση της εφαρμογής. Το Σεπτέμβριο του ίδιου έτους πραγματοποιήθηκαν εκ νέου πειραματισμοί, για να διαπιστωθεί αν τα προβλήματα που

είχαν εντοπιστεί σε προηγούμενο χρόνο, είχαν ξεπεραστεί. Στο διάστημα αυτό η εφαρμογή προσφέρθηκε για δοκιμή σε άτομα ηλικίας από 20 έως 60 χρονών, τα οποία είχαν μια σχετική άνεση με τη χρήση της τεχνολογίας. Αφού έλαβαν σχετικές οδηγίες γύρω από το τρόπο χρήσης της εφαρμογής και το περιεχόμενό της, τούς επιτράπηκε να περιηγηθούν ελεύθερα στο χώρο και να προβούν στην αξιολόγηση της εφαρμογής. Το αποτέλεσμα που προέκυψε μέσα από τη δοκιμή ήταν να ληφθεί θετική αποδοχή από τους συμμετέχοντες, αφού οι χρήστες δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες, στη χρήση της με το αποτέλεσμα να τους ενθουσιάζει και να ρωτούν κατά πόσο θα μπορούσε να εφαρμοστεί αυτή η εφαρμογή και σε άλλα μέρη της χώρας. Κατά τη τρίτη και τελευταία φάση συγκεντρώθηκαν όλα τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τις δυο προηγούμενες φάσεις της έρευνας (Μιχαλόπουλος: 23, 26-28, Τσακίρη: 5-6).

Για τη δημιουργία και ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Unity και Vuforia Engine. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού εξετάστηκε ο τρόπος υλοποίησης της. Ο λόγος που προτιμήθηκε η δημιουργία μιας Augmented Reality εφαρμογής έναντι μιας Virtual βασίστηκε στο κόστος, στον σχεδιασμό και την αμεσότητα υλοποίησης της. Μια Virtual Reality εφαρμογή προϋποθέτει εξοπλισμό υψηλών προδιαγραφών και απαιτήσεων. Επιπροσθέτως, μια VR εφαρμογή θα καταναλώσει περισσότερη μνήμη και πόρους αφού οι απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες. Αντιθέτως μια AR εφαρμογή δεν έχει την ίδια κατανάλωση, ούτε καταλαμβάνει χώρο στη μνήμη, καθώς το περιεχόμενο που επαυξάνεται είναι συγκεκριμένο. Επιπλέον εξετάστηκε η περίπτωση ένταξης ενός 3d μοντέλου – χάρτη της περιοχής, στον οποίο θα απεικονίζονται τα κτίρια που μας ενδιαφέρουν. Εντούτοις, κατά την περίοδο δοκιμών με τα προγράμματα Mapbox² και Blender και το πακέτο του Unity AR + GPS Location³ διαπιστώθηκαν σημαντικά προβλήματα, όπως θολή απεικόνιση στις υφές του εδάφους, απουσία βασικών κτιρίων, οδικών αρτηριών, μονοπατιών και υψομετρικών καμπύλων. Ως εκ τούτου, η δημιουργία ενός 3d μοντέλου χάρτη και η ένταξη του στην εφαρμογή δεν μπορεί να καταστεί δυνατή προσωρινά για τους παραπάνω λόγους. Τέλος εξετάστηκε ο τρόπος διαμοιρασμού της εφαρμογής σε άλλους χρήστες. Στα πλαίσια της εργασίας αποφασίστηκε να υπάρχει διαθέσιμη μόνο σε cloud (Google Drive). Ο κάθε ενδιαφερόμενος θα μπορεί να σκανάρει με τη κινητή του συσκευή το QR που έχει δημιουργηθεί για αυτό το σκοπό και να κατεβάζει την εφαρμογή στο κινητό του. Επιπλέον δημιουργήθηκε αντίστοιχα QR για τις εικόνες στόχους (images target), ώστε να μπορεί ο κάθε ενδιαφερόμενος να τις κατεβάσει και να τις διαμοιράσει.

² Mapbox, <https://www.mapbox.com/>

³ Το Blender είναι ένα πρόγραμμα σχεδίασης που χρησιμοποιείται για modelling, animation κ.α. και λειτουργεί όπως περίπου το Mapbox. Για την δημιουργία χάρτη θα πρέπει να εισάγουμε (import) δεδομένα από το GIS. Έπειτα, και αφού έχουμε επιλέξει το σημείο ενδιαφέροντος, προχωράμε σε μια σειρά από ρυθμίσεις, για να φέρουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή την δημιουργία 3d κτιρίων. Η διαφορά σε σχέση με το Mapbox είναι ότι εδώ λαμβάνει υπόψη του στοιχεία από το Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) της NASA με το τελικό αποτέλεσμα να παρουσιάζει τις υψομετρικές καμπύλες πάνω στον φυσικό χάρτη

Στην εφαρμογή θα παρουσιαστούν συνοπτικά πληροφορίες και οπτικοακουστικό υλικό για:

- Το Αγγλικό Σχολείο
- Τον ενετικό λέοντα και τα οικόσημα που βρίσκονται πάνω από τη κεντρική είσοδο του Κάστρου
- Το Κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων
- Τρεις εκκλησίες που είναι ιδιαίτερα σημαντικές βάσει των αγιογραφιών και για τις οποίες έχει πραγματοποιηθεί μελέτη από βυζαντινολόγο.

Η μελέτη υλοποιήθηκε με σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία έχοντας ως σκοπό, η περιήγηση σε έναν συγκεκριμένο αρχαιολογικό χώρο να εμπλουτιστεί, με τον επισκέπτη να αποκτά ενεργό ρόλο μέσα από αυτή. Με την ολοκλήρωση της έρευνας, αξιολογήθηκε το σύστημα που ακολουθήθηκε, αφού εξερευνήθηκαν σε βάθος όλες οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν και αναπτύχθηκαν κάνοντας χρήση των πόρων, τους οποίους είχαμε διαθέσιμους. Επίσης, με τη διαδικασία των επαναλαμβανόμενων πειραμάτων σε διαφορετικό χρόνο και συνθήκες, εξασφαλίστηκε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα μειώνοντας στο ελάχιστο τις πιθανές απώλειες που μπορεί να προκύψουν, όπως τη διακοπή ή την εν μέρει προβολή της επαύξησης. Απώτερος σκοπός είναι η παροχή μιας υπηρεσίας, η οποία αφενός θα εξυπηρετεί τους χρήστες στη καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται, αφετέρου, θα αποτελεί ένα μέσο επικοινωνίας και τεκμηρίωσης, διάδραστικό και ανοιχτό για περαιτέρω ανάλυση, δημιουργία και έρευνα πάνω σε αυτό.

Ιστορία της Έρευνας

Στο πλαίσιο της έρευνας και για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, αναζητήθηκαν πληροφορίες γύρω από τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που υπάρχουν και είναι άμεσα διαθέσιμες προς χρήση για αρχαιολογικούς χώρους τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό. Επιπροσθέτως, εξετάστηκαν οι πληροφορίες που εντοπίστηκαν σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και projects που βρίσκονται σε εξέλιξη. Τέλος, ερευνήθηκαν πόσες από αυτές αποτελούν προϊόν ιδιωτικής πρωτοβουλίας ή υπάγονται στο Υπουργείο Πολιτισμού της εκάστοτε χώρας καθώς επίσης αν προσφέρονται δωρεάν ή έναντι αντιτίμου. Τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν, θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς – αν αυτοί υπάρχουν - από τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε αρχαιολογικούς χώρους, καθώς επίσης τις ανάγκες που έχει ο επισκέπτης και τους λόγους που θα τους προτιμήσει κατά τη περιήγηση του.

Στην Ελλάδα, οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε αρχαιολογικούς χώρους εντοπίζονται περιορισμένα και αποτελούν κατά βάση δημιουργήματα ιδιωτικής πρωτοβουλίας. Η Moptil, μια ελληνική ιδιωτική εταιρία, προσφέρει έναντι ενός σημαντικού ποσού περιηγήσεις μέσω επαυξημένης πραγματικότητας στην Ακρόπολη, την αρχαία

Ολυμπία, την Κνωσό και τη Δήλο. Η εφαρμογή δε διατίθεται για ιδιωτική χρήση αλλά χρειάζεται να ενοικιάσει κανείς τον εξοπλισμό. Η εγκυρότητα της αναπαράστασης των μνημείων, όπως αναφέρει ο δημιουργός της εταιρίας, διασφαλίζεται με επιστημονικές συνεργασίες, ενώ για τη δημιουργία του περιεχομένου έχει συσταθεί 15μελής ομάδα που περιλαμβάνει σχεδιαστές, προγραμματιστές και αρχαιολόγους. Το προϊόν απευθύνεται κατά βάση σε τουριστικά γραφεία που θέλουν να δώσουν μια διαφορετική εμπειρία στους πελάτες τους (Τζαβέλλα, 2020).

Το Athens Time Walk⁴, αποτελεί μια εφαρμογή χαμηλού κόστους που σε ξεναγεί στα σημαντικότερα μνημεία της Αθήνας όπως την Ακρόπολη, την Αρχαία Αγορά και τον Κεραμεικό. Η εφαρμογή κατεβαίνει δωρεάν στο κινητό προσφέροντας τη δυνατότητα στον χρήστη να πραγματοποιεί αγορές εντός αυτής. Παρά ταύτα, από κριτικές χρηστών που εντοπίστηκαν στο διαδίκτυο φαίνεται πως παρουσιάζονται σημαντικά προβλήματα κατά την διάρκεια της φόρτωσης (loading) και ανοίγματος της εφαρμογής αυτής.

Μια από τις πρώτες εφαρμογές Augmented Reality που σχεδιάστηκαν και δοκιμάστηκαν στην Ελλάδα σημειώνεται στις αρχές του 2000. Χρησιμοποιώντας τη διαθέσιμη τεχνολογία της εποχής και με χρηματοδότηση από την ΕΕ, δημιουργήθηκε το project με την ομώνυμη εφαρμογή ARCHEOGUIDE, η οποία εφαρμόστηκε στον αρχαιολογικό χώρο της αρχαίας Ολυμπίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αρκετά ικανοποιητικά και παρουσιάστηκαν σε συνέδρια. Το 2002 ήταν η τελευταία φορά που υπήρξε αναφορά για την εφαρμογή. Κατόπιν προσωπικής επικοινωνίας με έναν από τους δημιουργούς, τον ερευνητή Γιάννη Καρύγιαννη⁵, ενημερωθήκαμε ότι παρόλο που έγιναν αρκετά πειράματα, η εταιρία δεν προχώρησε στην υλοποίηση της εφαρμογής.

Στο εξωτερικό εντοπίστηκαν εξίσου περιορισμένα εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε αρχαιολογικούς χώρους. Μια από αυτές, η δημιουργία της οποίας βρίσκεται σε εξέλιξη πραγματοποιείται στα πλαίσια διδακτορικού προγράμματος σπουδών. Στην Πορτογαλία, και πιο συγκεκριμένα στον αρχαιολογικό χώρο Conimbriga, δοκιμάζεται η εφαρμογή SensiMAR⁶, η οποία θα αλλάξει τελείως το τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο επισκέπτης τα μνημεία. Διανύοντας μια δοκιμαστική περίοδο 8 ημερών οι επισκέπτες είχαν τη δυνατότητα να βιώσουν μια διαφορετική εμπειρία, αφού μέσω της επαύξησης υλικού σε 360° και της εγκατάστασης ηχείων στον χώρο, οι επισκέπτες ελάμβαναν μια πολυδιάστατη εμπειρία δηλώνοντας ενθουσιασμένοι με το αποτέλεσμα (Marto, 2020). Κατά τη διάρκεια των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, οι χρήστες αντιμετώπισαν περιστασιακά προβλήματα στην προβολή περιεχομένου, καθώς αυτό επηρεαζόταν από τα καιρικά φαινόμενα.

Ολοκληρώνοντας την έρευνα και μελετώντας συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα καταλήξαμε πως τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό η χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε αρχαιολογικούς χώρους εντοπίζονται περιορισμένα. Παρόλο που υπάρχουν πολλές εφαρμογές, αυτές έχουν δημιουργηθεί έπειτα από ιδιωτική

⁴ Heritage in Motion (2020)

⁵ Senior Research Scientist at GE Aviation (Global R&D Centre in Robotics, Automation and Instrumentation)

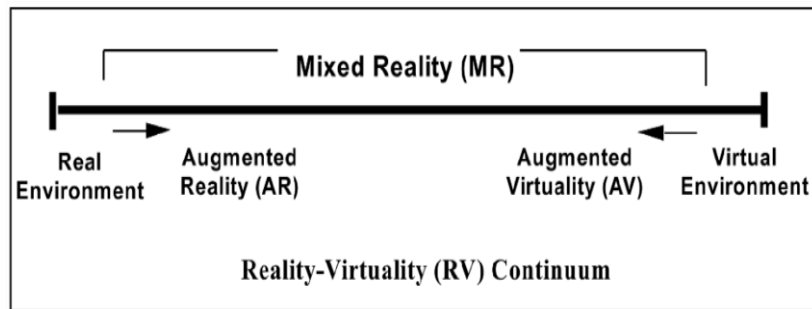
⁶ Δημιουργός η PhD fellow Anabela Marto, με την υποστήριξη των καθηγητών Maximino Bessa (University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Portugal) και Alexandrino Gonçalves (Polytechnic Institute of Leiria, Portugal).

πρωτοβουλία χωρίς ωστόσο να εμπλέκονται οι δημόσιοι φορείς πολιτισμού στους οποίους υπάγονται τα μνημεία. Συμπερασματικά πλεονεκτήματα στη χρήση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν η διαφορετική προσέγγιση και η εμπειρία που λαμβάνει ο επισκέπτης, ενώ μειονεκτήματα αποτελούν τα προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν στην προβολή του περιεχομένου, καθώς αυτό θα επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Όσον αφορά τον ίδιο το χρήστη το μόνο που απαιτείται είναι να είναι εξοικειωμένος με την τεχνολογία.

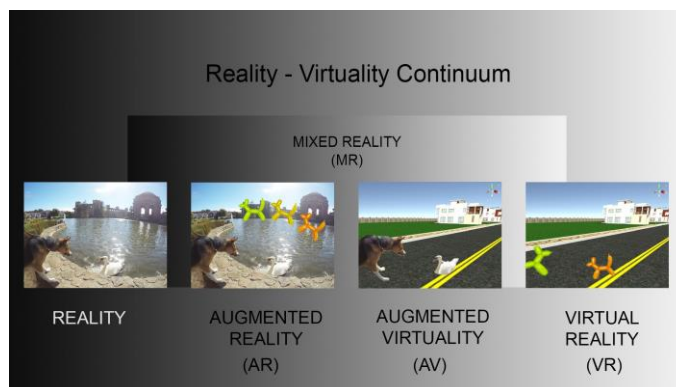
Κεφάλαιο 1. Από τον πραγματικό κόσμο στο VR & AR

1.1. Από τον πραγματικό κόσμο στην εικονική πραγματικότητα

Στο γράφημα του Paul Milgram (Milgram and Kishino, 1994), μπορεί να δει κανείς τις παραλλαγές και τις συνθέσεις μεταξύ πραγματικού περιβάλλοντος, επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας. Το ενδιάμεσο του φάσματος που δημιουργείται ονομάζεται Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality).



Εικόνα 2. Διάγραμμα Mixed Reality, Milgram & Kishino Reality-Virtuality



Εικόνα 3. Ένας ευφάνταστος τρόπος να αποδώσει κανείς το παραπάνω διάγραμμα των Milgram & Kishino

1.2. Ορισμός της έννοιας διαδραστική εικονική περιήγηση

Ως *διαδραστική εικονική περιήγηση* (mobile application) αναφερόμαστε στην αλληλεπίδραση που υπάρχει μεταξύ δύο παραγόντων με απώτερο σκοπό την επίτευξη ενός στόχου (Δημητριάδης, Πομπόρτσης, Τριανταφύλλου, 2004). Η περίπτωση που θα εξεταστεί αφορά τη διάδραση (interaction) μεταξύ ενός χρήστη και ενός προγράμματος εγκατεστημένου σε μια συσκευή android. Εκεί, το εικονικό περιβάλλον μπορεί να προσομοιάζει το πραγματικό, ή να παρουσιάζει μέσα στο πραγματικό στοιχεία εικονικής πραγματικότητας.

1.3. Ορισμός της έννοιας επαυξημένη πραγματικότητα

Ως *επαυξημένη πραγματικότητα* (Augmented Reality) ορίζονται εφαρμογές υπολογιστών και κινητών συσκευών που ενσωματώνουν μέσα στο πραγματικό κόσμο οπτικοακουστικά μέσα και πληροφορίες (Μουστάκας και Παλιόκας και Τσακίρης και Τζοβάρας, 2020). Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από το υλικό που συγκεντρώνεται και με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού που επιτρέπει να εκτελεστεί (run) η τελική εφαρμογή. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1968 κατά τη διάρκεια έρευνας, η οποία διενεργήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς. Σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία πληροφοριών σε τρισδιάστατη μορφή, οι οποίες θα ακολουθούσαν τον χρήστη όσο αυτός βρισκόταν σε κίνηση. (Hollerer & Schmalstieg, 2016)



Εικόνα 4. Εικόνα Μουσείο ΟΤΕ, Κηφισιά

Η ειδιοποιός διαφορά μεταξύ επαυξημένης (Augmented Reality) και εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality) είναι η διαφορετική χρήση στην τεχνολογία καθώς στη δεύτερη περίπτωση ο κόσμος αποδίδεται εικονικά. Για την εικονική πραγματικότητα έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί:

Ο Ellis στο βιβλίο του *Pictorial Communication in Virtual and Real Environments* (1993) αναφέρεται σε ένα εικονικό περιβάλλον με περιεχόμενο που αποτελείται «από γεωμετρία και δυναμική, σε ένα πλαίσιο αναφοράς που περιλαμβάνει την αντίληψη των αντικειμένων σε βάθος, με χρήση όλων των αισθήσεων» (Ellis, 1993). Αντίστοιχα ο Gigante επισημαίνει ότι η εικονική περιήγηση αφορά την «εμβύθιση⁷ σε μια πολύ-αισθητική εμπειρία, η οποία ξεφεύγει από τη παρατήρηση ενός εξωτερικού περιβάλλοντος εστιάζοντας σε ένα ψευδές και πιο σύνθετο» (Gigante, 1993). Στην τεχνολογία της VR, το άτομο χρησιμοποιεί εξοπλισμό, όπως στην εικόνα 1, δηλαδή, ένα σετ γυαλιών, όπου προβάλλεται το σχετικό υλικό, ενώ μπορεί να συμπεριλαμβάνονται σε αυτό μικρόφωνο και ακουστικά.



Εικόνα 5. Γυαλιά για προβολή VR video

Σε κάποιες περιπτώσεις ο εξοπλισμός γίνεται πιο επαγγελματικός. Συγκεκριμένα με τη χρήση ειδικών καθισμάτων η εμπειρία γίνεται διαδραστική καθώς συμπεριλαμβάνονται σε αυτό δονήσεις, κινήσεις και ειδικά εφέ, όπως αέρας και ωθήσεις.

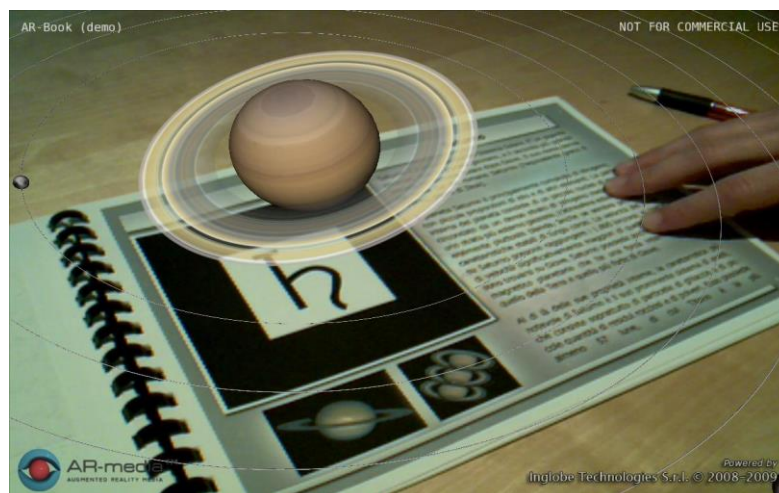
⁷ Ως εμβύθιση (immersion) περιγράφεται ο βαθμός κατά τον οποίο το οπτικό πεδίο του χρήστη καλύπτεται και περιορίζει το πραγματικό πχ. ακουστικά ή χρήση γαντιών (Λέππουρας, Γ., Αντωνίου, Α., Πλατής, Ν., Χαρίτος, Δ., 2015)



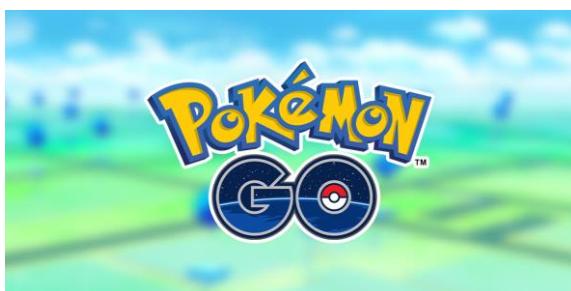
Εικόνα 6. Καθίσματα που κάνουν την εμπειρία του virtual reality ακόμα πιο διαδραστική

1.4 AR εμπειρία σε κινητές συσκευές

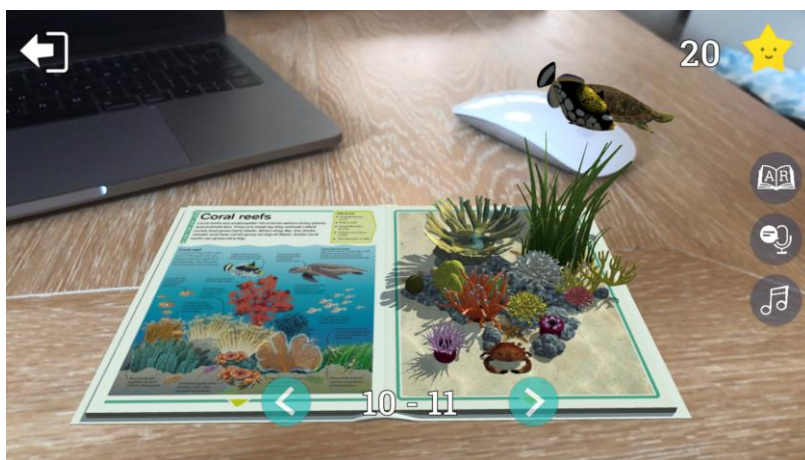
Η ολοένα αυξανόμενη χρήση της τεχνολογίας έδωσε ώθηση στις κινητές συσκευές τα τελευταία χρόνια. Η επαυξημένη πραγματικότητα με τις επιμέρους υπηρεσίες (GPS, χρήση οπτικοακουστικών, storytelling και άλλα) προσφέρεται σήμερα σε πολλούς τομείς, όπως στα παιχνίδια (εικόνες 17-18) και την εκπαίδευση, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει εισέλθει δυναμικά στις εκδόσεις (εικόνα 16), σε ξεναγήσεις και σε μουσεία. Στην εκπαίδευση φαίνεται πως συνδράμει σημαντικά στην απόδοση των μαθητών και στην αύξηση του ενδιαφέροντος γύρω από το μάθημα. Για παράδειγμα, στα βιβλία, το περιεχόμενο δύναται να ζωντανέψει μέσα από έναν υπολογιστή, tablet ή smartphone. Το περιεχόμενο που έχει δημιουργηθεί αναγνωρίζεται από την κάμερα της εγκατεστημένης εφαρμογής, η οποία και εμφανίζει το περιεχόμενο στην οθόνη της συσκευής.



Εικόνα 7. Βιβλίο με προβολή AR περιεχομένου



Εικόνες 8 – 9. Η Augmented Reality εφαρμογή Pokemon GO έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής ανάμεσα στους έφηβους



Εικόνα 10. Προβολή AR περιεχομένου σε βιβλίο

1.5. Η χρήση νέων τεχνολογιών σε αρχαιολογικά μουσεία και χώρους στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

Ήδη από τα τέλη του προηγούμενου αιώνα μουσεία⁸ και αρχαιολογικοί χώροι⁹, αναζητήσαν τρόπους για προσέλκυση περισσότερων επισκεπτών καθώς οι τελευταίοι ποικίλουν ως προς το ηλικιακό, οικονομικό και μορφωτικό επίπεδο. Σήμερα η επίσκεψη σε ένα μουσείο μπορεί να πλαισιώνεται από συμμετοχή σε εκπαιδευτικά προγράμματα (εικόνα 3) με δράσεις για ενήλικο κοινό (εικόνα 4) και χρήση νέων τεχνολογιών όπως φορητούς ξεναγούς (Personal digital assistants), βιντεοπροβολές σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, 3d προβολές αντικειμένων, οθόνες αφής με πληροφορίες, διαδραστικά παιχνίδια, virtual και

⁸ Ως μουσείο η ICOM (International Council of Museums), ορίζει «Τα μουσεία αποτελούν χώρους εκδημοκρατικοποίησης, ενσωμάτωσης και πολυφωνίας που προάγουν τον κριτικό διάλογο σχετικά με το παρελθόν και το μέλλον. Αναγνωρίζοντας και αντιμετωπίζοντας τις συγκρούσεις και τις προκλήσεις του παρόντος, φυλάσσουν αντικείμενα τέχνης και εμπιστεύονται δείγματα της κοινωνίας, διαφυλάσσουν ποικίλες μηνύες για τις μελλοντικές γενιές και εγγυώνται ίσα δικαιώματα και ισότιμη πρόσβαση για όλους τους ανθρώπους στην κληρονομιά. Τα μουσεία δεν έχουν στόχο το κέρδος. Είναι συμμετοχικά και διαφανή κι εργάζονται σε ενεργό σύμπραξη με διάφορες κοινότητες και για διάφορες κοινότητες για τη συλλογή, τη διατήρηση, την έρευνα, την ερμηνεία, την έκθεση και την ενίσχυση της κατανόησης του κόσμου, με σκοπό να συμβάλουν στην ανθρώπινη αξιοπρέπεια, την κοινωνική δικαιοσύνη, την παγκόσμια ισότητα και την πλανητική ευημερία».

⁹ Σύμφωνα με το Ν. 3028/2 ως αρχαιολογικοί χώροι νοούνται εκτάσεις στην ξηρά ή στη θάλασσα ή στις λίμνες ή στους ποταμούς, οι οποίες περιέχουν ή στις οποίες υπάρχουν ενδείξεις ότι περιέχονται αρχαία μνημεία ή αποτέλεσαν ή υπάρχουν ενδείξεις ότι αποτέλεσαν από τους αρχαιότερους χρόνους έως και το 1830 μνημειακά, οικιστικά ή ταφικά σύνολα. Οι αρχαιολογικοί χώροι περιλαμβάνουν και το απαραίτητο ελεύθερο περιβάλλον που επιτρέπει στα σωζόμενα μνημεία να συντίθενται σε ιστορική, αισθητική και λειτουργική ενότητα.

augmented reality. Η ψηφιοποίηση αποτελεί μέρος της τεκμηρίωσης. Είναι μια διαδικασία όπου αντικείμενα όπως φωτογραφίες, σχέδια, χάρτες, οπτικοακουστικά ντοκουμέντα και άλλα, μεταφέρονται σε ψηφιακή μορφή. Το αποτέλεσμα όλων αυτών ονομάζεται μεταδεδομένα (metadata) (Παπαθεοδώρου, 2005, σσ. 60-64, Παπαϊωάννου, κ.ά., 2013, σσ. 40-41)



Εικόνα 11. Το μουσείο Ακρόπολης με επισκέπτες



Εικόνα 12. Εκπαιδευτικό πρόγραμμα μουσείου

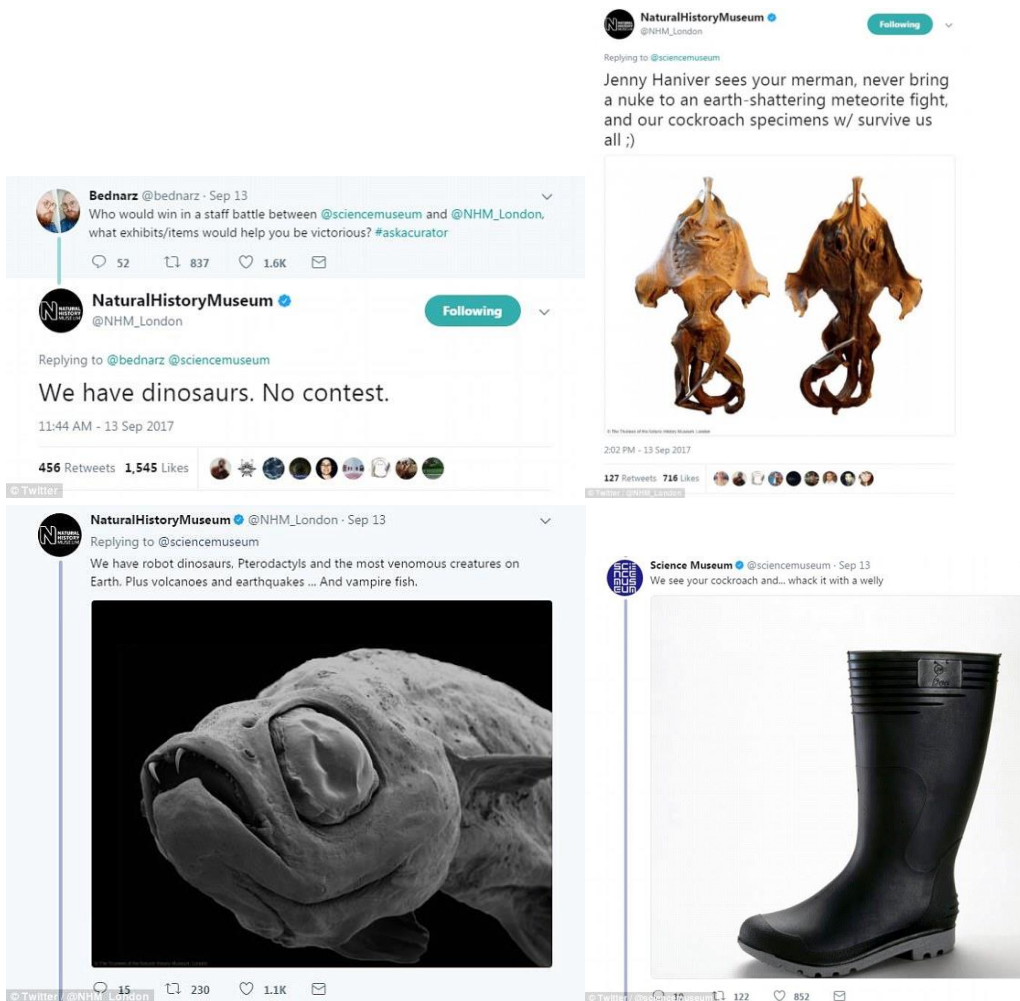


Εικόνα 13. Δράσεις μουσείου για ενήλικο κοινό – Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο

Με τη βοήθεια των κοινωνικών μέσων δικτύωσης και των νέων τεχνολογιών η επίσκεψη στα μουσεία και τους αρχαιολογικούς χώρους μπορεί να γίνει πιο συναρπαστική από ποτέ. Το 2017 διεξήχθη στο Λονδίνο ένας πρωτοφανής “πόλεμος” μεταξύ των μουσείων Φυσικής Ιστορίας¹⁰ και Μουσείου Επιστημών¹¹. Η αρχή έγινε όταν ένας χρήστης ρώτησε στο Twitter ποιο μουσείο από τα δύο διαθέτει τις πολυτιμότερες και πιο σπάνιες συλλογές. Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν η μια πιο ευφάνταστη από την άλλη, μερικές από τις οποίες ακολουθούν στις παρακάτω φωτογραφίες (εικόνες 5 – 8). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το κοινό να γνωρίσει με τον πιο αξιομνημόνευτο τρόπο τις συλλογές τους, ενώ η προσέλευση επισκεπτών σε αυτά αυξήθηκε ραγδαία.

