



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

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

Τίτλος Διατριβής	<b>Ψηφιακή αναπαράσταση μνημείων της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου: Εικονική περιήγηση στον Πύργο του Naillac</b> <b>Digital Reconstruction of Monuments of the Medieval City of Rhodes: Virtual Tour of the Tower of Naillac</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Γερασιμίνα Δαγκοπούλου</b>
Πατρώνυμο	<b>Εμμανουήλ</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>ΨΠΟΛ/ 18008</b>
Επιβλέπων	<b>Χρήστος-Νικόλαος Αναγνωστόπουλος, Καθηγητής</b>

Ημερομηνία Παράδοσης

**Δεκέμβριος 2022**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Χρήστος-Νικόλαος  
Αναγνωστόπουλος**  
Καθηγητής Παν. Αιγαίου

**Άγγελος Μιχάλας**  
Καθηγητής  
Παν. Δυτ. Μακεδονίας

**Ιωάννης  
Αναγνωστόπουλος**  
Καθηγητής Παν. Θεσσαλίας

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	9
Abstract.....	9
Εισαγωγή.....	11
<b>1 Προς την Ψηφιακή Πολιτισμική Κληρονομιά.....</b>	<b>13</b>
1.1 Πολιτισμική Κληρονομιά: Ορισμός & Αξία.....	13
1.1.1 Προστασία & Διατήρηση της Πολιτισμικής Κληρονομιάς.....	17
1.1.2 Τα οφέλη της πολιτισμικής κληρονομιάς για τις μελλοντικές κοινωνίες.....	20
1.1.3 Πολιτισμική Διαχείριση.....	22
1.2 Ψηφιακή Πολιτισμική Κληρονομιά: Ορισμοί & Πλαίσιο.....	25
1.2.1 Διατήρηση Ψηφιακής Κληρονομιάς.....	28
1.2.2 Επιλέγοντας «τι μπορεί» και «τι πρέπει» να διατηρηθεί για το μέλλον.....	33
1.2.3 Διαδικτυακά αποθετήρια.....	35
1.3 Ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας & 3D περιεχόμενο.....	39
<b>2 Ψηφιακή Αναπαράσταση και Εικονικό Περιβάλλον.....</b>	<b>43</b>
2.1 Εικονική Κληρονομιά (Virtual Heritage).....	48
2.1.1 Εικονική Αρχαιολογία (Virtual Archaeology).....	51
2.2 Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση & Εικονική Πραγματικότητα.....	53
2.2.1 Ο ρόλος των 3D μοντέλων.....	54
2.2.2 Ο ρόλος της εικονικής πραγματικότητας (VR).....	57
2.2.3 Εικονική Περιήγηση Πρώτου Προσώπου.....	63
2.3 3D Ανακατασκευή της Χαμένης Πολιτισμικής Κληρονομιάς.....	65
2.3.1 Μέθοδοι και τεχνικές για 3D ανακατασκευή χαμένων μνημείων.....	67
<b>3 Ο χαμένος Πύργος Naillac.....</b>	<b>71</b>
3.1 Η Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου ως Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτισμικής Κληρονομιάς... ..	72
3.2 Ο Πύργος του Naillac.....	81
3.2.1 Ιστορία, Περιγραφή, Σημασία.....	81
3.2.2 Μεθολογική Προσέγγιση.....	85

3.2.3	Πηγές (τεκμηρίωση).....	88
3.2.4	Μοντελοποίηση: “Χτίζοντας” τον Πύργο Naillac .....	107
	Ανάπτυξη τρισδιάστατου μοντέλου στο SketchUp.....	107
	Ανάπτυξη εικονικής περιήγησης Πρώτου Προσώπου στο Unity .....	115
<b>4</b>	<b>Αποτίμηση - Συμπεράσματα - Προτάσεις .....</b>	<b>127</b>
	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>130</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 1-1	Χάρτης Μνημείων Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO (UNESCO, 2022b) ....	14
Εικόνα 1-2	Η ουσιαστική απαίτηση ενεργοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς ως παράγοντα υλοποίησης μιας πραγματικής βιώσιμης ανάπτυξης (UNESCO & ICCROM, ICOMOS, IUCN, 2013) .....	16
Εικόνα 1-3	Κύκλος Κληρονομιάς - Heritage Cycle (Thurley, 2005) .....	17
Εικόνα 1-4	Τα οκτώ δημοφιλή θεσμικά και τα έντεκα εμπορικά διαδικτυακά αποθετήρια τα οποία εξέτασαν οι Champion και Rahaman (επάνω σειρά: <i>Smithsonian, Three D Scans, CyArk, Europeana, EPOCH, CARARE, NASA 3D, GB3D Type Fossils</i> – κάτω σειρά: <i>Sketchfab, MyMiniFactory, Blendswap, 3D Warehouse, TurboSquid, ShareCG, 3DExport, Free3D, Unity Asset Store, Poly, p3d.in</i> ) – Πηγή: (E. Champion & Rahaman, 2020).....	38
Εικόνα 2-1	Αναδημιουργία της Notre Dame από την Ubisoft για το παιχνίδι <i>Assassin's Creed Unity</i> – Πηγή: <a href="https://www.bbc.com/news/technology-47963835">https://www.bbc.com/news/technology-47963835</a> .....	44
Εικόνα 2-2	Σχηματική αναπαράσταση συστημάτων VR – Πηγή: (Azarby & Rice, 2022) .....	58
Εικόνα 2-3	Το συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας (Reality-Virtuality Continuum, RV) (Rao & Divakaran, 2018) μετά από (Milgram et al., 1994) .....	59
Εικόνα 2-4	Bagan, Virtual Tour, Online Exhibition (3D-VR) – Πηγή: Arts & Culture Experiments, 2018.....	64
Εικόνα 2-5	Τα αυθεντικά μοντέλα Winsom που απεικονίζουν βασικές φάσεις στην εξέλιξη του έργου: <i>The Old Minster, Winchester</i> σε σχέση με το σχέδιο βάσης - Πηγή: (Reilly et al., 2016).....	65
Εικόνα 3-1	Αναπαράσταση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου στη μορφή της το 1521 (A. Gabriel) (Gabriel, 1921) - Στο κόκκινο περίγραμμα ο Πύργος Naillac .....	71
Εικόνα 3-2	Σχηματικός Χάρτης Πόλης Ρόδου το 1309, όπου διακρίνονται: η περιοχή του Κολλακίου (Collachium) ή (Chateau ή Castrum ή Chastel ή Conventus ή Castellum) και η περιοχή της Πόλης (Ville) ή Μπούργκο (Burgus ή Burgum) - ΠΗΓΗ: (Gabriel, 1921),.....	72
Εικόνα 3-3	(1824) Άποψη της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου από τη θάλασσα (Clarke, 1824) – Ο κεντρικός παράκτιος Πύργος του Naillac στέκει 423 χρόνια αγέρωχος δίχως να “γνωρίζει” πόσο γρήγορα θα καταρρεύσει! .....	74
Εικόνα 3-4	(Αριστερά): The fortress of Rhodes in 1480, (Δεξιά): The fortress of Rhodes in 1522 - Πηγή: (Noson, 2010) .....	77
Εικόνα 3-5	Χάρτης της Μεσαιωνικής Πόλης όπως προσαρτάται στην ανακήρυξή της ως «Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς» της UNESCO το 1988.....	79
Εικόνα 3-6	Η Θέση του Πύργου Naillac (βέλος) στη Μεσαιωνική Οχύρωση της πόλης της Ρόδου (σημειώνονται και οι θέσεις μάχης των «γλωσσών») Πηγή: (Κόλλιας, 1999).....	81
Εικόνα 3-7	Σκίτσο του Albert Gabriel (βάσει παλιάς φωτογραφίας): ο Μόλος και ο Πύργος του Naillac (Môle Et Tour De Naillac) (Gabriel, 1921) .....	82

Εικόνα 3-8 Λιμάνι της Ρόδου, 1836 - Illustration by William Henry Bartlett (Πηγή: από την ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου του John Carne “Syria, the Holy Land, Asia Minor & c. illustrated”) (Carne, 1836).....	82
Εικόνα 3-9 Πανοραμική άποψη της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου (Rodis) (Breydenbach, 1502) (Στην αναπαράσταση φαίνεται η αλυσίδα από τον Πύργο Naillac στον απέναντι Πύργο των Μύλων).....	83
Εικόνα 3-10 Μικρογραφία της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου στον χειρόγραφο κώδικα του G. Caoursin (1483-1489) – Πηγή: (Gabriel, 1921).....	83
Εικόνα 3-11 Η πολιορκία της Ρόδου από τους Οθωμανούς το 1480 (Guillaume Caoursin), ήταν αυτόπτης μάρτυρας της πολιορκίας της Ρόδου το 1480 (μιας ανεπιτυχούς επίθεσης κατά των Hospitallers με επικεφαλής τον Pierre d'Aubusson, από έναν οθωμανικό στόλο 160 πλοίων και έναν στρατό 70.000 ανδρών υπό τη διοίκηση του ναύαρχου Mesih Pasha).....	84
Εικόνα 3-12 Γενική άποψη της πόλης της Ρόδου, 1844 Στα δεξιά υψώνεται ο Πύργος Naillac (ο οποίος αναφέρεται ως Πύργος του Αγίου Μιχαήλ - Tour Saint-Michel, από τον Flandin, ονομασία που δεν διατηρήθηκε) - Πηγή: από το βιβλίο του Eugene Flandin με τίτλο «Voyage à l'île de Rhodes» (Ταξίδι στο νησί της Ρόδου) (Flandin, 1862).....	88
Εικόνα 3-13 Ρόδος, 1853. Ο Charles T. Newton περιγράφει: «Η είσοδος στο κύριο λιμάνι πλαισιώνεται στα δυτικά από τον ψηλό τετράγωνο πύργο που τώρα ονομάζεται Αραβικός πύργος (Arab tower), και στα ανατολικά από έναν μακρύ μόλο που τρέχει σχεδόν βόρεια, και καταλήγει στον πύργο του St. Angelo» (Newton, 1865).....	89
Εικόνα 3-14 Naillac (Δυτική Όψη) Φωτογραφία: Dominic Ellis Colnaghi – Πηγή: ηλεκτρονική έκδοση άρθρου της Monica Maffioli (Maffioli, 2016) στο οποίο φέρει τη λεζάντα “The Arabs Tower and gate leading of the Harbour”.....	90
Εικόνα 3-15 Naillac (Δυτική Όψη) Φωτογραφία αναδημοσιευμένη από τον Ηλία Κόλλια (η πιο χαρακτηριστική δημοσιευμένη φωτογραφία του πύργου, πριν την κατάρρευση του) – Πηγή: από το επιστημονικό άρθρο «Μάστορες, πρωτομάστορες και μηχανικοί των μεσαιωνικών οχυρώσεων της Ρόδου» (Κόλλιας, 1999).....	91
Εικόνα 3-16 Naillac (Δυτική Όψη) Χαρακτικό από τον W. Severn, από μια φωτογραφία του D. E. Colnaghi – Πηγή: Βιβλίο C. T. Newton “Travels & Discoveries in the Levant” (Newton, 1865)..	92
Εικόνα 3-17 Naillac (Νότια και τμήμα Ανατολικής Όψης) Απεικόνιση που ανακτήθηκε από ψηφιοποιημένη εικόνα της Βρετανικής Βιβλιοθήκης (Public Domain) από το βιβλίο “Die Insel Rhodus” (Το νησί της Ρόδου) του Albert Berg (Berg, 1862).....	94
Εικόνα 3-18 Σκίτσο που δημοσιεύθηκε στην εφημερίδα «Βρετανικός Αστέρης», London of Illustration News, (16-12-1856) και αναπαριστά τη μερική κατάρρευση του πύργου Naillac, λόγω του σεισμού του 1856 και της έκρηξης της πυρίτιδας που ακολούθησε - Πηγή: από το	

δημοσιευμένο άρθρο «Οι Θαλάσσιες Οχυρώσεις και τα Λιμάνια της Πόλης της Ρόδου» (Κ. Μανούσου-Ντέλλα, 2011).....	95
Εικόνα 3-19 Μελέτη αρχιτεκτονικής ανάλυσης του πύργου Naillac βασισμένη στο δημοσιευμένο σκίτσο της εφημερίδας «Βρετανικός Αστέρης» το 1856 (σχεδιαστική απόδοση, αρχιτέκτων: Γεώργιος. Ντέλλας) - Πηγή: από το δημοσιευμένο άρθρο «Το Πολιτισμικό Τοπίο και τα Χαμένα Μνημεία της Πόλης της Ρόδου» (Μανούσου-Ντέλλα, 2010).....	95
Εικόνα 3-20 Λεπτομέρεια ανοίγματος αλυσίδας στο κάτω μέρος του ισογείου του Πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921).....	96
Εικόνα 3-21 Κατόψεις μόλου και πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921).....	97
Εικόνα 3-22 Δισδιάστατη προοπτική απόδοση του Πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921) ....	97
Εικόνα 3-23 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από βορειοανατολικά.....	98
Εικόνα 3-24 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από βορειοδυτικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001).....	99
Εικόνα 3-25 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από νοτιοδυτικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001).....	99
Εικόνα 3-26 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από νοτιοανατολικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001).....	100
Εικόνα 3-27 Πρόταση γραφικής αποκατάστασης (2D) του πύργου του Naillac: Δρ. Αρχιτέκτων Κατερίνα Μανούσου-Ντέλλα (Όλη η πρόταση έχει δημοσιευθεί στο άρθρο: « <i>Το πολιτισμικό τοπίο και τα χαμένα μνημεία της πόλης της Ρόδου</i> » (Μανούσου-Ντέλλα, 2010).....	101
Εικόνα 3-28 Η βάση της αλυσίδας και το άνοιγμα στο κάτω μέρος των σωζόμενων ερειπίων του ισογείου – Πηγή: Google Earth Photos - Δικαιώματα Φωτογραφίας ©Martin Gyra, 2018.....	102
Εικόνα 3-29 Πρόταση γραφιστικής απεικόνισης του Πύργου Naillac σύμφωνα με την εικόνα του, από τις μινιατούρες του Caoursin – Πηγή: (Noson, 2010).....	103
Εικόνα 3-30 3D αναπαράσταση Μόλου των Μύλων (πάνω), Φρουρίου του Αγίου Νικολάου και πύργου του Ναγιάκ (κάτω).....	104

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-1 Οι τρεις διαστάσεις για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς – ίδια επεξεργασία μετά από (Owen, 2007).....	31
---	----

Κενή σελίδα



## Περίληψη

Το θέμα της μεταπτυχιακής διατριβής είναι ο γκρεμισμένος Πύργος του Naillac στο ανατολικό λιμάνι της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου, Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO. Κύριος σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου του Πύργου στο λογισμικό SketchUp και κατόπιν η μεταφορά του στην πλατφόρμα σχεδιασμού παιχνιδιών Unity, όπου αναπτύχθηκε ένα περιβάλλον πλοήγησης, εντός και γύρω από το κτίριο, για εμπειρία πρώτου προσώπου. Επίσης διαπιστώνεται η σημασία των νέων τεχνολογιών ως προς τη διατήρηση και τη διαφύλαξη της χαμένης πολιτισμικής κληρονομιάς δεδομένου ότι δεν υπάρχει άλλος τρόπος ώστε τα σπουδαία αυτά μνημεία να παραμείνουν στη συλλογική μας μνήμη. Συνεπώς, η οπτικοποίησή τους συμβάλλει ουσιωδώς στο να διατηρηθεί η πολιτισμική μας ταυτότητα. Η διαδικασία μοντελοποίησης έγινε με βάση τις πηγές (source-based) οι οποίες αντλήθηκαν από ιστότοπους, όπως ψηφιακά αποθετήρια, φωτογραφικά αρχεία, καλλιτεχνικές αναπαραστάσεις του χαμένου μνημείου από περιηγητές της ύστερης μεσαιωνικής περιόδου καθώς και σύγχρονα αρχιτεκτονικά σχέδια, με στόχο το τελικό αποτέλεσμα να συνδυάζει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια την επιστημονική εγκυρότητα και την ελκυστικότητα προς το χρήστη. Τέλος, αναφέρονται περαιτέρω πιθανά εικονικά περιβάλλοντα στα οποία μπορεί να ενσωματωθεί η συγκεκριμένη πρόταση πρωτοπρόσωπης περιήγησης.

**Λέξεις-κλειδιά:** ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά, εικονική ανακατασκευή, εικονική περιήγηση, SketchUp, Unity

## Abstract

The subject of the master's thesis is the ruined Tower of Naillac in the eastern harbor of the Medieval Town of Rhodes, a UNESCO World Heritage Site. The main purpose of the work is to develop a 3D digital model of the Tower in the SketchUp software and then transfer it to the Unity game design platform, where a navigation environment, in and around the building, was developed for a first-person experience. It also establishes the importance of new technologies in preserving and safeguarding the lost cultural heritage since there is no other way for these great monuments to remain in our collective memory. Therefore, their visualization contributes significantly to preserving our cultural identity. The modeling process was source-based, drawn from websites such as digital repositories, photographic archives, artistic representations of the lost monument by late medieval travelers as well as contemporary architectural designs, aiming to combine scientific validity and user appeal as accurately as possible. Finally, further potential virtual environments are mentioned in which the first-person walkthrough proposal could be integrated.