¹⁰ Το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας ιδρύθηκε το 1753 και στην αρχή της ίδρυσης του αποτελούσε μέρος του Βρετανικού Μουσείου. Σήμερα έχει πάνω από 80 εκατομμύρια αντικείμενα συμπεριλαμβανομένων φυτών, ζώων, εντόμων και δεινόσαυρων. Natural History Museum (2018).

¹¹ Το Μουσείο Επιστημών ιδρύθηκε το 1857 και περιλαμβάνει πάνω από 300,000 αντικείμενα, τα οποία σχετίζονται με την εφαρμογή της επιστήμης πάνω στη βιομηχανία, την ιατρική, τον χρόνο και την εξερεύνηση του διαστήματος. Science Museum (2018).



Εικόνες 14-17. Διαδικτυακές μάχες μεταξύ μουσείων

Ωστόσο η χρήση της τεχνολογίας δε σταματάει εκεί. Στην εικόνα 18 αποτυπώνεται το αποτέλεσμα που αντικρίζει ο επισκέπτης ενός μεγάλου μουσείου του εξωτερικού, όταν φοράει τα ειδικά γυαλιά. Μέσα από αυτά “ζωντανεύουν” μπροστά του τμήματα της ιστορίας όσο παλιά και αν χρονολογούνται αυτά.



Εικόνα 18. Εικονική περιήγηση στο Smithsonian National Museum

Το Εθνικό Μουσείο Ενάλιας Αρχαιολογίας της Ισπανίας δημιούργησε μια εκπαιδευτική εφαρμογή με σκοπό οι επισκέπτες να έρθουν σε επαφή με την ενάλια αρχαιολογία και την ιστορία της Μεσογείου. Η επίσκεψη επιτυγχάνεται μέσα από παιχνίδια αλληλεπίδρασης με κινητή συσκευή όπου οικογένειες με παιδιά αναζητούν αντικείμενα στους χώρους του μουσείου με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας¹². Στην άλλη άκρη της Μεσογείου, στη Λάρνακα της Κύπρου και με τη σύμπραξη τεσσάρων φορέων¹³ δημιουργήθηκε η εφαρμογή «Larnaka Storytelling Statues» (εικόνες 19 - 20). Σε πέντε υπαίθρια γλυπτά τοποθετήθηκε ένας κωδικός ταχείας απόκρισης (Quick Response Code - QR). Όταν ο χρήστης σαρώνει με τη συσκευή του το QR, το γλυπτό τον “καλεί” πληροφορώντας τον για την ιστορία του και πώς αυτό συνδέεται με τα σημαντικότερα ιστορικά γεγονότα που σημάδεψαν το νησί¹⁴.

¹² 44screens (2020)

¹³ Εταιρεία Τουριστικής Ανάπτυξης και Προβολής Λάρνακας (ΕΤΑΠ), Οργανισμός Νεολαίας Κύπρου, Υφυπουργείο Τουρισμού και Δήμος Λάρνακας

¹⁴ Αποτελεί μια πρωτοβουλία της εταιρίας Τουριστικής Ανάπτυξης και Προβολής Λάρνακας σε συνεργασία με τον Οργανισμό Νεολαίας Κύπρου, το Δήμο Λάρνακας και το Υφυπουργείο Τουρισμού.



Εικόνες 19-20. Larnaka Storytelling Statues

Στην Ελλάδα τα κοινωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο από δημόσιους όσο και ιδιωτικούς φορείς του πολιτισμού. Ωστόσο η χρήση του AR και VR εντοπίζεται περιορισμένα, κατά βάση σε ιδιωτικά μουσεία. Ένα από αυτά, το Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης στην Αθήνα σε συνεργασία με έναν ιδιωτικό φορέα που ειδικεύεται στη δημιουργία ψυχαγωγικών προγραμμάτων, έδωσε την δυνατότητα σε άτομα της τρίτης ηλικίας να “επισκεφθούν” το μουσείο μέσα από την εικονική ξενάγηση (εικόνα 21).



Εικόνα 21. Φωτογραφία από το πρόγραμμα περιήγησης του μουσείου σε άτομα τρίτης ηλικίας.

Τον Απρίλιο του 2020 το ΚΑΣ γνωμοδότησε την αποδοχή της πολιτιστικής χορηγίας από την Microsoft για τον αρχαιολογικό χώρο της αρχαίας Ολυμπίας. Συγκεκριμένα αφορά την υλοποίηση μιας ψηφιακής εφαρμογής που θα αποδίδει τα εκθέματα του χώρου και του μουσείου τρισδιάστατα όπως εκτιμάται ότι υφίσταντο κατά την αρχαιότητα¹⁵.

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερα μουσεία επιλέγουν να εντάξουν στην ιστοσελίδα τους την εικονική περιήγηση. Η πραγμάτωση του εγχειρήματος από δημόσιους φορείς κρίνεται απαιτητική στην εκπλήρωση της καθώς, εκτός του ότι μπορεί να αυξήσει το κόστος προϋπολογισμού, ίσως χρειαστούν αρκετοί μήνες γραφειοκρατικής διεκπεραίωσης. Στην Ελλάδα δυνατότητα εικονικής περιήγησης μέσω υπολογιστή συναντάμε ακόμη περιορισμένα, εν αντιθέσει με το εξωτερικό που η χρήση τους είναι περισσότερο διαδεδομένη.



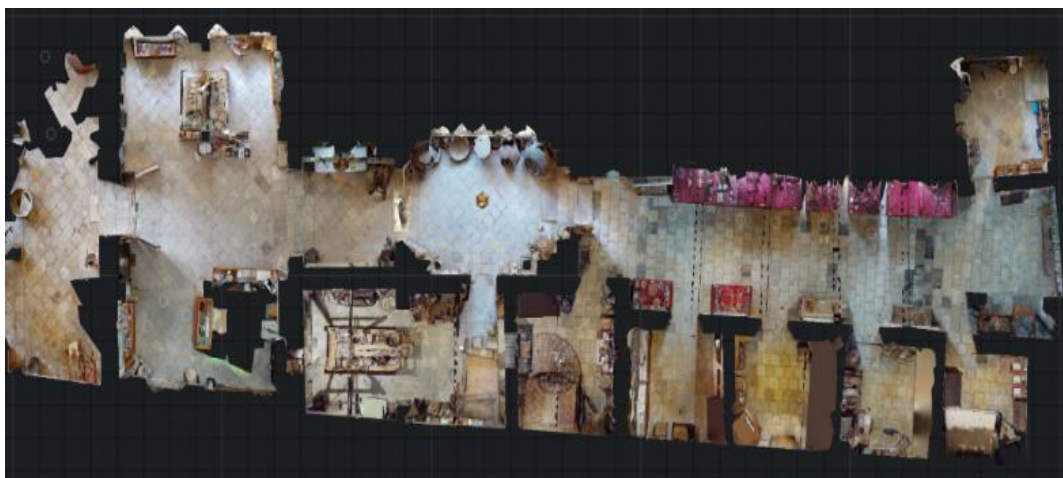
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ



Εικόνα 22. Εικονική περιήγηση στο Μουσείο Μπενάκη

Κατά τη διάρκεια της πρακτικής μέσω Erasmus+ στην Κύπρο, συμμετείχα στη δημιουργία περιεχομένου εικονικής περιήγησης (εικόνες 23 -24) για το Μουσείο Λαϊκής Τέχνης Κύπρου, η κάτοψη της οποίας ακολουθεί και προβλήθηκε τη Διεθνή Μέρα Μουσείων στην Κύπρο, στις 18 Μαΐου 2020. Η εικονική περιήγηση προβλέπεται σε μελλοντικό χρόνο να ενταχθεί στην ιστοσελίδα του μουσείου.

¹⁵ Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού (2020)

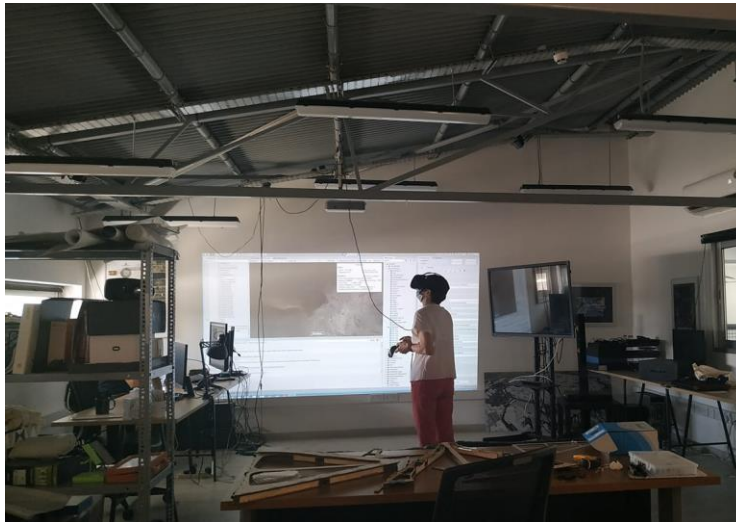


Εικόνα 23. Κάτοψη εικονικής περιήγησης, Μουσείο Λαϊκής Τέχνης Κύπρου, Λευκωσία



Εικόνα 24. Φωτογραφία αρχείου κατά τη διάρκεια των εργασιών στο Μουσείο Λαϊκής Τέχνης Κύπρου

Στην περίπτωση του δίμηνου Summer Internship που ακολούθησε στο Cyprus Institute, μου δόθηκε η ευκαιρία συμμετοχής στο project Spatial Visualization: Immersive Visualization of Heritage, το οποίο αφορούσε τη δημιουργία μιας Virtual Reality περιήγησης στον αρχαιολογικό χώρο της Χοιροκοιτίας. Σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο ο χρήστης εξοπλισμένος με google glasses και controllers (εικόνα 23) εμβυθίζεται στον ψηφιακό κόσμο και μπορεί να περιηγηθεί ανάμεσα στα κτίρια της 5^{ης} χιλιετίας εντοπίζοντας διασκορπισμένα ευρήματα, τα οποία μπορεί να πάρει στα χέρια του και να τα περιεργαστεί, ενώ στον ίδιο χρόνο δύναται να λάβει πληροφορίες για αυτά. Μέρος της εργασίας αυτής παρουσιάστηκε στο συνέδριο MBD 2020¹⁶.



Εικόνα 25. VR περιήγηση στον αρχαιολογικό χώρο της Χοιροκοιτίας

Μεταξύ των καθηκόντων μου ήταν η δημιουργία 3d μοντέλων μέσω φωτογραμμετρίας από ευρήματα της ανασκαφής που βρίσκονται στο Κυπριακό Μουσείο (εικόνες 24 - 25), στο Αρχαιολογικό Μουσείο Λάρνακος και στον αρχαιολογικό χώρο της Χοιροκοιτίας (εικόνα 26). Τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν εντάχθηκαν σε μια βάση δεδομένων, η οποία θα χρησιμοποιηθεί τόσο για το παρόν project, όσο και για μελλοντικές ανάγκες που θα προκύψουν.

¹⁶ Nicolas Loucas, Mohammed Rafat-Saleh, Georgios Artopoulos, Sorin Hermon, Spyridoula Magoula, Odile Daune-Le Brun (2020), *Real Time Interactive Visualisation of 3D Spatial Data of Archaeological Sites in the Museum: Khirokitia VR*. Εισήγηση στο MBD 2020, Λευκωσία, Κύπρος.



Εικόνες 26 - 28 Δημιουργία φωτογραμμετρικών μοντέλων

1.6. Περιπτώσεις καταστροφής πολιτισμικού πλούτου. Η αξία της ψηφιοποίησης με σκοπό τη διάσωση της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς

Μαρτυρείται πολύ συχνά ότι η *πολιτιστική κληρονομιά* βρίσκεται σε κίνδυνο, είτε από φυσικές καταστροφές, είτε από πολέμους, ακόμα και από τον ίδιο τον άνθρωπο. Η ψηφιοποίηση λειτουργεί ως ένα μέσο διάσωσης της πληροφορίας των κινητών και μη μνημείων, της άυλης και της υλικής κληρονομιάς που σε μελλοντικό χρόνο μπορεί ένας ή περισσότεροι φορείς να την αξιοποιήσουν όπως επιθυμούν στα πλαίσια προβολής ή αποκατάστασης. Σύμφωνα με την Unesco (2005), ως *πολιτιστική κληρονομιά* ορίζεται «το συνολικό πνεύμα ενός λαού, με βάση τις δράσεις, τις αξίες και τα έργα τα οποία μπορεί να έχουν κατέχοντας ιστορική, πνευματική ή θρησκευτική αξία και τα οποία επιθυμούμε να διατηρηθούν στο διηνεκές». Στη πολιτιστική κληρονομιά συγκαταλέγονται τόσο τα μνημεία και τα κινητά ευρήματα, όσο και η άυλη πολιτιστική κληρονομιά. Ως *υλική πολιτιστική κληρονομιά* νοείται κάθε μορφή τεχνολογίας που ορίζει τη ταυτότητα ενός προορισμού (Moreno, Santagata, Tabassum, 2004), ενώ *άυλη πολιτιστική κληρονομιά* ορίζονται οποιαδήποτε πολιτιστικά αγαθά μπορούν να εκφράσουν δραστηριότητες, γνώσεις και πληροφορίες. Αυτά μπορεί να αφορούν μύθους, ήθη και έθιμα, τέχνες, προφορικές παραδόσεις, μουσική ή ακόμη και δεξιότητες (Ν. 3028/2002, ΦΕΚ 153Α/28.6.2002). Το σύνολο της ανθρώπινης γνώσης και δραστηριότητας μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακή μορφή, δηλαδή ψηφιακά τεκμήρια, τα οποία θα περιλαμβάνουν βάσεις δεδομένων, οπτικοακουστικά, λογισμικά, γραφικά, έγγραφα και άλλα.

Στις εικόνες 29 – 32, μπορεί να δει κανείς τα αποτελέσματα του πολέμου και των φυσικών καταστροφών σε χώρες με εξαιρετικό πολιτιστικό πλούτο. Ως εκ τούτου, κρίνεται αναγκαία η διάσωση τους. Στα παραδείγματα που ακολουθούν θα εξεταστεί πώς η ψηφιοποίηση μπορεί να διασώσει ή να "αναγεννήσει" τη πολιτιστική κληρονομιά.



Εικόνα 29. Εικόνες καταστροφής του Μουσείου της Παλμύρας, 2015



Εικόνα 30. Βενετία. Μια άλλη πόλη που έχει πληγεί ανεπανόρθωτα τόσο από φυσικές καταστροφές (πλημμύρες), όσο και από τον ίδιο τον τουρισμό



Εικόνες 31-32. Στο όχι και τόσο μακρινό παρελθόν, το 1943 στην Ρώμη, τα Μουσεία Καπιτωλίου θωρακίζονται με τον φόβο ρίψης βομβών και ολοκληρωτικής καταστροφής των αρχαιοτήτων.

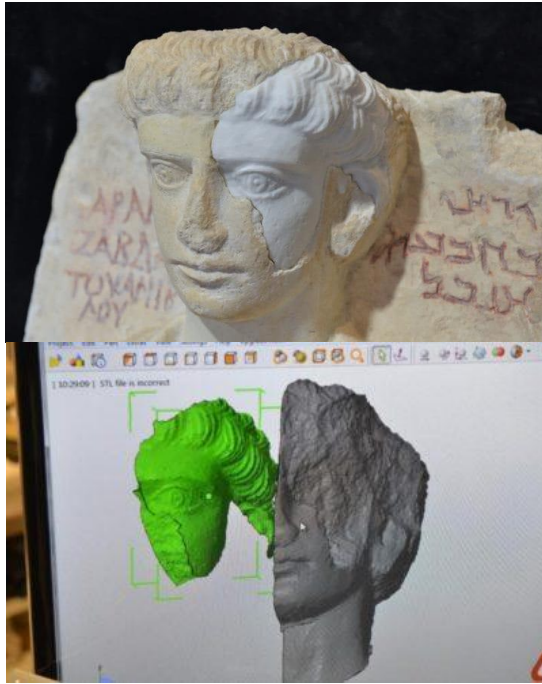
Ο ναός του Bel στην Παλμύρα της Συρίας καταστράφηκε το 2015 από το ISIS. Το 2020, δημοσιοποιήθηκε μέσω του UC San Diego Library ένα point cloud του ναού, το οποίο δημιούργησε μια ομάδα ερευνητών μέσα από 3.000 φωτογραφίες τουριστών που είχαν τραβηχτεί και δημοσιευθεί στην ιστοσελίδα flickr το διάστημα 2006 - 2014. Ακόμη και αν δεν πραγματοποιήθηκε ποτέ laser scanning του μνημείου, η ομάδα κατάφερε να το "αναστήσει" ψηφιακά στην πρότερη μορφή του.



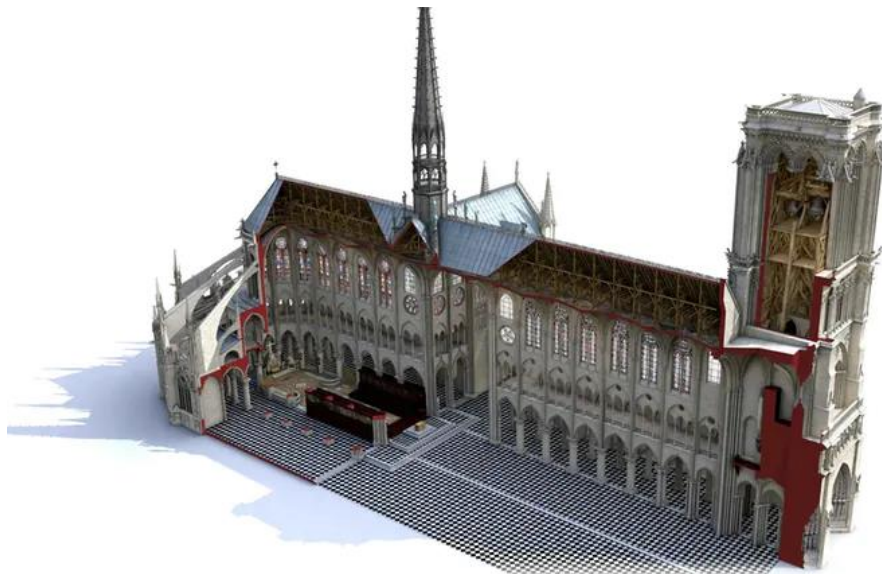
Εικόνα 33. point cloud του ναού του Bel¹⁷

Τα κινητά ευρήματα της Παλμύρα δεν είχαν καλύτερη τύχη από το ναό του Βελ. Ωστόσο, αν και κατεστραμμένα, κατάφεραν ως έναν βαθμό να αποκατασταθούν χάρη στη τεχνολογία. Με τη βοήθεια του laser scan οι ερευνητές αποτύπωσαν τα ευρήματα και συμπλήρωσαν τα σπασμένα σημεία τους με 3d αντίγραφα, τα οποία προσαρτήθηκαν πάνω στο αυθεντικό υλικό.

¹⁷ UC San Diego Library Digital Collections



Εικόνες 34-35. Αποκατάσταση κεφαλής με χρήση laser scan



Εικόνα 36. Ψηφιοποίηση της Notre Dame πριν την καταστροφή της

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

Η καταστροφική πυρκαγιά της Notre Dame τον Απρίλιο του 2019 υπενθύμισε για άλλη μια φορά την ανάγκη συμβολής της τεχνολογίας σε ζητήματα πολιτισμού. Στην περίπτωση της Notre Dame το κτίριο είχε σαρωθεί με λέιζερ (laser scan) αξιοποιώντας στο έπακρο τη *φωτογραμμετρική μέθοδο*¹⁸. Οι ειδικοί αποφάνθηκαν ότι θα τους βοηθήσει, ώστε να μπορέσουν να ανακατασκευάσουν μέρος του χαμένου κτιρίου. Αντιθέτως η πυρκαγιά που σημειώθηκε στο Εθνικό Μουσείο Βραζιλίας (εικόνα 37) το Σεπτέμβριο του 2019, και λίγους μήνες αργότερα από εκείνη της Notre Dame, κατέστρεψε έναν μεγάλο αριθμό αντικειμένων κάποιων μάλιστα ιδιαίτερα πολύτιμων. Η αναζήτηση των αντικειμένων ανάμεσα στα ερείπια προβλέπεται ότι θα πάρει αρκετό χρόνο, ενώ πιστεύεται ότι η πλειονότητα τους έχει ολοκληρωτικά χαθεί. Στην πρόσκληση που ακολούθησε προς το κοινό, έγινε έκκληση να αποσταλούν όσο το δυνατό περισσότερες φωτογραφίες γίνεται, καθώς το πολύτιμο αρχείο με το σύνολο των εκθεμάτων χάθηκε στη φωτιά. Ωστόσο, όσες φωτογραφίες και αν διασφαλιστούν, δεν μπορούν να επαναφέρουν τα αντικείμενα. Αν μπορεί κάτι να διασωθεί είναι η μνήμη αυτών μέσω της εικονικής αποτύπωσης ότι κάποτε υπήρχαν εκεί.



Εικόνα 37. Εναέρια φωτογραφία του Εθνικού Μουσείου Βραζιλίας

¹⁸ Ως φωτογραμμετρική μέθοδο ορίζουμε την τεχνική σύμφωνα με την οποία εξάγεται αξιόπιστη πληροφορία μέσω «μετρικής πληροφορίας φυσικών αντικειμένων και περιβάλλοντος» (Πατιάς 1999).



Εικόνα 38. Η φωτογραφία είναι προϊόν φωτογραμμετρίας από εργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακών μου σπουδών. Αρχαιολογικό Μουσείο Ελευσίνας Αμφορέας του ζωγράφου του Πολύφημου, περ. 660 π.Χ.

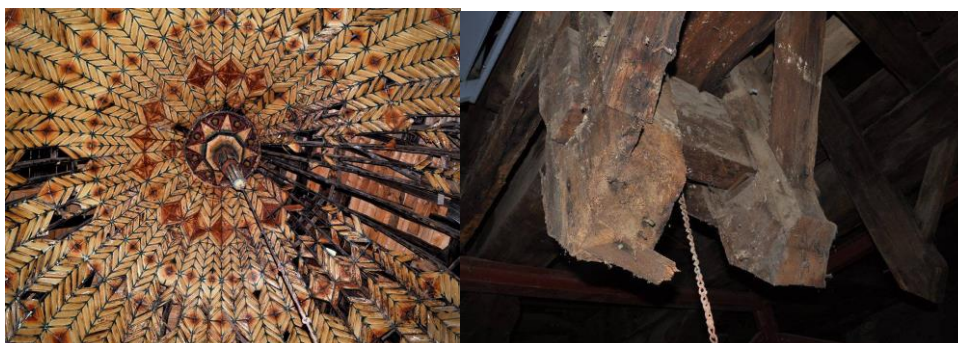
Η έκρηξη που σημειώθηκε στο λιμάνι της Βηρυτού τον Αύγουστο του 2020 προκάλεσε σοβαρό πλήγμα καθώς η χώρα είχε βυθιστεί σε βαθιά οικονομική κρίση ήδη από την περίοδο του εμφυλίου πολέμου (1975-1990), ενώ το ξέσπασμα της πανδημίας του Covid-19 δυσχέρανε ακόμη περισσότερο την κατάσταση με το χώρο του πολιτισμού να πλήττεται ανεπανόρθωτα. Από την έκρηξη που σημειώθηκε 8.000 κτίρια έχουν υποστεί ζημιές, ενώ 60 εξ αυτών έχουν ιστορική σημασία και κινδυνεύουν άμεσα να καταρρεύσουν. Ο αντίκτυπος της έκρηξης και της επικείμενης κρίσης προβλέπεται ότι θα πλήξει σημαντικά μουσεία της χώρας όπως το Εθνικό Μουσείο, το Μουσείο Sursock και το Αρχαιολογικό Μουσείο. Η UNESCO έχει ξεκινήσει ήδη διαδικασίες κινητοποίησης πολιτιστικών οργανισμών που θα μπορέσουν να βοηθήσουν στην ανοικοδόμηση της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας (Ανασκαφή, 2020). Σε μια προσπάθεια οπτικής αποκατάστασης ο φωτογράφος Joseph Houry και η αρχιτέκτονας Gabriela Cardozo κατέγραψαν και πρόβαλαν το πριν και το μετά των κτιρίων μέσα από τον φωτογραφικό φακό. Σκοπός του project τους ήταν να κινητοποιήσουν τις αρχές και με αυτό το τρόπο να διασώσουν “όχι μόνο τα κτίρια, αλλά και τον κοινωνικό ιστό που τα κρατεί ζωντανά” (Stoughton, 2020).



Εικόνα 39 Φωτογραφία αρχείου του Joseph M. Khoury

Στον ελλαδικό χώρο τα μνημεία δεν είναι λιγότερο ευάλωτα. Το τέμενος Βαγιαζήτ στο Διδυμότειχο, του οποίου η μοναδική ξυλόγλυπτη στέγη (εικόνες 40 – 41) χάθηκε από φωτιά σε εργασίες επισκευής το 2017, κτίστηκε στα τέλη του 14ου αιώνα από το σουλτάνο Βαγιαζήτ Α' τον Γιλντιρίμ¹⁹. Είναι χαρακτηρισμένο ως το παλαιότερο μουσουλμανικό τέμενος που κατασκευάστηκε ποτέ σε Ευρωπαϊκό έδαφος και το σημαντικότερο ισλαμικό μνημείο της Ευρώπης. Το Υπουργείο Πολιτισμού με ανακοίνωσή του τον περασμένο Φεβρουάριο δήλωσε ότι σκοπεύει να προχωρήσει σε εκπόνηση μελέτης για την αποκατάσταση της στέγης. Η μελέτη κρίνεται ιδιαίτερα απαιτητική και χρονοβόρα καθώς θα εμβαθύνει στην γνώση ανακατασκευής της ξύλινης στέγης (Ιωαννίδης, 2020).

¹⁹ "Τέμενος Βαγιαζήτ", Δήμος Διδυμότειχου (2020)



Εικόνες 40 - 41. Φωτογραφίες από το εσωτερικό του τεμένους πριν αυτό καταστραφεί

Λαμβάνοντας υπόψιν τις περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν διάφοροι πολιτιστικοί φορείς κρίνοντας ότι υπάρχουν ορατοί κίνδυνοι για την πολιτιστική κληρονομιά, βρίσκονται σε συνεχείς διαβουλεύσεις για την ψηφιοποίηση των συλλογών τους. Σε κάθε περίπτωση αν μέσα στα επόμενα χρόνια αποφασιστεί τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό η ένταξη όλων των μνημείων σε HBIM²⁰, τότε τα μνημεία θα έχουν περισσότερες ευκαιρίες σε μελλοντικές αποκαταστάσεις. Η διαδικασία άλλωστε καταγραφής και αναζήτησης σε ηλεκτρονική μορφή είναι πιο ευέλικτη για τους ερευνητές και τις ομάδες που εργάζονται πίσω από τις αποκαταστάσεις (Boylan, 2004). Βασική αφορμή για αξιοποίηση και χρήση της ψηφιοποίησης ως βασικό εργαλείο είναι η διατήρηση της πληροφορίας, όποιας μορφής και αν φέρει αυτή (πχ. οπτικοακουστική, υλική ή άυλη), με σκοπό την άμεση χρήση, προβολή και αναπαραγωγή, όπου κρίνεται απαραίτητη. Από αυτές κάποιες είναι διαθέσιμες στο ευρύ κοινό, ενώ άλλες διατηρούνται στα αρχεία του εκάστοτε φορέα για μελλοντική χρήση.

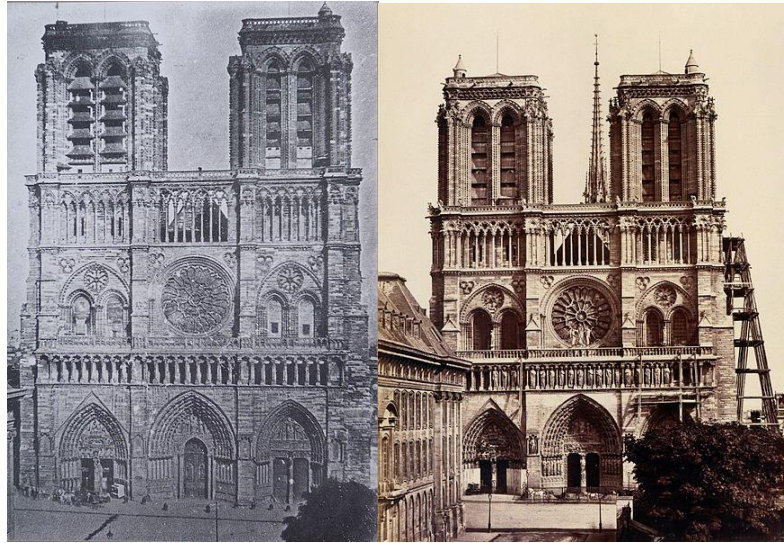
²⁰ "HBIM is therefore a process applied to existing buildings, whether they be monuments or simple dwellings of the 1950s, greatly increasing the potential of BIM technology! HBIM can also be applied to existing building models, not only in terms of digital and geometric 3D reconstruction, but also as a methodology involving intelligent models with added information".



Εικόνα 42. Η παραπάνω φωτογραφία δείχνει τον τρόπο που σατιριζόταν η έρευνα πριν την έλευση του Google.

Πόσο σημαντική είναι τελικά η συμβολή της τεχνολογικής εξέλιξης στον πολιτισμό; Δεχόμαστε καταιγισμό πληροφοριών. Για τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις που στα χέρια μας θα γίνουν πολύτιμα εργαλεία για την τεκμηρίωση, συντήρηση και ανάδειξη της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Τι γίνεται όμως, όταν ένα κτίριο ή κάποιο πολύτιμο αντικείμενο καταστρέφεται; Τι επιλέγεις να διασώσεις και πώς; Θα διατηρήσεις τη μνήμη της καταστροφής, ή θα σώσεις τη μνήμη της αρχικής ιδέας. Σε διάφορες συζητήσεις που παρατέθηκαν στην κοινωνική σελίδα Facebook και αφορούσαν την καταστροφή μνημείων ξεχωρίσαμε τα παρακάτω. Η ανάρτηση που ακολουθεί έγινε από την αρχαιολόγο Πηνελόπη Ρίγγα:

«Στην περίπτωση της Notre Dame, αυτό που ουσιαστικά πρόκειται να ανακατασκευαστεί δεν είναι η σκεπή του 11^{ου} αιώνα, αλλά του 19ου αιώνα, του Violet Le Duc (εικόνες 43 - 44). Οπότε, σε κάθε περίπτωση, δεν μπορούμε να μιλάμε για πλήρη καταστροφή του αρχικού μνημείου, μιας και αυτό είχε καταστραφεί αρκετές φορές κατά το παρελθόν.



Εικόνες 43-44. Στην πρώτη φωτογραφία η Notre Dame πριν το 1841 και την προσθήκη του τρούλου και στη δεύτερη όταν αυτός προστέθηκε

Ένα παρόμοιο παράδοξο μας έρχεται από την αρχαιότητα. Τι συμβαίνει, αν σε ένα αντικείμενο αντικατασταθούν όλα του τα μέρη; Το αντικείμενο παραμένει το ίδιο ή πρόκειται για ένα καινούργιο; Το φιλοσοφικό ερώτημα απασχόλησε τον Ηράκλειτο, το Σωκράτη, τον Πλάτωνα αλλά και σύγχρονους φιλοσόφους (Τόμας Χομπς, Τζον Λοκ και άλλα). Αυτός όμως που το ανέδειξε περισσότερο είναι ο Πλούταρχος βασισμένος στον παρακάτω μύθο:



Εικόνα 45. Λεπτομέρεια από το αγγείο Francois

Το πλοίο με το οποίο ο Θησέας και οι νέοι της Αθήνας επέστρεψαν από την Κρήτη (εικόνα 45) είχε τριάντα κουπιά, και διατηρήθηκε από τους Αθηναίους μέχρι την εποχή του Δημητρίου του Φαληρέως (τέλη 4ου αι. π.Χ.), όταν και αντικαταστάθηκαν τα παλιά ξύλα που σάπισαν με καινούρια. Από τότε οι φιλόσοφοι άρχισαν να διαφωνούν σχετικά με την υπόσταση του αντικειμένου. Η μία πλευρά υποστήριζε ότι το πλοίο παρέμενε το ίδιο ενώ η άλλη ότι δεν είναι το ίδιο». Αργότερα το θέμα επεκτάθηκε ακόμη περισσότερο από τον Τόμας Χομπς, ο οποίος έθεσε ένα νέο προβληματισμό αναρωτώμενος «Τί θα γινόταν, αν μετά την αντικατάσταση όλα τα παλιά κομμάτια συγκεντρώνονταν και επανατοποθετούνταν, ώστε να δημιουργήσουν ένα δεύτερο πλοίο; Ποιο από τα δύο πλοία θα ήταν αυτό του Θησέα;». Άρα μετά τις επισκευές θα είναι η Παναγία των Παρισίων ή όποιο άλλο κτίριο ή εύρημα, αν προκληθούν σε αυτό ζημιές; Και το ακόμη πιο δύσκολο ερώτημα: αντέχουμε να μην κάνουμε τα πάντα για να την επαναφέρουμε στην οικεία της μορφή;».



Εικόνες 46-48. Οικοδόμηση κτιρίων με συμπληρώσεις αρχαίου οικοδομικού υλικού

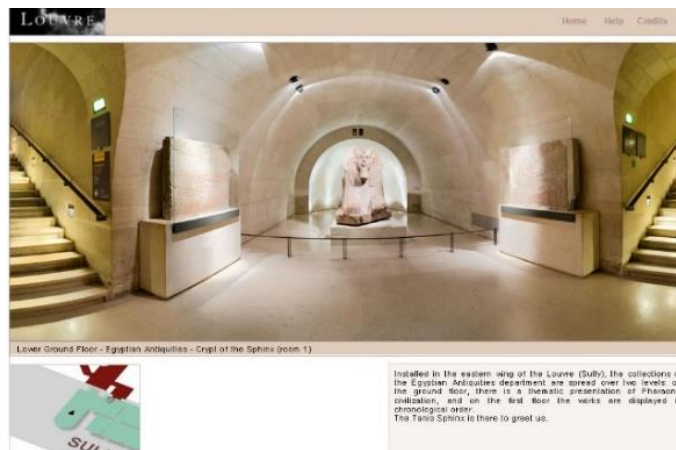
Ο προβληματισμός και οι συζητήσεις που γίνονται γύρω από τις συμπληρώσεις, επεμβάσεις και αποκαταστάσεις μνημείων και κτιρίων νεότερης πολιτιστικής κληρονομιάς με την ενσωμάτωση ή μη νέων υλικών δε σταματάει ποτέ. Αν κάτι πρέπει να διαχωριστεί, είναι το υλικό αυτό καθαυτό που είναι κατασκευασμένο ένα μνημείο ή εύρημα από την συναισθηματική – πνευματική φόρτιση που φέρει, καθώς σε βάθος χρόνου μπορεί να έχει αναχθεί σε σύμβολο - τοπόσημο (π.χ. Ακρόπολη). Τα μνημεία και τα κινητά ευρήματα είναι κάτι παραπάνω από τα υλικά τους. Αποτελούν τη συρρικνωμένη τεχνολογία κατασκευής της εποχής τους. Η ιστορική τους σημασία παραμένει, ακόμη και αν έχουν σημειωθεί αλλαγές ως προς τη χρήση τους στο πέρασμα των αιώνων. Αν σήμερα προσπαθήσουμε να τους δώσουμε εκ νέου πνοή μέσα από την αποκατάσταση, θα συμπεριληφθεί η αγάπη, η προσωπική εργασία και η ελπίδα ενός κόσμου που θα τα φροντίσει, θα τα επισκέπτεται και θα τα διατηρεί. Ό,τι μπορεί να διασωθεί από το αρχικό υλικό θα επαναχρησιμοποιηθεί, ενώ ότι έχει χαθεί θα αντικατασταθεί ότου σώστε να διασωθεί η μνήμη που συμβολίζει. Με αυτόν το τρόπο διασώζονται οι δύο υποστάσεις του: η υλική και η πνευματική. Η συμβολή της τεχνολογίας παραμένει στο προσκήνιο, καθώς αποτελεί τον ενδιάμεσο κρίκο για τη διάσωση της πληροφορίας και της πολιτιστικής κληρονομιάς.

1.7. Ψηφιοποίηση και πανδημίες

Ο κορωνοϊός (COVID-19), μια παγκόσμια πανδημία, αποτέλεσε το τελευταίο σημαντικό συμβάν που άλλαξε σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητα μας. Πολλά μουσεία ανά τον κόσμο έδωσαν την ευκαιρία στο κοινό να περιηγηθεί στις συλλογές τους μέσω εικονικής περιήγησης, διοργανώνοντας παράλληλα δωρεάν live streaming ξεναγήσεις από τους Επιμελητές των συλλογών τους. Σε κάποιες περιπτώσεις ανακαλύφθηκαν “κρυμμένα” μουσεία, τα οποία εν μέσω πανδημίας βρήκαν τρόπο να αναδειχθούν. Το lockdown οδήγησε πολύ γρήγορα το Δίκτυο των Ευρωπαϊκών Οργανισμών Μουσείων (NEMO) να λάβει σοβαρά υπόψη του ότι η ψηφιοποίηση είναι απαραίτητη. Ακόμα και αν η τεχνολογία δεν μπορεί να αντικαταστήσει την επίσκεψη σε ένα μουσείο ή σε έναν αρχαιολογικό χώρο σε περιπτώσεις που κρίνονται αναγκαίες γίνεται σύμμαχός μας. Επομένως, όποιο μέσο και αν χρησιμοποιηθεί για την προβολή του εκάστοτε μουσείου ή οργανισμού επιβάλλεται να διασφαλιστεί η βιωσιμότητά του στο χρόνο. Αρκετοί πολιτιστικοί φορείς εν μέσω πανδημίας έκαναν λόγο για τη κρίση που τους έχει επηρεάσει καθώς οι κυβερνήσεις των χωρών τους δεν τα συμπεριέλαβαν στα προγράμματα οικονομικής στήριξης. Ως αποτέλεσμα, αρκετοί από τους υπαλλήλους τους βρέθηκαν άνεργοι με τα ίδια τα μουσεία να δηλώνουν αδυναμία να ξανανοήξουν²¹. Ο διευθυντής ενός από τα σημαντικότερα μουσεία του κόσμου, του Μουσείου Prado της Ισπανίας, δήλωσε σε συνέντευξη του ότι «η εμπειρία διοίκησης εν καιρώ πανδημίας ήταν ένας πολύ καλός αυτοσχεδιασμός. Σήμερα το μουσείο προσφέρει περιορισμένη πρόσβαση στις συλλογές του, καθώς επιβάλλεται να διατηρήσει αυστηρά υγειονομικά πρωτόκολλα. Σε περίπτωση που δεν γίνει κάποια σημαντική συνεισφορά στον προϋπολογισμό του, το μουσείο θα κλείσει το ερχόμενο έτος» (Villago, 2020). Για να αντισταθμιστεί η έλλειψη κονδυλίων στα μουσεία, μια πρόταση θα μπορούσε να είναι η

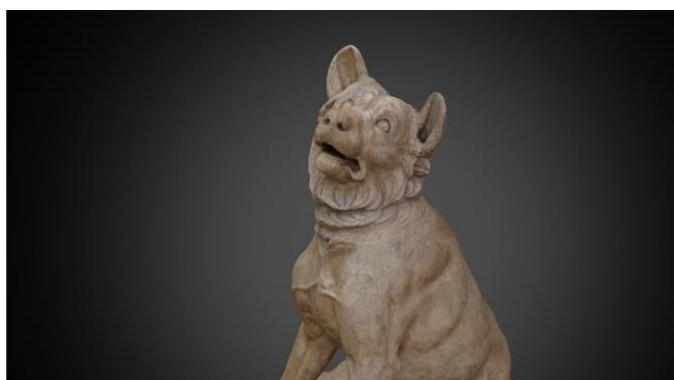
²¹ “Covid-19 crisis closes 90 percent of museums globally, UNESCO plans for reopenings” (2020).

προσφορά οργανωμένων ψηφιακών ξεναγήσεων έναντι αντιτίμου. Το πλεονέκτημα των ψηφιακών ξεναγήσεων είναι ότι μπορούν να προσελκύσουν κοινό από κάθε μέρος του πλανήτη, επομένως να σημειωθεί αύξηση τόσο στη ψηφιακή του επισκεψιμότητα, όσο και στα κέρδη του.



Εικόνα 49. Εικονική περιήγηση στο Μουσείο του Λούβρου, Αιγυπτιακή Συλλογή





Εικόνες 50-51. Φωτογραμμετρία αντικειμένου

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάστηκε η χρήση νέων τεχνολογιών και πώς αυτές έχουν ενσωματωθεί τείνοντας να εδραιωθούν σε αρχαιολογικά μουσεία και χώρους στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Η χρήση ψηφιακών μέσων για σκοπούς προβολής, έρευνας και εκπαίδευσης συνδράμει αποφασιστικά στη γνωριμία του ευρέος κοινού με αυτούς καθιστώντας την επίσκεψη ψυχαγωγική. Οι πολιτιστικοί φορείς γνωρίζουν καλά ότι μέσω αυτών μπορούν να προβληθούν προσελκύνοντας περισσότερους επισκέπτες, όπως συνέβη στην περίπτωση του μουσείου Φυσικής Ιστορίας και του Μουσείου Επιστημών του Λονδίνου. Ωστόσο, η χρήση τεχνολογίας δε σταματάει εκεί αφού τα μουσεία δημιουργούν και πειραματίζονται συνεχώς με νέα εκπαιδευτικά προγράμματα και τη χρήση εφαρμογών μέσω υπολογιστή ή φορητών συσκευών με το περιεχόμενό τους να ποικίλει με βάση την ηλικία του κοινού στο οποίο απευθύνονται. Μέσω της προβολής τρισδιάστατων μοντέλων και της παρατήρησης αυτών αλλάζει ο τρόπος προσέγγισης καθώς εξάπτεται η περιέργεια και η φαντασία στο πλαίσιο της μάθησης. Επιπλέον, ο θεατής δύναται να εξερευνήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο λαμβάνοντας παράλληλα πληροφορίες για το χώρο και τρόπο εύρεσης του. Τα επιπρόσθετα ηχητικά και οπτικά μέσα που χρησιμοποιούνται έρχονται να ολοκληρώσουν τη συνολική εμπειρία του επισκέπτη. Τα τελευταία χρόνια οι περιπτώσεις καταστροφής πολιτισμικού πλούτου έχουν αυξηθεί ραγδαία. Ως εκ τούτου, η αξιοποίηση της ψηφιοποίησης αποτελεί μια προτεινόμενη διαδικασία που εξασφαλίζει τη διάσωση της πληροφορίας ενός μνημείου ή ενός αντικειμένου. Συνεπώς, σε αυτό το πλαίσιο η δημιουργία ενός ψηφιακού αποθετηρίου σε αναστηλώσεις ή ανοικοδομήσεις κτιρίων που έχουν υποστεί ανεπανόρθωτες ζημιές μπορεί να συμβάλει σημαντικά. Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικό είναι να σταθούμε στο γεγονός ότι, σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, όπως είναι οι πανδημίες, ψηφιακές πλατφόρμες, οι βιβλιοθήκες και τα αποθετήρια μπορούν να διατεθούν στο κοινό ή στους μελετητές προς χρήση. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που ευνοούν τη χρήση ψηφιακών μέσων προσφέροντας λύσεις και βελτιώσεις σε τομείς όπως ο πολιτισμός εξυπηρετώντας ένα μεγάλο αριθμό εμπλεκομένων. Ωστόσο, ο τρόπος που το προσλαμβάνει και τα επεξεργάζεται ένας εκπαιδευτής, ερευνητής, μαθητής/φοιτητής ή μια τεχνική υπηρεσία διαφέρει. Ο λόγος έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει ένας και μόνος τρόπος να αποθηκευτεί και να διαμοιραστεί το υλικό αυτό. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ των συσκευών, παραπάνω από μια database που θα

χρησιμοποιηθούν, όπως επίσης να προβλεφθεί η τεχνική υποστήριξη πίσω από αυτές. Πιο συγκεκριμένα χρειάζονται:

- database
- θέσπιση συμβατότητας
- επαναπροσδιορισμός πόρων
- υποστήριξη πολυμέσων
- ποιότητα υπηρεσίας, μελέτης και σχεδιασμού

Κεφάλαιο 2. Κύθηρα. Γεωγραφία και ιστορία του τόπου

2.1. Γεωγραφία, ιστορία και μυθολογία των Κυθήρων. Το όνομα Κύθηρα



Εικόνα 53. Χάρτης του 16^{ου} αιώνα

Η παλαιότερη αναφορά του ονόματος *Κύθηρα* ανάγεται στην «Ιλιάδα» του Ομήρου και ταυτίζεται με τη θεά Αφροδίτη. Η Αφροδίτη, όπως μας αναφέρει ο Ησίοδος στη *Θεογονία*, γεννήθηκε από τους αφρούς των κυμάτων. Όταν ο Ουρανός έκοψε τα γεννητικά όργανα του Κρόνου, αυτά ρίχτηκαν στη θάλασσα των Κυθήρων (εξού και το επίθετο «φιλομηδής» που ετυμολογείται από το φιλέω, φιλώ και το ουσιαστικό τὰ μήδεα που σημαίνει τα γεννητικά όργανα), ενώ σύμφωνα με μια άλλη εκδοχή του μύθου, παρασύρθηκαν από τα κύματα και έφτασαν μέχρι την Πάφο της Κύπρου, απ' όπου και αναδύθηκε η θεά Αφροδίτη και έκτοτε λατρεύτηκε εκεί. Ήδη από την αρχαιότητα η θεά έχει διάφορα προσωνύμια όπως

Πάνδημος, Ουράνια, Αποστροφή και Κύπριδα, τα οποία συναντώνται στην Κύπρο και αντίστοιχα Κυθήρεια για το ομώνυμο νησί²².

Το όνομα Κύθηρα εμφανίζεται συχνά σε αρχαία κείμενα²³ όπως του Ηροδότη και του Αριστοτέλη²⁴. Ο τελευταίος το αναφέρει ως *Πορφυρούσα*, λόγω της εκτεταμένης επεξεργασίας της πορφύρας. Αναφορά κάνει και ο Ξενοφώντας στα *Ελληνικά*, όταν το αναφέρει με τον όρο *Κυθήρια γη*. Ο Ισίδωρος, γεωγράφος του 1ου αι. μ.Χ., σχολιάζει ότι το όνομα Κύθηρα προκύπτει από το ρήμα *κεύθω*²⁵ που σημαίνει κρύβω. Σε συνταύτιση με την Αφροδίτη, τα Κύθηρα γίνονται το μέρος όπου επίδοξοι εραστές ανακαλύπτουν το κρυμμένο πάθος τους.

2.2. Τα Κύθηρα κατά την αρχαιότητα

Τα Κύθηρα, γνωστά και με την ενετική ονομασία Cerigo, βρίσκονται νότια της Πελοποννήσου. Το νησί κατοικείται ήδη από την 6^η χιλιετία π.Χ., όπως φανερώνουν τα ευρήματα που έχουν εντοπιστεί στο σπήλαιο της Αγίας Σοφίας. Αρχικά, οι άνθρωποι ήταν τροφосуλλέκτες και νομάδες κυνηγοί. Στην πορεία άρχισε η ενασχόληση τους με τη ναυτιλία, ενώ αργότερα με την ίδρυση μόνιμων εγκαταστάσεων ασχολήθηκαν με την καλλιέργεια της γης και την κτηνοτροφία. Καθώς οι τοπικοί οικισμοί άρχισαν να αυξάνονται εμφανίστηκαν και τα πρώτα εργαλεία και πήλινα σκεύη. Κατά τη 2^η χιλιετία π.Χ. οι θαλάσσιοι δρόμοι άνοιξαν και άρχισε η σύνδεση των κατοίκων και με άλλους προορισμούς όπως το Λαύριο, τα νησιά του Αιγαίου και τις Κυκλάδες. Η Κρήτη άλλωστε δε βρισκόταν πολύ μακριά. Πολύ γρήγορα τα Κύθηρα αποτέλεσαν προέκταση της Κρήτης, υιοθετώντας πολιτιστικές και θρησκευτικές τελετουργίες, όπως μαρτυρούν τα υλικά κατάλοιπα που διασώζονται. Για παράδειγμα, στα Κύθηρα έχει εντοπιστεί Ιερό Κορυφής το οποίο φαίνεται να αποτέλεσαν για περίπου 500 χρόνια ως σημαντικός τόπος για τελεουργίες θρησκευτικού χαρακτήρα. Από το 1450 π.Χ. και έπειτα η μινωική εξουσία άρχισε να φθίνει και αντικαθίσταται από τη μυκηναϊκή εξουσία, η οποία εμφανίστηκε δυναμικά την είσοδο της, αναδεικνύοντας τις ηγετικές της ομάδες και ιδρύοντας παράλληλα ανάκτορα στις Μυκήνες, την Τίρυνθα, την Πύλο και τη Θήβα. Το 1300 π.Χ. και έπειτα οι οικισμοί συρρικνώθηκαν σημαντικά μειώνοντας, ως φυσικό επακόλουθο, τον πληθυσμό του νησιού.

Τον 8^ο αιώνα π.Χ. και έπειτα το νησί άρχισε να κατοικείται ξανά. Στους αιώνες που ακολούθησαν δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στη ζωή των κατοίκων του νησιού. Καθώς εισερχόμαστε στον 5^ο αιώνα και στην πολιτειακή οργάνωση της πόλης κράτους, η στρατηγική θέση του νησιού γίνεται αντικείμενο εκμετάλλευσης από τη Σπάρτη,

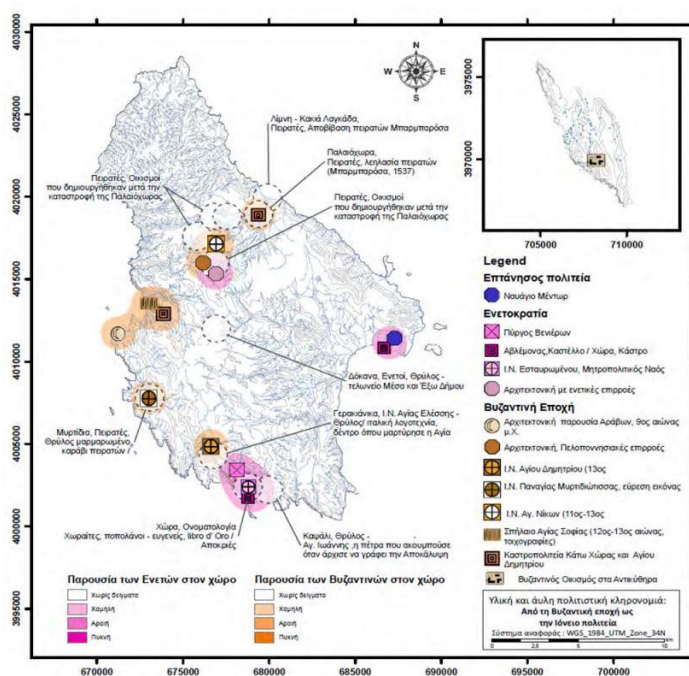
²² Ησίοδος, Θεογονία (2020). Ανακτήθηκε από https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=2&page=4

²³ ΗΡΟΔΟΤΟΣ, Ιστορία (1.81.1-1.83.1)

²⁴ Αριστοτέλης, Περί Χρωμάτων 794^ο.30

²⁵ Κεύθω (2020). Ανακτήθηκε από <https://lsj.gr/wiki/%CE%BA%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%89>

με τα Κύθηρα να τελούν υπό το καθεστώς της. Κατά την ελληνιστική περίοδο και το διαμοιρασμό των ελληνιστικών βασιλείων στους διαδόχους του Μεγάλου Αλεξάνδρου, τα Κύθηρα δεν ενσωματώνονται σε αυτά. Τον 2^ο και τον 1^ο αι. π.Χ. τα Κύθηρα απειλούνται από πειρατικές επιδρομές, οι οποίες επηρέασαν σημαντικά τις τοπικές οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες της περιοχής. Το ίδιο διάστημα οι κάτοικοι έκοψα το δικό τους νόμισμα με παράσταση που φέρει από τη μια πλευρά ένα περιστέρι και από την άλλη πλευρά εικονίζονταν η μορφή της θεάς Αφροδίτη. Η εξόρυξη ψαμμίτη από τα λατομεία που βρίσκονταν στον Αβλέμονα, τη Φελωτή και τη νησίδα Τράχηλος, συνείσφεραν σημαντικά στην ενίσχυση του οικονομικού τομέα της τοπικής κοινωνίας. Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους, τα Κύθηρα πρέπει να είχαν εκτεταμένη κατοίκηση. Με τη νίκη του Οκταβιανού στο Άκτιο το 31 π.Χ., τα Κύθηρα παραχωρήθηκαν ως προσωπικό κτήμα στον αυτοκράτορα. Το νησί άλλαζε συνεχώς χέρια έως ότου να επιστρέψει πίσω στη Σπάρτη. Από τον 4^ο αιώνα μ.Χ. ακολουθεί τον δρόμο του εκχριστιανισμού.



Εικόνα 54. Χάρτης Κυθήρων. Από την Βυζαντινή Εποχή έως την Ιόνιο Πολιτεία

2.3. Τα Κύθηρα κάτω από τη Βενετική κτήση

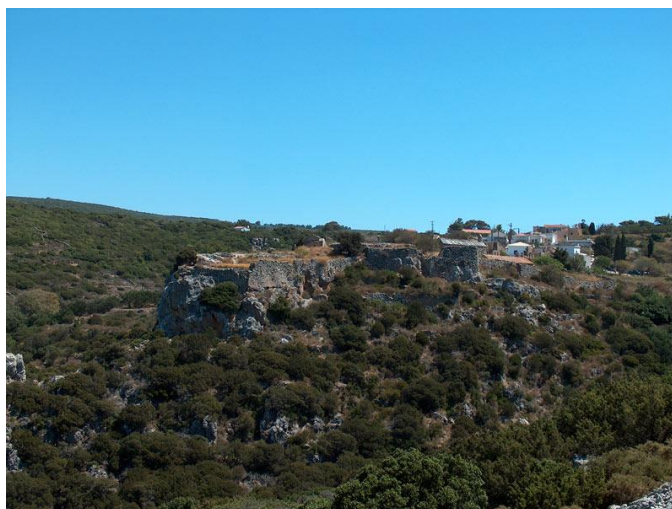
Το 1204 το νησί παραχωρήθηκε στους Ενετούς, διαδραματίζοντας σημαντική πολιτική και διοικητική θέση κάτω από τη Πελοπόννησο. Τα Ιόνια νησιά και η Κρήτη την περίοδο αυτή βρίσκονταν υπό τον έλεγχο της Βενετίας²⁶. Οι πολιτικοί άρχοντες του νησιού προέρχονταν από τη Μονεμβασιά. Ένας από τους πρώτους οικισμούς των Κυθήρων ήταν ο Άγιος Δημήτριος με σημαντική οχύρωση, εκκλησίες και άλλα οικοδομήματα επηρεασμένα σαφώς από τη μονεμβασιανή τέχνη και αρχιτεκτονική. Οι συνεχόμενες επιδρομές που δεχόταν το νησί είχαν ως αποτέλεσμα να σημειωθεί πληθυσμιακή μείωση, η οποία διήρκησε για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αξίζει να αναφερθεί η επιδρομή που σημειώθηκε το 1547 όταν ο Χαϊρεντίν Μπαρμπάροσα επιτέθηκε στο νησί σε μια περίοδο που το νησί απαρτιζόσε 7.000 κατοίκους (Leontsinis, 1987).



Εικόνα 55. Άγιος Δημήτριος, Κύθηρα

Για να υπάρξει εκ νέου μετοίκηση και κίνητρο εγκατάστασης, προσέφεραν κίνητρα απαλλαγής από τους φόρους. Καθώς το κάστρο του Αγίου Δημητρίου άρχισε να εγκαταλείπεται, ενισχύθηκαν άλλα κάστρα και γύρω τους αναπτύχθηκαν νέοι οικισμοί. Ένα από αυτά είναι και το Κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου.

²⁶ Διαλέτη, Α., Πλακωτός, Γ., Πούπου, Α., (2015).



Εικόνα 56. Αποψη του Κάστρου της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων

2.4. Τα Κύθηρα κατά τους νεότερους χρόνους

Κατά τους νεότερους χρόνους, το 1864, τα Κύθηρα μαζί με τα υπόλοιπα Επτάνησα ενσωματώνονται στην Ελλάδα έπειτα από αρκετές διαβουλεύσεις και διαπραγματεύσεις μεταξύ των Μεγάλων Δυνάμεων της εποχής. Άλλωστε, ήδη από το 1815 με τη Συνθήκη του Παρισιού, τα Επτάνησα είχαν αναγνωριστεί ως ελεύθερα και αυτόνομα κάτω από τη προστασία της Μ. Βρετανίας²⁷. Μια ιδιομορφία που συνεχίσουν να διατηρούν από τη περίοδο της Αγγλοκρατίας²⁸ μέχρι και σήμερα είναι το καθεστώς της Εγχωρίου Περιουσίας. Η Εγχώριος Περιουσία είναι ένας ιδιαίτερος νόμος αναγνωρισμένος από το Ελληνικό Κράτος που ορίζει σε μια επιτροπή εκλεγμένη από τη τοπική αυτοδιοίκηση, τη διαχείριση των εκτάσεων του νησιού που δεν ανήκουν σε ιδιώτες, σε νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου και στις κοινότητες²⁹. Ως αποτέλεσμα αυτού το νησί μπορεί να υπάγεται διοικητικά στην Περιφέρεια Αττικής (Χ1) και να ανήκει ιστορικά και πολιτισμικά στα Επτάνησα, ταυτόχρονα όμως παραμένει εν μέρει ανεξάρτητο απ' αυτά.

²⁷ Ιστορία Ιονίων Νήσων (21/5/2011), Ανακτήθηκε από <https://www.enosieptanision.gr/el/eptanisa/istoria/184-istoria-ioniwnniswn>.

²⁸ Ιστορικά Στοιχεία και Νομικό Καθεστώς, Ανακτήθηκε από <https://www.eghorios.gr/istoria/>

²⁹ Η Εγχώριος Περιουσία είναι ένας ιδιαίτερος νόμος αναγνωρισμένος από το Ελληνικό Κράτος που ορίζει σε μια επιτροπή εκλεγμένη από τη τοπική αυτοδιοίκηση τη διαχείριση των εκτάσεων του νησιού που δεν ανήκουν σε ιδιώτες, σε νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου και στις κοινότητες.

Τα Κύθηρα (Χ2) συνδέονται ακτοπλοϊκώς με την Πελοπόννησο (Γύθειο, Νεάπολη), τη Κρήτη (Κίσσαμο) και τον Πειραιά και αεροπορικώς με την Αθήνα (Χ3). Το τοπικό οδικό δίκτυο καλύπτει την πλειονότητα των χωριών ενώνοντας τους σημαντικότερους ιστορικούς και εμπορικούς οικισμούς του νησιού. Αν και αποτελεί ενός μετρίου μεγέθους νησί, καταγράφει σημαντική ποικιλία χλωρίδας και πανίδας, η οποία προστατεύεται ως περιοχή Natura³⁰. Λόγω της γεωγραφικής του θέσης, το νησί αποτελεί ενδιάμεσο σταθμό για τα αποδημητικά πουλιά που ταξιδεύουν προς την Αφρική, ενώ παράλληλα έχουν καταγραφεί σπάνια είδη φυτών όπως είναι η Σεμπρεβίβα, σήμα κατατεθέν του νησιού³¹. Από τον 20ο αιώνα και έπειτα, το νησί γνωρίζει σταδιακή ερήμωση αφού η μετανάστευση προς τα μεγάλα αστικά κέντρα και το εξωτερικό πραγματοποιείται με γοργούς ρυθμούς. Ως αποτέλεσμα αυτού ήταν πολλές από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις έχουν εγκαταλειφθεί. Σήμερα η οικονομία του νησιού βασίζεται κυρίως στον τουρισμό, τη γεωργία, την κτηνοτροφία και τη μελισσοκομία³² (Χ5)

2.5. Αγγλικό Σχολείο



Εικόνα 57. Αγγλικό Σχολείο πριν την είσοδο του κάστρου της Κάτω Χώρας

Στην πλατεία της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου και πριν την είσοδο του Ενετικού κάστρου, βρίσκεται η Αλληλοδιδασκτική Σχολή ή Αγγλικό Σχολείο. Η επιγραφή επάνω από την είσοδο μάς πληροφορεί ότι η Αλληλοδιδασκτική Σχολή κτίστηκε το 1825.

³⁰ Το δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα δίκτυο ζωνών το οποίο επικαιροποιεί, οριοθετεί και προστατεύει σπάνια, απειλούμενα και προς εξαφάνιση είδη καθώς επίσης και το οικοσύστημα τους (Natura 2000).

³¹ Διεύρυνση και ανάδειξη του δικτύου Natura 2000 “Νήσοι Σαπιέντζα και Σχίζα, Ακρωτήριο Ακρίτας.” (2019). Ανακτήθηκε από <https://dasarxeio.com/2019/10/04/71411/>

³² Δόδουρας, Στ., Λυρατζάκη, Ειρ. (2016)



Εικόνα 58. Επιγραφή πάνω από την είσοδο του Αγγλικού Σχολείου

*ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΙ ΤΩΝ ΩΦΕΛΙΜΩΝ ΤΗΣ ΑΝΑΤΡΟΦΗΣ ΕΜΨΥΧΩΘΕΝΤΕΣ ΑΠΟ
ΠΑΤΡΙΩΤΙΣΜΟΝ ΟΙ ΜΥΛΟΠΟΤΑΜΙΤΑΙ Μ ΟΛΑ ΤΩΝ ΤΑ ΔΥΝΑΤΑ ΚΑΙ ΚΟΠΟΥΣ
ΑΝΥΨΩΣΑΝ ΤΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΣΧΟΛΗΝ ΕΙΣ ΑΦΙΕΡΩΣΙΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΓΕΝΕΣΤΕΡΩΝ 1825.
ΠΡΟΕΣΤΟΣ ΠΡΩΤΟΜΑΣΤΩΡ*

Το κτίριο είναι ένα από τα πολλά που κτίστηκαν κατά την περίοδο της Αγγλοκρατίας στα Κύθηρα. Η ανάγκη για δημόσια εκπαίδευση στα Επτάνησα διαφαίνεται ήδη από το 1815, όταν ο Καποδίστριας απέστειλε υπόμνημα στον Άγγλο Λόρδο Καστλεράιτ. Στο υπόμνημα γινόταν ξεκάθαρο ότι η ανώτερη τάξη χρησιμοποιούσε τα προνόμια που είχε για διαφθορά, ενώ άφηνε τις υπόλοιπες τάξεις στην αφάνεια (Leontsinis, 1987). Σταδιακά ιδρύθηκαν σχολεία τα οποία οργανώνονταν σύμφωνα με την παιδαγωγική μέθοδο της εποχής παρέχοντας δωρεάν εκπαίδευση.