**Keywords:** digital cultural heritage, virtual reconstruction, virtual tour, SketchUp, Unity

Κενή σελίδα

## Εισαγωγή

*Τίποτα δεν θα μπορούσε να είναι πιο χαριτωμένο, πιο λεπτό και πιο δυνατό από αυτή την κατασκευή, όπου η σκληρή γοθθική αρχιτεκτονική συνδυάζεται με τη σαρακηνή κομψότητα*

**Charles Cottu, 1844**

*Rien de plus gracieux, de plus svelte et de plus fort cependant que cette construction, où se confond la rude architecture gothique avec l'élégance sarrasine.*

Πίσω από κάθε τι που κατασκεύασε ο άνθρωπος υπάρχει ένα νόημα και μια ιστορία, έτσι και οι ψηφιακές αναδημιουργίες των εξαφανισμένων μνημείων πρέπει να είναι ικανές να επαναφέρουν την εικόνα, τη μνήμη και την αξία της εποχής που αναφέρονται. Η τρισδιάστατη ανακατασκευή ενός μνημείου πολιτιστικής κληρονομιάς που δεν υπάρχει πλέον είναι μια πρόκληση που απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση. Είναι πολύ σημαντικό να ερευνηθούν και να αναλυθούν οι κατάλληλες πηγές, όπως κατάλοιπα που υπάρχουν ακόμη, ιστορικοί χάρτες, αρχειακές φωτογραφίες, αρχαιολογικά κείμενα, εικονογραφικές απεικονίσεις ώστε να αναπτυχθεί το τρισδιάστατο μοντέλο, όχι μόνο ως μια καλλιτεχνική οπτικοποίηση αλλά και ως ένα κατά το δυνατόν επιστημονικό δημιούργημα.

Ο Πύργος του Naillac κατασκευάστηκε περί το 1400 μΧ στην άκρη του ομώνυμου μόλου, στη βορειοανατολική απόληξη του κεντρικού λιμένα της Μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου, από το Philibert de Naillac, Μεγάλο Μάγιστρο του θρησκευτικού και στρατιωτικού Τάγματος των Ιπποτών του Αγίου Ιωάννη. Το Τάγμα όπου κι αν εγκαταστάθηκε, αφιερωνόταν στο σχεδιασμό και την κατασκευή οχυρώσεων για να προστατεύει το χριστιανικό κόσμο της Μεσογείου από τις εχθρικές επιθέσεις. Στοιχείο της ενίσχυσης της παράκτιας οχύρωσης της Ιπποτικής Ρόδου αποτέλεσε και ο πανύψηλος Πύργος Naillac, ο οποίος λειτουργούσε ως παρατηρητήριο, με περιμετρική θέα, κυριαρχούσε στην ακτογραμμή, έλεγχε την αλυσίδα που έκλεινε το λιμένα για τη συλλογή των φόρων που χρηματοδοτούσαν τα οχυρωματικά έργα και αποτελούσε ένα ορόσημο του ύστερου μεσαίωνα για το νησί της Ρόδου. Χτυπημένος από το σεισμό του 1863, τελικά κατέρρευσε αφού οι Οθωμανοί δεν επέλεξαν να τον επισκευάσουν. Τέσσερις σειρές από την ενός μέτρου πάχους λιθοδομή του ισογείου έχουν απομείνει σήμερα και η λίθινη γέφυρα που τον συνέδεε με την εξέδρα και τα υπόλοιπα τείχη έχει κι αυτή καταρρεύσει.

Η ραγδαία εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και ειδικότερα η εφαρμογή των υπολογιστικών προγραμμάτων τρισδιάστατων γραφικών στον τομέα της πολιτισμικής κληρονομιάς έχει εδραιώσει την ψηφιακή ανακατασκευή των χαμένων μνημείων ως καλή πρακτική διατήρησης, παρουσίασης και μεταβίβασης του «πώς ήταν» στις μελλοντικές γενιές. Η πολιτιστική μνήμη που μεταφέρεται αποτελεί την κινητήριου δύναμη για κοινωνική συνοχή και βιώσιμη ανάπτυξη. Το ίδιο ισχύει και για τη δημιουργημένη ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά, η οποία δεν υποκαθιστά την

κληρονομιά όπως την ξέραμε, αλλά τη συμπληρώνει και την αναδεικνύει αφού λειτουργεί ως μέσο επικοινωνίας της, υποστήριξης και ενίσχυσης της εμπειρίας των επισκεπτών της κληρονομιάς.

Για την ανάπτυξη του τρισδιάστατου μοντέλου του χαμένου Πύργου και τη δημιουργία μιας εικονικής περιήγησης πρώτου προσώπου μέσα σε αυτόν, δεδομένου του περιορισμένου αριθμού ορατών ευρημάτων, απαιτείται εις βάθος έρευνα και η μόνη κατάλληλη μέθοδος είναι αυτή που βασίζεται σε πηγές (source-based). Ο στόχος που τέθηκε αφορά τη διαδικτυακή αναζήτηση πηγών με αφετηρία ιστορικά και αρχαικά δεδομένα από θεσμικά κυρίως αποθετήρια. Τα δεδομένα που συλλέγονται, ταξινομούνται, αξιολογούνται και κατανοούνται επαρκώς ώστε να σχεδιαστεί μια υποθετική αξιόπιστη και ελκυστική ανακατασκευή του μνημειακού κτηρίου.

Στην προσπάθεια δημιουργίας του τρισδιάστατου μοντέλου θα δοκιμαστούν οι δυνατότητες του σχεδιαστικού προγράμματος SketchUp, δηλαδή το κατά πόσο τα εργαλεία που διαθέτει ικανοποιούν τη σύνθεση της αναπτυσσόμενης ιδέας αλλά και το εάν η μετατροπή των δισδιάστατων πληροφοριών σε τρισδιάστατες είναι σύντομη, ευέλικτη, προσαρμόσιμη και αξιόπιστη. Αυτό το είδος αντίστροφης διαδικασίας σχεδιασμού (reverse design process) απαιτεί συνεχή διαισθητική ανατροφοδότηση από τις πηγές και ενδεχομένως σχεδιασμό εναλλακτικών λύσεων για τις περιπτώσεις που υπάρχει ασάφεια, αμφιβολία ή και ολοκληρωτική έλλειψη πληροφορίας.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση αυτού του σταδίου, το 3D μοντέλο του Πύργου θα εξαχθεί σε κατάλληλη μορφή αρχείου για τη δημιουργία της εικονικής περιήγησης. Εδώ θα δοκιμαστεί η πλατφόρμα σχεδιασμού παιχνιδιών Unity για να δημιουργηθεί κίνηση εντός της εικονικής πραγματικότητας και επειδή παρέχει καλύτερες εμπειρίες περιήγησης από το SketchUp. Όταν το 3D μοντέλο εισαχθεί στην πλατφόρμα διατηρεί το ιστορικό του σχήμα, το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του ως ψηφιακά δεδομένα αλλά απαιτείται επίσης ένα περιβάλλον προγραμματισμού για να συνδυαστεί η μοντελοποίηση και η μηχανή παιχνιδιού. Σε αυτή την περίπτωση θα προτιμηθεί η C# ως γλώσσα προγραμματισμού λόγω της υποστήριξης της από το Unity. Κρίσιμο σημείο επίσης είναι η εφαρμογή υφών στις επιφάνειες βάσει των υλικών που προκύπτει ότι χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή του πύργου και η επιλογή των asset θα γίνει από τα πλησιέστερα δωρεάν διαθέσιμα (public domain).

Μία ακόμη παράμετρος που θα εξεταστεί είναι κατά πόσο η εικονική αναπαράσταση μπορεί να επιτύχει να πλησιάσει το «πραγματικό» χωρίς όμως να δημιουργεί την ψευδαίσθηση ότι αποτελεί και τη μοναδική «αληθινή» μορφή του Πύργου.

Ο τελικός στόχος της εργασίας, η εικονική περιήγηση πρώτου προσώπου στον Πύργο Naillac θα επιτρέψει στον επισκέπτη να περπατήσει στα βήματα των Ιπποτών, να τον εξερευνήσει και να αναδημιουργήσει μια φυσική εμπειρία εικονικής πραγματικότητας σύμφωνα με τις δικές του επιλογές (ελεύθερη κίνηση).

## 1 Προς την Ψηφιακή Πολιτισμική Κληρονομιά

### 1.1 Πολιτιστική Κληρονομιά: Ορισμός & Αξία

Η «**Πολιτιστική Κληρονομιά**» (Cultural Heritage), όπως προσδιορίστηκε το 1972 στο Παρίσι στη Διεθνή Σύμβαση για την “Προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς” της UNESCO περιλαμβάνει: α) **Μνημεία** (αρχιτεκτονικά έργα, έργα μνημειακής γλυπτικής και ζωγραφικής, στοιχεία ή δομές αρχαιολογικής φύσης, επιγραφές, σπήλαια και συνδυασμοί αυτών) με σημαντική παγκόσμια ιστορική, επιστημονική και καλλιτεχνική αξία β) **Σύνολα οικοδομημάτων** (ομάδες μεμονωμένων κτιρίων ή οικισμών) τα οποία έχουν παγκόσμια ιστορική, επιστημονική και καλλιτεχνική αξία, εξαιτίας της αρχιτεκτονικής, της θέσης τους ή της ομοιογένειάς τους και γ) **Τοποθεσίες** (ανθρώπινα δημιουργήματα ή συνδυασμένα δημιουργήματα της φύσης και του ανθρώπου και περιοχές συμπεριλαμβανομένων αρχαιολογικών χώρων) με παγκόσμια ιστορική, αισθητική, εθνολογική ή ανθρωπολογική αξία (UNESCO, 1972).

Στο 2<sup>ο</sup> άρθρο της ίδιας της Σύμβασης καθορίστηκε και ο όρος «**Φυσική Κληρονομιά**» που αφορά: α) **Φυσικά χαρακτηριστικά** (που αποτελούνται από φυσικούς και βιολογικούς σχηματισμούς ή ομάδες τέτοιων σχηματισμών) που έχουν εξαιρετική παγκόσμια αξία από αισθητική ή επιστημονική άποψη β) **Γεωλογικοί και φυσιογραφικοί σχηματισμοί** και επακριβώς οριοθετημένες περιοχές (που αποτελούν τον βιότοπο απειλούμενων ειδών ζώων και φυτών) εξαιρετικής παγκόσμιας αξίας από την άποψη της επιστήμης ή της διατήρησης και γ) **Φυσικές τοποθεσίες** ή επακριβώς οριοθετημένες φυσικές περιοχές εξαιρετικής παγκόσμιας αξίας από την άποψη της επιστήμης, της διατήρησης ή της φυσικής ομορφιάς.

Περαιτέρω, τα ακίνητα που πληρούν μέρος ή το σύνολο των ορισμών τόσο της πολιτιστικής όσο και της φυσικής κληρονομιάς που ορίζονται στα άρθρα 1 και 2 της Σύμβασης θεωρούνται ως “**Μικτή Πολιτιστική και Φυσική Κληρονομιά**”.

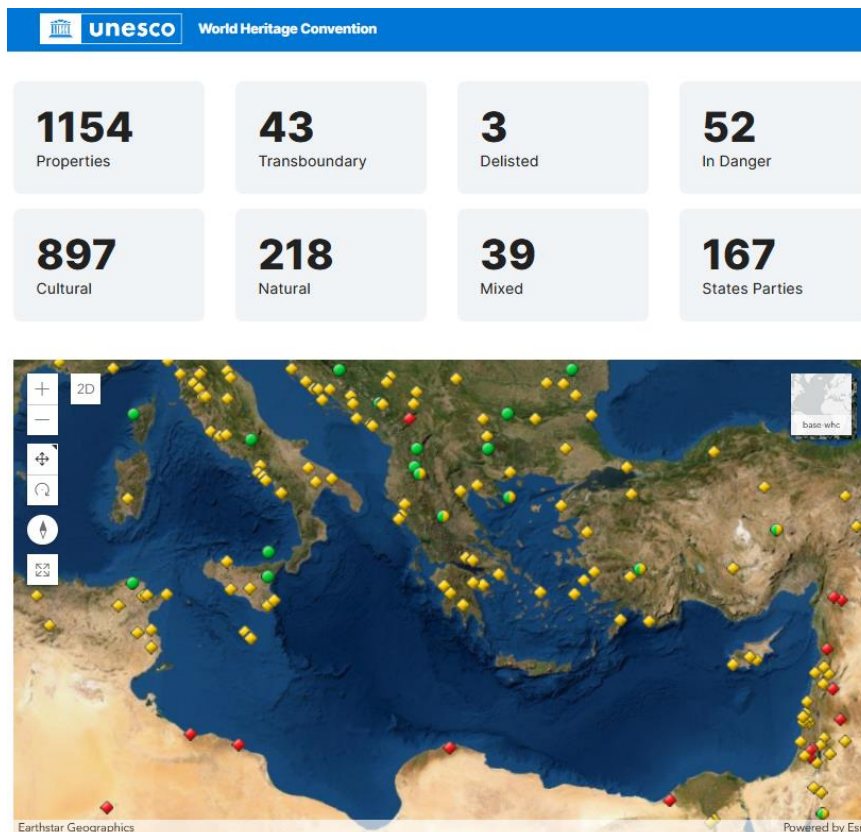
Μόλις το 2003 η UNESCO υιοθέτησε και τη Σύμβαση για τη Διαφύλαξη της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς σύμφωνα με την οποία ως «**Άυλη Πολιτιστική Κληρονομιά**» νοούνται οι πρακτικές, οι αναπαραστάσεις, οι εκφράσεις, οι γνώσεις, οι δεξιότητες – καθώς και τα όργανα, τα αντικείμενα, τα τεχνουργήματα και οι πολιτιστικοί χώροι που συνδέονται με αυτά – που οι κοινότητες, οι ομάδες και, σε ορισμένες περιπτώσεις, τα άτομα αναγνωρίζουν ως μέρος την πολιτιστική τους κληρονομιά.

Η Διεθνής Σύμβαση της UNESCO του 1972 στηρίζεται στην **παραδοχή** ότι ορισμένα μέρη στη Γη είναι «**Εξαιρετικής Παγκόσμιας Αξίας**» σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια (UNESCO,

2021) και τους αποδίδει τον χαρακτηρισμό-τίτλο: **Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς** και ως εκ τούτου θα πρέπει να αποτελούν μέρος της κοινής κληρονομιάς της ανθρωπότητας. Παράλληλα προσδιορίζει ως γενικότερο **στόχο** της την «ταυτοποίηση, προστασία, συντήρηση, παρουσίαση και μεταβίβαση στις **μελλοντικές γενιές** της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς».

Για την ικανοποίηση αυτού του στόχου η Επιτροπή για την Παγκόσμια Κληρονομιά (World Heritage Committee) διατηρεί τον **Κατάλογο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς**. Η συμπερίληψη ενός Μνημείου σε αυτόν αναγνωρίζει την **εξαιρετική αξία** του, ώστε να μπορεί να προστατεύεται προς όφελος όλης της ανθρωπότητας.

Επί του παρόντος έχουν εγγραφεί 1.154 τοποθεσίες στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO (Εικόνα 1-1) σε τρεις κύριες κατηγορίες: πολιτιστικές, φυσικές και μικτές (όπου υπάρχουν τόσο πολιτιστικά όσο και φυσικά στοιχεία στην ίδια τοποθεσία) (UNESCO, 2022b).



Εικόνα 1-1 Χάρτης Μνημείων Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO (UNESCO, 2022b)

Η Σύμβαση του 1972 διαμόρφωσε και μία δεύτερη λίστα αναφορικά με την πολιτιστική κληρονομιά: τον **Κατάλογο Μνημείων σε Κίνδυνο** με σκοπό να ενημερώνει τη διεθνή κοινότητα για τις συνθήκες που απειλούν τα ίδια τα χαρακτηριστικά για τα οποία ένα ακίνητο εγγράφηκε

στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και να ενθαρρύνει τη λήψη διορθωτικών μέτρων . Έως σήμερα η Επιτροπή Παγκόσμιας Κληρονομιάς έχει συμπεριλάβει σ' αυτόν 52 ακίνητα (UNESCO, 2022a).

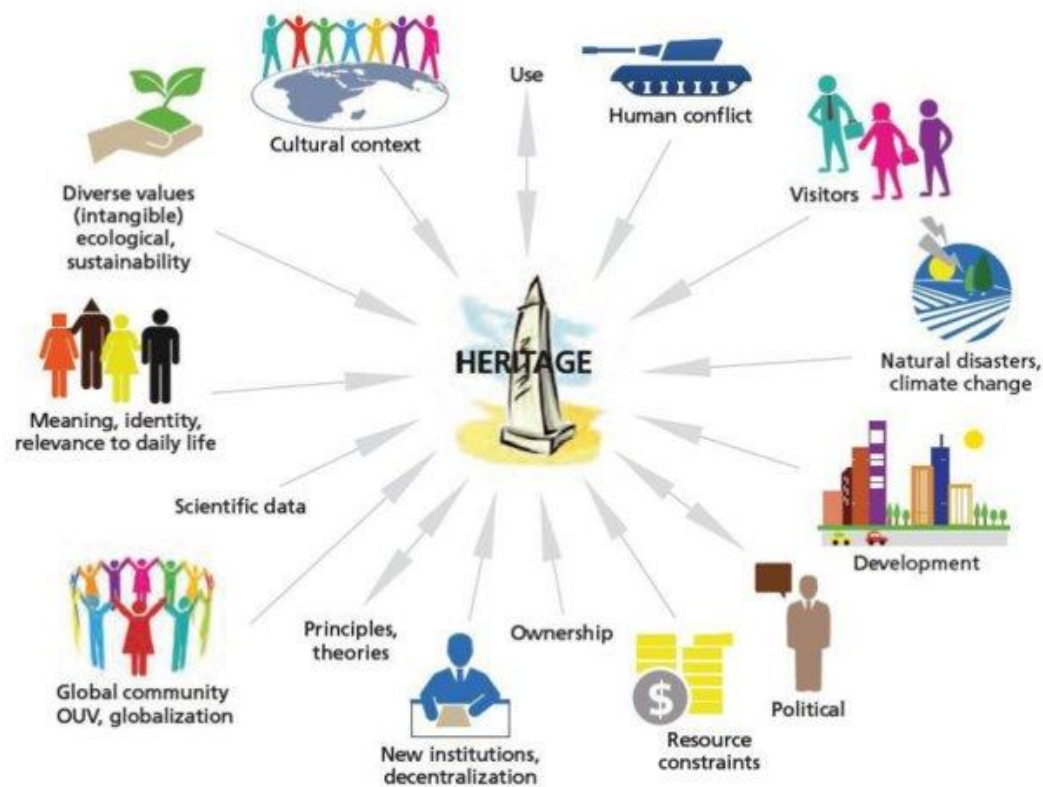
Σε έναν κόσμο γεμάτο διαφορετικότητα και συγκρούσεις, όπου οι άνθρωποι είναι χωρισμένοι κατά φύλο, γλώσσα, πολιτισμό, ιστορία, θρησκεία, πολιτική και οικονομία, ο Κατάλογος Παγκόσμιας Κληρονομιάς είναι μια προσπάθεια για μια κοινή παγκόσμια προοπτική και μια κοινή παγκόσμια ευθύνη (Wienberg, 2021).