Εικόνα 59. Σχολείο Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου, 1901, Αρχείο Κοσμά Μεγαλοκονόμου

Το Δεκέμβριο του 2020 και έπειτα από 120 χρόνια διακοπής της λειτουργίας του και εγκατάλειψης, το κτίριο θα αποκατασταθεί ενισχύοντας τον τοπικό οικισμό και τη πολιτιστική του ταυτότητα³³.

2.6. Το κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου

Το κάστρο χρονολογείται γύρω στον 15^ο αιώνα. Σήμερα, εντός αυτού διασώζονται ένας μικρός αριθμός εγκαταλελειμμένων κατοικιών με αποθηκευτικούς χώρους στο ισόγειό τους. Κατά τη διάρκεια της Ενετοκρατίας, τα Κύθηρα βρίσκονται χωρισμένα σε διοικητικές περιφέρειες. Επικεφαλής ήταν οι *καπιτάνοι*³⁴, οι οποίοι διορίζονταν από τις βενετικές αρχές. Το 1532 ο Denis Possot, περιηγητής της εποχής, στο βιβλίο του *Le voyage de la Terre Sainte* (1532) αναφέρει ως σημαντικό οχυρό το Μυλοπόταμο. Το οχυρό, μετά την επιδρομή

³³ Ανάπλαση αγγλικού σχολείου Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου (22/12/2020), Ανακτήθηκε από <https://www.kythiraiika.gr/anaplasi-agglidikoy-scholeioy-kato-choras-mylopotamoy/>

³⁴ καπετάν ο [kapetán] Ο ναυτικός ή αρχηγός ένοπλης ομάδας ατάκτων, συντετμημένος τύπος της λέξης καπετάνιος [< καπετάνος < μων. καπιτάνος, καπετάνος < ιταλ. capitano -ς με εξασθένηση της λ. που λειτουργεί ως α' συνθ. (σύγκρ. Αϊ-)]

του 1537 ενισχύθηκε σημαντικά και τοποθετήθηκε σε αυτό φρουρά. Επιπροσθέτως, το 1545 κατοικούσαν σε αυτό πενήντα οικογένειες. Μέσα στο κάστρο διατηρούνται μέχρι σήμερα εννέα εκκλησίες οι οποίες ακολουθούν τον αρχιτεκτονικό τύπο του μονόχωρου καμαροσκεπαστού ναού³⁵ με αργολιθοδομή στην τοιχοποιία. Το κάστρο συνέχισε να κατοικείται μέχρι το 1950, ενώ σταδιακά άρχισε να ερημώνεται όπου και εγκαταλείφθηκε.

2.7. Οικόσημα και ο ενετικός λέοντας

Επάνω από την κεντρική πύλη εισόδου διασώζονται μέχρι σήμερα δύο θυρεοί και ο λέων του Αγίου Μάρκου, απομεινάρια της βενετοκρατίας στα Κύθηρα. Οι θυρεοί προέρχονται από τους οίκους των Μαλιπιέρο και Πριούλι, οι οποίοι κατείχαν σημαντικές θέσεις εξουσίας.



Εικόνα 60. Οικόσημο οίκου Μαλιπιέρο

³⁵ Τύπος ναού ο οποίος αποτελείται από μια κύρια αίθουσα που στεγάζεται είτε με μια ξύλινη δώρουτη στέγη είτε με καμάρα (μονόχωρος καμαροσκέπαστος).



Εικόνα 61. Οικόσημο οίκου Πριούλι

Ο πρώτος θυρεός ή οικόσημο, όπως είναι αλλιώς γνωστό, προέρχεται από τον οίκο των Μαλιπιέρο (The House of Malipiero). Από τον οίκο αυτό προήλθαν ένας δόγης³⁶ της Βενετίας (15^{ος} αιώνας) και δύο δούκες της Κρήτης (16^{ος} αιώνας). Το δεύτερο οικόσημο προέρχεται από τον οίκο των Πριούλι απ' όπου προήλθαν τρεις δόγηδες της Βενετίας (16^{ος} – 17^{ος} αιώνας) και ένας δούκας της Κρήτης (14^{ος} αιώνας). Για το οικόσημο των Πριούλι γνωρίζουμε ότι τοποθετήθηκε στα τείχη του κάστρου κατά τη περίοδο των οχυρωματικών εργασιών που έλαβαν χώρα γύρω στο 1565³⁷.

³⁶ Δόγης ήταν ο εκλεγμένος άρχοντας ή αρχηγός κράτους σε πολλές πόλεις-κράτη της Ιταλικής χερσονήσου την περίοδο που επικρατούσε ο Μεσαίωνας και η Αναγέννηση. Η λέξη που προέρχεται από την Νέα βενετική γλώσσα έφτασε στην Γαλλία μέσω της Αγγλίας και δημιουργήθηκε ο τίτλος του "Δούκα" από το Λατινικό "Δουξ" που σημαίνει "ηγέτης".

³⁷ Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου (2020)



Εικόνα 62. Ο ενετικός λέων

Ο βενετικός λέων βρίσκεται ανάμεσα στα δύο οικόσημα. Πρόκειται για το γνωστό έμβλημα της Γαλινοτάτης Δημοκρατίας της Βενετίας. Ένα σύμβολο που από αρχαιότατους χρόνους χρησιμοποιήθηκε διαχρονικά ως έμβλημα σε οικόσημα, σημαίες και νομίσματα. Ο λέων εδώ παρουσιάζεται φτερωτός και μάλλον εντοιχίστηκε την ίδια περίοδο με το οικόσημο των Πριούλι.

2.8. Οι βυζαντινές εκκλησίες του Κάστρου της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου

Πολλές από τις εκκλησίες που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή των Κυθήρων, με την πάροδο των ετών εγκαταλείφθηκαν και ερημώθηκαν. Σε κάποιες εξ αυτών κλάπηκαν μέρος από το πολύτιμο οικοδομικό υλικό τους, ενώ πολλές τοιχογραφίες λόγω ελλιπούς συντήρησης, δε διασώζονται ακέραιες. Όσες διατηρούνται βρίσκονται σκεπασμένες κάτω από ασβεστικά πετρώματα έτοιμες να καταρρεύσουν. Τα υλικά με τα οποία κτίζονται, είναι υλικά πενιχρά. Ντόπιες πέτρες κατά βάση, μη συστηματικά πελεκημένες και ακάλυπτες χωρίς κάποιου είδους κονίαμα³⁸. Για τους μαστορες των εκκλησιών αυτών δε διαθέτουμε πληροφορίες. Η μόνη μαρτυρία που διαθέτουμε και χρονολογείται γύρω στον 14^ο-15^ο αιώνα, είναι από το Χρονικό του Χειλά (1457)³⁹. Σε μια δύσκολη περίπτωση επιδιόρθωσης του ναού των Αγίων Θεοδώρων, κάλεσαν τον πρωτομάστορα Καλούτζη από την Μονεμβασιά συνοδευόμενο από άλλους δύο τεχνίτες. Σε κάθε περίπτωση, το γεγονός ότι

³⁸ Χατζηδάκης (1997).

³⁹ Μαλτέζου (1989).

δε διαθέτουμε περισσότερες γραπτές μαρτυρίες, δεν αποκλείει τη περίπτωση να έχουν έρθει μάστορες και από άλλα μέρη της Ελλάδος.

2.9. Τοιχογραφίες. Κατάσταση διατήρησης

Η κατάσταση διατήρησης των περισσότερων τοιχογραφιών που διασώζονται εντός των εκκλησιών του κάστρου, είναι ιδιαίτερος σοβαρή καθώς έχουν υποστεί πολλές ζημιές με το πέρασμα των χρόνων. Αυτές οι ζημιές μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία συναντώνται τοιχογραφίες με ζημιές, οι οποίες οφείλονται στη μακροχρόνια έκθεση διαρροών νερού εντός του ναού από ρωγμές στους τοίχους και την οροφή. Ως επακόλουθο αυτού έχουν συσσωρευτεί σκληρά άλατα στην επιφάνεια των τοιχογραφιών, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει αλλοιωθεί η χρωματική επιφάνεια. Η δεύτερη κατηγορία οφείλεται στις φυσικές καταστροφές, όπως οι σεισμοί, οι αποφλοιώσεις των επιφανειών και αποκόλληση τμημάτων των τοίχων. Στη τρίτη κατηγορία ανήκει η αποκόλληση παλαιότερων στρωμάτων, πάνω στην οποία προστέθηκε νέα επίστρωση. Σε κάποιες περιπτώσεις, αν και συμβαίνει σπάνια, μπορεί να καταστραφεί μια μόνο μορφή. Κάτι που συμβαίνει, αν και όχι συχνά, είναι να προκληθεί καταστροφή λόγω ευκαιριακών πειρατικών επιδρομών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Κάστρο του Αγίου Δημητρίου Παλαιόχωρας, το οποίο λεηλατήθηκε από τον Αιγύπτιο πειρατή Χαΐρρεδδίν Μπαρμπάρόσσα, το 1537. Οι επεμβάσεις φθοράς δεν είναι σε όλες τις εκκλησίες στον ίδιο βαθμό, οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι όπου προκλήθηκαν εξ' ολοκλήρου καταστροφές ήταν αποτέλεσμα βίαιων επεμβάσεων. Τέλος ζημιές μπορεί να προκληθούν και από άσπρισμα από ασβέστη, περισσότερο λόγω άγνοιας και λιγότερο λόγω ενστικτώδους καταστροφής (Chatzēdakēs, Bitha, 2003).

2.10. Χρονολόγηση

Τα προβλήματα που προκύπτουν για τη σωστή χρονολόγηση των ναών και επακολούθως των τοιχογραφιών είναι ιδιαίτερα προβληματική. Για να υπάρξουν καλύτερα αποτελέσματα οι ερευνητές εξέτασαν τα καλλιτεχνικά ρεύματα της εποχής και μελέτησαν τα χαρακτηριστικά των τεχνοτροπιών γειτονικών περιοχών, όπως της Μονεμβασιάς και της Μάνης, στηριζόμενοι παράλληλα σε κτητορικές επιγραφές. Η χρονολογική διαβάθμιση των ναών είναι μεταξύ 11^{ου} και 17^{ου} αιώνα. Σε πολλούς από τους ναούς σημειώνονται παραπάνω από μια χρονολογικές φάσεις. Το ζωγραφικό ιδίωμα των περιοχών όπως προαναφέρθηκε συναντάται στους ναούς. Έμπειροι τεχνίτες στο χειρισμό των σχεδίων και των χρωμάτων με κοινά γνωρίσματα μεταξύ τοπικών ή ίδιων εργαστηρίων. Η κοινή γλώσσα μεταδίδεται στην επίπεδη σύνθεση, στην απουσία τρίτης διάστασης των σωμάτων και στην απόδοση της πλαστικότητας των σωμάτων (Chatzēdakēs, Bitha, 2003).

2.11 Εκκλησίες

2.11.1 Ιερός Ναός Αγίου Ιωάννη Προδρόμου



Εικόνα 63. Οι άγιοι Θεόδωροι Τήρων και Στρατηλάτης

Ο ναός του Αγίου Ιωάννη χρονολογείται μετά το 1500 και είναι από τους λίγους ναούς στο νησί που περιλαμβάνουν κτητορική επιγραφή. Στα ενετικά αρχεία του 1724 – 1814 αναφέρεται ένας μόνο ναός San Giovanni στο Μυλοπόταμο. Ωστόσο στη περιοχή εντοπίζονται δύο ναοί με το ίδιο όνομα. Ο ένας είναι αφιερωμένος στον Άγιο Ιωάννη τον Πρόδρομο και ο δεύτερος στον Άγιο Ιωάννη τον Χρυσόστομο. Σε κάθε περίπτωση είναι πολύ δύσκολο να εξακριβωθεί από τα έγγραφα σε ποιον από τους δύο αναφέρεται (Maltezu, 1980).

Ο ναός είναι ένας μονόχωρος καμαροσκεπαστός που κτίστηκε σε διαδοχικές οικοδομικές φάσεις. Μέσα στο ναό διαπιστώθηκαν σημαντικές επεμβάσεις. Εκτός του κυρίως ναού και επάνω από την είσοδο αυτού, έχουν διασωθεί τρία εντοιχισμένα οικόσημα. Οι τοιχογραφίες του, διατηρούνται αλλά με σημαντικές φθορές. Σε κάποιες από αυτές έχουν γίνει μεταγενέστερες επιζωγραφήσεις. Από τη κτητορική επιγραφή διασώζονται τα ονόματα των ιδρυτών, του Βασιλείου και της συζύγου (;) του, του Κορνή[λιου], ενός ιερομόναχου (;), του Αγίου Προδρόμου και ενός αδερφού από την οικογένεια.



Εικόνα 64. Κτητορική επιγραφή

2.11.2 Ιερός Ναός Μεταμορφώσεως του Σωτήρος



Εικόνα 65. Άγιος Ιωάννης ο Θεολόγος, από το νότιο τοίχο



Εικόνα 66. Απόστολοι. Λεπτομέρεια από το «Πορευθέντες μαθητεύσατε πάντα τα Έθνη»



Εικόνα 67. Η ψηλάφηση του Θωμά

Μονόχωρος και καμαροσκεπαστός χτισμένος με αργολιθοδομή και κατά τόπους χρήση κεραμιδιών, ο ναός χρονολογείται τον 15^ο αιώνα. Από τις τοιχογραφίες ελάχιστα ίχνη

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

διασώζονται. Οι μορφές των αγίων είναι ολόσωμες και μετωπικές. Εμφανίζονται σκηνές με περίπλοκα αρχιτεκτονήματα. Οι γυναικείες μορφές εξίσου είναι ολόσωμες και μετωπικές⁴⁰.

2.11.3 Ιερός Ναός Αγίου Αθανασίου

Ο Ναός του Αγίου Αθανασίου μονόκλιτος και καμαροσκεπής, προσελκύει τον επισκέπτη για την τεχνοτροπία του τέμπλου του που είναι άμεσα επηρεασμένο από την επτανησιακή τέχνη. Από εκεί αξίζει να παρατηρήσει κανείς πάνω στα βημόθυρα την παρακάτω επιγραφή:

Γύνοι τί κλέεις. Τίνα ζητείς. Κύριε ει συ εβάστασας αυτόν ειπέ μοι που έθηκας αυτόν κ' αγώ αυτόν αρώ. Και Δέησις του δούλου του Θεού Δημητρίου Καρήδη.

Από το ναό έχουν περισυλλεγεί κεραμικά που ανήκουν στη μεταβυζαντινή περίοδο. Μερικά εξ αυτών εκτίθενται στη Συλλογή Έργων Βυζαντινής και Μεταβυζαντινής Τέχνης Κυθήρων. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται άβαφα πινάκια, ένα θυμιατήρι που δε διασώζεται η βάση του και μια κούπα που φέρει υάλωση καθώς επίσης γραπτή και εγχάραξη διακόσμηση⁴¹.

⁴⁰ (Chatzēdakēs, Bitha, 2003).

⁴¹ (Chatzēdakēs, Bitha, 2003).



Εικόνα 68. Τα ευρήματα εκτίθενται στο κάτω μέρος της προθήκης με την υπόδειξη μπλε βέλους

Κεφάλαιο 3. Η συμβολή των νέων τεχνολογιών στο πολιτισμό

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα λογισμικά που επελέγησαν για τη δημιουργία της εφαρμογής που θα δημιουργηθεί για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής. Ακολούθως θα εξετασθούν οι τεχνικές δυσκολίες που προέκυψαν σε κάποια στάδια της εφαρμογής, όπως την αδυναμία δημιουργίας ενός 3d μοντέλου χάρτη, προτείνοντας λύση για την υλοποίηση του. Τέλος, θα γίνει αναφορά στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν τόσο ατομικά, όσο και από εθελοντές, έως ότου προκύψει το τελικό προϊόν. Για την εφαρμογή πειραμαστήκαμε με τα προγράμματα Wikitude SDK και Unity. Το Wikitude, παρόλο που φαινόταν πιο εύχρηστο για τη δημιουργία της σκηνής, εν τέλει εγκαταλείφθηκε. Ο λόγος ήταν η δυσχρηστία που παρουσίαζε το πρόγραμμα και η αδυναμία ενσωμάτωσης και εκτέλεσης των σκηνών που είχαν επιλεγεί. Αντιθέτως το Unity ήταν περισσότερο φιλικό στη χρήση και τη διανομή του υλικού. Κατά την περίοδο δημιουργίας της εφαρμογής εξετάστηκε η περίπτωση να καλύψουμε μελλοντικές αλλαγές που μπορεί να προκύψουν όπως ανακατεύθυνση του επισκέπτη σε τοπικές ιστοσελίδες με ηχητικά ντοκουμέντα ή video. Τέλος θεωρήθηκε σημαντικό πλεονέκτημα η εφαρμογή να αποτελείται από λίγα MB, δηλαδή να είναι ελαφριά (lite), ούτως ώστε να μην καταλαμβάνει μεγάλο χώρο και να μην καταναλώνει πολλούς πόρους εντός τις κινητής συσκευής.

3.1. Vuforia Engine

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρειάστηκε να εγκατασταθούν στον υπολογιστή τα παρακάτω λογισμικά, τα οποία διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο :

- Unity
- Vuforia
- Android SDK (software development kit)

Το Android SDK (software development kit) είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού με προεγκατεστημένο πακέτο, το οποίο λειτουργεί κάθε φορά σε συγκεκριμένες πλατφόρμες· για παράδειγμα για να λειτουργήσει μια εφαρμογή Android, απαιτείται να προϋπάρχει μια JAVA πλατφόρμα (Shamsee, Klebenov, Fayed, 2015).



Εικόνα 69. Unity

Η UNITY είναι μια μηχανή ανάπτυξης γραφικών, η οποία χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στην ανάπτυξη βιντεοπαιχνιδιών τόσο 2D, όσο και 3D. Παρά ταύτα τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ιδιαίτερη δημοφιλία χάρη στην ανάπτυξη προσομοιωτών σε κινητές και μη συσκευές.



Εικόνα 70. Vuforia

Η Vuforia αποτελεί μια βιβλιοθήκη ανάπτυξης λογισμικού επιτρέποντας σε κινητές συσκευές να αναγνωρίσουν εικόνες και 3d αντικείμενα. Μέσω της καταχώρησης εικόνων στη βιβλιοθήκη ζωντανεύουν εντός του πραγματικού κόσμου αντικείμενα, τα οποία προβάλλονται μέσω της κάμερας και της κινητής συσκευής που χρησιμοποιείται.⁴²

⁴² Vuforia Engine Library



Εικόνα 71. Η εφαρμογή στο κινητό

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνεται το εικονίδιο της τελικής εφαρμογής σε μια κινητή συσκευή.



Εικόνα 72. Το εικονίδιο της εφαρμογής σε μεγέθυνση

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

3.2. Εικόνες στόχοι

Οι εικόνες στόχοι (images targets) αποτελούν εικόνες μορφής JPEG ή PNG, οι οποίες φορτώνονται και αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων. Από αυτήν εξάγονται (export) και μεταφορτώνονται (upload) στο Unity. Αρχικά, αφού εγκαταστήσουμε (install) την εφαρμογή (application) στη συσκευή (device) μας και πατήσουμε άνοιγμα (open), θα είναι σε θέση να αναγνωρίσει τις εικόνες από το περιβάλλον που έχουμε ορίσει προβάλλοντας “επαυξημένα” το περιεχόμενο στην οθόνη μας. Για να λειτουργήσουν σωστά οι φωτογραφίες χρειάζεται να διαθέτουν φωτεινότητα, να μην είναι θολές και να έχουν μέγεθος έως 2.25 MB. Η απόσταση μεταξύ συσκευής και εικόνας στόχου παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο. Οι στόχοι δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ κοντινοί, μα ούτε και μακρινοί, ούτως ώστε να αναγνωρίζονται. Για να επιτευχθεί σωστό αποτέλεσμα, κατά τη διάρκεια της φωτογράφισης, χρησιμοποιήθηκε τρίποδας, φωτογραφική μηχανή που διαθέτει σταθεροποιητή (stabilizer) και επιλέχθηκε η ημέρα και η ώρα όπου δεν υπήρχε έντονη ηλιοφάνεια στο χώρο. Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται το αποτέλεσμα της βαθμολογίας που δίνει η Vuforia, αφού “ανεβάσουμε” τις φωτογραφίες μας. Συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι μια εικόνα που χαρακτηρίζεται με πλούσια χρώματα και αντιθέσεις, (βλ. *agios ioannis prodromos*) έχει υψηλή αξιολόγηση (rating). Στις περιπτώσεις όπου οι φωτογραφίες είναι αρκετά παλιές (βλ. *Naos_sotiros_palia*) ή προέρχονται από εσωτερικό χώρο (*ioannis_prodromos_esoteriko*), έχουν χαμηλότερη βαθμολογία.














DIPLOMATIKI Edit Name

Type: Device

Targets (17)

Add Target

Download Database (All)

<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating [ⓘ]	Status [▼]	Date Modified
<input type="checkbox"/>	 agios_athanasios	Single Image	★★★★★	Active	Feb 11, 2020 19:29
<input type="checkbox"/>	 ioannis_prodrimos_esoteriko	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2020 17:46
<input type="checkbox"/>	 agios_ioannis_prodrimos_3	Single Image	★★★★★	Active	Jan 31, 2020 17:42
<input type="checkbox"/>	 psilafisi_tou_thoma	Single Image	★★★★★	Active	Jan 19, 2020 16:40
<input type="checkbox"/>	 poreuthedes_mathites_ethni	Single Image	★★★★★	Active	Jan 19, 2020 16:39
<input type="checkbox"/>	 notia_pleura_kirios_naou	Single Image	★★★★★	Active	Jan 19, 2020 16:39
<input type="checkbox"/>	 agios_ioannis_theologos	Single Image	★★★★★	Active	Jan 19, 2020 16:39
<input type="checkbox"/>	 1970eisodos_kastrou	Single Image	★★★★★	Active	Dec 16, 2019 22:15
<input type="checkbox"/>	 naos_sotiros_palia	Single Image	★★★★★	Active	Dec 15, 2019 13:57
<input type="checkbox"/>	 1512296_693355487356241_200...	Single Image	★★★★★	Active	Dec 15, 2019 13:56
<input type="checkbox"/>	 naosx	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:22
<input type="checkbox"/>	 naossotiros	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:22
<input type="checkbox"/>	 eisodoskastrou	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:21

Εικόνα 73. Vuforia

3.3. Δημιουργία χάρτη εντός της εφαρμογής: Δοκιμές και αποτελέσματα

Για τη δημιουργία ενός 3d μοντέλου - χάρτη επιλέχθηκαν τα προγράμματα Mapbox και Blender, ενώ εξετάστηκε και η αγορά του πακέτου AR+GPS Location από το Unity. Το τελικό αποτέλεσμα που θα προκύψει θα πρέπει να διαθέτει υψομετρικές καμπύλες, υφή και χρώμα στο έδαφος. Πρωτού εφαρμοστεί για τη περιοχή του Κάστρου, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σε περιοχές της Αττικής, της Λακωνίας και της Λευκωσίας στην Κύπρο.

3.3.1. Mapbox



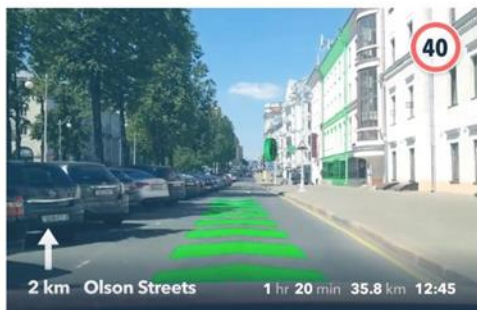
Εικόνα 74. Mapbox

Το Mapbox^{43 44} είναι ένα εργαλείο με χάρτες (maps) και τοποθεσίες (locations), το οποίο απευθύνεται κατά βάση σε προγραμματιστές. Η δημιουργία του μάς δίνει τη δυνατότητα για καλύτερη χαρτογράφηση και πλοήγηση στον χώρο που έχει επιλεγεί, με την εμπειρία να καθίσταται μοναδική. Μέσω του Mapbox μπορούν να μεταφορτωθούν εκατοντάδες δεδομένα και στα κτίρια να επισυναφθούν χαρακτηριστικά, τα οποία θα αποδίδονται με διαφορετικά χρώματα. Σε περιπτώσεις όπως οι οδικές αρτηρίες, ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει πλοήγηση μέσω επαυξημένης πραγματικότητας.

⁴³ <https://www.mapbox.com/>

⁴⁴ Οι εικόνες ανακτήθηκαν από το παρακάτω demo

https://api.mapbox.com/styles/v1/examples/ck3z2e1s20n0i1cpkflzl0v9c.html?fresh=true&access_token=pk.eyJ1ljojZXhhbXBsZXMiLCJhbnV2p0MG01MXRqMW45cjQzb2R6b2ptc3J4MSJ9.zA2W0Ik10c6KaAhJfk9bWg#15.71/40.747788/-73.986857/-28/60 (τελευταία επίσκεψη 13/5/2020)



Augmented reality navigation

The Mapbox Vision SDK describes every curb, lane, street sign, and road hazard it sees as data. Developers use the SDK's AI-powered semantic segmentation, object detection, and classification to deliver precise navigation guidance, display driver assistance alerts, and detect and map road incidents.

[Vision SDK →](#)

Εικόνα 75. Augmented Reality navigation

Στις περιπτώσεις των χαρτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί το GPS⁴⁵ (Global Positioning System) της συσκευής μας. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης είναι σε θέση να γνωρίζει την ακριβή τοποθεσία στην οποία βρίσκεται. Για να γίνει αυτό, πρώτα θα χρειαστεί να γίνει build στην συσκευή που αφορά. Σε αυτή την περίπτωση δημιουργούμε έναν C# φάκελο (file) που το ονομάζουμε GPS και εκεί προσθέτουμε τον παρακάτω κώδικα κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές, όπου κρίνεται απαραίτητο:

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class GetGPS : MonoBehaviour {
    bool locationFound = false;
    IEnumerator GetLocation()
    {
        Input.location.Start();
        int maxWait = 1;
        while (Input.location.status == LocationServiceStatus.Initializing &&
            maxWait > 0)
        {
            yield return new WaitForSeconds(1); maxWait--;
        }
    }
}
```

⁴⁵ Το GPS δημιουργήθηκε αρχικά για το Τμήμα Αμύνης των ΗΠΑ το 1978. Από το 1993 δόθηκε προς δωρεάν χρήση στο κοινό. Φούντας και Γεμπτός (2015)

```

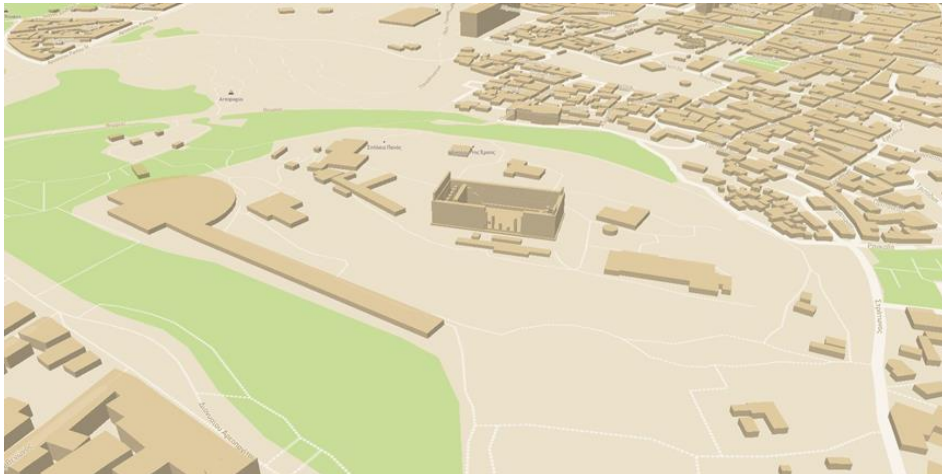
}
if (maxWait < 1)
{
yield return null;
}
if (Input.location.status ==
LocationServiceStatus.Failed)
{
yield return null;
}
else
{
locationFound = true;
}
Input.location.Stop();
}
void Start ()
{
StartCoroutine(GetLocation());
}
void OnGUI()
{
if(locationFound)
{
GUI.Label(new Rect(10,10,200,30),"Latitude: " +
Input.location.lastData.latitude);
GUI.Label(new Rect(10,30,200,30),"Longitude: " + Input.location.lastData.longitude);
GUI.Label(new Rect(10,50,200,30),"Altitude: " +
Input.location.lastData.altitude);
GUI.Label(new Rect(10,70,200,30),"Accuracy: " +
Input.location.lastData.horizontalAccuracy);
GUI.Label(new Rect(10,90,200,30),"Time: " +
Input.location.lastData.timestamp); }
else
{
GUI.Label(new Rect(10,10,200,30),
"Could not initialize location services.");
}
}

```



```
}  
if(GUI.Button(new Rect(10,110,80,50),"Quit"))  
{  
Application.Quit();  
}  
}  
}
```

Κάνοντας ενδελεχή έρευνα στον ελλαδικό χώρο διαπιστώθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις από περιοχή σε περιοχή. Αξίζει να αναφερθεί ότι στη περίπτωση της Αθήνας και του Πειραιά, τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά ως προς την απόδοση των κτιρίων και τον πολεοδομικό σχεδιασμό των πόλεων.



Εικόνα 76. Άποψη της Ακρόπολης των Αθηνών



Εικόνα 77. Άποψη του Πανεπιστημίου Πειραιώς όπως αυτό απεικονίζεται στο Marbox

Παρά ταύτα η εφαρμογή δεν είχε το ίδιο αποτέλεσμα, όταν ο χρήστης “μεταφερόταν” στην επαρχία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της καστροπολιτείας του Μυστρά όπου το αποτέλεσμα ήταν μάλλον απογοητευτικό καθώς η τελική απεικόνιση παρουσίαζε απόκλιση από τα πραγματικά δεδομένα, αφού παρέλειπε τα μικρότερα κτιριακά συγκροτήματα και τα τείχη.



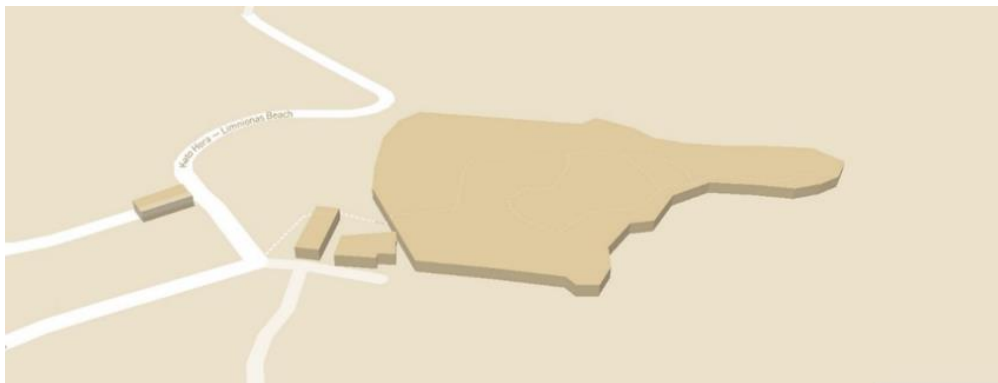
Εικόνα 78. Καστροπολιτεία Μυστρά

Στα Κύθηρα σημειώνονται εξίσου σημαντικές αποκλίσεις. Στην πρωτεύουσα του νησιού, τη Χώρα, τα σπίτια απεικονίζονταν σχεδόν στο σύνολο τους. Εντούτοις στην περιοχή του Κάστρου όμως διακρίνονταν μόνο τα σημαντικότερα κτίσματα χωρίς το τείχος που τα περιβάλλει.



Εικόνα 79. Άποψη του κάστρου της Χώρας Κυθήρων

Στο Κάστρο της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου ο χρήστης παρατηρεί τη παρουσία μόνο δύο οικημάτων το Αγγλικό Σχολείο, το οποίο βρίσκεται στην είσοδο του Κάστρου και μια ενιαία απεικόνιση του Κάστρου, χωρίς να αποτυπώνονται τα επιμέρους κτίρια και οι εκκλησίες.



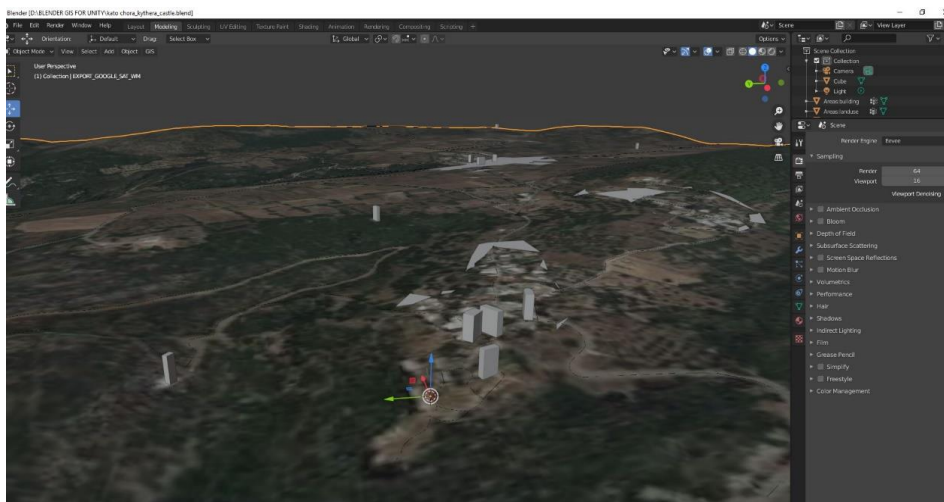
Εικόνα 80. Κάστρο Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων

3.3.2. Blender



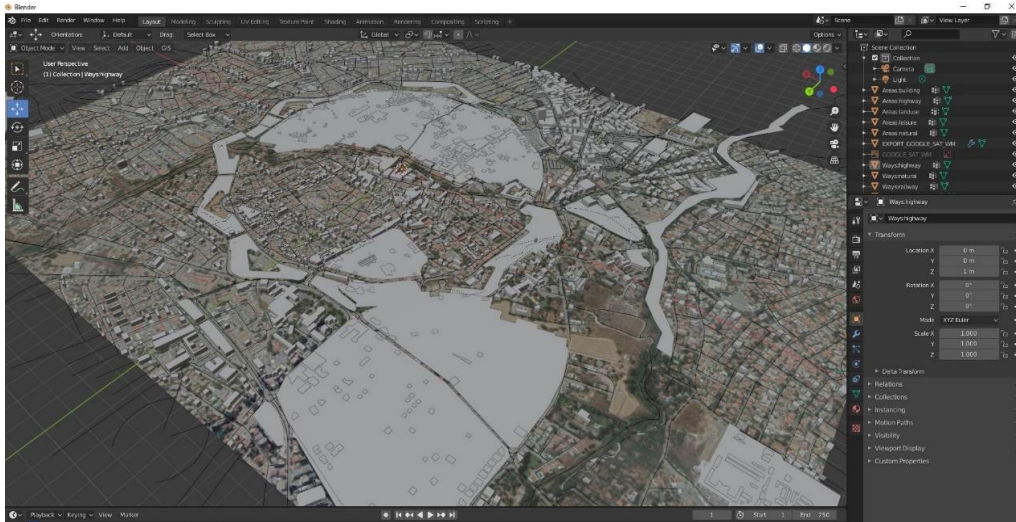
Εικόνα 81. Blender

Το Blender είναι ένα πρόγραμμα σχεδίασης που χρησιμοποιείται για modelling, animation και λειτουργεί όπως περίπου το Marbox. Για τη δημιουργία χάρτη εισάγουμε (import) δεδομένα από το GIS. Στη συνέχεια και αφού έχουμε επιλέξει το σημείο ενδιαφέροντος, προχωράμε σε μια σειρά από ρυθμίσεις, για να φέρουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή τη δημιουργία 3d κτιρίων. Η διαφορά σε σχέση με το Marbox είναι ότι εδώ το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψη του στοιχεία από το Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) της NASA με το τελικό αποτέλεσμα να παρουσιάζει τις υψομετρικές καμπύλες πάνω στον φυσικό χάρτη. Στην εικόνα 58 μπορεί να διακρίνει κανείς το τελικό αποτέλεσμα, το οποίο δίνει διάσπαρτα κτίρια, μία μάλλον όχι τόσο καλή ποιότητα χάρτη, με αρκετά προβλήματα στην παρουσία των υψομετρικών καμπύλων.



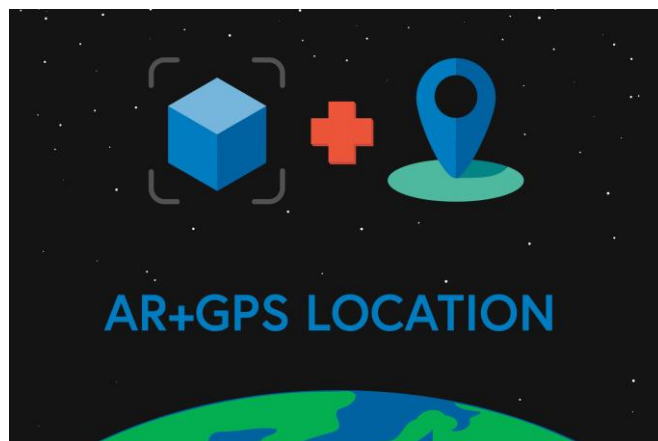
Εικόνα 82. Το κάστρο Κάτω Χώρας Κυθήρων

Αντιθέτως, σε δοκιμή που πραγματοποιήθηκε για την παλιά πόλη της Λευκωσίας, το αποτέλεσμα ήταν εξαιρετικά ικανοποιητικό.



Εικόνα 83. Η παλιά πόλη της Λευκωσίας

3.3.3. Unity AR+GPS Location



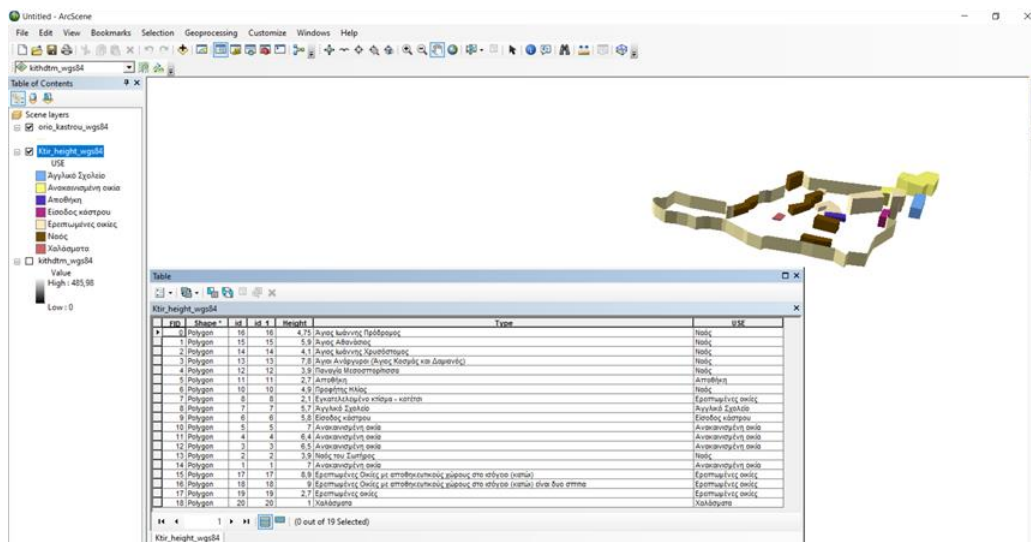
Εικόνα 84. AR + GPS Location

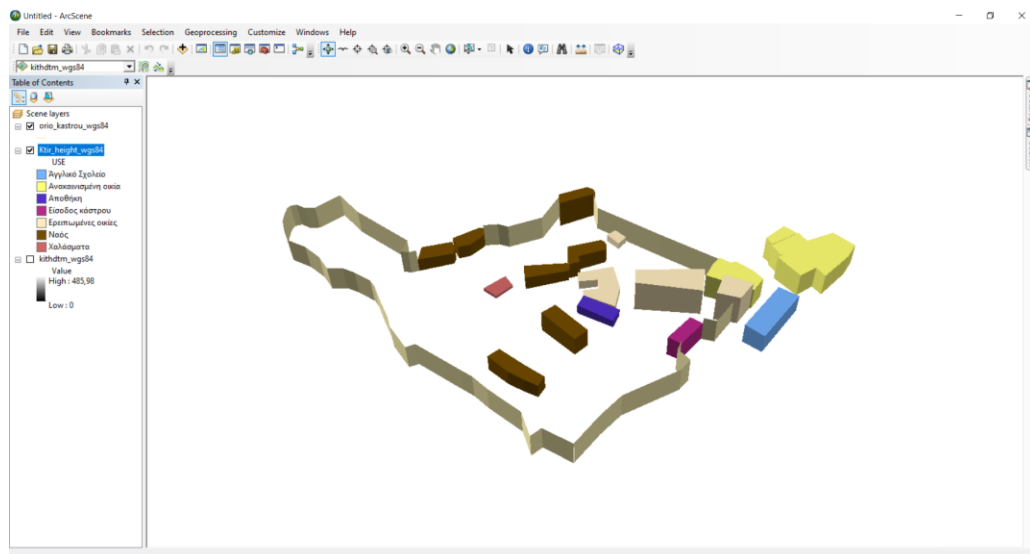
Το κόστος του πακέτου Unity AR+GPS Location⁴⁶ είναι της τάξεως των 70-80 ευρώ και η αγορά του γίνεται από το asset store του Unity. Το συγκεκριμένο πακέτο επιτρέπει στον χρήστη να τοποθετήσει σε γεωγραφικές θέσεις 3d αντικείμενα ή κείμενα. Ωστόσο οι κατασκευαστές αναφέρουν μια σειρά από προβλήματα, με τα οποία μπορεί να έρθουν αντιμέτωποι οι χρήστες. Ως ελάχιστη απαίτηση για τη χρήση του πακέτου είναι η κινητή συσκευή να παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης ARCore και η CPU να διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Αυτό δύναται να πραγματοποιηθεί σε κινητές συσκευές τελευταίας τεχνολογίας αποκλείοντας με αυτόν τον τρόπο παλαιότερα μοντέλα. Ένα σημαντικό μειονέκτημα, το οποίο αξίζει να αναφερθεί είναι η ακρίβεια του GPS και η κακή ποιότητα του σήματος του προβαλλόμενου αντικειμένου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα αντικείμενα να έχουν σημαντική απόκλιση (από 3 έως 30 μέτρα) από την αρχική θέση που έχουν δηλωθεί. Κατά συνέπεια, και λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται στην εμφάνιση των αντικειμένων, του υψηλού κόστους αγοράς του πακέτου και της αγοράς συσκευής τελευταίας τεχνολογίας, το πακέτο δεν θα χρησιμοποιηθεί για την παρούσα εφαρμογή.

⁴⁶ <https://docs.unity-ar-gps-location.com/#main-features> (τελευταία επίσκεψη 17/5/2020)

3.3.4. QGIS

Επειδή τα αποτελέσματα δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου των κτιρίων του κάστρου, με χρήση λογισμικού φωτογραμμετρίας, ήταν σχετικά φτωχά (κακή ποιότητα εικόνων, έλλειψη χαρτογραφικών υποβάθρων), επελέγη η χρήση εργαλείων GIS για τη δημιουργία ενός virtual GIS στη περιοχή του κάστρου. Αποφασίστηκε να αποτυπωθούν τα περιγράμματα των κτιρίων του κάστρου από τον ορθοφωτοχάρτη του Ελληνικού Κτηματολογίου. Για το σκοπό αυτό συνδέθηκε το λογισμικό QGIS με τον WMS server Ελληνικού Κτηματολογίου (<http://gis.ktimanet.gr/wms/wmsopen/wmsserver.aspx>). Επιπροσθέτως, αποτυπώθηκαν τα περιγράμματα των κτιρίων ως πολυγωνικά χαρακτηριστικά (ESRI shapefile) και το περίγραμμα του κάστρου ως γραμμικό χαρακτηριστικό (ESRI shapefile). Ταυτόχρονα δημιουργήθηκε μια μικρή βάση δεδομένων με τη χρήση των κτιρίων και τα ύψη τους, τα οποία μετρήθηκαν στο πεδίο με μετροταινία. Έπειτα επιλέχτηκε η επέκταση (extension) 3D Analyst του λογισμικού ArcGIS για τη δημιουργία του virtual GIS της περιοχής του κάστρου. Για να αποδοθεί μεγαλύτερος ρεαλισμός το τρισδιάστατο μοντέλο που δημιουργήθηκε εισήχθη στο περιβάλλον του λογισμικού google earth ώστε να έχουμε ρεαλιστική αναπαράσταση τόσο του φυσικού εδάφους όσο και της ευρύτερης περιοχής του κάστρου.



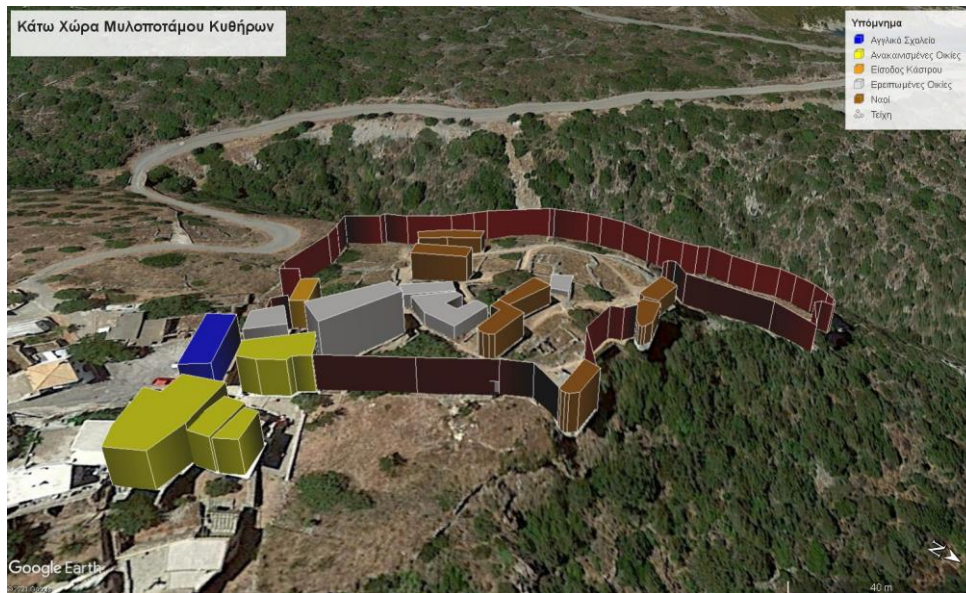


Εικόνες 85-86. Δημιουργία 3d map

Το 3d Analyst παρέχει μια σειρά εργαλείων για τη δημιουργία τρισδιάστατης οπτικοποιημένης ανάλυσης γεωεπιφανειών. Μέσω αυτού οι χρήστες μπορούν να αντλήσουν πραγματικές πληροφορίες και δεδομένα (σκιάσεις, περιγράμματα, υψόμετρο, κλίση εδάφους κ.α.) για μια περιοχή. Κύρια χαρακτηριστικά του προγράμματος είναι η δημιουργία, η ανάλυση επιφανειών, η ορατότητα⁴⁷ και η παρεμβολή (interpolation). Η εφαρμογή δύναται να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες περιπτώσεις, όπως για την προστασία απειλούμενων ειδών (Camp R.J. et. al., 1997), το σχεδιασμό του αστικού περιβάλλοντος και την ανάλυση αρχαιολογικών τοποθεσιών (Lake I.R. et. al., 1998).

⁴⁷ Η ορατότητα αναφέρεται στη μέγιστη απόσταση που είναι ορατό ένα αντικείμενο και μπορεί να συμπεριλαμβάνει πληροφορίες, όπως υψομετρικά σημεία ή ισούψεις καμπύλες.





Εικόνες 87-89. Τρισδιάστατη απεικόνιση σε περιβάλλον google earth

3.4. Χρήση Augmented Reality σε εξωτερικό χώρο

Η χρήση Augmented Reality εφαρμογών μπορεί να χρησιμοποιείται, αν και αρκετά συχνά εντοπίζονται προβλήματα. Στην περίπτωση χρήσης τους σε εξωτερικούς χώρους μπορεί να επηρεαστεί από τις καιρικές συνθήκες και την αλλαγή του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις στο φως, οι οποίες δεν επιτρέπουν πάντοτε την εμφάνιση όλων των πληροφοριών που έχουμε καθορίσει.



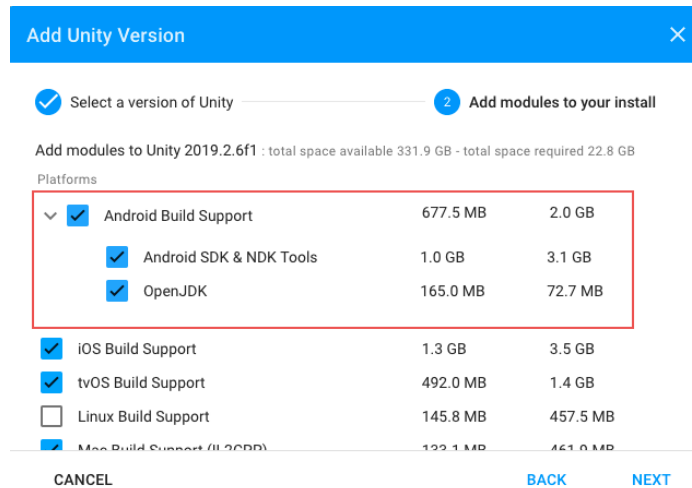
Εικόνες 90-91. Προβλήματα εμφάνισης περιεχομένου.

Στην εικόνα 85 απουσιάζει πλήρως το video, ενώ στην εικόνα 86 εμφανίζεται μέρος της πληροφορίας χωρίς το 3d μοντέλο. Αν και οι φωτογραφίες που τραβήχτηκαν και ανέβηκαν (upload) στο Vuforia είχαν στο σύνολο τους άριστη βαθμονόμηση διαπιστώθηκε πως δε μπορούμε να επέμβουμε περαιτέρω, αφού το αποτέλεσμα εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Ωστόσο η χρήση της εφαρμογής δεν είναι απαγορευτική για τον καθορισμένο χώρο, αφού η απουσία περιεχομένου καθ' όλη τη διάρκεια των πειραματισμών ήταν περιστασιακή και όχι ιδιαίτερα συχνή.

3.5. Βήματα εφαρμογής

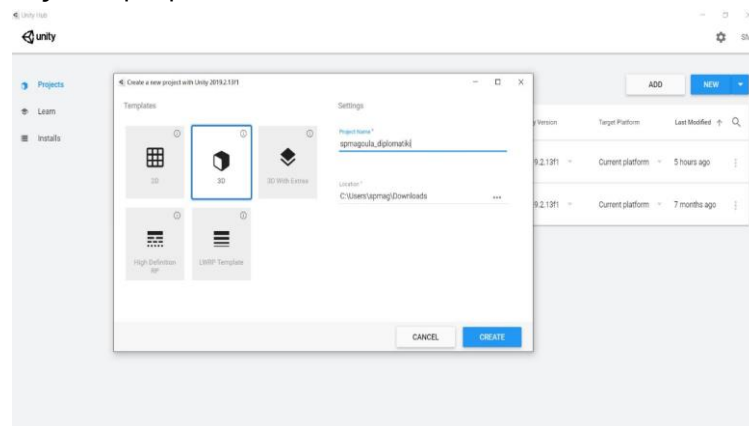
Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν βήμα προς βήμα τα στάδια που απαιτούνται, για να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Αρχικά εγκαθιστούμε στον υπολογιστή μας το Unity με την έκδοση που επιθυμούμε. Διασφαλίζουμε ότι η έκδοση που έχουμε επιλέξει εμπεριέχει το Android SDK. Αν δεν είναι προεγκατεστημένο, τότε πηγαίνουμε στην έκδοση που έχουμε κατεβάσει και το κάνουμε προσθήκη (εικόνα 71). Ακολούθως δημιουργούμε λογαριασμό στη Vuforia. Κατόπιν τη "κατεβάζουμε" (download) και την εισάγουμε (import)

στο Unity. Σημαντικό είναι να τονίσουμε ότι χωρίς τη Vuforia δε μπορεί να υπάρξει επαυξημένο περιεχόμενο.



Εικόνα 92. Unity SDK

Δημιουργούμε ένα νέο project στο Unity (εικόνα 72) το οποίο μετονομάζεται (renaming) όπως επιθυμούμε.



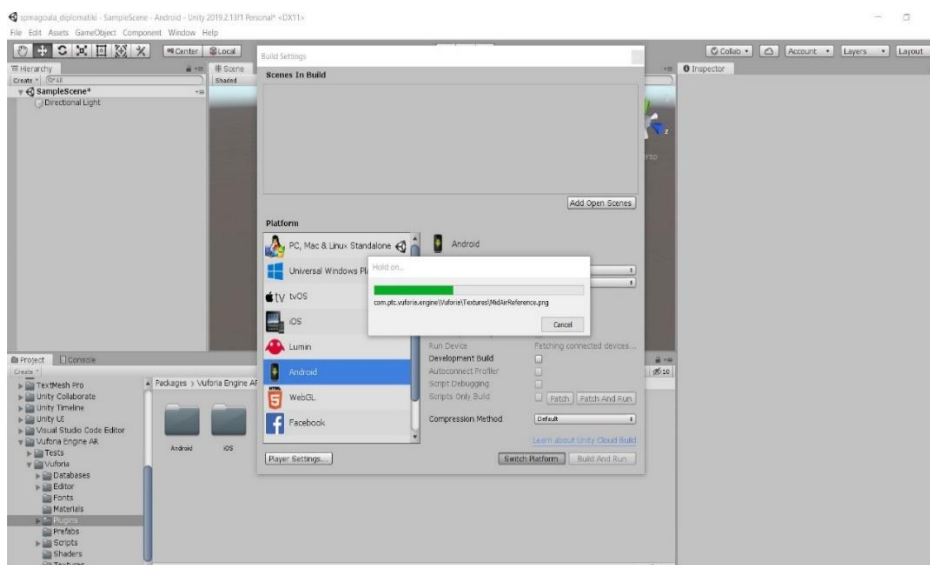
Εικόνα 93. Unity

Ο χώρος εργασίας που θα δημιουργηθεί στο Unity και με τον οποίο θα εργαστούμε αποτελείται από τα παρακάτω σημεία, τα οποία ο χρήστης θα διαμορφώσει όπως επιθυμεί.

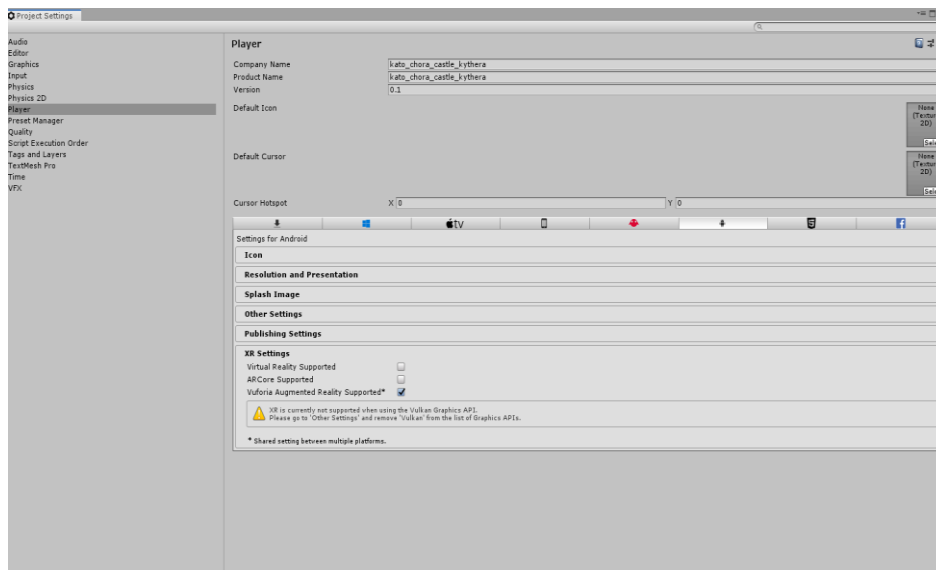
1. Σκηνή (Scene)
2. Εργαλεία (Assets)
3. Ιεραρχία (Hierarchy)
4. Επιθεωρητής (Inspector)
5. Παιχνίδι (Game)

Στη σκηνή μας, που στην αρχή είναι ένας άδειος χώρος, τοποθετείται η κάμερα. Για την κάμερα θα πρέπει να ορίσουμε οπτική γωνία και απόσταση από τα αντικείμενα μας. Στα Assets προστίθενται και αποθηκεύεται ό,τι θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια του project μας όπως εικόνες, video και 3d models. Στο Hierarchy έχουμε τη συνολική λίστα των αντικειμένων που έχουν τοποθετηθεί. Στο παράθυρο του Inspector αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που έχουμε επιλέξει. Στο Game μας επιτρέπεται να τρέξουμε την σκηνή μας χωρίς το περιεχόμενο να έχει γίνει export. Αυτό μας διευκολύνει καθώς μπορούμε να το παρακολουθήσουμε με ευκολία, να εντοπίσουμε τυχόν λάθη και να μεταβάλουμε όποια στοιχεία που χρειάζεται.

Ξεκινάμε κάνοντας τις απαραίτητες ρυθμίσεις για τη προβολή του περιεχομένου (File – build settings – android – switch platform – player settings – XE settings – Vuforia augment reality). Παράλληλα κατεβάζουμε και εγκαθιστούμε το Android Studio καθώς αυτό είναι που θα επιτρέψει να τρέξει η εφαρμογή σε android κινητό.

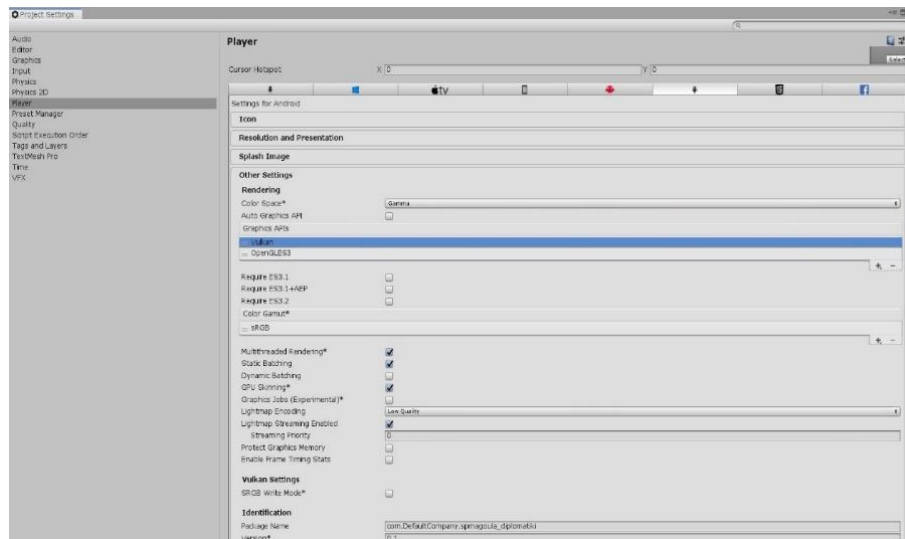


Εικόνα 94. Player settings



Εικόνα 95. XR settings

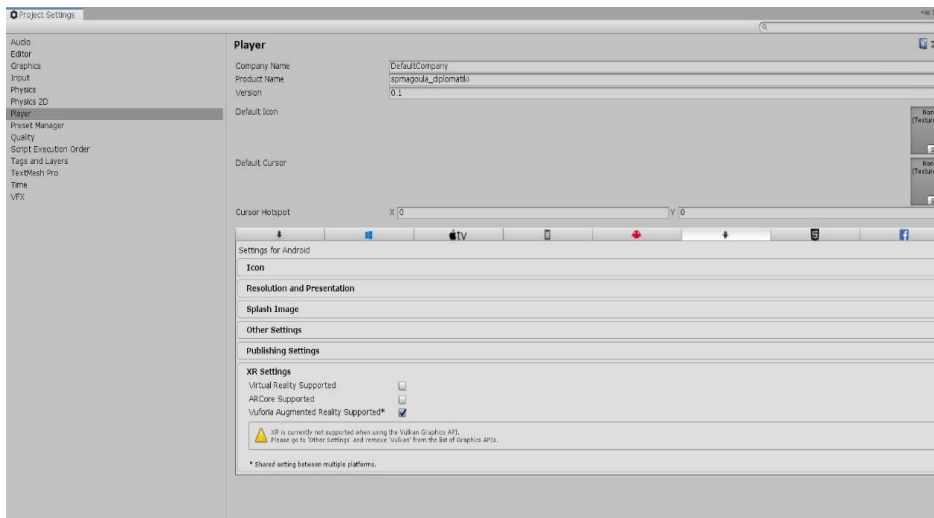
Πηγαίνουμε στο company – product name και το μεταννομάζουμε σε kato_chora_castle_kythera



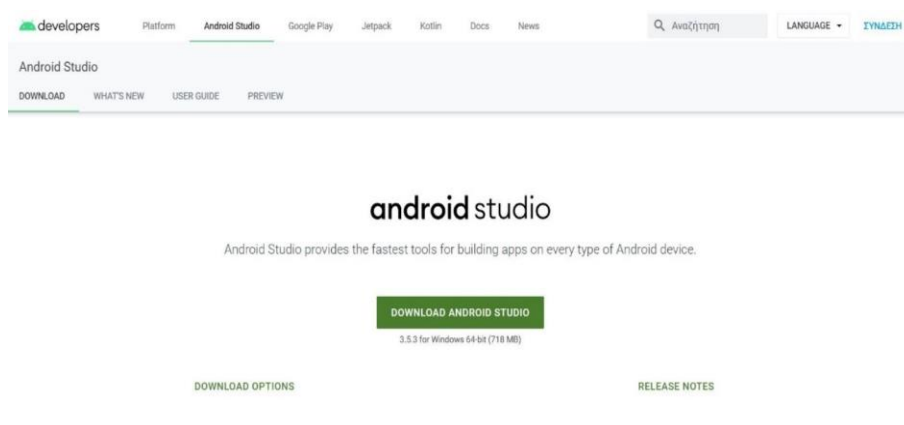
Εικόνα 96. Other settings

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

Σβήνουμε τη main camera και στη θέση της επιλέγουμε: Vuforia – AR camera – import. Για να ενσωματωθεί η βιβλιοθήκη με τα images targets που έχουμε ορίσει, πηγαίνουμε: Vuforia engine – image – import. Στη συνέχεια επιλέγουμε build settings – android και στο player αλλάζουμε το όνομα και το product name. Αντίστοιχα στο other settings επιλέγουμε identification αντικαθιστώντας το όνομα και κάνοντας build. Στο player – XR Settings επιλέγουμε Vuforia Augmented Reality Supported.