Τα περιουσιακά στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι **μοναδικά** και **αναντικατάστατα**, κληρονομήθηκαν σε εμάς από τις προηγούμενες γενιές με την υποχρέωση να τα διατηρούμε στο παρόν και να τα κληροδοτήσουμε με τη σειρά μας στις μελλοντικές γενιές. Με αυτή την υποχρέωση της αναγνώρισης, μελέτης, ερμηνείας, προστασίας, διατήρησης και παρουσίασής της, η Πολιτιστική Κληρονομιά (Υλική & Άυλη) έχει αποκτήσει ρυθμιστικό ρόλο στην ευημερία των λαών αφού αποτελεί επιπλέον σημαντικό πόρο για την οικονομική ανάπτυξη, την απασχόληση την κοινωνική συνοχή και επομένως έχει γίνει σημαντικό συστατικό της ποιότητας ζωής.

Σήμερα οι Εθνικές Κυβερνήσεις και τα Πανευρωπαϊκά Ιδρύματα αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο την αξία της. Ειδικότερα μάλιστα από όταν το Συμβούλιο της Ευρώπης, το 2005 στο Faro της Πορτογαλίας υιοθέτησε τη Σύμβαση-Πλαίσιο για την **Αξία Της Πολιτιστικής Κληρονομιάς Για Την Κοινωνία** (Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society). Η Σύμβαση Faro εναρμονίζεται με την Οικουμενική Διακήρυξη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων δεχόμενη ότι η γνώση και η χρήση της κληρονομιάς αποτελούν μέρος του δικαιώματος του πολίτη να συμμετέχει στην πολιτιστική ζωή (CoE, 2005) και προσδιορίζει την κληρονομιά τόσο ως πόρο για την ανθρώπινη ανάπτυξη, την ενίσχυση της πολιτιστικής ποικιλομορφίας και την προώθηση του διαπολιτισμικού διαλόγου, όσο και ως μέρος ενός μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης που βασίζεται στις αρχές της αειφόρου χρήσης των πόρων (Εικόνα 1-2). Με άλλα λόγια, στηρίζει την ουσιαστική απαίτηση ενεργοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς ως παράγοντα υλοποίησης μιας πραγματικής βιώσιμης ανάπτυξης (Trafford et al., 2018).

Υπάρχει πλέον αυξανόμενη αναγνώριση και πλούσια θεώρηση των αξιών της πολιτιστικής κληρονομιάς από πολλούς μελετητές και είναι ουσιαστικά τεκμηριωμένες. Προκύπτουν από το Χάρτη **Burra** όπου οι πολιτιστικές αξίες ταξινομούνται ως: **«αισθητικές, ιστορικές, επιστημονικές, κοινωνικές ή πνευματικές»** (ICOMOS, 1979). Σύμφωνα με το Χάρτη Burra «η πολιτιστική σημασία» έχει την ίδια έννοια με τη «σημασία της πολιτιστικής κληρονομιάς» και την «αξία της πολιτιστικής κληρονομιάς».

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε τη θεμελιώδη εργασία «The Modern Cult of Monuments: Its Character and Origin» (Η σύγχρονη λατρεία των μνημείων: ο χαρακτήρας και η καταγωγή της) του Αυστριακού ιστορικού τέχνης, Alois Riegl που εκδόθηκε στη Βιέννη το 1903, μιας και είναι η **πρώτη** συστηματική ανάλυση των αξιών της κληρονομιάς καθώς και μιας θεωρίας αποκατάστασης. Ο Riegl χρησιμοποιεί τρία διαδοχικά στάδια στην αντίληψη του μνημείου: την αναμνηστική αξία (commemorative value), την ιστορική αξία (historical value) και την αξία ηλικίας (age value) προκειμένου να εξηγήσει πως οτιδήποτε έχει αλλάξει η ιστορία, είναι μη αναστρέψιμο και ως εκ τούτου έχει γίνει μέρος ενός κτιρίου ή τεχνουργήματος. Επομένως, δεν θεωρείται αυθεντική η αρχική έννοια της μορφής, αλλά το κτίριο όπως μας έχει παραδοθεί μέσω της ιστορίας. Οι αξίες και οι έννοιες της κληρονομιάς του Riegl έγιναν θεμελιώδεις αρχές τόσο του Χάρτη των Αθηνών (1931) όσο και του Χάρτη της Βενετίας (1964) (Ahmer, 2020).



Εικόνα 1-2 Η ουσιαστική απαίτηση ενεργοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς ως παράγοντα υλοποίησης μιας πραγματικής βιώσιμης ανάπτυξης (UNESCO & ICCROM, ICOMOS, IUCN, 2013)

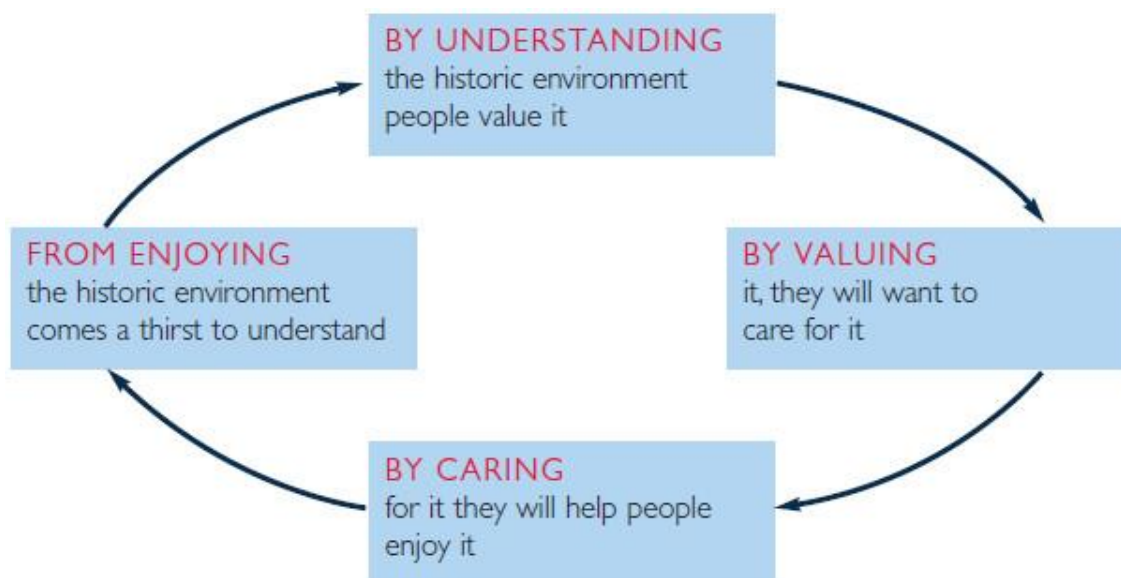


### 1.1.1 Προστασία & Διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Η αξία της κληρονομιάς είναι ο ουσιαστικός λόγος για την προστασία και τη διατήρησή της. «Είναι αυτονόητο ότι καμία κοινωνία δεν κάνει προσπάθεια να συντηρήσει αυτό που δεν εκτιμά» (De la Torre, 2002).

Ο Simon Thurley (ως Διευθύνων Σύμβουλος της English Heritage, της επίσημης κυβερνητικής υπηρεσίας, που είναι επιφορτισμένη με τη φροντίδα, της Αγγλικής Κληρονομιάς) πρότεινε το 2005 (κατά την παρουσίαση της Στρατηγικής 2005-2010) έναν κύκλο κατανόησης, εκτίμησης, φροντίδας και απόλαυσης, γνωστό ως «Κύκλος Κληρονομιάς» (Heritage Cycle), (Εικόνα 1-3). Ο Κύκλος Κληρονομιάς ενσωματώνει το σύνθημα «Κάνοντας το παρελθόν μέρος του μέλλοντος μας» (Thurley, 2005) και ορίζει ως κυκλικά επαναλαμβανόμενο μοτίβο ότι:

**«κατανοώντας** το ιστορικό περιβάλλον οι άνθρωποι: θα εκτιμήσουν την κληρονομιά, **εκτιμώντας την** θα θέλουν να τη φροντίζουν, **φροντίζοντάς την** θα βοηθήσουν τους ανθρώπους να την απολαύσουν και από την απόλαυσή της θα διψούν να την καταλάβουν» (Monteiro et al., 2015).



Εικόνα 1-3 Κύκλος Κληρονομιάς - Heritage Cycle (Thurley, 2005)

Η έννοια **Διατήρηση** (Conservation) της Πολιτιστικής Κληρονομιάς καθορίστηκε επισήμως κατά την 15η Τριετή Διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Νέο Δελχί τον Σεπτέμβριο του 2008, από το ICOM-CC (International Committee of Museums) - με σκοπό τη διευκόλυνση της επικοινωνίας στα διεθνή επαγγελματικά και δημόσια φόρουμ και στη βιβλιογραφία, καθώς η ίδια λέξη είχε διαφορετικές σημασίες σε διαφορετικά μέρη.- **ως:** “τα μέτρα και τις ενέργειες που στοχεύουν στη διαφύλαξη της υλικής πολιτιστικής κληρονομιάς διασφαλίζοντας παράλληλα την προσβασιμότητά της στις σημερινές και τις μελλοντικές γενιές”. Επιπλέον ανάλογα με τους

στόχους των ανωτέρω μέτρων και δράσεων καθορίστηκαν τρεις (3) υποπεριπτώσεις: Η **Προληπτική διατήρηση** (Preventive conservation): που αφορά σε όλα τα μέτρα και τις ενέργειες εκείνες που στόχο έχουν την αποφυγή και την ελαχιστοποίηση μελλοντικής υποβάθμισης ή απώλειας χωρίς να τροποποιούν την εμφάνιση των αντικειμένων. Η **Διορθωτική διατήρηση** (Remedial conservation) για να περιγράψει όλες τις ενέργειες που εφαρμόζονται απευθείας σε ένα αντικείμενο ή μια ομάδα αντικειμένων που στοχεύουν στην αναχαίτιση των τρεχουσών ζημιολόγων διεργασιών ή στην ενίσχυση της δομής τους και εκτελούνται μόνο όταν τα αντικείμενα βρίσκονται σε τόσο εύθραυστη κατάσταση ή επιδεινώνονται με τέτοιο ρυθμό, που θα μπορούσαν να χαθούν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και μερικές φορές τροποποιούν την εμφάνιση των αντικειμένων. Και η **Αποκατάσταση** (Restoration) που αφορά όλες οι ενέργειες που εφαρμόζονται άμεσα σε ένα μεμονωμένο και σταθερό αντικείμενο με στόχο τη διευκόλυνση της εκτίμησης, της κατανόησης και της χρήσης του και εκτελούνται μόνο όταν το αντικείμενο έχει χάσει μέρος της σημασίας ή της λειτουργίας του λόγω παρελθουσών αλλοιώσεων ή φθορών αλλά με σεβασμό στο αρχικό υλικό και τις περισσότερες φορές ενδέχεται να τροποποιήσουν την εμφάνιση του αντικειμένου (ICOM-CC, 2008).

Ο κριτικός κληρονομιάς David Lowenthal παρατήρησε - πριν από περισσότερες από δύο δεκαετίες – ότι: **«εκτιμούμε την κληρονομιά μας περισσότερο όταν φαίνεται να κινδυνεύει, οι απειλές για απώλεια ωθούν τους ιδιοκτήτες στη διαχείριση»**. Πράγματι, στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς, υπάρχει εδώ και πολύ καιρό μια προτίμηση για την αποφυγή ζημιών σε σχέση με την απόκτηση κερδών, ακόμη και όταν μπορεί να έχουν την ίδια αξία (Holtorf, 2015). Τα αγάλματα του Βούδα Bamiyan είναι μια ακραία περίπτωση. Εγγράφηκαν στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς το 2003, δηλαδή δύο χρόνια **μετά** την ανατίναξή τους από τους Ταλιμπάν, σε μια προσπάθεια να διατηρηθεί αυτό που ουσιαστικά είχε ήδη χαθεί (Holtorf, 2020).

Οι αρχές της ολοκληρωμένης διατήρησης διατυπώθηκαν για πρώτη φορά σε διεθνή σύμβαση, το 1985 στη **Σύμβαση της Γρανάδας** (Ισπανία) η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1987 (Σειρά Συνθήκης του Συμβουλίου της Ευρώπης αρ. 121) στο πλαίσιο της ενίσχυσης και προώθησης πολιτικών για τη διατήρηση και ανάδειξη της ευρωπαϊκής κληρονομιάς. Στη Σύμβαση της Γρανάδας ο όρος «αρχιτεκτονική κληρονομιά» προσδιορίστηκε κατά τρόπο περιοριστικό και περιλαμβάνει: **ιστορικά μνημεία**: όλα τα κτίρια και οι κατασκευές εμφανών ιστορικών, αρχαιολογικών, καλλιτεχνικών, επιστημονικό, κοινωνικό ή τεχνικό ενδιαφέρον, συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων και των εξαρτημάτων τους, **αρχιτεκτονικά σύνολα**: ομοιογενείς ομάδες αστικών ή αγροτικών κτιρίων που διακρίνονται γι' αυτά ιστορικό, αρχαιολογικό, καλλιτεχνικό, επιστημονικό, κοινωνικό ή τεχνικό ενδιαφέρον που είναι επαρκώς συνεκτικό να σχηματίζει τοπογραφικά καθορισμένες μονάδες και **ιστορικές τοποθεσίες**: τα συνδυασμένα έργα ανθρώπου και φύσης, όντας περιοχές που είναι εν μέρει χτισμένες πάνω και

επαρκώς διακριτικά και ομοιογενή ώστε να είναι τοπογραφικά προσδιορίσιμα και είναι από εμφανές ιστορικό, αρχαιολογικό, καλλιτεχνικό, επιστημονικό, κοινωνικό ή τεχνικό ενδιαφέρον

Μέχρι πρόσφατα, υπήρχε μια παρανόηση σχετικά με το «τι», το «πώς» και το «γιατί» η κληρονομιά πρέπει να διασωθεί και να διατηρηθεί.

Τα ανωτέρω διευκρινίστηκαν με την έγκριση της **Σύμβασης της Βαλέτας** (Μάλτα) το 1992 – η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1995 (Σειρά Συνθήκης του Συμβουλίου της Ευρώπης αρ. 143) όπου διαπιστώθηκε η αλλαγή στη φύση των απειλών για την αρχαιολογική κληρονομιά, η οποία τώρα προέρχεται λιγότερο από μη εξουσιοδοτημένες ανασκαφές, όπως στη δεκαετία του 1960, και περισσότερο από τα μεγάλα κατασκευαστικά έργα που πραγματοποιήθηκαν σε όλη την Ευρώπη από το 1980 και μετά. Μ' αυτή καθιερώθηκε ένα σύνολο **νέων βασικών νομικών προτύπων** για την Ευρώπη για την προστασία των αρχαιολογικών περιουσιακών στοιχείων ως πηγές επιστημονικών και τεκμηριωμένων στοιχείων, σύμφωνα με τις αρχές της ολοκληρωμένης διατήρησης. Δόθηκαν επίσης κατευθύνσεις για την πρόσβαση του κοινού, ιδίως σε αρχαιολογικούς χώρους, και τις εκπαιδευτικές δράσεις που πρέπει να αναληφθούν για την ανάπτυξη της ευαισθητοποίησης του κοινού για την αξία της αρχαιολογικής κληρονομιάς.

Η Σύμβαση Πλαίσιο του **Φάρο** (για την Αξία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς για την Κοινωνία), η Σύμβαση της **Γρανάδας** (για την Προστασία της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς στην Ευρώπη) και η αναθεωρημένη Σύμβαση της **Βαλέτα** (για την Προστασία της Αρχαιολογικής Κληρονομιάς) αποτελούν την ώθηση της προστασίας και ανάπτυξης της πολιτιστικής κληρονομιάς στην Ευρώπη (CoE, 2020).

### 1.1.2 Τα οφέλη της πολιτιστικής κληρονομιάς για τις μελλοντικές κοινωνίες

Η Πολιτιστική Κληρονομιά ως **α)** στοιχείο διαμόρφωσης της ιστορικής μνήμης και των συλλογικών ταυτοτήτων **β)** συνιστώσα του ευ ζην κάθε πολίτη και **γ)** διαχρονικός παράγοντας εμπλουτισμού της ζωής του ανθρώπου (ΥΠΠΟΤ, 2002) αποτελεί ένα εγγενώς πολύτιμο αγαθό που δεν είναι ανανεώσιμο, δεν μπορεί να αντικατασταθεί και ως εκ τούτου **πρέπει να διατηρηθεί** προς όφελος των μελλοντικών γενεών (Holtorf, 2020).