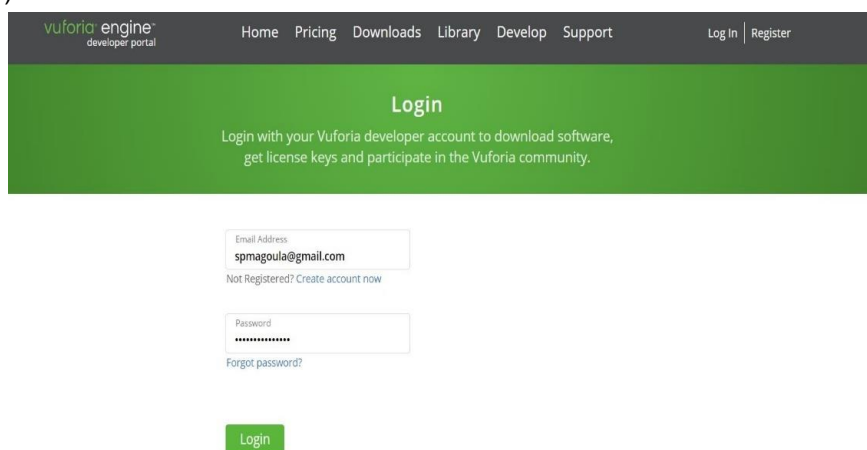
Εικόνα 97. XR settings - Vuforia Augmented Reality



Εικόνα 98. Android Studio

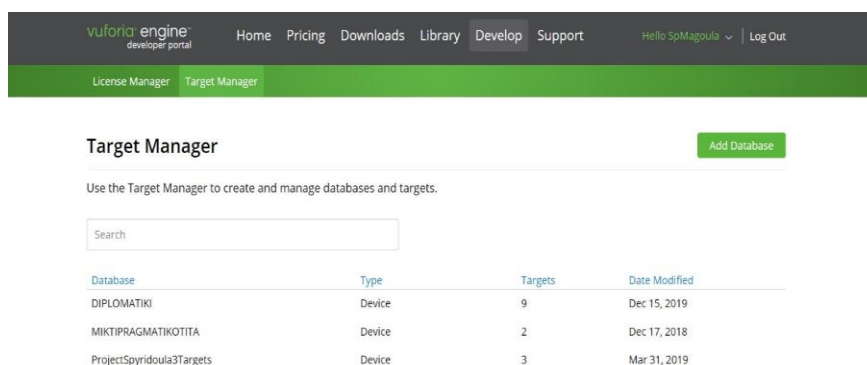
Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

Για να μπορέσει στην πορεία να τρέξει (run) το πρόγραμμα θα χρειαστούμε μια database και ένα licence key, όπως δίνονται από τη Vuforia. Συνδεόμαστε με τον λογαριασμό (εικόνα 68) και επιλέγουμε add database. Αφού προστεθεί, τη μετονομάζω (rename).



The screenshot shows the login page of the Vuforia Engine developer portal. The header includes the logo 'vuforia engine developer portal' and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, Support, Log In, and Register. The main heading is 'Login' with a sub-heading: 'Login with your Vuforia developer account to download software, get license keys and participate in the Vuforia community.' Below this are two input fields: 'Email Address' with the value 'spmagoula@gmail.com' and a link 'Not Registered? Create account now', and 'Password' with a masked password and a link 'Forgot password?'. A green 'Login' button is positioned below the password field.

Εικόνα 99. Vuforia Engine



The screenshot shows the 'Target Manager' interface in the Vuforia Engine developer portal. The header includes the logo 'vuforia engine developer portal' and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, Support, Hello SpMagoula, and Log Out. Below the header are two tabs: 'License Manager' and 'Target Manager'. The main heading is 'Target Manager' with an 'Add Database' button. Below this is a search bar and a table with the following data:

Database	Type	Targets	Date Modified
DIPLMATIKI	Device	9	Dec 15, 2019
MIKTIPRAGMATIKOTITA	Device	2	Dec 17, 2018
ProjectSpyridouia3Targets	Device	3	Mar 31, 2019

Εικόνα 100. Target Manager

Ακολουθως επιλέγω device – add target – single image. Για κάθε εικόνα θα πρέπει να ορίσουμε διαστάσεις (width). Όταν ολοκληρώσουμε το άλμπουμ φωτογραφιών της database θα έχουμε συγκεντρώσει τις εικόνες στόχους (images targets).

Target Manager > DIPLOMATIKI

DIPLOMATIKI Edit Name

Type: Device

Targets (9)

Add Target Download Database (All)

Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
naos_sotiros_palia	Single Image	★★★★★	Active	Dec 15, 2019 13:57
1512296_693355487356241_200...	Single Image	★★★★★	Active	Dec 15, 2019 13:56
naosx	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:22
naossotiros	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:22
eisodoskastrou	Single Image	★★★★★	Active	Nov 26, 2019 21:21

Εικόνα 101. Target Manager – Diplomatiki

Όταν τις επιλέξουμε, γίνεται εκτίμηση της ποιότητας (rating) των εικόνων, οι οποίες βαθμολογούνται με βάση τα χρώματα και την καθαρότητα. Επιλέγουμε την database κάνοντας download και import στο Unity⁴⁸.

License Manager Get Development Key Buy Deployment Key

Create a license key for your application.

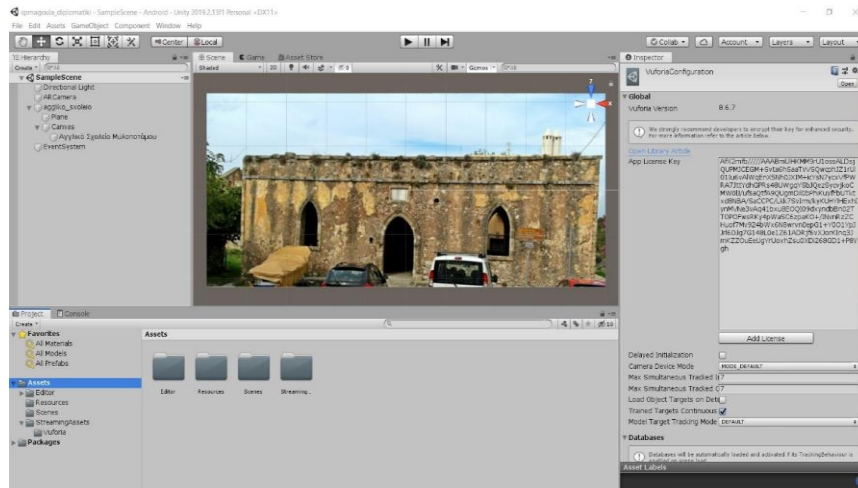
Search

Name	Primary UUID	Type	Status	Date Modified
diplomatiki	N/A	Develop	Active	Dec 10, 2019
Project Spyridoula3Targets	N/A	Develop	Active	Mar 31, 2019
M	N/A	Develop	Active	Jan 02, 2019

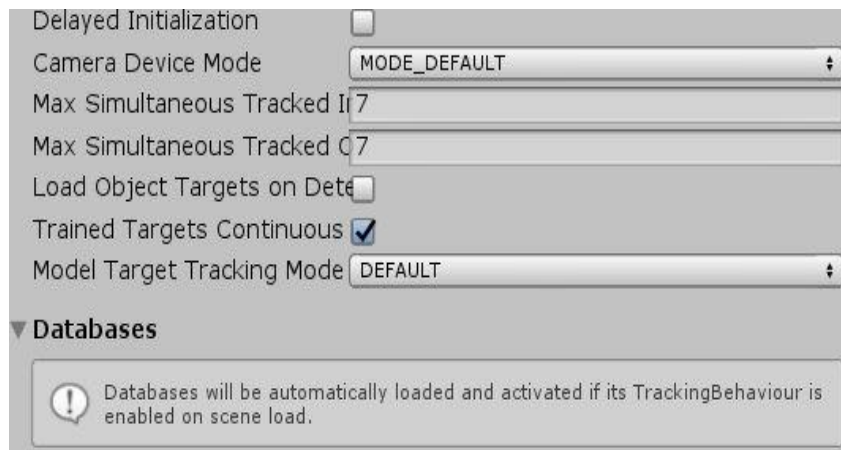
Εικόνα 102. License Manager

⁴⁸ Έκδοση Unity 2019.3.15f1.

Πηγαίνουμε πίσω στη Vuforia – get development key – add a free development key. Επιλέγουμε licence manager και αντιγράφουμε το licence key στο αντίστοιχο πεδίο του Unity. Στην εικόνα στόχο που έχουμε επιλέξει π.χ. Αγγλικό Σχολείο, επιλέγουμε AR camera – inspector – app licence key και κάνουμε επικόλληση.

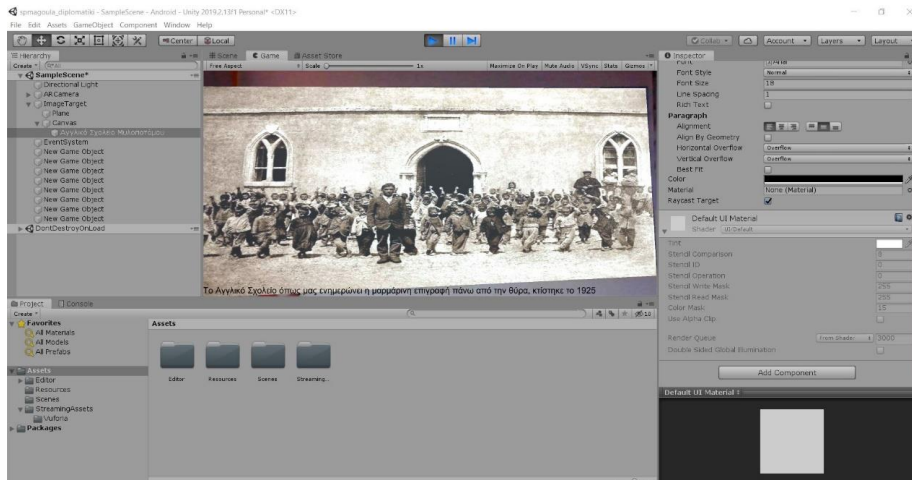


Εικόνα 103. Image



Εικόνα 104. Max Tracked Images

Στην hierarchy απαιτείται να δηλώσουμε πόσοι στόχοι θα εμφανίζονται συνολικά. Συνεχίζουμε αντιστοιχώντας την εικόνα μας με αυτό που θα προβληθεί. Σε αυτήν την περίπτωση η σύγχρονη εικόνα θα εμφανίζεται, όπως διακρίνεται παρακάτω.



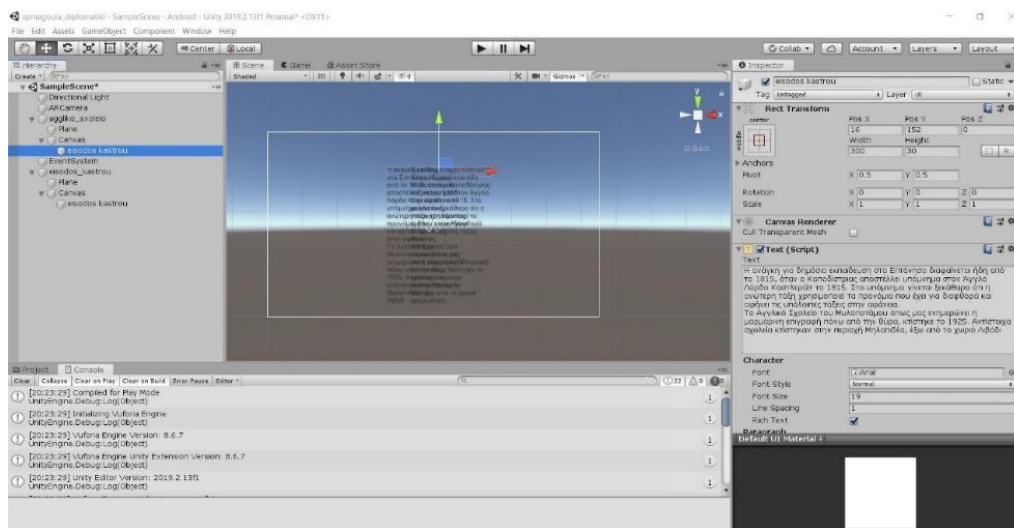
Εικόνα 105. Image Target

Στη συνέχεια επιλέγουμε Inspector – image target – την βάση, η οποία εδώ είναι η διατριβή και ακολούθως ποια εικόνα επιθυμούμε να προβάλλεται. Έπειτα πάμε hierarchy – image target – 3d object – plane. Εκεί εμφανίζεται μια λευκή επιφάνεια, πάνω στην οποία θα προβάλλεται το περιεχόμενο.



Εικόνα 106. Plane – Canvas – Text

Εδώ έχουμε ορίσει ότι θα χρησιμοποιήσουμε κείμενο, οπότε δημιουργούμε canvas – text. Προς δική μας διευκόλυνση, καθώς το πρόγραμμα δομούταν σταδιακά, επιλέξαμε να κάνουμε μετονομασία σε κάθε αρχείο με βάση την εικόνα στόχο. Από το Hierarchy κατευθυνόμενα στο image target – canvas – text, ακολούθως στο Inspector – text και πληκτρολογούμε το κείμενο που θέλουμε να εμφανίζεται, προσαρμόζοντας το μέγεθος του κειμένου, το χρώμα και τη γραμματοσειρά. Στην εικόνα 83 διακρίνεται το κείμενο που έχουμε επιλέξει να παρουσιάζεται πάνω από την εικόνα - στόχο χωρίς λευκό φόντο πίσω του. Προσαρμόζουμε τις διαστάσεις είτε με το scale, είτε με το αντίστοιχο σήμα (εικόνα 84). Κατόπιν επιλέγουμε assets – create new material. Δημιουργείται μια “μπάλα” στα assets, την οποία μετονομάσουμε αντίστοιχα με το όνομα που έχουμε δώσει στην εικόνα στόχο για ευκολία στον εντοπισμό της. Αφού την επιλέξουμε, “σέρνουμε” (drag and drop) τη φωτογραφία που θέλουμε να προβάλλεται μέσα στο albedo. Επιλέγουμε το image target που μας ενδιαφέρει, πηγαίνουμε στο plane και εκεί σέρνουμε τη μπάλα. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο σε εικόνες κι όχι σε βίντεο.



Εικόνα 107. Text dimensions



Εικόνα 108. Εικονίδια για αύξηση/μείωση μεγέθους

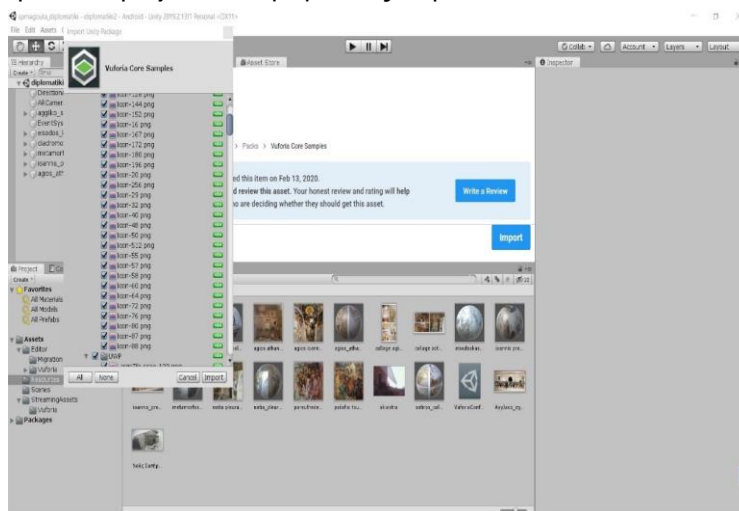


Εικόνα 109. Create material

3.6. Προσθήκη βίντεο στην εφαρμογή

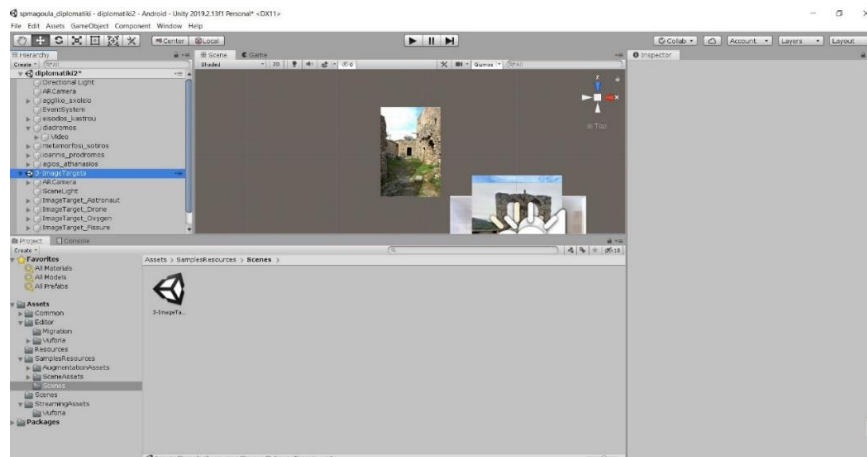
Για να προσθέσω βίντεο στην εφαρμογή ακολουθώ τα παρακάτω βήματα:

Στην αναζήτηση του Asset store του Unity πληκτρολογούμε Vuforia core sample. Πατάμε επάνω στο αποτέλεσμα και κάνουμε download. Αφού κατέβει το “εκτελούμε” (run) κάνοντας το import στο project και αφαιρώντας το print.



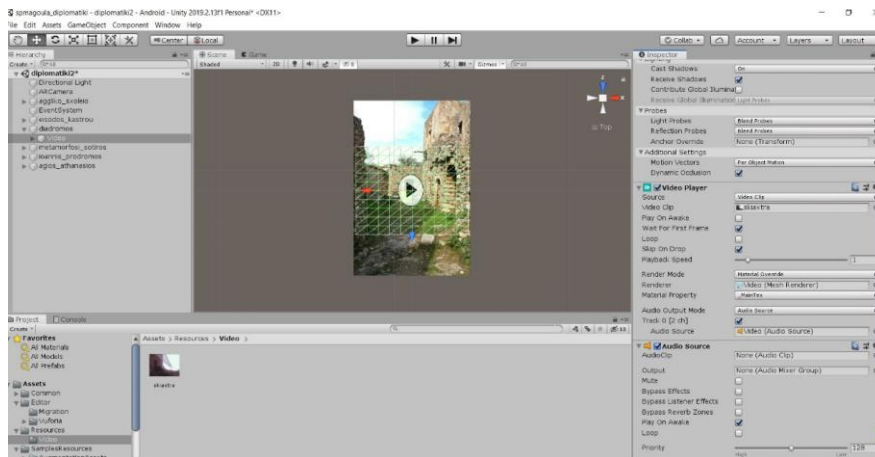
Εικόνα 110. Import video

Από το sample resources – scenes επιλέγουμε το 3 image targets το video και το μεταφέρουμε σαν “παιδιά” (children’s) στην εικόνα στόχο diadromos. Σβήνουμε έπειτα το scenes. Για να λειτουργήσει, θα χρειαστεί να έχουμε διατηρήσει το EventSystem ειδαλλως δεν θα εμφανίσει το video ή τα κουμπιά αυτού.



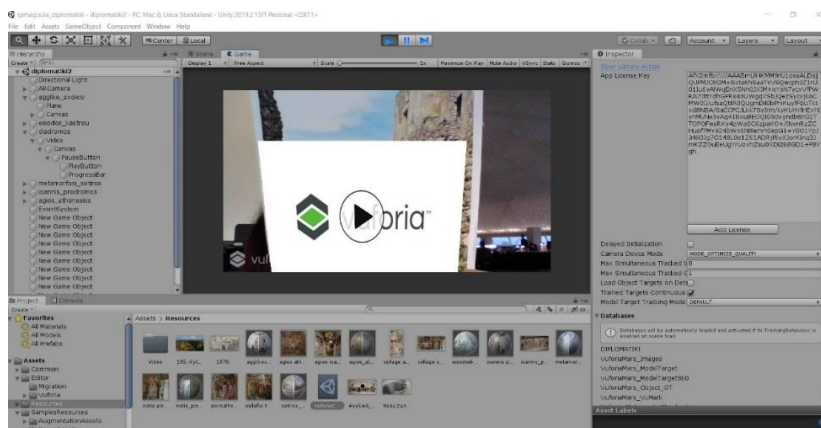
Εικόνα 111. 3-image target

Πατάμε πάνω στο video όπου παρατηρούμε την εικόνα - στόχο να προβάλλεται πίσω από αυτή (εικόνα 107)

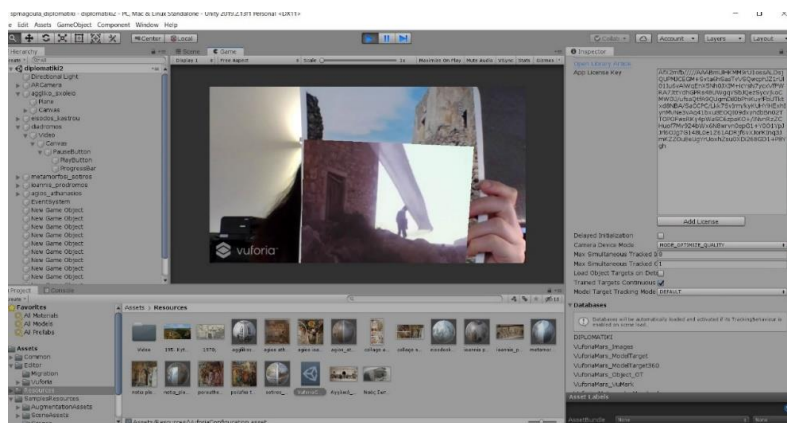


Εικόνα 112. Video

Κάνουμε τις αναγκαίες ρυθμίσεις όπως περιστροφή και μεταβολή του μεγέθους. Παρατηρούμε ότι το βίντεο έχει “ανέβει” (upload) στα resources. Εκεί δημιουργούμε νέο φάκελο (create folder) και εντάσσουμε το video μας. Στις ρυθμίσεις πηγαίνουμε στο inspector σέρνοντας το στο video player - video clip . Στο video player θα επιλέξουμε “wait for the first frame” και “skip on drop”. Τέλος στο audio source επιλέγουμε “play on awake”. Έχοντας ρυθμίσει τις παραμέτρους δοκιμάζουμε να δούμε, αν λειτουργεί. Εάν το βίντεο δεν ξεκινήσει θα πρέπει να γίνει επανέλεγχος στο inspector – Vuforia configuration – app licence key. Κάποιες φορές χρειάζεται να επαναληφθεί η διαδικασία αντιγραφή - επικόλληση του licence key από το Vuforia.



Εικόνα 113. Video – Vuforia



Εικόνα 114. Video test

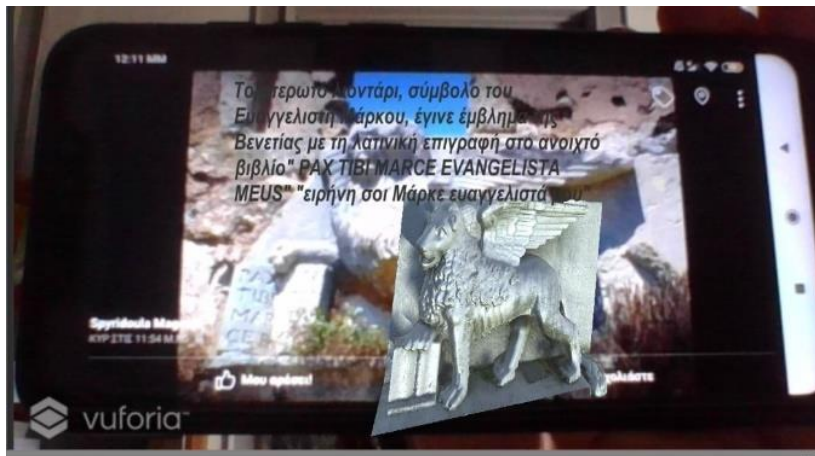
3.7. Χρήση 3d μοντέλου

Για τη διατριβή χρησιμοποιήθηκε ένα έτοιμο 3d μοντέλο του λέοντα της Βενετίας, το οποίο κατεβάσαμε (download) από το <https://sketchfab.com/>.



Εικόνα 115. Venetian Lion

Αρχικά εισαγάγουμε (import) το obj του μοντέλου στο Unity σέρνοντάς το μέσα στα assets. Ακολούθως, συμπληρώσαμε εκεί την εικόνα (JPEG) με την υφή επάνω στο material που δημιουργήσαμε. Στο albedo σύραμε την εικόνα με το μοντέλο να είναι πλέον έτοιμο. Το obj αρχείο θα πρέπει υποχρεωτικά να οριστεί "παιδί" του image target με το αντίστοιχο όνομα (ενετικός λέων), το οποίο θα συνοδεύεται από το canvas που θα περιλαμβάνεται στο text. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το αποτέλεσμα, όπως εμφανίστηκε στη συσκευή μας κατά την διάρκεια των δοκιμών.

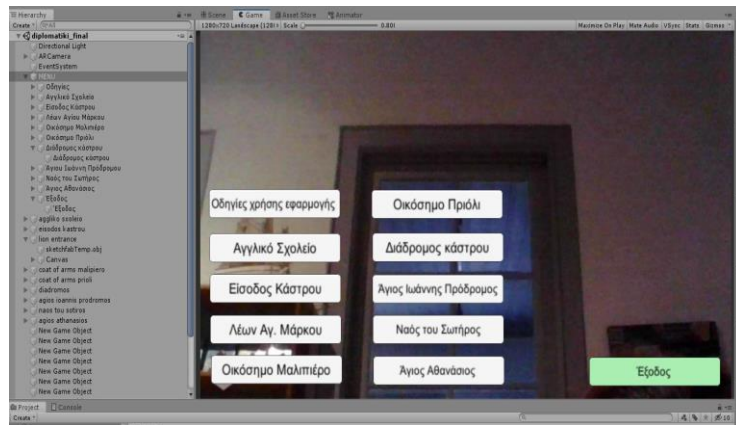


Εικόνα 116. Venetian Lion test -Vuforia

3.8. Περιβάλλον διεπαφής (USER EXPERIENCE)

Για την εφαρμογή σχεδιάστηκε UI (User Interface), με σκοπό να διευκολύνει τον χρήστη στις εναλλαγές οθονών (dialogs). Το UI σχεδιάστηκε με γνώμονα να είναι απλό και κατανοητό ως προς τη χρήση του. Πριν την έναρξη των εργασιών έπρεπε να ορίσουμε πόσες οθόνες θα έχουμε, πώς θα συνδέονται μεταξύ τους, καθώς και ποιο θα είναι το περιεχόμενο που θα εμφανίζεται. Για να το επιτύχουμε, αυτό χρησιμοποιήσαμε μια σειρά εντολών. Για τη δημιουργία του βασικού μενού ακολουθήσαμε τα παρακάτω βήματα:

Πρώτα πήγαμε Game object – UI – canvas. Μέσα στο canvas θα τοποθετήσαμε τα κουμπιά μας. Στη συνέχεια επιλέξαμε στο Game object – UI – button – μετονομάζοντας το button όπως επιθυμούσαμε (για παράδειγμα Start, credits). Εκεί κάναμε duplicate αναλόγως πόσα κουμπιά θα χρειαζόμασταν και στη συνέχεια τα μετονομάσαμε αντίστοιχα. Για να γνωρίζει ο χρήστης ποιο κουμπί έχει πατήσει και η διεπαφή να γίνεται καλύτερη αποφασίστηκε το κουμπί το οποίο πατιέται κάθε φορά να αλλάζει χρώμα. Για να το επιλέξουμε πηγαίνουμε hierarchy – button και αλλάζουμε χρώματα στα highlighter color και pressed color.

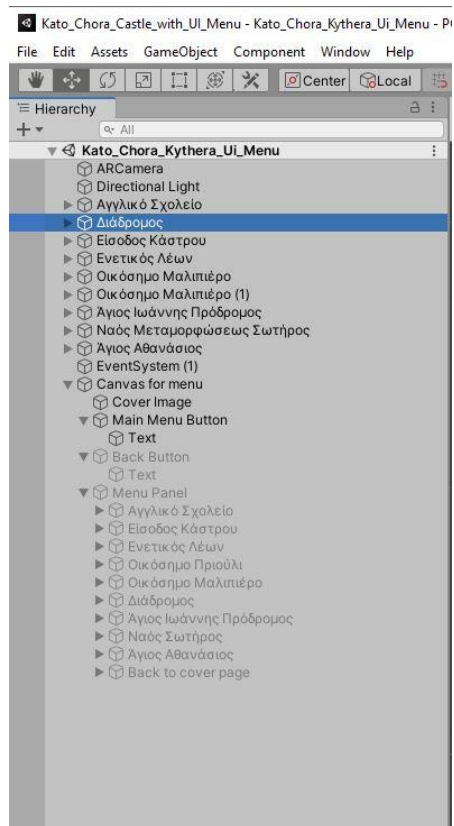


Εικόνα 117. UI test. Η φωτογραφία προέρχεται από τους πρώτους πειραματισμούς που πραγματοποιήθηκαν

Για το σχεδιασμό του UI main menu μας δημιουργήσαμε ένα canvas. Εκεί θα έχουμε ως children's τα εξής:

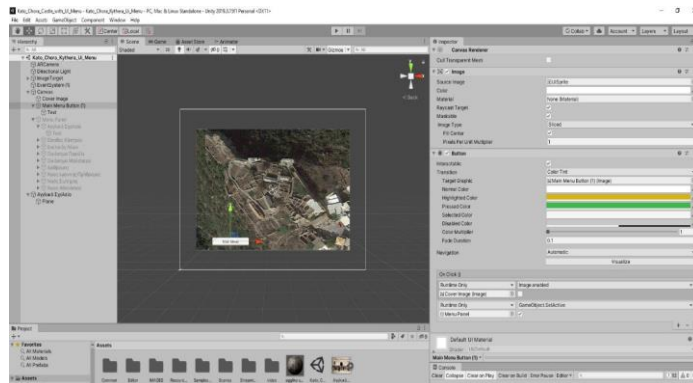
- Το cover page της εφαρμογής μας
- Main menu button
- Informations
- Quit
- Menu panel με όλες τις εικόνες στόχους μας, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και το back button

Για τη δημιουργία κουμπιών πηγαίνουμε Hierarchy – UI – button.



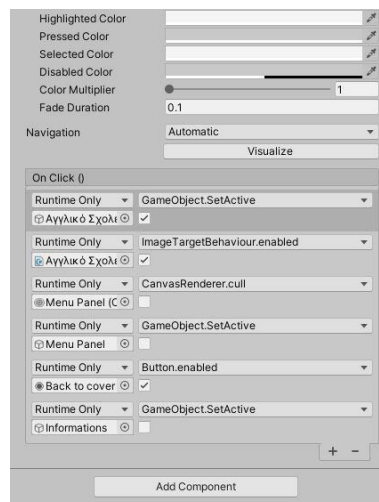
Εικόνα 118. Hierarchy – Buttons

Κάθε κουμπί (button) προαπαιτεί μια σειρά εντολών για να λειτουργήσει. Σε αυτήν την περίπτωση επιλέγουμε το main menu. Προχωράμε στο Inspector – on click και δίνουμε τις εντολές, όπως απεικονίζονται παρακάτω.



Εικόνα 119. Main menu button

Στο menu panel, όπου έχουμε το βασικό μας menu, χρειάζεται να δώσουμε μια σειρά διαφορετικών εντολών στο κάθε κουμπί, ούτως ώστε να δίνεται η διαφορετική λειτουργία που θέλουμε.



Εικόνα 120. On click

Η έξοδος από την εφαρμογή πραγματοποιείται με το κουμπί Quit. Επειδή δεν υπάρχει διαθέσιμο script στη βιβλιοθήκη του Unity, έπρεπε να προσθέσουμε ένα script component γράφοντας τον παρακάτω κώδικα:

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

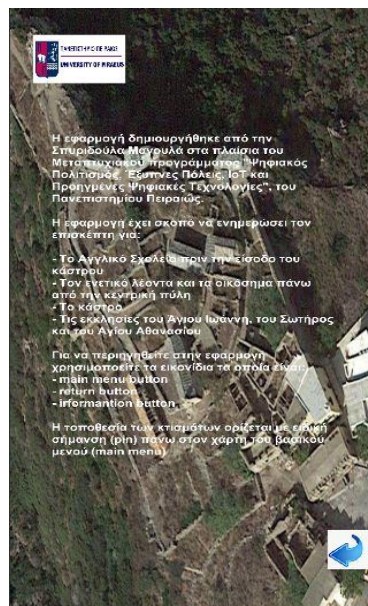
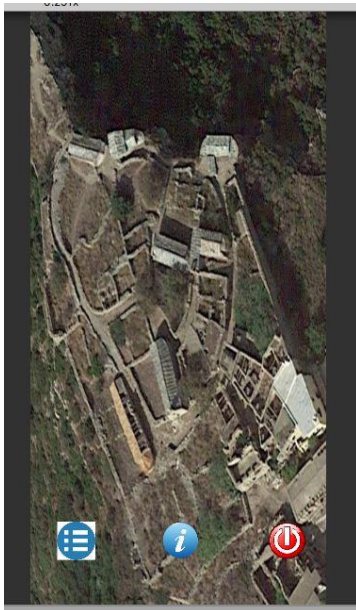
```