Η Σύμβαση της UNESCO για την Παγκόσμια Κληρονομιά (UNESCO, 1972) κάνει λόγο για «το **καθήκον** της εξασφάλισης της αναγνώρισης, προστασίας, διατήρησης, παρουσίασης και μετάδοσης στις μελλοντικές γενιές της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς», ωστόσο δεν διευκρινίζει τι σημαίνει «**μέλλον**», τι μπορούμε να γνωρίζουμε για τις ανάγκες των «μελλοντικών γενεών» και πώς αυτές οι ανάγκες μπορούν να καλυφθούν μέσω της κληρονομιάς που μεταδίδουμε, έτσι ώστε οι δικές μας δράσεις διατήρησης να εκτιμηθούν εκείνη την εποχή και το κοινό μας «καθήκον» να κινητοποιηθεί έτσι σήμερα. Στην πράξη, η τρέχουσα λογική της διατήρησης και της διαχείρισης της κληρονομιάς συχνά προϋποθέτει μια επέκταση του παρόντος στο μέλλον: **διατηρούμε ό,τι είναι πολύτιμο για εμάς σήμερα** (Högberg et al., 2017), (Holtorf, 2020), (Holtorf & Högberg, 2021).

Κατά μία έννοια, στόχος μας πρέπει να είναι να διατηρηθεί το “πρωτότυπο” όσο το δυνατόν περισσότερο, έτσι ώστε οι χρήστες του μέλλοντος να μπορέσουν να το βιώσουν όπως το βιώνουμε εμείς στο δικό μας “παρόν”.

Ελάχιστοι ειδικοί του πολιτισμού έχουν δώσει ιδιαίτερη σημασία στο ερώτημα για **ποιο μέλλον** εργάζονται πραγματικά και σε **τι** ακριβώς μπορεί να συνίστανται τα οφέλη της κληρονομιάς στο μέλλον (Högberg et al., 2017).

Οι ειδικοί της Πολιτιστικής Κληρονομιάς έχουν την τάση να αναζητούν μόνο την πραγματική πολιτιστική σημασία των περιουσιακών στοιχείων της κληρονομιάς και προτείνουν ότι ένα στοιχείο πολιτιστικής κληρονομιάς δεν μπορεί να έχει οικονομική αξία ή δεν μπορεί να προσεγγιστεί οικονομικά. Γι' αυτούς, η πολιτιστική κληρονομιά είναι ανεκτίμητη και έχει ιστορική, αρχαιολογική, δημιουργική, αισθητική ή αρχιτεκτονική αξία, αλλά όχι οικονομική αξία. Όμως στον αντίποδα αυτής της άποψης υπάρχει το επιχείρημα πως όταν ένα μνημείο προσελκύει επισκέπτες που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν υψηλό κόστος ταξιδιού και συχνά υψηλό κόστος διαμονής-δημιουργώντας έτσι αντίστοιχες οικονομικές ροές, απασχόληση, εισόδημα και οικονομική ανάπτυξη, η οικονομική αξία του μνημείου είναι αυτονόητη. Σε αυτή τη βάση, δεν έχουν όλα τα στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς την ίδια αξία, ούτε όλα τα μνημεία είναι ανεκτίμητης αξίας. Ως εκ τούτου, οι πόροι πολιτιστικής κληρονομιάς μπορούν να προσεγγιστούν ως πολιτιστικό κεφάλαιο ή ως πολιτιστικά αγαθά που μπορούν να διατηρηθούν και να ενσωματωθούν στην

οικονομική και κοινωνική ζωή του παρόντος για να διαμορφωθούν καλύτερες συνθήκες ζωής για το μέλλον (Mergos et al., 2017).

Συνεπώς όταν οι πολιτιστικοί πόροι αντιμετωπίζονται «συνδυαστικά»: όχι μόνο δηλαδή ως οικονομικό πλεονέκτημα και τουριστικό αξιοθέατο, αλλά και ως παράγοντας ταυτότητας που συμβάλλει στην κοινωνική συνοχή και σταθερότητα, τότε αποκτούν τη δυνατότητα να αποδώσουν θετικό πρόσημο στις επόμενες γενιές.

Τα μελλοντικά οφέλη μπορεί να συνίστανται σε διδάγματα που πρέπει να αντληθούν από την ανάμνηση της ταχύτητας για συγκεκριμένα γεγονότα ή διαδικασίες, ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής, προώθηση των κοινών αξίες όπως αυτές που συνδέονται με τα ανθρώπινα δικαιώματα ή βελτιωμένες ευκαιρίες για σχετικές κοινότητες για να βγάλουν τα προς το ζην (Holtorf & Fairclough, 2013).

Η δυναμική της υλικής και άυλης κληρονομιάς θεωρείται κινητήριος δύναμη και παράγοντας για οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη και βιωσιμότητα. Ως μοχλός, ο πολιτισμός συμβάλλει άμεσα στην οικονομική ανάπτυξη και στα κοινωνικά οφέλη. Ως παράγοντας διευκόλυνσης, βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών ανάπτυξης (Naheed & Shooshtarian, 2022).

Η UNESCO, στην Οικουμενική Διακήρυξη της Πολιτιστικής Ποικιλομορφίας του 2001, στο πρώτο κιάλας άρθρο αναφέρει ότι *«ο πολιτισμός παίρνει διαφορετικές μορφές στο χρόνο και στο χώρο που ενσωματώνονται στη μοναδικότητα και την πολλαπλότητα των ταυτοτήτων των ομάδων και των κοινωνιών που απαρτίζουν την ανθρωπότητα. Πηγή ανταλλαγής, καινοτομίας και δημιουργικότητας, η πολιτιστική ποικιλομορφία είναι τόσο απαραίτητη για την ανθρωπότητα όσο η βιοποικιλότητα για τη φύση»*.

### 1.1.3 Πολιτισμική Διαχείριση

Πολιτισμικός Διαχειριστής Νέων Τεχνολογιών είναι ο επιστήμονας - επαγγελματίας που μπορεί να σχεδιάσει, να οργανώσει, να καθοδηγήσει, να ελέγξει και να αποτιμήσει ανθρώπινους και υλικούς πόρους, μέσω της εφαρμογής νέων τεχνολογιών σε Ιδρύματα Πολιτισμικής Κληρονομιάς με σκοπό την επίτευξη των στόχων τους και κατ' επέκταση να συμβάλλει στη διατήρηση της πολιτισμικής κληρονομιάς για το μέλλον. Στο νέο "Ψηφιακό Ιστό" της κοινωνίας μας, θα μπορούσε να οριστεί και ως Διαχειριστής Ψηφιακών Πολιτισμικών Προϊόντων αφού μπορεί με την κατάλληλη εξειδίκευση να εξετάζει ή/και να δημιουργεί ψηφιακά αντικείμενα και τον τρόπο μπορεί αυτά να αξιοποιηθούν.

Η Διαχείριση της Πολιτισμικής Κληρονομιάς είναι ένας αυτόνομος, μικτός, επιστημονικός και επαγγελματικός κλάδος που ασχολείται με το παρόν και το μέλλον των πολιτιστικών πόρων ο δε συσχετισμός του με την πολιτική, τον τουρισμό και τη βιώσιμη ανάπτυξη τον έχουν καταστήσει σημείο αναφοράς στην ελληνική πολιτιστική πραγματικότητα.

Η ανάγκη για Πολιτισμική Διαχείριση προέκυψε κυρίως στη Δυτική Ευρώπη μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου αλλά σύντομα αναπτύχθηκε σε διεθνές επίπεδο. Ο όρος της διαχείρισης γνωστοποιήθηκε και διευρύνθηκε με τη βοήθεια και πολιτιστικών οργανισμών που δημιουργήθηκαν κατά την περίοδο αυτή, όπως το ICOMOS (1964) και ο Χάρτης της Βενετίας (Venice Charter. 1965).

Το 1979 υιοθετήθηκε ο Χάρτης **Burra** από την Australia ICOMOS (η Αυστραλιανή Εθνική Επιτροπή του ICOMOS) ο οποίος αναθεωρήθηκε το 1981, το 1988, το 1999 και το 2013 προφανώς λόγω των αναδυόμενων αναγκών. Ο Χάρτης Burra παρέχει καθοδήγηση για τη διατήρηση και διαχείριση χώρων πολιτιστικής σημασίας (τόποι πολιτιστικής κληρονομιάς) και τους αναγνωρίζει ως αναντικατάστατους και πολύτιμους. Ο Χάρτης θέτει πρακτικά πρότυπα γι' αυτούς που παρέχουν συμβουλές, λαμβάνουν αποφάσεις ή αναλαμβάνουν έργα σε χώρους πολιτιστικής σημασίας και υποστηρίζει ότι οι φυσικές και πολιτιστικές αξίες είναι αδιαίρετες (ICOMOS, 1979).

Αργότερα, το Νοέμβριο του 2013 η UNESCO και τα συμβουλευτικά της όργανα (ICCROM, ICOMOS & IUCN) δημοσίευσαν το **Εγχειρίδιο** για τη «**Διαχείριση Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς**» (Managing Cultural World Heritage) με σκοπό να παρέχει καθοδήγηση στα Κράτη-Μέλη και σε όσους εμπλέκονται στη φροντίδα των πολιτιστικών περιουσιακών στοιχείων σχετικά με τον τρόπο συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης Παγκόσμιας Κληρονομιάς και βασικό στόχο να διασφαλίσει ότι: *«η πολιτισμική κληρονομιά διαδραματίζει δυναμικό ρόλο στην κοινωνία και ότι αξιοποιεί και προσφέρει τα οφέλη που μπορεί να δημιουργήσει ένας τέτοιος ρόλος»* (Wijesuriya et al., 2013).

Από όταν οι απεριόριστες δυνατότητες των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών) και εν γένει της ψηφιακής τεχνολογίας συνάντησαν τον Πολιτισμό - κατ' αρχήν ως πείραμα και στη συνέχεια ως ανάγκη - στους τομείς συλλογής, καταγραφής και διατήρησης δημιούργησαν μια νέα εποχή ανάδειξης, συντήρησης, προστασίας, προβολής και διαχείρισης του πολιτιστικού αποθέματος. Στην πολιτιστική ψηφιακή εποχή, η λεπτή, αλλά πολύπλοκη σχέση μεταξύ τεχνολογίας και πολιτισμού έδωσε νέα μη υλική υπόσταση στα περιουσιακά στοιχεία της κληρονομιάς και οδήγησε με τα επιτεύγματά της στη νέα «Ψηφιακή Κληρονομιά».

Η Βίβλος Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης προβλέπει για τον Πολιτισμό την ανάπτυξη ψηφιακών μοντέλων πολιτιστικής παραγωγής και διανομής καθώς και καινοτόμες ψηφιακές υπηρεσίες, όπως η ανάδειξη των εκθεμάτων με τη χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας, ενώ παρουσιάζεται πλήθος δράσεων οριζόντιου χαρακτήρα για τον εμπλουτισμό του ψηφιακού περιεχομένου (Digital Strategy, 2021).

Ο Πολιτισμός, ένας εξαιρετικά περίπλοκος και αναπτυσσόμενος τομέας, αντιμετωπίζει σήμερα ιδιαίτερες προκλήσεις για τις οποίες απαιτούνται νέες δεξιότητες, συνεργασίες και συμπράξεις. Ο πολιτισμός μπορεί να φαίνεται ατελείωτα περίπλοκος ωστόσο η Πολιτισμική Τεχνολογία και ο Πολιτισμικός Διαχειριστής Νέων Τεχνολογιών μπορούν να ανατρέψουν τον κόσμο του ψηφιακού αναλφαριθμητισμού και να διορθώσουν λανθασμένες αντιλήψεις που εμπόδιζαν την ουσιαστική αλλαγή κουλτούρας για τους οργανισμούς και την κοινωνία ώστε να επαναπροσδιοριστεί ο ρόλος και τα οφέλη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, στο παρόν και στο μέλλον.

Κενή σελίδα



## 1.2 Ψηφιακή Πολιτιστική Κληρονομιά: Ορισμοί & Πλαίσιο

Ο Χάρτης για τη «**Διατήρηση της Ψηφιακής Κληρονομιάς**» (Charter on the Preservation of the Digital Heritage) όπως εγκρίθηκε στη 32η σύνοδο της Γενικής Διάσκεψης της UNESCO το 2003, ορίζει ως «Ψηφιακή Κληρονομιά»: τους **μοναδικούς πόρους** (πολιτιστικούς, εκπαιδευτικούς, επιστημονικούς, διοικητικούς) ανθρώπινης γνώσης και έκφρασης, που είτε **δημιουργούνται ψηφιακά** (δημιουργούνται εξ αρχής σε ψηφιακή μορφή και αποτελούν τα ίδια πολιτιστικά αντικείμενα) ή **μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή** από υπάρχοντες αναλογικούς πόρους (αντικείμενα ψηφιοποίησης) (UNESCO, 2003).

Η UNESCO ορίζει περαιτέρω ότι η ψηφιακή κληρονομιά είναι «εγγενώς απεριόριστη από το χρόνο, τη γεωγραφία, τον πολιτισμό ή τη μορφή» και αποτελείται από «υλικά διαρκούς αξίας βασισμένα σε υπολογιστές». Το ψηφιακό υλικό περιλαμβάνει κείμενα, βάσεις δεδομένων, ακίνητες και κινούμενες εικόνες, ήχο, γραφικά, λογισμικό και ιστοσελίδες, ανάμεσα σε ένα ευρύ και αυξανόμενο φάσμα μορφών. Συχνά είναι εφήμερα και απαιτούν σκόπιμη παραγωγή, συντήρηση και διαχείριση για να διατηρηθούν. Πολλοί από αυτούς τους πόρους έχουν διαρκή αξία και σημασία, και ως εκ τούτου αποτελούν μια κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να διατηρηθεί για τις σημερινές και τις μελλοντικές γενιές. Αυτή η διαρκώς αυξανόμενη κληρονομιά μπορεί να υπάρχει σε οποιαδήποτε γλώσσα, σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου και σε οποιοδήποτε τομέα της ανθρώπινης γνώσης ή έκφρασης (UNESCO, 2003).

Η UNESCO, αναγνώρισε ότι τέτοιοι πόροι πληροφοριών και δημιουργικής έκφρασης παράγονται όλο και περισσότερο, διανέμονται, έχουν πρόσβαση και διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή, δημιουργώντας μια **νέα κληρονομιά**: την Ψηφιακή Κληρονομιά (Digital Heritage - DH).

Σήμερα, η Ψηφιακή Πολιτιστική Κληρονομιά είναι ένας διεπιστημονικός τομέας γνώσης που περιλαμβάνει την έρευνα, τη μελέτη και την ανάλυση των ψηφιακών αναπαραστάσεων της κληρονομιάς και του τρόπου με τον οποίο αυτές δημιουργούνται και χρησιμοποιούνται στη διατήρηση και τη διάδοση του πολιτισμού (Reunanen et al., 2015).

Για την πολυπλοκότητα των νέων δεδομένων η UNESCO υιοθέτησε το 2008 (16η Γενική Συνέλευση ICOMOS, Quebec, Canada) το «**Χάρτη Ερμηνείας & Παρουσίασης Μνημείων Πολιτιστικής Κληρονομιάς**» (ICOMOS, Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites – “Ename Charter”) στον οποίο αναγνωρίζεται η ερμηνευτική διαδικασία και η παρουσίασή της σε διάφορα μέσα επικοινωνίας (όπως πολυμέσα, επιτόπου παρουσιάσεις, ψηφιακά μέσα και έντυπο υλικό) και εν γένει σε οποιαδήποτε μορφή ή μέσο κρίνεται κατάλληλη σε συγκεκριμένες περιστάσεις.

Παρόλο που οι επαγγελματίες πολιτισμού και οι μελετητές θα συνέχιζαν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της ερμηνείας, η συμβολή και η συμμετοχή των επισκεπτών, των τοπικών και σχετικών κοινοτικών ομάδων και άλλων ενδιαφερομένων, διαφορετικών ηλικιών και

εκπαιδευτικού υπόβαθρου θεωρήθηκε, σύμφωνα με το Χάρτη, ως απαραίτητη για τη μετατροπή των τοποθεσιών πολιτιστικής κληρονομιάς από στατικά μνημεία σε πηγές μάθησης και προβληματισμού για το παρελθόν, καθώς και ως πολύτιμους πόρους για τη βιώσιμη ανάπτυξη της κοινότητας (Silberman, 2006).

Ο Χάρτης Ερμηνείας & Παρουσίασης, επιδιώκει να βρει κοινές, παγκοσμίως έγκυρες ηθικές αρχές για τη δημόσια επικοινωνία και παρουσίαση χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς (Karlsson & Gustafsson, 2020) και προσδιορίζει επτά (7) βασικές αρχές για την εφαρμογή του στην πολιτιστική κληρονομιά:

**Αρχή 1: Προώθηση της πρόσβασης και της κατανόησης** (πρέπει να διευκολύνουν τη φυσική και πνευματική πρόσβαση του κοινού)

**Αρχή 2: Αξιοπίστες, ευρείας βάσης πηγές πληροφοριών** (τα στοιχεία πρέπει να συγκεντρώνονται μέσω αποδεκτών επιστημονικών (scientific) και ακαδημαϊκών (scholarly) μεθόδων καθώς και από ζωντανές πολιτιστικές παραδόσεις)

**Αρχή 3: Προσοχή στη ρύθμιση και το πλαίσιο** (πρέπει να σχετίζονται με τα ευρύτερα κοινωνικά, πολιτιστικά, ιστορικά και φυσικά πλαίσια και σκηνικά των χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς)

**Αρχή 4: Διατήρηση της αυθεντικότητας** (πρέπει να σέβονται τις βασικές αρχές της αυθεντικότητας στο πνεύμα του εγγράφου Nara, 1994).

**Αρχή 5: Σχεδιασμός για την Αειφορία** (πρέπει να αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του συνολικού σχεδιασμού, προϋπολογισμού και διαδικασίας διαχείρισης των χώρων)

**Αρχή 6: Μέριμνα για τη συμμετοχικότητα** (πρέπει να είναι το αποτέλεσμα ουσιαστικής συνεργασίας όσων εμπλέκονται - λόγω της ανάγκης για πολυεπιστημονική τεχνογνωσία: μελετητές, μέλη της κοινότητας, συντηρητές, εμπειρογνώμονες, κυβερνητικές αρχές, πολιτισμικοί διαχειριστές, τουριστικοί φορείς και άλλοι επαγγελματίες)

**Αρχή 7: Σημασία της Έρευνας, της Κατάρτισης και της Αξιολόγησης** (πρέπει να υπάρχει συνεχής έρευνα, κατάρτιση και αξιολόγηση κατά την ερμηνεία ενός τόπου πολιτιστικής κληρονομιάς)

Η έννοια λοιπόν της «πληροφορίας» είναι αυτή που μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της ψηφιακής κληρονομιάς ως: «ένα περιβάλλον όπου ο χώρος και ο χρόνος δεν έχουν πλέον περιοριστικές ιδιότητες και το οποίο χαρακτηρίζεται από αλληλεπίδραση και διαδραστικότητα με τους χρήστες» (Marcato, 2017).

Η δημιουργία και η τεκμηρίωση της ψηφιακής κληρονομιάς αποτελείται από τεχνολογικές διαδικασίες όπως: η ψηφιακή αντίληψη, η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, η εξαγωγή και ερμηνεία πληροφοριών και η ψηφιακή τεκμηρίωση. Η διάδοση και η παρουσίαση της ψηφιακής κληρονομιάς περιλαμβάνει διάφορες πτυχές, συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογίας και των

εργαλείων για την ψηφιακή δημιουργία, των διαύλων και των μέσων διάδοσης, των μέτρων διαχείρισης και της υποστήριξης από κανονισμούς και νόμους. Η ψηφιακή κληρονομιά θα πρέπει να παρουσιάζεται με γλαφυρό τρόπο, ώστε να διασφαλίζεται ότι το κοινό μπορεί να την κατανοεί, να την μοιράζεται και να την αξιοποιεί σωστά (Wang et al., 2020).

Ο ψηφιακός κόσμος της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει πολλά **νέα χαρακτηριστικά**, αλλά κανένα από αυτά δεν καθορίζεται από την τεχνολογία, καθώς όλα είναι αποτέλεσμα αλλαγών στον πολιτισμό και ακολουθούν αμφίδρομη διαδικασία: οι αλλαγές στον πολιτισμό προκαλούν τεχνολογικές αλλαγές, οι οποίες στη συνέχεια έχουν επίσης επίδραση στον πολιτισμό (Rab, 2007):

- Διαδραστικότητα (Interactivity)
- Διασυνδεσιμότητα (Interconnectivity)
- Πολυπλοκότητα (Complexity)
- Συγχώνευση προφορικής και γραπτής επικοινωνίας (Merging of oral and written communication)
- Ταχύτητα (Speed)
- Αύλότητα (Intangibility)
- Σύγκλιση (Convergence)
- Μη προβλεψιμότητα (Unpredictability)
- Πολυδιεργασία (Multitasking)

Ωστόσο, είναι επίσης σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας δεν υποκαθιστά την ίδια την πολιτιστική κληρονομιά, αντίθετα είναι ένα μέσο επικοινωνίας για την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και μια υποστήριξη και συμπλήρωμα της εμπειρίας των επισκεπτών της κληρονομιάς. Ο θεμελιώδης σκοπός της ψηφιακής παρουσίασης και ερμηνείας της πολιτιστικής κληρονομιάς μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα με την ενοποίηση πολυ-επίπεδου περιεχομένου πολιτιστικής κληρονομιάς και ψηφιακών τεχνολογιών για την εξυπηρέτηση των πολιτιστικών αναγκών των επισκεπτών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί ενεργά πολύτιμες πολιτιστικές, τεχνολογικές και συναισθηματικές εμπειρίες για τους επισκέπτες και τους εμπνέει περαιτέρω να απηχούν τις αξίες της κληρονομιάς (Liu, 2020).

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός του τομέα του Πολιτισμού έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη διαδικτυακή πρόσβαση σε πολιτιστικό υλικό για όλους και προσφέρει *«διευρυμένες ευκαιρίες για δημιουργία, επικοινωνία και ανταλλαγή γνώσης μεταξύ όλων των λαών»*, εξυπηρετώντας έτσι τους υψηλούς στόχους των ίσων ευκαιριών, της ανάπτυξης και της χρηστής διακυβέρνησης (von Schorlemer, 2020).

### 1.2.1 Διατήρηση Ψηφιακής Κληρονομιάς

Λόγω των αυξανόμενων δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών που προκαλούν την αυξανόμενη πολυπλοκότητα στην ψηφιακή τεκμηρίωση και αναπαράσταση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, προκύπτουν **νέες προκλήσεις** σχετικά με τη διατήρησή της με την πάροδο του χρόνου, την επαναχρησιμοποίηση και τη μελέτη (Portalés et al., 2018).

Η μετατροπή των φυσικών πόρων σε ψηφιακούς, επιτρέπει για παράδειγμα, την πρόσβαση σε αυτά μέσω του Διαδικτύου, οπότε “αποσυνδέονται” από το χρόνο και το χώρο και μετατρέπονται σε πανταχού παρόντες παγκόσμιους «**πόρους γνώσης**» (Robertson-von Trotha & Hauser, 2010).

Οι κύριοι **στόχοι** της διαδικασίας της διατήρησης της ψηφιακής κληρονομιάς είναι:

- η συνεχής συλλογή, επιλογή και οργάνωση του πιο σημαντικού ιστορικά πολιτιστικού υλικού και σημαντικών πηγών πληροφοριών, ανεξάρτητα από εξελισσόμενες μορφές,
- η μακροχρόνια αποθήκευση, διατήρηση και αυθεντικότητα αυτών των συλλογών και
- η επίμονη, προστατευμένη από δικαιώματα, πρόσβαση του κοινού στην ψηφιακή κληρονομιά

Οι κύριες **μορφές αρχείων** διατήρησης της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς είναι:

α) ηλεκτρονική μορφή (ηλεκτρονικά αντίγραφα) παραδοσιακών πολιτιστικών «αποθηκών» (όπως εικονικά μουσεία, βιβλιοθήκες, εκθέσεις, βάσεις δεδομένων, κ.λπ.) και

β) ηλεκτρονικές μορφές νέων πολιτιστικών αντικειμένων (προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, δίκτυα, τεχνολογίες, ψηφιακά έργα τέχνης κ.λπ.), τα οποία μπορεί τελικά να γίνουν αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά σύμφωνα με τη μέθοδο διατήρησης είναι παρόμοια με την κατηγορία της άυλης κληρονομιάς. Καθεμία από αυτές έχει τα δικά της χαρακτηριστικά. Ωστόσο, τυπικά μοιάζουν πολύ και αλληλοσυμπληρώνονται.

Τα ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς – βιβλιοθήκες, αρχεία και μουσεία – φέρουν παραδοσιακά την ευθύνη της διατήρησης των πνευματικών και πολιτιστικών πόρων που παράγονται από όλη την κοινωνία. Αυτή η σημαντική αποστολή βρίσκεται πλέον σε κίνδυνο σε όλο τον κόσμο λόγω του τεράστιου όγκου πληροφοριών που δημιουργούνται και μοιράζονται καθημερινά σε ψηφιακή μορφή. Η ψηφιακή τεχνολογία, διευκολύνοντας δραματικά τη δημιουργία και τη διανομή περιεχομένου, έχει δημιουργήσει εκθετική ανάπτυξη στην παραγωγή ψηφιακών πληροφοριών. Η διατήρηση αυτής της τεράστιας παραγωγής είναι δύσκολη, όχι μόνο για την έκτασή της, αλλά επειδή μεγάλο μέρος της είναι εφήμερο. Οι ψηφιακές πληροφορίες δεν έχουν την ίδια μακροζωία με τα φυσικά αντικείμενα, έγγραφα και βιβλία, τα οποία συχνά μπορούν να επιβιώσουν για αιώνες. Οι ψηφιακές μορφές αρχείων, τα μέσα αποθήκευσης και τα συστήματα εξελίσσονται διαρκώς, θέτοντας σε κίνδυνο τη μελλοντική αναγνωσιμότητα και ακεραιότητα της

ψηφιακής κληρονομιάς σε πολύ μικρότερα χρονικά πλαίσια από ό,τι η φθορά του χαρτιού και των φυσικών αντικειμένων, και η διαθεσιμότητά της για σύλληψη είναι φευγαλέα. Η επιβίωση της ψηφιακής κληρονομιάς είναι πολύ λιγότερο εξασφαλισμένη από τις παραδοσιακές αντίστοιχές της στις πολιτιστικές συλλογές. Ο εντοπισμός σημαντικής ψηφιακής κληρονομιάς και η έγκαιρη παρέμβαση είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης διατήρησής της (Choy et al., 2016).

Η ψηφιακή κληρονομιά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μόνιμη διατήρηση των πληροφοριών που προέρχονται από τη φυσική κληρονομιά και είναι χρήσιμη μόνο εάν το υλικό είναι προσβάσιμο στο κοινό σε μεταγενέστερο χρόνο. Για το λόγο αυτό, βασική αρχή στη στρατηγική της UNESCO είναι η διασφάλιση της συνεχούς προσβασιμότητας (accessibility) του ψηφιακού υλικού «χωρίς παράλογους περιορισμούς» και υπό την προϋπόθεση ότι διασφαλίζονται οι πόροι και τα δικαιώματα, χωρίς να βλάπτεται η κανονική τους εκμετάλλευση (UNESCO, 2003). Αν δεν υπάρχει πρόσβαση, το ψηφιακό υλικό δεν θεωρείται ότι διατηρείται.

Ένας άλλος φόβος είναι η ψηφιακή απαξίωση, ο οποίος σε μερικές περιπτώσεις ίσως να είναι και πιο σημαντικός από τον φόβο της απώλειας φυσικών πόρων. Η ψηφιακή απαξίωση (digital obsolescence) ή η εξαφάνιση δεδομένων (data extinction) είναι η κατάσταση όπου τα αρχειοθετημένα δεδομένα δεν γίνονται πλέον αναγνώσιμα ή χρησιμοποιήσιμα. Αυτή η απαξίωση οφείλεται κυρίως σε δύο βασικούς λόγους: α) στα «απαρχαιωμένα» μέσα αποθήκευσης δεδομένων (για παράδειγμα οι δισκέτες 5,25" και 3,5") ή αυτά να έχουν υποβαθμιστεί φυσικά (κατεστραμμένα cd, dvd κ.λπ.) και β) στο ξεπερασμένο λογισμικό (Belhi et al., 2017).

Κατά την αντιμετώπιση ερωτημάτων σχετικά με τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς, η χρονική διάσταση είναι μια άλλη πτυχή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Καθώς ο ψηφιακός κόσμος εξελίσσεται συνεχώς και οι μορφές αρχείων και τα προγράμματα γίνονται γρήγορα ξεπερασμένα (outdated), η διαδικασία διατήρησης της ψηφιακής κληρονομιάς πρέπει να είναι συνεχής, να λαμβάνει χώρα για δεκαετίες «ή ακόμα και για πάντα». Αυτό συνεπάγεται τη διατήρηση μορφών αρχείων και προγραμμάτων ή τη μετατροπή των αρχείων σε άλλες μορφές που μπορούν να ερμηνευτούν από νέα προγράμματα (von Schorlemer, 2020) δηλαδή η ψηφιακή διατήρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη των τεχνολογικών αλλαγών στο μέλλον.

Αυτή ακριβώς η «ψηφιακή συνέχεια» (digital continuity) είναι μια θεμελιώδης στρατηγική στην προσέγγιση της UNESCO για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς: *«Για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη μέτρα καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των ψηφιακών πληροφοριών, από τη δημιουργία έως την πρόσβαση. Η μακροπρόθεσμη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς ξεκινά με το σχεδιασμό αξιόπιστων συστημάτων και διαδικασιών που θα παράγουν αυθεντικά και σταθερά ψηφιακά αντικείμενα»* (UNESCO, 2003).

Ένα άλλο στρατηγικό στοιχείο στην προσέγγιση της UNESCO για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς, είναι η ακεραιότητα και η αυθεντικότητα του ψηφιακού υλικού. Η ακεραιότητα μπορεί να διατηρηθεί μόνο εάν τα ψηφιακά αντικείμενα παραμένουν πλήρη και άθικτα κατά τη μεταφορά από το ένα περιβάλλον στο άλλο. Ομοίως, είναι σημαντικό για μελλοντική αναφορά να διατηρηθεί η αυθεντικότητα και η αξιοπιστία των υλικών, ιδιαίτερα των ηλεκτρονικών αρχείων. «Η ψηφιακή συνέχεια» επομένως σχετίζεται άμεσα με ένα άλλο στρατηγικό στοιχείο στην προσέγγιση της UNESCO για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς, δηλαδή την «ακριβή απόδοση πιστοποιημένου περιεχομένου με την πάροδο του χρόνου». Από αυτή την άποψη, η ακεραιότητα και η αυθεντικότητα δεν πρέπει μόνο να προστατεύονται από ακούσιες αλλαγές που προκύπτουν από παρερμηνεία ή παραπλανητική περιγραφή από συστήματα υπολογιστών, αλλά και από κατάχρηση.

Όπως είναι γνωστό, τα ψηφιακά αρχεία που υπάρχουν σε διάφορες εκδόσεις, είναι επιρρεπή σε παραποίηση με πολλαπλούς τρόπους. Αντίγραφα, απομιμήσεις, πλαστογραφίες, φάρσες, καθώς και παραμορφώσεις, περικοπές, ψηφιακές μειώσεις και τροποποιήσεις, μεταξύ άλλων, απειλούν την ακεραιότητα και τη γνησιότητα των ψηφιακών δημιουργημάτων. Η δυνατότητα πρόσβασης (συμπεριλαμβανομένης της παράνομης λήψης) και χρήσης πολιτιστικών δεδομένων, μαζί με τη διαθεσιμότητα ψηφιακών εργαλείων, καθιστούν εξαιρετικά εφικτή την εύκολη και συχνή αντιγραφή, τροποποίηση ή επεξεργασία του υλικού ψηφιακής κληρονομιάς. Ιδιαίτερα σε χώρες όπου οι διασφαλίσεις για την πνευματική ιδιοκτησία είναι αδύναμες, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε «μεγάλη επιχείρηση στη δημιουργία παράνομων αντιγράφων» (von Schorlemer, 2020). Για να αποφευχθεί αυτό, η UNESCO (8<sup>ο</sup> άρθρο Χάρτας Διατήρησης) υπογραμμίζει την ζωτικής σημασίας ανάγκη, για νομικά και τεχνικά πλαίσια για την αποφυγή παραποίησης ή εκ προθέσεως αλλοίωση της ψηφιακής κληρονομιάς, ώστε το περιεχόμενο, η λειτουργικότητα των αρχείων και η τεκμηρίωση να διατηρούνται στον βαθμό που απαιτείται για την εξασφάλιση του αυθεντικού αρχείου (UNESCO, 2003).

Η διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς είναι μια σύνθετη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται πολλοί διαφορετικοί παράγοντες. Ο John Mackenzie Owen κατά το συνέδριο της UNESCO/KNAW στην Ολλανδία το 2005, προκειμένου να διευκρινιστούν όσο το δυνατό οι ρόλοι, πρότεινε την κατανομή των παραγόντων αυτών σε τρεις κύριες διαστάσεις: α) λειτουργίες (functions), β) ευθύνες (responsibilities) και γ) χρηματοδότηση (funding) (Πίνακας 1-1). Αυτές οι τρεις διαστάσεις της διατήρησης της ψηφιακής κληρονομιάς μας επιτρέπουν να φέρουμε στο επίκεντρο τις ευθύνες για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών και τη χρηματοδότηση αυτών των λειτουργιών διότι τα ψηφιακά τεχνουργήματα αποτελούν τον «**ψηφιακό ιστό της κοινωνίας**» μέσα από τον οποίο εκφράζεται ο πολιτισμός μας και, επομένως, αυτός ο ιστός αποτελεί την πολιτιστική κληρονομιά που πρέπει να διατηρηθεί (Owen, 2007).