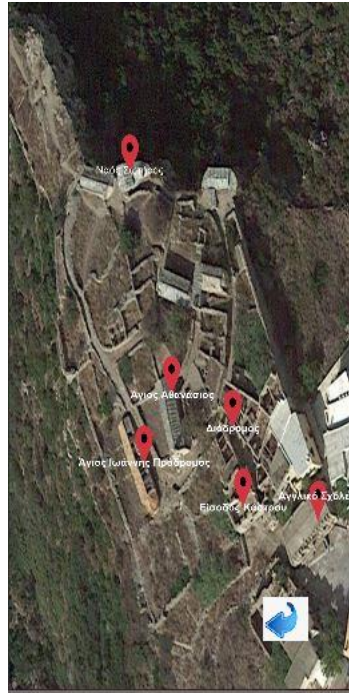
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class quit_1 : MonoBehaviour
{

public void Quit()
{
Debug.Log("has quit game");
Application.Quit();
}
}

```





Εικόνες 121 - 124 Από το main menu στην Vuforia Scene

Προτού γίνει export η εφαρμογή μας, δοκιμάζουμε στο Game, αν λειτουργεί, όπως επιθυμούμε, διαφορετικά εξετάζουμε ξανά βήμα προς βήμα τις ενέργειες που εκτελέσαμε πραγματοποιώντας όπου χρειάζεται αλλαγές. Για να κάνουμε export, επιλέγουμε File – Build με το τελικό αρχείο που θα προκύπτει να είναι APK. Για να κοινοποιηθεί από το Unity στην συσκευή μας, υπάρχουν δύο τρόποι. Ο πρώτος είναι να ανέβει στο play store της Google όπου θα μπορεί κάθε χρήστης να την κατεβάσει στο κινητό του. Επιπροσθέτως, όταν προσπαθήσαμε να κάνουμε τη διαδικασία, μας ζητήθηκε ένα εφάπαξ ποσό εγγραφής (25\$). Η δεύτερη επιλογή είναι αυτή που τελικά χρησιμοποιήσαμε. Δημιουργήσαμε ένα QR code, τον οποίο συνδέσαμε με το Google Drive. Όταν ο χρήστης σκανάρει τον κωδικό, θα οδηγείται εκεί και θα μπορεί να κατεβάσει την εφαρμογή.



QR εφαρμογής

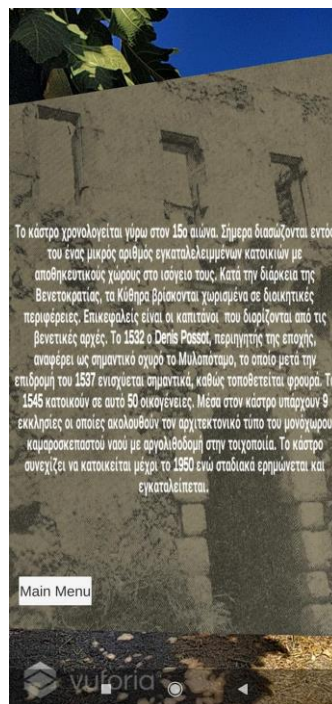


QR εικόνων στόχων

3.9 Δοκιμή της εφαρμογής



Εικόνα 125. Το περιεχόμενο της εφαρμογής όπως προβάλλεται μπροστά από την εικόνα στόχο που έχουμε ορίσει



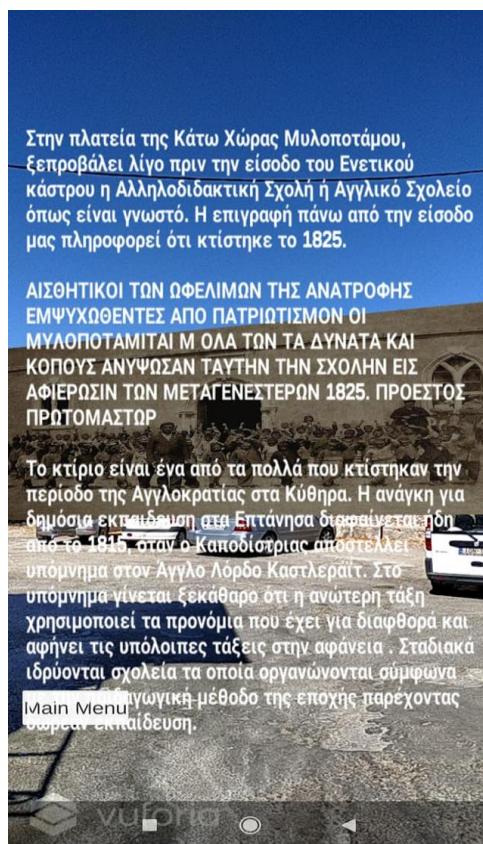
Εικόνα 126. Επαυξημένο περιεχόμενο



Εικόνα 127. Δοκιμή της εφαρμογής



Εικόνα 128. Αγγλικό Σχολείο πριν την επαύξηση περιεχομένου



Εικόνα 129. Αγγλικό Σχολείο με επαύξηση περιεχομένου

3.10. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και μελλοντική εργασία

Μια εφαρμογή έχει διάρκεια στον χρόνο όταν ο επισκέπτης αποκομίζει καλή εμπειρία από αυτή. Στη δική μας περίπτωση αποβλέπουμε το περιεχόμενο να εμπλουτίζεται συνεχώς, ενώ σε μελλοντικό χρόνο σχεδιάζουμε να εντάξουμε και άλλα μνημεία του νησιού. Οι δυνατότητες που θα μπορούσαν να προστεθούν είναι δυνατό να αναπτυχθούν σε ένα ευρύτερο φάσμα δυνατοτήτων όπως:

- Αφήγηση με χρήση 3d χαρακτήρων σε γλώσσες και πέραν της ελληνικής, καθώς επίσης και τη νοηματική
- Δημιουργία και χρήση 3d χάρτη της περιοχής
- Πρόσβαση σε ΑΜΕΑ και ηλικιωμένους κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές όπου χρειάζεται (απλουστευμένο λεξιλόγιο, προσαρμογή γραμματοσειρών, ηχητική ξενάγηση και πληροφόρηση)
- Εμπλουτισμός του παρόντος υλικού με περισσότερα κείμενα, εικόνες και βίντεο
- Προσθήκη 360° φωτογραφιών και βίντεο από το εσωτερικό των εκκλησιών
- Στοχευμένο περιεχόμενο για εκπαιδευτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.
- Διαδραστικά παιχνίδια για εξοικείωση με τη λαϊκή τέχνη και παράδοση.

Με αυτόν τον τρόπο καταγράφονται, συγκεντρώνονται και παράλληλα διασώζονται ψηφιακά όλες οι πληροφορίες τους, ενώ παράλληλα γίνονται διαθέσιμες προς κάθε ενδιαφερόμενο. Για την επίτευξη των παραπάνω αποβλέπουμε σε συνεργασία με τοπικούς φορείς, το Δήμο και την ΕΦΑ.

Συμπεράσματα

Τα τεχνολογικά επιτεύγματα του 21^{ου} αιώνα άλλαξαν σε σημαντικό βαθμό τα μέχρι πρότινος δεδομένα στους φορείς και τους χώρους πολιτισμού, αφού έχουν καταστεί σε μεγάλο βαθμό αναπόσπαστο μέρος τους. Σήμερα ένα διευρυμένο φάσμα διαφόρων τεχνολογικών μέσων χρησιμοποιείται παγκοσμίως προσφέροντας εργονομία και διαδραστική εμπειρία για κάθε επισκέπτη και ερευνητή που τα χρησιμοποιεί. Εικόνες, οπτικοακουστικά μέσα και κείμενα προβάλλονται εικονικά ή επαυξημένα σε μια οθόνη, προκαλώντας ερεθίσματα και αποδίδοντας, με όσο πιο κατανοητό τρόπο γίνεται, το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται κανείς. Με τη χρήση των πολυμέσων αυτών, ακόμα και ο πλέον πιο απομακρυσμένος αρχαιολογικός τόπος μπορεί να επαναασυνηθεί στον επισκέπτη.

Καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνάς μας, μελετήσαμε έννοιες που αφορούν τη διαχείριση ψηφιακών εργαλείων και το πολυεπίπεδο βάθος που προσφέρουν. Με παραδείγματα από την ψηφιοποίηση, τη συντήρηση και την αποκατάσταση μνημείων παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, εξετάσαμε τα οφέλη αυτών. Η χρησιμότητά τους έγκειται στο πλαίσιο εφαρμογής τους, δηλαδή στη μελέτη του υλικού χωρίς να αλλοιωθεί το πρωτότυπο, στην εύκολη αναπαραγωγή και προβολή τους στα πλαίσια των εκθέσεων, καθώς επίσης και την απομακρυσμένη πρόσβαση από αυτά. Στη διαδεδομένη χρήση της τεχνολογίας στους χώρους πολιτισμού επενέργησαν θετικά οι εμπειρίες και οι δυνατότητες που προσφέρουν. Απόρροια στην ευρεία χρήση των ψηφιακών μέσων και συσκευών στους χώρους πολιτισμού αποτελεί το γεγονός ότι μεγάλη μερίδα του πληθυσμού είναι εξοικειωμένη με την τεχνολογία. Οθόνες αφής, βιντεοπροβολές, QR κωδικοί και παιχνίδια εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας είναι αρκετά συνηθισμένα.

Με τα τεχνολογικά μέσα να βρίσκονται συνεχώς υπό εξέλιξη, στην παρούσα διατριβή μας απασχόλησε μια αναδυόμενη τεχνολογία, η οποία συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο. Το Augmented Reality και η αξιοποίησή του σε εξωτερικούς χώρους αποτελεί πρόκληση, αφού θα πρέπει να προβλεφθούν από τον δημιουργό πιθανά σφάλματα που μπορεί να προκύψουν, όπως είναι η απουσία μέρους ή και ολόκληρου του περιεχομένου. Ωστόσο, όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3, δεν είναι αποτρεπτική η χρήση του ιδιαίτερα όταν έχουν πραγματοποιηθεί επανειλημμένα δοκιμές κάτω από διαφορετικές συνθήκες με τη περίπτωση σφάλματος να είναι μικρή.

Η επιλογή της προτεινόμενης εφαρμογής βασίστηκε στο γεγονός ότι είναι διαφορετικός ο τρόπος προσέγγισης και διαμοιρασμού της πληροφορίας, αφού δύναται να παρουσιάσει έναν αρχαιολογικό χώρο χωρίς να τον αλλοιώσει φυσικά, προσθέτοντας επαυξημένα τα ελλείποντα στοιχεία – σε αυτήν την περίπτωση το ιστορικό πλαίσιο και μέρος των ευρημάτων - δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο το ιστορικό κάδρο αφήγησης. Η επιλογή της πλατφόρμας Unity προτάθηκε, αφού μπορεί να υποστηρίξει διαφορετικούς τύπους αρχείων, είναι συμβατή με υπολογιστές και κινητά, προσφέροντας ευελιξία στον δημιουργό, γεγονός που επιτρέπει τη μελλοντική προέκταση της εφαρμογής.

Οι απαιτήσεις των σύγχρονων επισκεπτών σε χώρους πολιτισμού, η αξιοποίηση υπάρχουσας συσκευής και η εναλλακτική πρόταση επικοινωνίας της γνώσης μέσω ψηφιακών πρακτικών, η προσφορά μιας διαδραστικής εμπειρίας που βασίζεται στις ανθρώπινες αισθήσεις και το μικρό κόστος υλοποίησής της κάνουν, εφικτή την πρότασή μας. Η τεχνολογική εξέλιξη έρχεται, για να μας υπενθυμίσει ότι είναι εδώ ως ένας κινητήριος

μοχλός που μπορεί να δώσει μια διαφορετική διαφαινομενική πραγμάτευση στις θεωρητικές επιστήμες και να δημιουργήσει μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ πολιτισμού και τεχνολογίας.

Νομοθετήματα – Αποφάσεις

Νόμος 1416/1984 - ΦΕΚ 18/Α/21-2-1984: *Τροποποίηση και συμπλήρωση διατάξεων της Δημοτικής και κοινοτικής νομοθεσίας για την ενίσχυση της αποκέντρωσης και την ενδυνάμωση της τοπικής αυτοδιοίκησης.*

Προεδρικό Διάταγμα 272/85 - ΦΕΚ: 101/Α/28.05.1985: *Οργάνωση και αρμοδιότητες του Νομικού Προσώπου Δημοσίου Δικαίου, με την επωνυμία "Επιτροπή Εγχώριας Περιουσίας.*

Προεδρικό Διάταγμα 138/2004 - ΦΕΚ: 99/Α/20.05.2004: *Προσαρμογή διατάξεων του Π.Δ. 272/1985: Οργάνωση και αρμοδιότητες του Νομικού Προσώπου Δημοσίου Δικαίου με την επωνυμία "Επιτροπή Εγχώριας Περιουσίας Κυθήρων και Αντικυθήρων"» σε αυτές του Ν. 2539/1997 «Συγκρότηση της Πρωτοβάθμιας Τοπικής Αυτοδιοίκησης» και ρύθμιση των οργανωτικών και λειτουργικών σχέσεων του Δήμου Κυθήρων και της Κοινότητας Αντικυθήρων με την Επιτροπή Εγχώριας Περιουσίας.*

Υπουργική Απόφαση - ΦΕΚ: 28Α/26-2-1922: *Περί κηρύξεως προεχόντων Βυζαντινών μνημείων.*

Υπουργική Απόφαση - ΦΕΚ: 58Α/11-3-1925: *Οριοθέτηση αρχαιολογικού χώρου Κάστρου Χώρας Κυθήρων, Νήσου Κυθήρων.*

Υπουργική απόφαση - ΦΕΚ: 582/Β/17-9-1986: *Κήρυξη δημοτικού κτίσματος Κοινότητας Μυλοποτάμου Κυθήρων ως ιστορικού διατηρητέου μνημείου.*

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αρβανίτης, Κ. 2004. «Ψηφιακό, Εικονικό Κυβερνομουσείο ή Δικτυακό μουσείο; Αναζητώντας όρο και ορισμό» στο Δασκαλοπούλου, Σ. και Μπούνια, Α., και Νικονάνου, Ν. και Μπακογιάννη, Σ. (επιμ.), *Πρακτικά. Μουσείο, Επικοινωνία και Νέες Τεχνολογίες. Πρώτο Διεθνές Συνέδριο Μουσειολογίας, Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 31 Μαΐου – 2 Ιουνίου 2002*, Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου, σσ. 183-192).
- Cohen, L. and Manion, L. 1997. *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*, (μτφρ.) Χρυσούλα Μητσοπούλου και Μάνια Φιλοπούλου Αθήνα: Έκφραση.
- Δημητριάδης Σ., Πομπόρτσης Α., Τριανταφύλλου Ε., (2004). *Τεχνολογία Πολυμέσων, θεωρία και πράξη*, Εκδόσεις Τζιόλα
- Μαλτέζου, Χ. 1989. *Τò Χρονικό του Χειλά. Κοινωνικά και ιδεολογικά προβλήματα στα Κύθηρα τόν 15ο αί..* Βυζαντινά Σύμμεικτα, 8, 15-25.
- Πατιάς, Π. 1991. *Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Παπαϊωάννου, Γ. και Στεργιάκη, Α. 2013. *Σχολείο – Μουσείο – Ψηφιακός κόσμος. Σύθεση ψηφιακού μουσειακού χώρου με συνεπιμέλεια μαθητών και εκπαιδευτικών*, Ρόδος: Εκδόσεις Σχολικής Βιβλιοθήκης Γυμνασίου Ιαλυσού.
- Παπαγεωργίου, Β. 2017. «Πολιτιστικοί οργανισμοί και μουσεία στον κυβερνοχώρο: μορφές κυβερνοπολιτισμού και όψεις των μετασχηματισμών τους στη σύγχρονη Ελλάδα», στο 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψηφιοποίησης Πολιτιστικής Κληρονομιάς – 2017, Πρακτικά Συνεδρίου, Βόλος 1-3 Δεκεμβρίου 2017, Βόλος: Δίκτυο Περραιβία, σσ. 579-588.
- Σωτηρίου, Γ. «Μεσαιωνικά Μνημεία Κυθήρων», *Κυθηραϊκή Επιθεώρησης* (1923), σ. 331-332.
- Στεφανάκης Ε., 2010, Βάσεις γεωγραφικών δεδομένων και συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, Αθήνα, Παπασωτηρίου
- Νικολαΐδου, Σ. και Γιακουμάτου, Τ. 2001. *Διαδίκτυο και διδασκαλία. Ένας οδηγός για κάθε ενδιαφερόμενο και πολλές προτάσεις για τους φιλολόγους*, Αθήνα: Κέδρος.
- Τσίγκας Ε., 2016, Ο ρόλος της ψηφιακής τεχνολογίας στην οργάνωση και το σχεδιασμό του χώρου, Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα
- Φίλιας, Β. 2005. *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία και τις Τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών*, Αθήνα: Gutenberg.
- Φώτης Γ., 2010, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Αθήνα, Γκοβόστη

- Χάρου, Ε. 2010, Η καστροπολιτεία του Μυλοποτάμου στο Ιερά Μητρόπολις Κυθήρων και Αντικυθήρων. Αφιέρωμα Εορτολόγιον 2010.

Ξένα βιβλιογραφία

- Ambrose, T. & C. Paine, 1993. *Museum basics*. Second edition. – London/New York, Routledge
- Baillie-de Byl, P. 2012. *Holistic game development with Unity: An all-in-one guide to implementing game mechanics, art, design, and programming*. Waltham, MA: Focal Press.
- Boylan, P. J. 2004. *Running a museum: a practical handbook*. Paris: International Council of Museums, ICOM.GFDX
- Burrough P.A., 1987, Principles of geographical information systems for land resource assessment, Oxford University Press.
- Camp, R., Sinton, D., & Knight, R. (1997). Viewsheds: A Complementary Management Approach to Buffer Zones. *Wildlife Society Bulletin* (1973-2006), 25(3), 612-615. Retrieved June 13, 2021, from <http://www.istor.org/stable/3783509>
- Coppock J. T. and Rhind D. W., 1991, The History of GIS, In D. J. Maguire, M. F. Goodchild, & D. W. Rhind (editors), *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (Vol. 1). Harlow, U.K.: Longman Group. pp. 21-43.
- Chatzēdakēs, M., Bitha, I., Turner, D., & Hardy, D. (2003). *Corpus of the Byzantine wall-paintings of Greece: the Island of Kythera*. Athens: Academy of Athens.
- Economou, M. i Pujol, L. 2011, *Evaluating the use of virtual reality and multimedia applications for presenting the past*. A Styliaras G. D., Koukopoulos, D and Lazarinis F. (Eds.), "Handbook of Research on Technologies and Cultural Heritage: Applications and Environments", New York: IGI Global.
- Ellis, S.R. 1993. Prologue. In S.R. Ellis, M. Kaiser and A.J. Grunwald (eds.): *Pictorial Communication in virtual and real environments*, Taylor and Francis.
- ESRI, 2002, 3D Analyst White Paper, Redlands, CA, USA
- Gigante, M.A. 1993. *Virtual Reality: definitions, history and applications*. In R.A. Earnshaw, M.A. Gigante, H. Jones (eds.): *Virtual Reality Systems*.
- Lake, I., Lovett, A., Bateman, I., & Langford, I. (1998). Modelling environmental influences on property prices in an urban environment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 22, 121-136.
- Leontsinis, N. G. 1987, *The island of Kythera. A social history (1700 – 1863)*. Athens: National and Capodistrian University of Athens. Faculty of Arts
- Maltezos, Ch. 1980. A Contribution to the Historical Geography of the island of Kythira during the Venetian Occupation in *Charanis Studies, Essays in Honor of Peter Charanis*, Rutgers University Press, σ. 151-175.

- Milgram, Paul, and Fumio Kishino. 1994 "A taxonomy of mixed reality visual displays." *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* 77.12 (1994): 1321-1329
- Moreno.Y.J. Santagata, W, Tabassum, A. 2004, "Material Cultural Heritage, Cultural Diversity and Sustainable Development", Presented at *The 13th International Conference on Cultural Economics*, University of Illinois at Chicago.
- Schmalstieg, D., & Höllerer, T. 2016. *Augmented reality: Principles and practice*. Boston etc.: Addison-Wesley.

Δικτυογραφία

- Ανασκαφή, "Βηρυτός-έκρηξη: Εξήντα ιστορικά κτίρια κινδυνεύουν με κατάρρευση, προειδοποιεί η UNESCO", [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: https://anaskafi.blogspot.com/2020/08/unesco.html?fbclid=IwAR2KViYaLEYwvxes_zB-uVWotkFvZ6u8ikh16fJ9W94cV4TTtgqLH3gGCKSc (ημερ. τελ. προσβ. 10/8/2020).
- ΗΡΟΔΟΤΟΣ, Ίστορία (1.81.1-1.83.1). [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=2&page=4 (ημερ. τελ. προσβ. 10/12/2020).
- Αριστοτέλης, Περί Χρωμάτων. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.physics.ntua.gr/mourmouras/greats/aristoteles/peri_xromaton.html (ημερ. τελ. προσβ. 19/12/2020).
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2018, March 19). Science Museum. Encyclopedia Britannica. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.britannica.com/topic/Science-Museum-London> (ημερ. τελ. προσβ. 19/12/2020).
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2018, March 19). Natural History Museum. Encyclopedia Britannica. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.britannica.com/topic/Natural-History-Museum-London> (ημερ. τελ. προσβ. 20/11/2020).
- Διαλέτη, Α., Πλακωτός, Γ., Πούπου, Α., 2015. Ιστορία της Βενετίας και της βενετικής αυτοκρατορίας, 11ος-18ος αι.. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://hdl.handle.net/11419/1854> (ημερ. τελ. προσβ. 20/11/2020).
- Δόδουρας, Στ., Λυρατζάκη, Ειρ. 2016. *Καταγραφή και Αξιολόγηση των Πολιτιστικών Χαρακτηριστικών Κυθήρων και Αντικυθήρων*. Αθήνα: Μεσογειακό Ινστιτούτο για τη Φύση και τον Άνθρωπο / MedINA. Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://med-ina.org/wp-content/uploads/2021/01/Kythera-Cultural-Rapid-Assessment.pdf> (ημερ. τελ. προσβ. 20/11/2020).

- Encyclopedia of Information Science and Technology, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.igi-global.com/dictionary/the-challenges-of-digital-museum/43209> (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020)
- Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: https://www.searchculture.gr/aggregator/edm/pandektis_eraldika/000081-10442_45247 (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020)
- Ησίοδος, Θεογονία [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=2&page=4 (ημερ. τελ. προσβ. 10/8/2020).
- Ιωαννίδης, Σ., “Ερευνητικό πρόγραμμα για το Τέμενος Βαγιαζήτ”, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.kathimerini.gr/1064817/article/politismos/eikastika/erevnhitiko-programma-gia-to-temenos-vagiazht> (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020)
- Ιστορικά Στοιχεία και Νομικό Καθεστώς, Ανακτήθηκε από <https://www.eghorios.gr/istoria/> (ημερ. τελ. προσβ. 30/12/2020).
- LSJ, greek-language.gr, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/tools/liddell-scott/search.html?lq=%CE%BA%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%89 (ημερ. τελ. προσβ. 19/1/2020)
- Λέπουρας, Γ., Αντωνίου, Α., Πλατής, Ν., Χαρίτος, Δ., 2015. Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://hdl.handle.net/11419/2546> (ημερ. τελ. προσβ. 19/1/2020)
- Marto, A. “ Testing SensiMAR in Conimbriga”, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://anabelamarto.github.io/post/sensimar-02/> (ημερ. τελ. προσβ. 2/8/2020)
- Μαλλούχου Tufano, Φ., 2016. Προστασία και Διαχείριση Μνημείων. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://hdl.handle.net/11419/6466> (ημερ. τελ. προσβ. 2/8/2020)
- Μιχαλόπουλος, Ν. Χ. (χ.η.). Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας 1 – Συγγραφή επιστημονικής εργασίας: Σχέδια έρευνας: περιγραφική, διερευνητική ή συσχετιστική και πειραματική, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/KOM04364/2.%20%CE%9C%CE%B9%CF%87%CE%B1%CE%BB%CF%8C%CF%80%CE%BF%CF%85%CE%B%CE%BF%CF%82%2C%20%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%B1%20%CE%AD%CF%81%CE%B5%CF%85%CE%BD%CE%B1%CF%82%2C%20%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AE%2C%20%CF%83%CF%85%CF%83%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CF%80%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE.pdf> (ημερ. πρόσβασης 04-05-2020).