I.	<b>Λειτουργίες</b> (functions)	<b>Δεδομένα:</b> επιλογή και αποθήκευση (αποθετήρια, αρχεία) <b>Συντήρηση:</b> μετατροπή / μετεγκατάσταση / εξομοίωση <b>Υπηρεσίες:</b> πρόσβαση και ευρετηρίαση
II.	<b>Ευθύνες</b> (responsibilities)	<b>Δημιουργοί</b> (εκδότες, συγγραφείς, 3D μοντελιστές, καλλιτέχνες παιχνιδιών κλπ) <b>Ενδιαφερόμενα μέρη</b> (π.χ. επαγγελματικές κοινότητες, πανεπιστήμια) <b>Ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς</b> (μουσεία, αρχεία, βιβλιοθήκες) <b>Πάροχοι υπηρεσιών</b>
III.	<b>Χρηματοδότηση</b> (funding)	<b>Κάτοχοι πνευματικών δικαιωμάτων</b> <b>Κυβέρνηση</b> (μέσω ιδρυμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς) <b>Χρήστες</b>

**Πίνακας 1-1 Οι τρεις διαστάσεις για τη διατήρηση της ψηφιακής κληρονομιάς – ίδια επεξεργασία μετά από (Owen, 2007)**

Το 2016, η Task Force, του προγράμματος UNESCO/PERSIST (Platform to Enhance the Sustainability of the Information Society Transglobally) - μια πρωτοβουλία της UNESCO, της ICA, της IFLA και άλλων εταιρών – δημοσίευσε μια σειρά κατευθυντήρων γραμμών σχετικά με την επιλογή της ψηφιακής κληρονομιάς για μακροπρόθεσμη διατήρηση. Ο στόχος των κατευθυντήριων γραμμών είναι να παράσχουν ένα γενικό σημείο εκκίνησης για τις βιβλιοθήκες, τα αρχεία, τα μουσεία και άλλα ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς, κατά τη σύνταξη των δικών τους πολιτικών, για την επιλογή της ψηφιακής κληρονομιάς για μακροπρόθεσμη βιώσιμη ψηφιακή διατήρηση και αξιόπιστη πρόσβαση στο μέλλον και αφορά ψηφιακό περιεχόμενο που δημιουργείται από ή για όλες τις τοπικές, θρησκευτικές, κοινωνικές και πολιτικές ομάδες που βρίσκονται σε όλες τις περιοχές του κόσμου.

Παράλληλα, ο τομέας της σύγχρονης τεχνολογίας, που χρησιμοποιείται ενεργά πλέον για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι η **τρισδιάστατη ανακατασκευή** (τρισδιάστατη εικονική ιστορική ανακατασκευή). Αυτή η ανακατασκευή με χρήση γραφικών υπολογιστή περιλαμβάνει τη δημιουργία εικονικών αντικειμένων, δίνοντας πληροφορίες και οπτικό υλικό για την εξερεύνηση της ιστορίας των τοποθεσιών πολιτιστικής κληρονομιάς. Φαίνεται ότι αποκτούμε μια νέα οργανική μέθοδο για τη μοντελοποίηση ιστορικών διεργασιών ή μνημείων μέσω της δημιουργίας ηλεκτρονικών μοντέλων προσομοίωσης (Nikonova & Biryukova, 2017).

Η UNESCO προειδοποίησε σχετικά νωρίς για τον κίνδυνο απώλειας της ψηφιακής κληρονομιάς. Με τον Χάρτη για τη Διατήρηση της Ψηφιακής Κληρονομιάς και τη συμπληρωματική σύστασή του σχετικά με τη διατήρηση και την πρόσβαση στην εποχή της τεκμηριωμένης

κληρονομιάς, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιακής μορφής, η UNESCO έχει προσφέρει πολύτιμη καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης προκλήσεων και αντιμετώπισης απειλών. Καθώς προκύπτουν νέες προκλήσεις, αυτό το πλαίσιο πρέπει να αναθεωρείται συνεχώς, να διευρύνεται ή να εξειδικεύεται. Η UNESCO, ως ο οργανισμός που είναι υπεύθυνος για την αντιμετώπιση θεμάτων που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά σε παγκόσμια κλίμακα, θα πρέπει να ενθαρρυνθεί να συνεχίσει το προληπτικό έργο της και να παρέχει περαιτέρω πρότυπα και καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο διατήρησης της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς προς όφελος της ανθρωπότητας (von Schorlemer, 2020).

*Είναι σαν να διατηρείς τη φλόγα μιας φωτιάς: πρέπει να τη φροντίζεις συνεχώς, να τη συντηρείς, να την τροφοδοτείς. Διαφορετικά θα σβήσει και θα χαθεί (Abid, 2007).*



### **1.2.2 Επιλέγοντας «τι μπορεί» και «τι πρέπει» να διατηρηθεί για το μέλλον**

Ως επείγον ζήτημα παγκόσμιας ανησυχίας αντιμετώπισε ο Χάρτης για τη Διατήρηση της Ψηφιακής Κληρονομιάς το 2003 τη διαπίστωση ότι η παγκόσμια ψηφιακή κληρονομιά κινδυνεύει να χαθεί αφού η ψηφιακή εξέλιξη ήταν πολύ γρήγορη και δαπανηρή για τις κυβερνήσεις και τους θεσμούς ώστε δεν έδωσαν από νωρίς προσοχή στην προστασία της. Η ταχεία απαξίωση του υλικού και του λογισμικού, οι αβεβαιότητες σχετικά με τους οικονομικούς πόρους, η ευθύνη, οι μέθοδοι συντήρησης και η έλλειψη υποστηρικτικής νομοθεσίας είναι μερικοί παράγοντες που εάν δεν γίνουν ενέργειες και δεν παρθούν μέτρα, η απειλή της απώλειας για το οικονομικό, κοινωνικό, πνευματικό και πολιτιστικό δυναμικό της κληρονομιάς – τα δομικά στοιχεία του μέλλοντος – θα είναι ταχεία και αναπόφευκτη.

Το ερώτημα που έχει γίνει εξαιρετικά πειστικό είναι ποιο από το τεράστιο πλήθος ψηφιακών υλικών θα πρέπει να διατηρηθεί για τις μελλοντικές γενιές και πώς θα γίνει η επιλογή και η διατήρησή τους. Οι παραδοσιακές πολιτικές διατήρησης, όπως τις γνωρίζουμε στον αναλογικό τομέα, που βασίζονται στον περιβαλλοντικό έλεγχο των φυσικών συνθηκών διατήρησης, δεν αρκούν για να εγγυηθούν τη διατήρηση των ψηφιακών αντικειμένων (Abid, 2007).

«τι μπορεί» και «τι πρέπει» να επιλεγεί για το μέλλον είναι, καταρχήν ένα ανοιχτό ερώτημα και φαίνεται ότι δεν υπάρχει οριστική απάντηση (Wienberg, 2021). Κι αυτό κυρίως γιατί οι μελλοντικές γενιές μπορεί να έχουν διαφορετικές ανάγκες και επιθυμίες και μπορεί να απαιτούν διαφορετικούς πόρους και γνώσεις σε σύγκριση με εμάς σήμερα (Holtorf & Högberg, 2021).

Υποθέτουμε ότι οι σημερινές χρήσεις και τα οφέλη της κληρονομιάς θα μεταφερθούν με κάποιον τρόπο στο μέλλον ή ότι οι μελλοντικές γενιές θα φροντίσουν για τον εαυτό τους. Πράγματι, μεγάλο μέρος της τρέχουσας πολιτικής στον τομέα της παγκόσμιας κληρονομιάς βασίζεται στην υπόθεση ότι το μέλλον θα μοιάζει με το παρόν – παρόλο που γνωρίζουμε ότι θα είναι διαφορετικό (Holtorf & Högberg, 2022).

Οι μελλοντικές γενιές με τον ένα ή τον άλλο τρόπο θα εκτιμήσουν ό,τι τους αφήνουμε και εάν το κάνουμε αποτελεσματικά τότε θα γίνουν κι αυτοί «καλοί πρόγονοι για τις μελλοντικές γενιές» (Högberg et al., 2017). Άλλη τυπική υπόθεση για τον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι ότι αποτελείται από πολύτιμες, υλικές ή άυλες οντότητες από το παρελθόν που κινδυνεύουν στο παρόν ή ακόμη και απειλούνται από καταστροφή και επομένως πρέπει να διατηρούνται έτσι ώστε οι μελλοντικές γενιές να μπορούν να τις μελετήσουν και να τις απολαύσουν επίσης (Holtorf & Ortman, 2008).

Το «τι» είναι χρησιμοποίησιμο ή χρήσιμο ποικίλλει στο χρόνο και στο χώρο αλλά και μεταξύ διαφορετικών ιστορικών περιόδων, χωρών, πολιτισμών, ομάδων και ατόμων. Οι προτεραιότητες τίθενται πάντα ανάμεσα σε διαφορετικές αιτιολογήσεις, κίνητρα και αξίες, και υπάρχει πάντα η επιλογή μεταξύ της ενεργητικής ή παθητικής στάσης. (Wienberg, 2021).

Σύμφωνα με το Χάρτη για τη Διατήρηση της Ψηφιακής Κληρονομιάς (UNESCO, 2003), πρέπει να βασίζεται σε ορισμένα κριτήρια, με το κυριότερο να αφορά τη “σημασία” (significance) και τη “διαρκή αξία” (lasting value) των ψηφιακών τεχνουργημάτων και συστήνει οι αποφάσεις επιλογής και τυχόν επακόλουθες αναθεωρήσεις να διενεργούνται με υπεύθυνο τρόπο και να βασίζονται σε καθορισμένες αρχές, πολιτικές, διαδικασίες και πρότυπα.

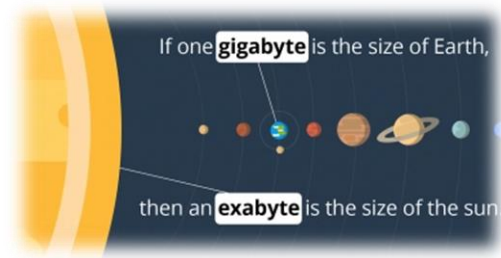
Ένα σημαντικό μέρος της ψηφιακής κληρονομιάς αποτελείται από το προϊόν της ψηφιακής αναπαραγωγής προ-υπαρχόντων έργων, τα οποία μπορεί να αποτελούνται από κείμενα, εικόνες και ήχους ή που μπορεί να έχουν οπτικοακουστικό, γραφικό, φωτογραφικό ή κινηματογραφικό χαρακτήρα. Αυτό το ψηφιακό «δίδυμο» (digital twin) δεν ισχυρίζεται ότι είναι πανομοιότυπο αντίγραφο του αρχικού έργου, αλλά μόνο αναπαράστασή του. Το δεύτερο συστατικό της ψηφιακής κληρονομιάς προέρχεται από δεδομένα που υπάρχουν μόνο σε ψηφιακή μορφή, είτε πρόκειται για ιστότοπους του Διαδικτύου, ηλεκτρονικές δημοσιεύσεις, παραγωγές πολυμέσων ή πολιτιστικές ή επιστημονικές βάσεις δεδομένων που περιέχουν και οργανώνουν κείμενα, γραφικά, ήχους, σταθερές εικόνες ή οπτικοακουστικά ή πολυμεσικά προϊόντα (Abid, 2007).

Μια ιδιαίτερα δύσκολη πρόκληση για το «τι» θα διατηρηθεί για το μέλλον, αποτελεί επίσης ο τεράστιος όγκος των δεδομένων ψηφιακής κληρονομιάς. Το Διαδίκτυο διαθέτει δισεκατομμύρια σελίδες των οποίων η μέση διάρκεια ζωής είναι εξαιρετικά μικρή. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι το διαρκώς αναπτυσσόμενο Διαδίκτυο αξίζει να διατηρηθεί στο σύνολό του, καθώς οι σελίδες του και τα φόρουμ συζητήσεων μπορούν να θεωρηθούν ανεκτίμητος καθρέφτης της κοινωνίας. Υπάρχουν τεχνικά προβλήματα όσον αφορά τη διασφάλιση ότι το ψηφιακό υλικό που αποθηκεύεται στα αρχεία παραμένει προσβάσιμο στην αρχική του μορφή. Το λογισμικό και το υλικό αντικαθίστανται συνεχώς από πιο ισχυρές νέες γενιές που τελικά γίνονται ασυμβίβαστες με τους προκατόχους τους, αυτό σημαίνει ότι μέσα σε λίγα μόλις χρόνια, το υλικό – το οποίο συχνά περιλαμβάνει ήχο και κινούμενα γραφικά ή εικόνες, καθώς και συνδέσμους σε ιστότοπους και βάσεις δεδομένων στο Διαδίκτυο – καθίσταται απρόσιτο (Abid, 2007).

Επειδή τα ψηφιακά τεχνουργήματα που αντιπροσωπεύουν και διατηρούν τον σύγχρονο πολιτισμό έχουν μια σειρά από **ιδιαίτερα** χαρακτηριστικά που τα διακρίνουν από τα παραδοσιακά υλικά κληρονομιάς, όπως: παγκόσμια προέλευση, ετερογένεια, ρευστότητα & δυναμικότητα, ενσωματωμένα δεδομένα στο ίδιο το υλικό, τα οποία και αποτελούν τη βάση για μελλοντικές υπηρεσίες και ερμηνείες, είναι λογικό η μακροπρόθεσμη διατήρησή τους να μην αφορά μόνο την απλή αποθήκευση και συντήρηση, αλλά και την αποτύπωση δυναμικών διαδικασιών και προτύπων χρήσης αυτών (Owen, 2007).

### 1.2.3 Διαδικτυακά αποθετήρια

Η ψηφιακή τεχνολογία, διευκόλυνε σε τέτοιο βαθμό τη δημιουργία και τη διανομή περιεχομένου, που έχει δημιουργήσει εκθετική ανάπτυξη στην παραγωγή ψηφιακών πληροφοριών. Εκτιμάται ότι θα παράγονται 463 exabyte δεδομένων παγκοσμίως κάθε μέρα έως το 2025 – το ισοδύναμο με 212. 765.957 DVD την ημέρα.



(Πηγή εικόνας: [backblaze.com](http://backblaze.com))

Ενώ ένα μεγάλο μέρος αυτού μπορεί να μην αντιμετωπιστεί ποτέ ως ψηφιακή κληρονομιά, υπογραμμίζει όμως την τεράστια κλίμακα της πρόκλησης διατήρησης. Η διατήρηση και η επιμέλεια της ψηφιακής κληρονομιάς περιπλέκεται περαιτέρω από την εξάρτηση από τεχνολογίες που μπορεί να καταστούν παρωχημένες και την πολυπλοκότητα των πνευματικών δικαιωμάτων (ICCROM, 2022).

Οι (οπτικές) ψηφιακές ανθρωπιστικές επιστήμες - εκτός από την ψηφιακή κληρονομιά και τους ψηφιακούς κλάδους στις ανθρωπιστικές επιστήμες, όπως η ψηφιακή ιστορία της τέχνης ή η ψηφιακή αρχαιολογία - σηματοδοτούν τον επιστημονικό χώρο στον οποίο συζητούνται και στηρίζονται μεθοδολογικά η τρισδιάστατη μοντελοποίηση και η τρισδιάστατη ανακατασκευή στις ανθρωπιστικές επιστήμες. Τα αντικείμενα της τρισδιάστατης μοντελοποίησης είναι αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς (Muenster, 2022).

Ο αυξανόμενος αριθμός Ιδρυμάτων Πολιτιστικής Κληρονομιάς με διαδικτυακή παρουσία όπως μουσεία, εκθέσεις, αρχαιολογικοί χώροι και διάφοροι πολιτιστικοί χώροι και τόποι, μαζί με τις αναδυόμενες τεχνολογίες για ψηφιακή 2D/3D δημιουργία, βιωματική εμπειρία και πρόσβαση σε πολιτιστικό περιεχόμενο **άνοιξαν νέα σύνορα** στην ψηφιοποίηση, διαδικτυακή προσβασιμότητα και ψηφιακή διατήρηση των περιουσιακών στοιχείων της κληρονομιάς. Η δύναμη της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς για την οικοδόμηση ενός καλύτερου κόσμου έχει αποτυπωθεί ήδη στους Χάρτες και στις Κατευθυντήριες Οδηγίες της UNESCO.

Όμως στο ψηφιακό σύμπαν, η εναπόθεση - μη εφήμερων – τεχνουργημάτων ψηφιακής κληρονομιάς, χρειάζεται αξιόπιστους χώρους, με μακροπρόθεσμη πρόσβαση και που δεν θα θέτουν σε κίνδυνο τη μελλοντική αναγνωσιμότητα και ακεραιότητά τους, ώστε οι παρούσες και οι μελλοντικές γενιές να τα απολαμβάνουν, να τα αξιοποιούν και να τα επαναχρησιμοποιούν.

Οι χώροι αυτοί αναφέρονται ως αποθετήρια (repositories) και αφορούν τη συλλογή επιστημονικά πιστοποιημένων τρισδιάστατων μοντέλων - με βάση το παράδειγμα παραδοσιακών επιστημονικών περιοδικών – με τυπικούς μηχανισμούς για τη διατήρηση, την αξιολόγηση από ειδικούς του τομέα, τη δημοσίευση, την ενημέρωση και τη διανομή όσο το δυνατόν «ιδανικών» τρισδιάστατων αρχείων αλλά και που θα ικανοποιούν τα ζητήματα διαχείρισης ψηφιακών

δικαιωμάτων, τη σαφή επικοινωνία αβεβαιότητας και συναφών μεταδεδομένων και διαλειτουργικότητας (Koller et al., 2009).

Από την έρευνα στη βιβλιογραφία (Patel et al., 2004) (Addison & Severo, 2008), (Χούσος et al., 2010), (Duranti, 2010), (E. Champion & Rahaman, 2020), φαίνεται ότι η λύση βρίσκεται σε ένα «νέο οικοσύστημα πολιτιστικής μνήμης» (Burkey, 2022) και για το σκοπό αυτό προκρίνονται δύο βασικές κατευθύνσεις:

- ✓ η μία σε επίπεδο εθνικής πολιτικής διατήρησης: την εναπόθεση της τεκμηριωμένης και αυθεντικής ψηφιακής κληρονομιάς (είτε υποχρεωτικά είτε εθελοντικά) σε υποδομές που την ευθύνη συντήρησης θα έχουν βιβλιοθήκες, αρχεία, μουσεία σε δημόσια (θεσμικά) **αποθετήρια** (repositories), υπό τις κατάλληλες νομοθετικές ρυθμίσεις ανά κράτος και
- ✓ η άλλη σε επίπεδο ακαδημαϊκής, ερευνητικής και επιστημονικής κοινότητας: τη δημιουργία διαδραστικών και διαλειτουργικών συνδεδεμένων αποθετηρίων ψηφιακής πολιτισμικής κληρονομιάς και όπως ειδικότερα προτείνει ο Champion τα αποθετήρια αυτά, για να πετύχουν το σκοπό τους, πρέπει να περιλαμβάνουν λογισμικό ανοιχτού κώδικα, ένα καλά οργανωμένο ηλεκτρονικό αρχείο τρισδιάστατων μοντέλων σε εύρωστη ανοιχτή μορφή και παγκοσμίως αποδεκτά μεταδεδομένα καθώς και μια κοινότητα που αξιολογεί, ασκεί κριτική, επαυξάνει και διατηρεί κατάλληλο το περιεχόμενο. Με λίγα λόγια, ένα «ψηφιακό επιστημονικό οικοσύστημα» για την πολιτιστική κληρονομιά (E. Champion, 2020).

Ένα καλά σχεδιασμένο αποθετήριο πολιτιστικής κληρονομιάς (cultural heritage repository) θα πρέπει (Addison & Severo, 2008):

- Να αποθηκεύει με ασφάλεια τη διεπιστημονική γνώση, την αξία / σημασία και ακεραιότητά της
- Να αρχειοθετεί μαζί όλα τα δεδομένα (χάρτες, εικόνες, σχέδια, έγγραφα, αρχεία CAD, ταινίες, ηχογραφήσεις κλπ)
- Να επιτρέπει τη διαισθητική αναζήτηση και την απλή συνεισφορά πρόσθετων εγγραφών
- Να εγγυάται μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των αρχείων
- Να προωθεί το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή στη διατήρηση ενός κληρονομιάς, μέσω της διάδοσης των αποκτημένων πληροφοριών
- Να επιτρέπει την ενημερωμένη λήψη αποφάσεων
- Να εξασφαλίζει ότι η διαχείριση, η συντήρηση και η διατήρηση ενός μνημείου σχετίζεται με την ακεραιότητά του (φυσική μορφή, υλικά, κατασκευή, κ.λπ.) και την ιστορική και πολιτιστική του σημασία

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να διασφαλίζεται ότι το περιεχόμενο, η λειτουργικότητα των αρχείων και η τεκμηρίωση, διατηρούνται στο βαθμό που απαιτείται για την εξασφάλιση αυθεντικού αρχείου καθώς και ότι τα αποθετήρια ψηφιακής κληρονομιάς τηρούν τα νομικά και πρακτικά

πλαίσια για την αποτροπή χειραγώγησης ή σκόπιμης αλλοίωσης της ψηφιακής κληρονομιάς (UNESCO, 2003).

Ειδικότερα, όσον αφορά τα τρισδιάστατα (3D) μοντέλα πολιτιστικής κληρονομιάς αυτά αποτελούν πλέον κρίσιμο συστατικό στη διατήρησή της, όταν μάλιστα χρησιμοποιούνται ή/και επανα-χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπως εκπαίδευση, έρευνα, τουρισμό, εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα (Nishanbaev, 2020).

Οι Χάρτες του Λονδίνου και της Σεβίλλης αποδέχονται ότι η επιτυχία των έργων εικονικής κληρονομιάς εξαρτάται από τρισδιάστατα μοντέλα με επιστημονικό περιεχόμενο, ωστόσο, οι συστάσεις αυτών των Χαρτών δεν αντιμετωπίζουν το θέμα των υποδομών σχετικά με την απόθεση και διατήρηση τρισδιάστατων έργων ψηφιακής κληρονομιάς.

Μια σχετικά πρόσφατη μελέτη της Nataska Statham σε πέντε διαδικτυακές πλατφόρμες (Google Arts & Culture - GAC, CyArk, 3DHOP, Sketchfab και Game Engines) οι οποίες είναι δημοφιλείς, υποστηρίζονται ενεργά από τους προγραμματιστές τους και χρησιμοποιούνται για κοινή χρήση τρισδιάστατων εικονικών αναπαραστάσεων και ανακατασκευών πολιτιστικής κληρονομιάς, έδειξε ότι το ICOMOS και η UNESCO δεν μπορούν να ελέγξουν το πώς αναπτύσσεται και συντηρείται το πλαίσιο σε πλατφόρμες για εμπορική χρήση (όπως το Sketchfab) και ότι η υποστήριξη τεκμηρίωσης των 3D μοντέλων είναι συχνά ελλιπής και ανεπαρκής (Statham, 2019).

Ο Παγκόσμιος Ιστός (www) δίνει πρόσβαση σε πολιτιστικά ψηφιακά αποθετήρια (cultural digital repositories) για το ευρύ κοινό και μερικά επιλεγμένα παραδείγματα, που κατά κανόνα, πληρούν τις προδιαγραφές περί τεκμηρίωσης, διατήρησης, διάδοσης και χρήσης της πολιτιστικής κληρονομιάς, είναι:

- i. η Ευρωπαϊκή Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Europeana
- ii. το Open Archive ICOMOS
- iii. το CyArk με το OpenHeritage3D
- iv. η Βιβλιοθήκη Getty
- v. το World Heritage Centre (Κέντρο Παγκόσμιας Κληρονομιάς) της UNESCO
- vi. το NASA 3D
- vii. το Smithsonian
- viii. το Αποθετήριο Ανθρωπιστικών Επιστημών “Πανδέκτης” (ΕΚΤ) & το Αποθετήριο της “Ζωφόρου του Παρθενώνα” (ΕΚΤ)
- ix. τα αποθετήρια Travelogues, ToposText & TravelTrails του Ιδρύματος Αικατερίνης Λασκαρίδη, **τα οποία μας πρόσφεραν, κατά κύριο λόγο, το εμπειριστατωμένο και τεκμηριωμένο εικονογραφικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της περίπτωσης του Πύργου Naillac.**

Γενικά, τα θεσμικά (Institutional non-commercial) αποθετήρια δεν επιτρέπουν στο ευρύ κοινό να ανεβάζει τρισδιάστατο περιεχόμενο. Αντίθετα, προσφέρουν δωρεάν υπηρεσίες με απεριόριστες λήψεις, αλλά οι μορφές αρχείων ενδέχεται να είναι περιορισμένες. Για παράδειγμα: το Smithsonian προσφέρει τρισδιάστατα μοντέλα, αλλά δεν επιτρέπει ξεκάθαρα τη χρήση για δυνατότητα λήψης ή δεν εξηγεί προσεκτικά τα πολιτιστικά πρωτόκολλα βάσει των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, η Europeana (η οποία είναι ταυτόχρονα πύλη και πλατφόρμα) προσφέρει αναζήτηση ανά τύπο πολυμέσων και συνδέει τα αποτελέσματα αναζήτησης με εξωτερικούς ιστότοπους φιλοξενίας, χωρίς όμως να ενημερώνει αν το τρισδιάστατο μοντέλο μπορεί να εκτελεστεί στο πρόγραμμα περιήγησης ή χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός (E. Champion, 2017) και το CyArk, με το OpenHeritage3D (που ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2018), επιτρέπει δωρεάν πρόσβαση σε τρισδιάστατα δεδομένα υψηλής ανάλυσης τοποθεσιών πολιτιστικής κληρονομιάς, για εκπαίδευση, έρευνα και άλλες μη εμπορικές χρήσεις αλλά οι χρήστες χρειάζονται προηγούμενη άδεια για τη λήψη δεδομένων 3D (E. Champion & Rahaman, 2020).

Από την άλλη πλευρά τα εμπορικά (Commercial) αποθετήρια, αναπτύσσονται με πρωταρχικό στόχο να προσφέρουν μια πλατφόρμα για το εμπόριο τρισδιάστατων μοντέλων και σπάνια επικεντρώνονται στη διατήρηση ή στην τεκμηρίωση. Υπάρχει μια αξιοσημείωτη εξαίρεση: το **Sketchfab** το οποίο προσφέρει δωρεάν επαγγελματικό λογαριασμό και υπηρεσίες, με απεριόριστες μεταφορτώσεις (με μηνιαίο όριο μεταφόρτωσης) για ινστιτούτα πολιτιστικής κληρονομιάς τα οποία μπορούν να επιμεληθούν και να εκθέσουν τις ψηφιακές συλλογές τους σε μια ειδική σελίδα μουσείου (<https://sketchfab.com/museums>) (E. Champion & Rahaman, 2020).

Οι Champion και Rahaman μετά από σχετική έρευνα κατά την οποία εξέτασαν οκτώ θεσμικά και έντεκα εμπορικά αποθετήρια (Εικόνα 1-4) που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να φιλοξενούν τρισδιάστατα μοντέλα ψηφιακής κληρονομιάς, κατέληξαν ότι: η αξιοπιστία των τρισδιάστατων δεδομένων, οι ισχυρές μορφές αρχείων, τα συμφωνημένα μεταδεδομένα, τα ενσωματωμένα δεδομένα και οι προσβάσιμες πληροφορίες πνευματικών δικαιωμάτων είναι προβληματικά ζητήματα που εμποδίζουν την αρχειοθέτηση και την ευρεία διάδοση των 3D στοιχείων κληρονομιάς και ότι είναι δύσκολο να βρεθεί ένας αλάθητος τρόπος διατήρησης τους (Rahaman & Champion, 2019a), (E. Champion & Rahaman, 2020).



**Εικόνα 1-4** Τα οκτώ δημοφιλή θεσμικά και τα έντεκα εμπορικά διαδικτυακά αποθετήρια τα οποία εξέτασαν οι Champion και Rahaman (επάνω σειρά: *Smithsonian, Three D Scans, CyArk, Europeana, EPOCH, CARARE, NASA 3D, GB3D Type Fossils* – κάτω σειρά: *Sketchfab, MyMiniFactory, Blendswap, 3D Warehouse, TurboSquid, ShareCG, 3D Export, Free3D, Unity Asset Store, Poly, p3d.in*) – Πηγή: (E. Champion & Rahaman, 2020)

### 1.3 Ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας & 3D περιεχόμενο

Οι πνευματικοί δημιουργοί με τη δημιουργία κάθε **πρωτότυπου** λογοτεχνικού, καλλιτεχνικού ή επιστημονικού έργου, το οποίο μπορεί να εκφράζεται με οποιαδήποτε μορφή, αποκτούν πάνω σ' αυτό δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας. Η πνευματική ιδιοκτησία (copyright), είναι ένας νομικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα αποκλειστικά και απόλυτα δικαιώματα της εκμετάλλευσης του έργου (περιουσιακό δικαίωμα) και της προστασίας του προσωπικού δεσμού τους προς αυτό (ηθικό δικαίωμα).

Όσον αφορά το περιουσιακό δικαίωμα, ο δημιουργός μπορεί να επιτρέπει ή να απαγορεύει την: αναπαραγωγή, δημιουργία παράγωγου, διανομή, δημόσια εκτέλεση και παρουσίαση. Το δε ηθικό δικαίωμα, αφορά τις εξουσίες του δημιουργού στην επιλογή για: Δημοσίευση, Αναγνώριση πατρότητας, Ακεραιότητα του Έργου, Προσπέλαση στο Έργο, Υπαναχώρηση από συμβάσεις μεταβίβασης περιουσιακού δικαιώματος. Στο Ελληνικό δίκαιο τα ανωτέρω ρυθμίζονται από το ν. 2121/1993 (*Πνευματική Ιδιοκτησία, Συγγενικά Δικαιώματα και Πολιτιστικά Θέματα*) όπως έχει επικαιροποιηθεί μέχρι και το ν. 4961/2022 (ΦΕΚ Α' 146/27.07.2022).

Οι μεταβολές του δικαίου πνευματικής ιδιοκτησίας ήταν πάντα άμεσα συνδεδεμένες με την εξέλιξη της τεχνολογίας (Παραμυθιώτης, 2020) κατά συνέπεια οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς οι οποίες έχουν μεταβάλλει τον τρόπο δημιουργίας, διανομής και εκμετάλλευσης ψηφιακών έργων, οδηγούν στην ανάγκη αναθεώρησης υπαρχόντων ή και θέσπισης νέων κανόνων προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων στο νέο ψηφιακό πλαίσιο.

Πρόσφατα τέθηκε σε ισχύ η Οδηγία 2019/790 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17ης Απριλίου 2019 για τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και τα συγγενικά δικαιώματα στην Ψηφιακή Ενιαία Αγορά (Digital Single Market, DSM), η οποία σταδιακά ενσωματώνεται στις εθνικές νομοθεσίες των ευρωπαϊκών χωρών. Η Οδηγία DSM λαμβάνει ιδιαίτερα υπόψη τις ψηφιακές και τις διασυνοριακές χρήσεις του προστατευόμενου περιεχομένου, ενθαρρύνει την καινοτομία, τη δημιουργικότητα, την επένδυση και την παραγωγή νέου περιεχομένου σε ψηφιακό περιβάλλον, επιδιώκει δίκαιη ισορροπία μεταξύ αφενός των δικαιωμάτων και των συμφερόντων των **δημιουργών** και αφετέρου, των **χρηστών** και προβλέπει **εξαιρέσεις** και **περιορισμούς** επί των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας και συγγενικών δικαιωμάτων σε ψηφιακά και διασυνοριακά περιβάλλοντα, που αφορούν την επιστημονική έρευνα, την εκπαίδευση και τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς (όπως στην περίπτωση εξόρυξης κειμένων και δεδομένων στο πλαίσιο επιστημονικής έρευνας, στην περίπτωση ψηφιακών χρήσεων έργων χάριν μόνο παραδείγματος κατά τη διδασκαλία και στη δημιουργία αντιγράφων πολιτισμικού υλικού με σκοπό τη διατήρηση). Διευκολύνει επίσης τη διατήρηση και τη διάδοση της γνώσης και του πολιτισμού εισάγοντας έναν νέο μηχανισμό περιορισμού στην πνευματική ιδιοκτησία υπέρ των ιδρυμάτων πολιτιστικής κληρονομιάς στην περίπτωση που

θελήσουν να προβούν σε αναπαραγωγή, διανομή, παρουσίαση στο κοινό ή τη διάθεση στο κοινό μη διαθέσιμων στο εμπόριο έργων ή άλλων αντικειμένων προστασίας, τα οποία βρίσκονται μόνιμα στη συλλογή του ιδρύματος αξιοποιώντας νέες τεχνικές ψηφιακής διαφύλαξης (Publications Office of the European Union, 2019). Αυτός ο νέος κανόνας καθιστά εφικτή την ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς της ΕΕ με σκοπό τη διαφύλαξή της ώστε οι σημερινές και οι μελλοντικές γενιές να έχουν πρόσβαση σ' αυτήν. Προκειμένου δε να επιτραπεί στα ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς να διαθέτουν για μη εμπορικούς σκοπούς, μη διαθέσιμα στο εμπόριο έργα ή άλλα αντικείμενα προστασίας που βρίσκονται μόνιμα στις συλλογές τους, πρέπει να γίνεται μνεία του ονόματος του δημιουργού ή οποιουδήποτε άλλου δικαιούχου που μπορεί να ταυτοποιηθεί, εκτός αν διαπιστωθεί ότι αυτό είναι αδύνατο.

Η UNESCO (UNESCO, 2003) αναφέρεται στην ψηφιακή κληρονομιά ως οποιοδήποτε “γεννημένο ψηφιακό” (born digital) ή “ψηφιακό υποκατάστατο” (digital surrogate) αντικείμενο που περιέχει μοναδικούς πόρους ανθρωπίνης γνώσης και έκφρασης.

Στην περίπτωση του γεννημένου ψηφιακά περιεχομένου, η διευθέτηση των θεμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας είναι πρακτικά ευκολότερη, αφού ο μεν δημιουργός μπορεί εξ αρχής να προσδιορίσει τους όρους χρήσης του έργου του, το δε ίδρυμα πολιτιστικής κληρονομιάς θα προβεί σε εξασφάλιση της, μέσω συμφωνίας ανάλογα με τη χρήση και τη διάθεση του έργου που πρόκειται να κάνει. Το ίδιο δεν συμβαίνει και στην περίπτωση που το πρωτότυπο έργο είχε αναλογική μορφή και στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκε, γιατί η άρνηση του δημιουργού να χορηγήσει τη σχετική άδεια, θα εμποδίσει την ψηφιοποίηση του έργου (Μέγγου, 2021).

Τα ψηφιακά τρισδιάστατα μοντέλα (αντικειμένων, κτιρίων, τόπων κλπ ιστορικής σημασίας) είναι ένας αναδυόμενος τομέας περιεχομένου και τεχνολογίας και μπορούν με τη σειρά τους να αποτελέσουν σημαντικά ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία υπό την προϋπόθεση της «πρωτοτυπίας». Σ' αυτή την περίπτωση η τεκμηρίωση του τρισδιάστατου περιεχομένου θα πρέπει πρωτίστως να ακολουθεί τις αρχές της Χάρτας του Λονδίνου, και συγκεκριμένα την Αρχή 4: *«Θα πρέπει να τεκμηριώνονται και να διαδίδονται επαρκείς πληροφορίες για να επιτρέπεται η κατανόηση και η αξιολόγηση των μεθόδων και των αποτελεσμάτων οπτικοποίησης που βασίζονται σε υπολογιστή σε σχέση με τα πλαίσια και τους σκοπούς για τους οποίους αναπτύσσονται»*. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις τα 3D μοντέλα μπορούν να συμμετέχουν σε δημιουργίες εικονικής πραγματικότητας προς αναπαράσταση τόσο της υλικής όσο και της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς υπό την εποπτεία των ιδρυμάτων του πολιτιστικού τομέα που έχουν αποστολή να παρέχουν πρόσβαση στη γνώση.