- Μουστάκας Κ., Παλιόκας Ι., Τσακίρης Α., Τζοβάρας Δ., “Έπαιξημένη πραγματικότητα”, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: http://repfiles.kallipos.gr/html_books/50/Chapter_10/index.html (ημερ. τελ. προσβ. 9/2/2020).
Natura 2000 - Environment - European Commission. (2000). European Commission. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm (ημερ. τελ. προσβ. 20/3/2021).
- Παπαθεωδόρου, Θ.Σ. 2005. Οδηγός καλών πρακτικών για την Ψηφιοποίηση και τη Μακροπρόθεση Διατήρηση Πολιτιστικού Περιεχομένου. Πρακτικές οδηγίες και καλές πρακτικές, [pdf], [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: http://digitization.hpclab.ceid.upatras.gr/Odhgos_kalwn_praktikwn1.0.pdf (ημέρ. πρόσβασης 04-05-2020).
- Πύλη για την Ελληνική γλώσσα, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/search.html?lq=%CE%BA%CE%B1%CF%80%CE%B5%CF%84%CE%AC%CE%BD&sin=all (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020)
- Stoughton, I. “The battle to save Beirut's beautiful buildings”, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.bbc.com/culture/article/20200820-beirut-explosion-the-battle-to-save-the-citys-buildings?fbclid=IwAR0x8Rg9PyurqAn5dWqYnZhm1IXRQ-cjvei2L9YLUSvogw9ULPyyWrML8h8> (ημερ. τελ. προσβ. 21/8/2020)
- Virtual Reality Society, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020)
- Τζαβέλλα, Α. “Μιχάλης Κόκκινος: Ιδρυτής της Moptil”, Καθημερινή [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.kathimerini.gr/936529/article/ta3idia/proswpa-toy-toyrismoy/mixalhs-kokkinos-idryths-ths-moptil> (ημερ. τελ. προσβ. 2/8/2020)
- Τζαγκαρουλάκη, Χ. Ιστορία Ιονίων Νήσων [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.enosieptanision.gr/el/eptanisa/istoria/184-istoria-ioniwnniswn> (ημερ. τελ. προσβ. 10/12/2020)
- Τσακίρη, Λ. (χ.η.). Εισαγωγή στη Μεθοδολογία Έρευνας [pdf], [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://dpms.csd.auth.gr/stuff/eis-meth-er.pdf> (ημερ. τελευταίας πρόσβασης 20-03-2020).
- Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.culture.gov.gr/el/Information/SitePages/view.aspx?nID=3258> (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020).
- Φουντάς, Σ., Γέμτος, Θ., 2015. Γεωργία ακριβείας. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://hdl.handle.net/11419/2670> (ημερ. τελ. προσβ. 4/7/2020).
- UC San Diego Library Digital Collections, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://library.ucsd.edu/dc/object/bb3930343s> (ημερ. τελ. προσβ. 20.8.2020).
- UN News, [online], Διατίθεται στη διεύθυνση:

<https://news.un.org/en/story/2020/05/1064362> (ημερ. τελ. προσβ. 30.7.2020)

Παράρτημα εικόνων

Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία κάστρου Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου. Η φωτογραφία έχει προέλθει από το Google Earth

Εικόνα 2. Διάγραμμα Mixed Reality, Milgram & Kishino Reality-Virtuality

Πηγή: <https://www.researchgate.net/figure/Milgram-and-Kishinos-Reality-Virtuality-Continuum-54-Reproduced-with-permission-of-Paul-fig1-326188647> (τελευταία επίσκεψη 5/2/2020)

Εικόνα 3. Ένας ευφάνταστος τρόπος να αποδώσει κανείς το παραπάνω διάγραμμα των Milgram & Kishino

Πηγή: <https://twitter.com/seeMOUSErun/status/883505116380225536/photo/1> (ημ. Τελευταίας επίσκεψης 3/4/2020)

Εικόνα 4. Εικόνα Μουσείο ΟΤΕ, Κηφισιά, προσωπικό αρχείο

Εικόνα 5. Γυαλιά για προβολή VR video

History Of Virtual Reality. Πηγή: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> (τελευταία επίσκεψη 19/2/2020)

Εικόνα 6. Καθίσματα που κάνουν την εμπειρία του virtual reality ακόμα πιο διαδραστική

Πηγή: <https://images.app.goo.gl/cRqU8toLE2zR9FfFA> (τελευταία επίσκεψη 18/2/2020)

Εικόνα 7. Βιβλίο με προβολή AR περιεχομένου

Πηγή: http://arblog.inqlobetechnologies.com/wp-content/uploads/2011/06/ar_book_2.jpg (τελευταία επίσκεψη 10/2/2020).

Εικόνες 8 – 9. Η Augmented Reality εφαρμογή Pokemon GO έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής ανάμεσα στους έφηβους

Πηγή: <https://pokemongolive.com/en/post/jan2020-events/>

<https://www.digitalartsonline.co.uk/news/hacking-maker/youll-soon-be-able-use-pokemon-gos-tech-make-your-own-ar-games-experiences/>

Εικόνα 10. Προβολή AR περιεχομένου σε βιβλίο

Πηγή: <https://www.israel21c.org/wp-content/uploads/2018/12/DK-Childrens-Encyclopedia-Read.png> (τελευταία επίσκεψη 15/1/2020).

Εικόνα 11. Το μουσείο Ακρόπολης με επισκέπτες

https://www.omilo.com/wp-content/uploads/2019/10/Acropolis-2_Easy-Resize.com_.jpg (τελευταία επίσκεψη 5/5/2020)

Εικόνα 12. Εκπαιδευτικό πρόγραμμα μουσείου

Πηγή: <https://www.infokids.gr/wp-content/uploads/2017/11/childrens-museum.jpeg> (τελευταία επίσκεψη 5/5/2020)

Εικόνα 13. Δράσεις μουσείου για ενήλικο κοινό – Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο

Πηγή:

https://all4nam.files.wordpress.com/2019/02/51769736_2578782775499608_4450510885244370944_n.jpg?w=776&h=776&crop=1 (τελευταία επίσκεψη 5/5/2020)

Εικόνες 14-17. Διαδικτυακές μάχες μεταξύ μουσείων

Πηγή: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4928370/Two-London-s-biggest-museums-engage-epic-Twitter-war.html> (τελευταία επίσκεψη 26/7/2020)

Εικόνα 18. Εικονική περιήγηση στο Smithsonian National Museum

Πηγή: <http://www.mnh.si.edu/panoramas/> (τελευταία επίσκεψη 10/2/2020)

Εικόνες 19-20. Larnaka Storytelling Statues

Εικόνα 21. Φωτογραφία από το πρόγραμμα περιήγησης του μουσείου σε άτομα τρίτης ηλικίας.

Πηγή: <https://cycladic.gr/page/ikoniki-xenagisi-sto-mousio-kikladikis-technis> (τελευταία επίσκεψη 18/3/2020).

Εικόνα 22. Εικονική περιήγηση στο Μουσείο Μπενάκη

Πηγή: από την ιστοσελίδα του μουσείου

Εικόνα 23. Κάτοψη εικονικής περιήγησης, Μουσείο Λαϊκής Τέχνης Κύπρου, Λευκωσία

Πηγή: Αρχείο Μουσείου Λαϊκής Τέχνης Κύπρου

Εικόνα 24. Φωτογραφία αρχείου κατά την διάρκεια των εργασιών στο Μουσείο Λαϊκής Τέχνης Κύπρου

Εικόνα 25. VR περιήγηση στον αρχαιολογικό χώρο της Χοιροκοιτίας, φωτογραφία Πηγή: από το προσωπικό αρχείο

Εικόνες 26 - 28 Δημιουργία φωτογραμμετρικών μοντέλων, φωτογραφίες από το προσωπικό αρχείο, Cyrgus Institute of Cyrgus

Εικόνα 29. Εικόνες καταστροφής του Μουσείου της Παλμύρας, 2015

Πηγή: <https://www.voanews.com/arts-culture/un-17-world-heritage-sites-arab-world-danger> (τελευταία επίσκεψη 15/4/2020)

Εικόνα 30. Βενετία. Μια άλλη πόλη που έχει πληγεί ανεπανόρθωτα, τόσο από φυσικές καταστροφές (πλημμύρες), όσο και από τον ίδιο τον τουρισμό

Πηγή: <https://www.dw.com/en/after-the-floods-could-venice-lose-its-world-heritage-status/a-51271328> (τελευταία επίσκεψη 15/5/2020)

Εικόνες 31-32. Στο όχι και τόσο μακρινό παρελθόν, το 1943 στην Ρώμη, τα Μουσεία Καπιτωλίου θωρακίζονται με τον φόβο ρίψης βομβών και ολοκληρωτικής καταστροφής των αρχαιοτήτων.

Πηγή: https://www.google.com.cy/search?hl=el-CY&tbs=simg:CAQSrglJZjOX6PX3XwsaogILELCMpwgaYApeCAMSJmqcBJ0EkgScDWyUDLkQwwq2DOAgxTbNK6Uu5DioLus5pi6hKOI5GjCC_10llwgEmIVC5_1xo1xYxQgyOty4Rd08m1I2sD58dCvTQTsekDxWlc68zt1DHCon0gBAwLEI6u_1ggaCgoICAESBEmCrlIAMCxCd7cEJGpwBCh0Kcm1vbm9jaHJvbWxapYj2AwsKCS9tLzAxbXdrZgobCgghtb251bWVudNqIjPYDCwoJL20vMDJsamdsCh8KDGfY2hpdGVjdHVyZdqIiPYDCwoJL20vMDNuZm1xCh0KCnN0b25lIHdhbGzapYj2AwsKCS9tLzBieXNqdwoeCgtjb2JibGVzdG9uZdqIiPYDCwoJL20

[vMDJ0MnpkDA&q=monochrome&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiulO7fo7vqAhWDzKQKHd1IA4gQwg4oAHoECA0QJQ&biw=1354&bih=728#imgrc=o989V3FOIKjObM](https://www.spotlimeapp.com/roma/Lunedì+d%27arte+ai+Musei+Capitolini-Musei+Capitolini-229344125)
<https://www.spotlimeapp.com/roma/Lunedì+d%27arte+ai+Musei+Capitolini-Musei+Capitolini-229344125>

(τελευταία επίσκεψη 1/4/2020)

Εικόνα 33 point cloud του ναού του Bel

Εικόνες 34-35. Αποκατάσταση κεφαλής με χρήση laser scan

Scott (2017) Πηγή: <https://3dprint.com/165423/3d-technology-syrian-artifacts/>

Εικόνα 36. Ψηφιοποίηση της Notre Dame πριν την καταστροφή της

Πηγή: <http://theconversation.com/digital-cathedrals-bringing-notre-dame-de-paris-back-to-life-115867> (τελευταία επίσκεψη 5.4.2020).

Εικόνα 37. Εναέρια φωτογραφία του Εθνικού Μουσείου Βραζιλίας

Photograph: Buda Mendes, Getty Images.

Εικόνα 38. Η φωτογραφία είναι προϊόν φωτογραμμετρίας από εργασία που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού. Αρχαιολογικό Μουσείο Ελευσίνας Αμφορέας του ζωγράφου του Πολύφημου, περ. 660 π.Χ.

Εικόνα 39 Φωτογραφία αρχείου του Joseph M. Khoury

Εικόνες 40 - 41. Φωτογραφίες από το εσωτερικό του τεμένους πριν αυτό καταστραφεί. Η δεύτερη φωτογραφία αποτελεί αυτοψία της αρχαιολόγου Λίλας Σαμπανοπούλου και προέρχεται από το πρωτοπικό της αρχείο λίγες μέρες προτού αυτό καεί. Η φθορά των ξύλων στην σκεπή του κτιρίου είναι ιδιαίτερος έντονος.

Πηγή: <https://www.didymoteicho.gr/el/didymoteicho/mouseia/temenos-vayazid.html> (τελευταία επίσκεψη 10.4.2020)

Εικόνα 42. Η παραπάνω φωτογραφία δείχνει τον τρόπο που σατιριζόταν η έρευνα πριν την έλευση του Google.

Πηγή: <https://owned.com/p/prehistoric-google-10694> (τελευταία επίσκεψη 18.4.2020)

Εικόνες 43-44. Στην πρώτη φωτογραφία η Notre Dame πριν το 1841 και την προσθήκη του τρούλου και στην δεύτερη όταν αυτός προστέθηκε.

Εικόνα 45. Λεπτομέρεια από το αγγείο Francois

Detail of Egisto Sani (photo) François Vase: side B: Theseus and the 11 Athenian youths. Creative Commons CC BY-NC-SA 2.0

Πηγή: Flickr

Εικόνες 46-48. Οικοδόμηση κτιρίων με συμπληρώσεις αρχαίου οικοδομικού υλικού.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 49. Εικονική περιήγηση στο Μουσείο του Λούβρου, Αιγυπτιακή Συλλογή

Πηγή: <http://musee.louvre.fr/visite-louvre/index.html?defaultView=rdc.s46.p01&lang=ENG> (τελευταία επίσκεψη 5/4/2020)

Εικόνες 50-51. Φωτογραμμετρία αντικειμένου

Πηγή: <http://www.cgw.com/Publications/CGW/2017/Volume-40-Issue-1-Jan-Feb-2017-Digital-Antiquities.aspx> (τελευταία επίσκεψη 5/4/2020)

Εικόνα 53. Χάρτης του 16ου αιώνα

Πηγή:

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Kythera_16_century_map_by_Natale_Bonifazio_with_modern_hand_coloring.jpg (τελευταία επίσκεψη 20/3/2020)

Εικόνα 54. Χάρτης Κυθήρων. Από την Βυζαντινή Εποχή έως την Ιόνιο Πολιτεία

Πηγή: <http://www.med-ina.org/Portals/0/Uploads/PriorityArea/Partners/MedINA%20-%20Kythera%20CRA%20report%20v.02.pdf> (τελευταία επίσκεψη 20/3/2020)

Εικόνα 55. Άγιος Δημήτριος, Κύθηρα

Πηγή: Φωτογραφία από το προσωπικό αρχείο

Εικόνα 56. Άποψη του Κάστρου της Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων

Πηγή: Φωτογραφία από το προσωπικό αρχείο

Εικόνα 57. Αγγλικό Σχολείο πριν την είσοδο του κάστρου της Κάτω Χώρας

Εικόνα 58. Επιγραφή πάνω από την είσοδο του Αγγλικού Σχολείου

Εικόνα 59. Σχολείο Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου, 1901, Αρχείο Κοσμά Μεγαλοκονόμου

Εικόνα 60. Οικόσημο οίκου Μαλιπιέρο

Πηγή: https://www.searchculture.gr/aggregator/edm/pandektis_eraldika/000081-10442_45247 (τελευταία επίσκεψη 5/5/2020)

Εικόνα 61. Οικόσημο οίκου Πριούλι

Πηγή: https://www.searchculture.gr/aggregator/edm/pandektis_eraldika/000081-10442_45229 (τελευταία επίσκεψη 5/5/2020)

Εικόνα 62. Ο ενετικός λέων

Πηγή: Φωτογραφία προσωπικού αρχείου

Εικόνα 63. Οι άγιοι Θεόδωροι Τήρων και Στρατηλάτης

Chatzēdakēs, Bitha (2003)

Εικόνα 64. Κτητορική επιγραφή

Chatzēdakēs, Bitha (2003)

Εικόνα 65. Άγιος Ιωάννης ο Θεολόγος, από τον νότιο τοίχο

Εικόνα 66. Απόστολοι. Λεπτομέρεια από το «Πορευθέντες μαθητεύσατε πάντα τα Έθνη»

Εικόνα 67. Η ψηλάφηση του Θωμά

Εικόνα 68. Τα ευρήματα εκτίθενται στο κάτω μέρος της προθήκης με την υπόδειξη μπλε βέλους

Εικόνα 69. Unity

Εικόνα 70. Vuforia

Εικόνα 71. Η εφαρμογή στο κινητό

Εικόνα 72. Το εικονίδιο της εφαρμογής σε μεγέθυνση

Εικόνα 73. Vuforia

Εικόνα 74. Marbox

Εικόνα 75. Augmented Reality navigation

Εικόνα 76. Αποψη της Ακρόπολης των Αθηνών
Εικόνα 77. Αποψη του Πανεπιστημίου Πειραιώς όπως αυτό απεικονίζεται στο Marbox
Εικόνα 78. Καστροπολιτεία Μυστρά
Εικόνα 79. Αποψη του κάστρου της Χώρας Κυθήρων
Εικόνα 80. Κάστρο Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου Κυθήρων
Εικόνα 81. Blender
Εικόνα 82. Το κάστρο Κάτω Χώρας Κυθήρων
Εικόνα 83. Η παλιά πόλη της Λευκωσίας
Εικόνα 84. AR + GPS Location
Εικόνες 85-86 Δημιουργία 3d map
Εικόνες 87-89 Τρισδιάστατη απεικόνιση σε περιβάλλον google earth
Εικόνες 90–91 Προβλήματα εμφάνισης περιεχομένου
Εικόνα 92. Unity SDK
Εικόνα 93. Unity
Εικόνα 94. Player settings
Εικόνα 95. XR settings
Εικόνα 96. Other settings
Εικόνα 97. XR settings - Vuforia Augmented Reality
Εικόνα 98. Android Studio
Εικόνα 99. Vuforia Engine
Εικόνα 100. Target Manager
Εικόνα 101. Target Manager – Diplomatiki
Εικόνα 102. License Manager
Εικόνα 103. Image
Εικόνα 104. Max Tracked Images
Εικόνα 105. Image Target
Εικόνα 106. Plane – Canvas - Text
Εικόνα 107. Text dimensions
Εικόνα 108. Εικονίδια για αύξηση/μείωση μεγέθους
Εικόνα 109. Create material
Εικόνα 110. Import video
Εικόνα 111. 3-image target
Εικόνα 112. Video
Εικόνα 113. Video - Vuforia
Εικόνα 114. Video test
Εικόνα 115. Venetian Lion
Εικόνα 116. Venetian Lion test -Vuforia

Εικόνα 118. UI test. Η φωτογραφία προέρχεται από τους πρώτους πειραματισμούς που πραγματοποιήθηκαν

Εικόνα 113. Hierarchy - Buttons

Εικόνα 119. Main menu button

Εικόνα 120. On click

Εικόνα 121-124 Από το main menu στην Vuforia Scene

Εικόνα 125. Το περιεχόμενο της εφαρμογής όπως προβάλλεται μπροστά από την εικόνα στόχο που έχουμε ορίσει

Εικόνα 126. Επαυξημένο περιεχόμενο

Εικόνα 127. Δοκιμή της εφαρμογής

Εικόνα 128. Αγγλικό Σχολείο πριν την επαύξηση περιεχομένου

Εικόνα 129. Αγγλικό Σχολείο με επαύξηση περιεχομένου

ΧΑΡΤΕΣ



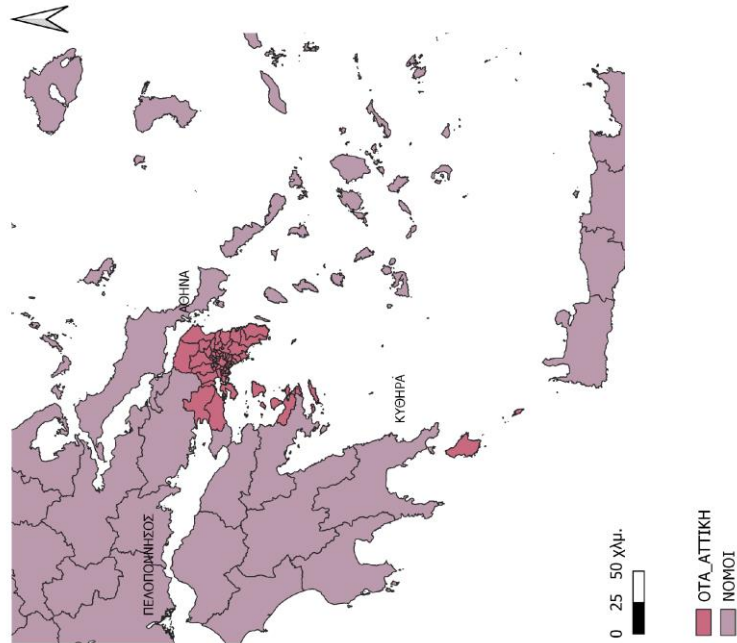
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακός Πολιτισμός: Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος Διπλωματικής:

Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

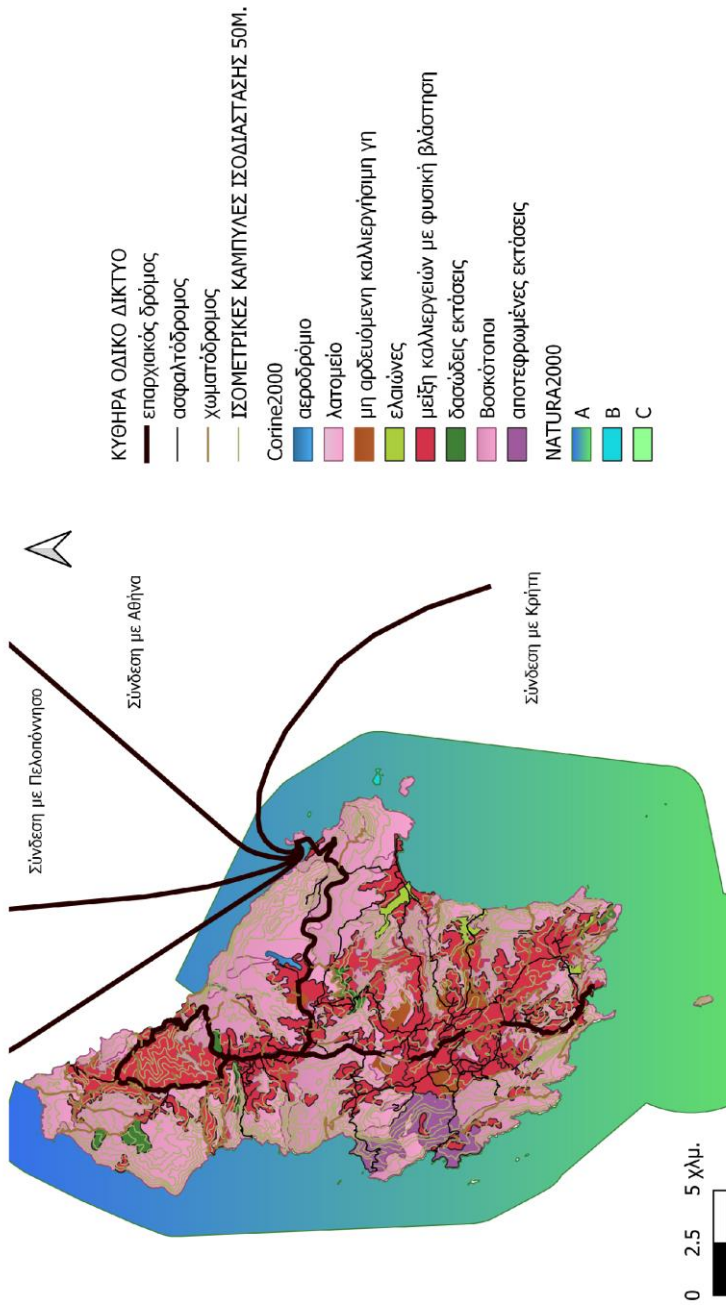
Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythira's Castle

Όνομα/νο φοιτήτρας: Σπυριδούλα Μοραλά
Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτρης Δ. Βέργαδος



Χ1. Χάρτης Ελλάδος. Περιφέρεια Αττικής⁴⁹

⁴⁹ Οι χάρτες δημιουργήθηκαν με το QGIS, ενός δωρεάν λογισμικού συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών.



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος Διπλωματικής: Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythira's Castle

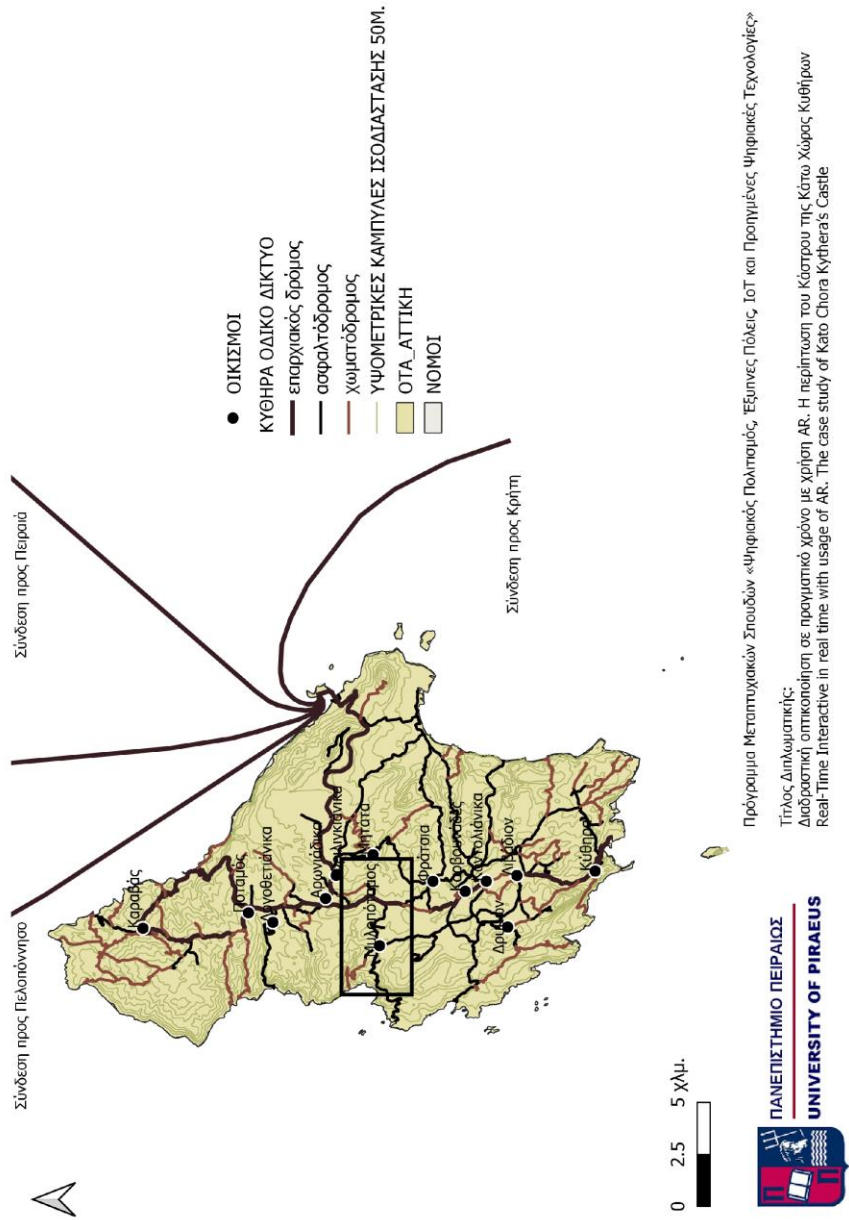
Όνομα φοιτήτριας: Σπυριδούλα Μαργαλιά

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Δ. Βέργαδος



Χ2. Κύθηρα

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων

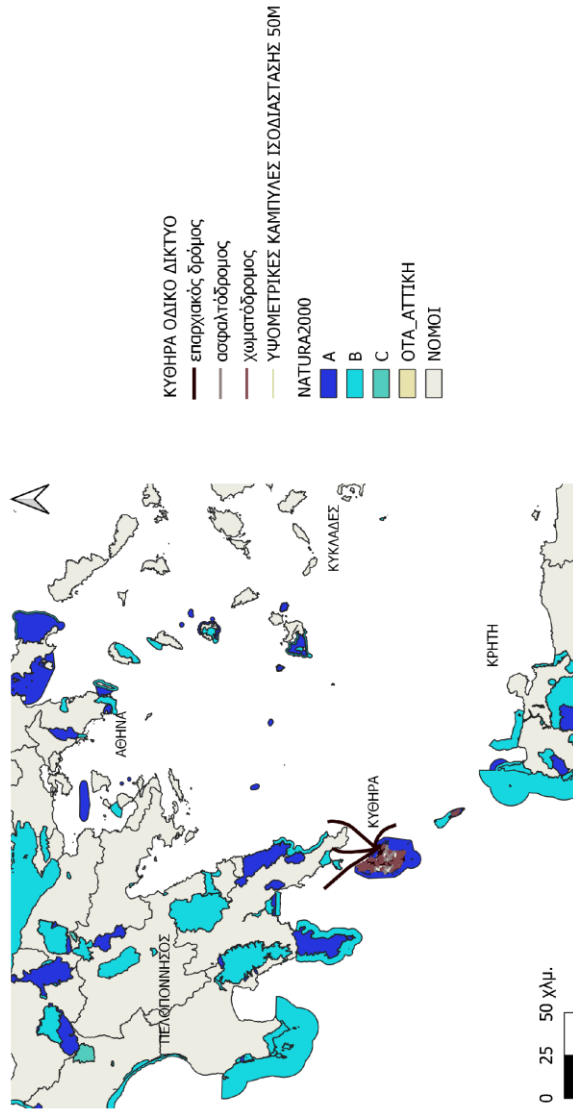


Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, ΙοΤ και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος Διπλωματικής:
 Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων
 Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythira's Castle

Ονομαίο φοιτητής: Σπυριδούλα Μαγουλά
 Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Δ. Βέργαδος

Χ3. Συνδέσεις νησιού με Πελοπόννησο, Κρήτη και ηπειρωτική χώρα

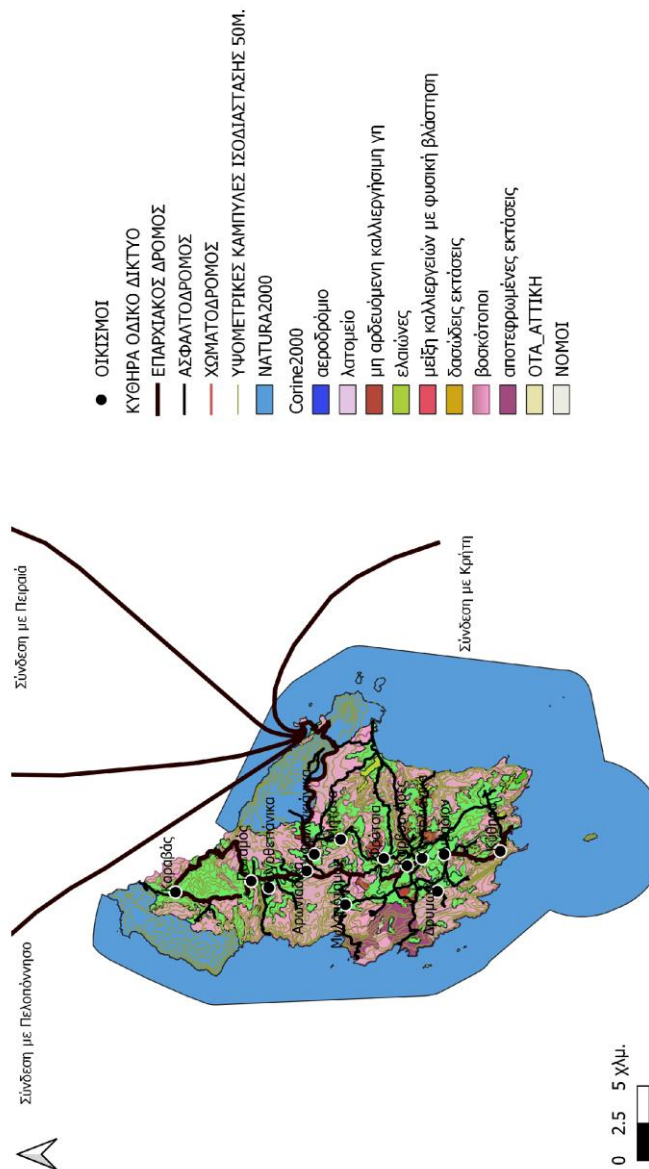


Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακές Πολιτισμικές Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος διπλωματικής:
 Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων
 Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythira's Castle

Όνομα/με φοιτητής: Σπυριδούλα Μογυλά
 Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Δ. Βέργαδος



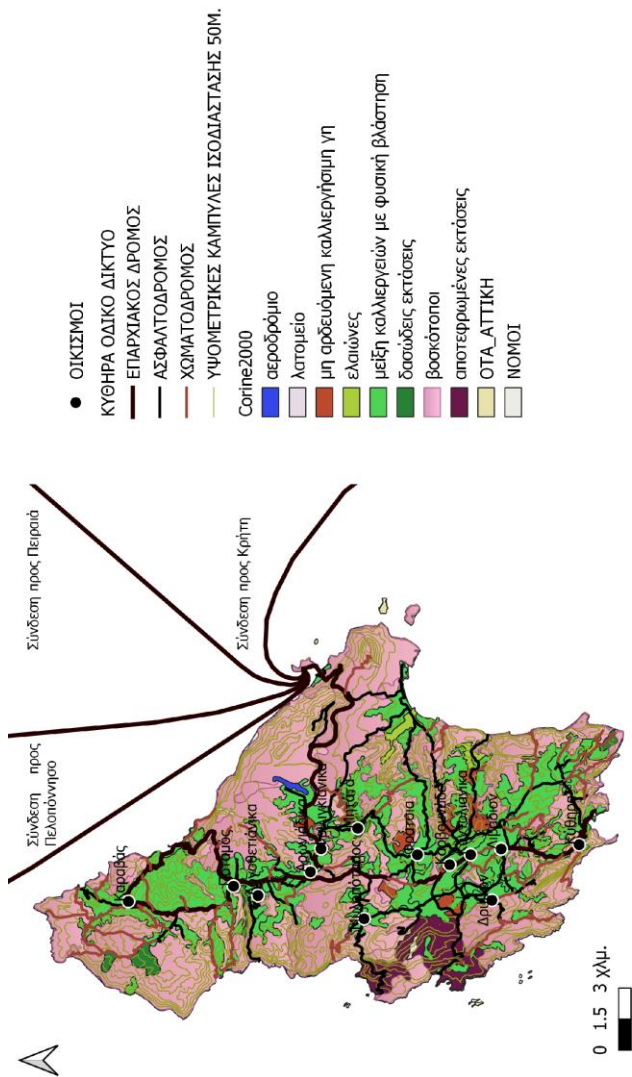


Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακός Πολιτισμός- Ήξινες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος Διπλωματικής: Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων
 Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythera's Castle

Όνομ./μο Φοιτήτρας: Σπυριδούλα Μαγουλά
 Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Δ. Βέργαδος

Χ.4 – Χ.4.1. Περιοχές NATURA στην ευρύτερη περιοχή της Νότιος Ελλάδος και τα Κύθηρα



X5. Corine map⁵⁰

⁵⁰ Coordination of Information on the Environment (CORINE)

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Τίτλος Διπλωματικής: Διαδραστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων Real-Time Interactive in real time with usage of AR. The case study of Kato Chora Kythira's Castle

Όνομα/νο Φοιτήτριας: Σπυριδούλα Μανουλά
 Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Δ. Βεργιάδης



Εικόνες στόχοι



Αγγλικό Σχολείο



Είσοδος Κάστρου Κάτω Χώρας Μυλοποτάμου



Λιοντάρι πάνω από την κεντρική είσοδο του κάστρου



Οικόσημο του οίκου των Μαλιπιέρο



Οικόσημα του οίκου του Πριούλι



Διάδρομος κάστρου με κτίσματα και αποθήκες δεξιά και αριστερά



Είσοδος Άγιου Ιωάννη Προδρόμου

Διαδραστική οπτικοποίηση με χρήση AR. Η περίπτωση του Κάστρου της Κάτω Χώρας Κυθήρων



Είσοδος ναού Μεταμορφώσεως του Σωτήρος



Ιερός Ναός Αγίου Αθανασίου