Τρισδιάστατα μοντέλα κλασικών έργων τέχνης, αρχαιολογικών αντικειμένων ή ιστορικών τοποθεσιών αποτελούν συχνά πολύτιμη πνευματική ιδιοκτησία, αντιπροσωπεύοντας εξίσου πολύτιμη πολιτιστική κληρονομιά και παρακαταθήκη. Οι επιμελητές συλλογών φυσικών αντικειμένων ενδέχεται να είναι απρόθυμοι να επιτρέψουν την ψηφιοποίηση των συλλογών τους,



εάν χάσουν εντελώς τον έλεγχο (εξουσία) των εικονικών αναπαραστάσεων. Ομοίως, πολλοί μελετητές πολιτιστικής κληρονομιάς και προγραμματιστές περιεχομένου ίσως δεν θα ήταν πρόθυμοι να συμμετάσχουν σε μια προσπάθεια κεντρικής ψηφιακής αρχειοθέτησης αν δεν τους προσφέρει κάποιες εγγυήσεις για την ασφάλεια και την αξιόπιστη διάδοση της πνευματικής τους ιδιοκτησίας. Συνεπώς, η διαχείριση των ψηφιακών δικαιωμάτων των τρισδιάστατων μοντέλων είναι υψίστης σημασίας για την ανάπτυξη τρισδιάστατων αρχείων πολιτιστικής κληρονομιάς (Koller et al., 2009).

Εκτός και αν θέλουν να τα κρατήσουν κρυφά επ' αόριστο, οι δημιουργοί 3D περιεχομένου – ως νέοι “συγγραφείς” – θα έχουν δύο βασικές επιλογές: (i) να περιορίσουν εξ αρχής τη χρήση οπότε για την παροχή δικαιωμάτων πλήρους πρόσβασης θα ζητήσουν αντάλλαγμα ή (ii) να τα διαθέτουν ελεύθερα, ίσως και με προϋποθέσεις, στο Διαδίκτυο, συνήθως με άδειες Creative Commons, μια επιλογή που υιοθετείται όλο και περισσότερο από τους παράγοντες του πολιτιστικού τομέα. Η κυκλοφορία τέτοιων έργων στο ψηφιακό περιβάλλον χωρίς περιορισμό οδηγεί σε περισσότερους χρήστες να ανακαλύπτουν και να απολαμβάνουν την ψηφιακή κληρονομιά στο διαδίκτυο (Ουζ, 2022).

Η UNESCO συνιστά στους προγραμματιστές, τους σχεδιαστές και τους εκδότες να συνεργαστούν με οργανισμούς πολιτιστικής κληρονομιάς (όπως βιβλιοθήκες, μουσεία και τον ιδιωτικό τομέα), και επαγγελματικές ενώσεις και ιδρύματα και πανεπιστήμια (και άλλους ερευνητικούς οργανισμούς) για τη διατήρηση των δεδομένων ψηφιακής κληρονομιάς και να μοιράζονται εμπειρίες και γνώσεις με «βιώσιμο» τρόπο. Τονίζει δε ότι σε κάθε περίπτωση πρέπει να επιβεβαιώνεται και να προωθείται μια δίκαιη ισορροπία μεταξύ των νόμιμων δικαιωμάτων των δημιουργών και άλλων κατόχων δικαιωμάτων και των συμφερόντων του κοινού για πρόσβαση σε υλικό ψηφιακής κληρονομιάς, σύμφωνα με τους διεθνείς κανόνες και συμφωνίες (UNESCO, 2003).

Το ψηφιοποιημένο υλικό πολιτιστικής κληρονομιάς θα πρέπει να φυλάσσεται για λόγους διατήρησης, αλλά θα πρέπει επίσης να διατίθεται στο διαδίκτυο όσο το δυνατόν ευρύτερα, ώστε να επιτρέπεται η ευρύτερη και πιο απρόσκοπτη πρόσβαση στον πολιτισμό.

Τη λύση στις περισσότερες των περιπτώσεων δίνουν οι άδειες Creative Commons (CC, 2022). Οι άδειες CC λειτουργούν ως κανόνας "*Με την επιφύλαξη ορισμένων δικαιωμάτων*" και υπάρχει εύρος όρων με ελευθερίες και περιορισμούς. Ο δημιουργός μπορεί να ορίζει κανόνες βάσει των οποίων θα ήθελε να μοιραστεί τα έργα του με άλλους αλλά ταυτόχρονα και οι χρήστες αποκτούν περισσότερα δικαιώματα στη χρήση των έργων αυτών.

Οι γενικοί τύποι είναι:



CC-BY, Αναφορά Δημιουργού (Attribution): οποιοσδήποτε επιθυμεί να αναπαράγει ή να τροποποιήσει το εν λόγω έργο οφείλει να πραγματοποιήσει αναφορά στον αρχικό δημιουργό. Είναι η πιο κατάλληλη για μέγιστη διάδοση και χρήση αδειοδοτημένων έργων.



CC-BY-SA, Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή (Attribution-ShareAlike): οποιοσδήποτε επιθυμεί να αναπαράγει ή να τροποποιήσει το εν λόγω έργο οφείλει να πραγματοποιήσει αναφορά στον αρχικό δημιουργό και να χορηγήσει άδεια για τις νέες δημιουργίες του με τους ίδιους όρους.



CC-BY-ND, Αναφορά Δημιουργού-Όχι Παράγωγα (Attribution-NoDerivs): οποιοσδήποτε επιθυμεί μπορεί να επαναχρησιμοποιήσει το εν λόγω έργο για οποιονδήποτε σκοπό, συμπεριλαμβανομένου του εμπορικού αλλά δεν μπορεί να το μοιραστεί με άλλους σε προσαρμοσμένη μορφή και οφείλει να πραγματοποιήσει αναφορά στον αρχικό δημιουργό



CC-BY-NC, Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση (Attribution-NonCommercial): επιτρέπει σε άλλους να αναμειγνύουν, να προσαρμόζουν και να βασίζονται στο εν λόγω έργο μη εμπορικά και οφείλουν να πραγματοποιήσουν αναφορά στον αρχικό δημιουργό



CC BY-NC-SA, Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Παρόμοια Διανομή (Attribution-NonCommercial-ShareAlike): επιτρέπει σε άλλους να αναμειγνύουν, να προσαρμόζουν και να βασίζονται το έργο μη εμπορικά, αρκεί να πραγματοποιήσουν αναφορά στον αρχικό δημιουργό και να χορηγήσουν άδεια για τις νέες δημιουργίες τους με τους ίδιους όρους



CC BY-NC-ND, Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα (Attribution-NonCommercial-NoDerivs): είναι η πιο περιοριστική από τις έξι κύριες άδειες, επιτρέποντας στους άλλους μόνο να μεταφορτώσουν (download) το έργο και να το μοιράζονται με άλλους, αρκεί να πραγματοποιήσουν αναφορά στον αρχικό δημιουργό αλλά δεν μπορούν να το αλλάξουν κατά κανέναν τρόπο, ή να το χρησιμοποιήσουν εμπορικά.

Υπάρχουν επίσης και δύο ακόμη ιδιαίτερες άδειες: το Κοινό Κτήμα/ Public Domain που επιτρέπει στους παρόχους αδειάς να αποποιούνται όλων των δικαιωμάτων τους και να θέτουν ένα έργο ελεύθερο και το σήμα για το Κοινό Κτήμα/ Public Domain Mark που επιτρέπει σε οποιονδήποτε χρήστη του διαδικτύου να “επισημάνει” ένα έργο ως ανήκον στο Κοινό Κτήμα/ Public domain.

## 2 Ψηφιακή Αναπαράσταση και Εικονικό Περιβάλλον

Τα τελευταία 20 χρόνια, η ραγδαία τεχνολογική και πολιτιστική ανάπτυξη επέτρεψε τη διάδοση διαφορετικών τύπων ψηφιακών εφαρμογών (που περιλαμβάνουν εικονική πραγματικότητα, επαυξημένη πραγματικότητα, μικτή πραγματικότητα, σοβαρά παιχνίδια κ.λπ.) προσανατολισμένα προς την επικοινωνία με το παρελθόν, χρησιμοποιώντας τρισδιάστατο περιεχόμενο.

Σήμερα, η τεχνολογία 3D και η εικονική πραγματικότητα επιτρέπουν ψηφιακές παρεμβάσεις που στα μέσα της δεκαετίας του '90 ήταν ασύλληπτες. Για αυτούς τους λόγους, η εικονική αποκατάσταση εφαρμόζεται πλέον όχι μόνο σε δισδιάστατα χαρακτηριστικά όπως τοιχογραφίες, πίνακες ζωγραφικής σε καμβά ή ξύλο, ψηφιδωτά, έγγραφα και υλικό βιβλιοθήκης, αλλά και σε αντικείμενα που περιλαμβάνουν τρισδιάστατη αποκατάσταση, όπως γλυπτική, κινητά αντικείμενα, αρχιτεκτονική. Γινόμαστε μάρτυρες μιας ολοένα και πιο προσεκτικής και ευρείας χρήσης της εικονικής ανακατασκευής σε επιστημονικές εφαρμογές και σε έργα διάδοσης σε εκθέσεις, μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους. Αυτή η μεγάλη διάχυση εξαρτάται επίσης από τον πρόσφατο “υβριδισμό” μέσα σε ψηφιακές εφαρμογές, που δανείζεται και συγκεντρώνει διαφορετικά παραδείγματα και γλώσσες από άλλους τομείς (εικονική πραγματικότητα, θέατρο, κινηματογράφος, εφαρμοσμένα παιχνίδια, κ.λπ.), με τη συμμετοχή των χρηστών να “διορθώνουν” τη γνώση μέσα από μια ζωντανή και ξεκάθαρη αφηγηματική πολιτιστική εμπειρία (Pietroni & Ferdani, 2021).

Το κύριο πρόβλημα με αυτό το είδος εφαρμογών αφορά την αξιοπιστία και την επιστημονική διαφάνεια. Στην πραγματικότητα, είναι πολύ δύσκολο, ακόμη και για τους ειδικούς, να ξεχωρίσουν τι είναι πρωτότυπο και τι είναι υπόθεση. Επιπλέον, είναι αδύνατο να γνωρίζουμε τι είδους πηγές και λογικές διαδικασίες χρησιμοποιήθηκαν για τη διατύπωση μιας ανακατασκευαστικής υπόθεσης. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που τα ανακατασκευαστικά μοντέλα θεωρούνται απλώς μυθοπλασία και όχι συνεπή και διεξοδικά μοντέλα οπτικοποίησης του παρελθόντος, βασισμένα σε επιστημονική προσέγγιση (Pietroni & Ferdani, 2021).

**ΕΝΑ ΑΡΙΣΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Η Παναγία των Παρισίων**

Ο Andrew Tallon (1969 – 2018), καθηγητής τέχνης στο Vassar College NY, εξειδικευμένος στη γοθτική αρχιτεκτονική, δημιούργησε ένα σχεδόν τέλειο ψηφιακό αντίγραφο της Παναγίας των Παρισίων, όταν το 2010 χρησιμοποιώντας σαρώσεις λέιζερ και πάνω από ένα δισεκατομμύριο σημεία, αποτύπωσε τις περίπλοκες λεπτομέρειες του ναού, ο οποίος είχε τροποποιηθεί επανειλημμένα καθιστώντας την αρχιτεκτονική του ιστορία δύσκολη να αποκρυπτογραφηθεί. Αυτά αποτυπώθηκαν στο βιβλίο «Notre Dame Cathedral: Nine Centuries of History» και σ' αυτό βασίστηκε αργότερα και η Έκθεση «Notre-Dame of Paris: Nine Centuries in the Life of a Cathedral»). Ενδεχομένως εάν δεν είχε υλοποιηθεί αυτή η τεκμηριωμένη τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του Μνημείου, δεν θα ήταν δυνατή η ανακατασκευή της Notre-Dame, μετά την καταστροφική πυρκαγιά στις 15 Απριλίου του 2019.

Σε αντίθεση με το τεκμηριωμένο 3D μοντέλο του Tallon, η Ubisoft, παρουσίασε το 2014, το βιντεοπαιχνίδι της “Assassin's Creed Unity” το οποίο προκάλεσε σημαντική διαμάχη στη Γαλλία αφού οι κριτικοί κατηγόρησαν τους σχεδιαστές του παιχνιδιού για ιστορικές ανακρίβειες και εν γένει για πολλούς αναχρονισμούς. Μεταξύ των ζητημάτων πνευματικών δικαιωμάτων και των αλλαγών που έγιναν για λόγους τεχνικούς και παιχνιδιού, είναι σαφές ότι η εικονική αναπαράσταση της Notre-Dame που δημιουργήθηκε μόνο για τους σκοπούς ενός βιντεοπαιχνιδιού είναι απλά εντυπωσιακή, απέχει από την ακρίβεια του πρωτοτύπου και εξυπηρετεί μόνο το δικό της σκοπό: είναι μια αναδημιουργία για ψυχαγωγία.



**Εικόνα 2-1 Αναδημιουργία της Notre Dame από την Ubisoft για το παιχνίδι Assassin's Creed Unity**  
– Πηγή: <https://www.bbc.com/news/technology-47963835>

### *Κατευθυντήριες Οδηγίες*

Τα τελευταία χρόνια καταβλήθηκαν πολλές προσπάθειες για τον καθορισμό κατευθυντήριων γραμμών και για την εφαρμογή ροών εργασίας για την ψηφιακή ανακατασκευή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Με τη Χάρτα του Λονδίνου για την οπτικοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω υπολογιστή (London Charter For The Computer-Based Visualization Of Cultural Heritage - CH, 2009) (Denard, 2016) και τις Αρχές της Σεβίλλης για την Εικονική Αρχαιολογία (The Principles Of The Seville Charter, 2011) (Lopez-Menchero & Grande, 2011) επισημάνθηκαν οι αρχές της επιστημονικής οπτικοποίησης και η ανάγκη για επισημοποίηση των ανακατασκευαστικών διαδικασιών, ως κατευθυντήριες γραμμές και όχι ως κανόνες ή τυπικές λύσεις. Αυτό οφείλεται κυρίως στην πολυπλοκότητα και την ποικιλία των τεχνολογιών που εμπλέκονται στην εικονική ανακατασκευή: ψηφιακή απόκτηση, βάσεις δεδομένων με δυνατότητα χωρικής λειτουργίας, εμπλουτισμός μεταδεδομένων και τρισδιάστατη μοντελοποίηση (Demetrescu, 2015). Σύμφωνα με αυτές, οι εικονικές ανακατασκευές σχεδιάζονται μετά από ακριβή ροή εργασιών ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων.

Συνοπτικά οι οκτώ (8) **αρχές** σύμφωνα με τη Χάρτα του Λονδίνου που θα πρέπει να ακολουθούνται και να λαμβάνονται υπόψη όταν τα τρισδιάστατα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται ως έρευνα και εργαλείο επικοινωνίας περιεχομένου πολιτιστικής κληρονομιάς είναι:

**Θεματικές κοινότητες** (κάθε εξειδικευμένη κοινότητα θα πρέπει να αξιολογήσει τη χρήση της τρισδιάστατης απεικόνισης σύμφωνα με τους ερευνητικούς σκοπούς, τους στόχους και τις μεθόδους της και, κατά συνέπεια, να καθορίσει τις αρχές της)

**Στόχοι και μέθοδοι** (ο στόχος του έργου πρέπει να ταιριάζει με το εργαλείο και τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται, προκειμένου να διευκρινιστεί εάν η τρισδιάστατη απεικόνιση είναι η καταλληλότερη προσέγγιση για την επίτευξη αυτού του στόχου και αυτό πρέπει να αναφέρεται στην τεκμηρίωσή του)

**Πηγές** (σύμφωνα με τους στόχους του έργου και το πλαίσιο χρήσης και έκθεσής του, το σχετικό υλικό που χρησιμοποιείται στη δημιουργία του τρισδιάστατου αποτελέσματος θα πρέπει να θεωρείται ότι δημοσιεύεται, μαζί με τα τρισδιάστατα αποτελέσματα)

**Απαιτήσεις διαφάνειας** (η δυνατότητα του χρήστη να αποδομήσει και να αναλύσει τη διαδικασία κατασκευής του τρισδιάστατου αποτελέσματος)

**Τεκμηρίωση** (η δημιουργία του τρισδιάστατου αποτελέσματος θα πρέπει να τεκμηριώνεται επαρκώς, όσον αφορά τη ρητή παρουσίαση, ανάλογα με τις ανάγκες, των διαδικασιών λήψης αποφάσεων που οδήγησαν στη δημιουργία του τρισδιάστατου αποτελέσματος)

**Πρότυπα** (τα κατάλληλα πρότυπα και οντολογίες για την τεκμηρίωση της τρισδιάστατης απεικόνισης θα πρέπει να προσδιορίζονται σε επίπεδο κοινότητας θεμάτων, προκειμένου να καταστεί δυνατή η βέλτιστη διαλειτουργικότητα και συγκρισιμότητα εντός και μεταξύ των τομέων)

**Βιωσιμότητα** (μια τρισδιάστατη αναπαράσταση ενός θέματος πολιτιστικής κληρονομιάς γίνεται κι αυτή μέρος της ίδιας της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, οπότε θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποθήκευση, την αρχειοθέτηση και την πρόσβαση σε αυτήν στο μέλλον)

**Πρόσβαση** (θα πρέπει να παρέχεται, είτε για διαβούλευση, επεξεργασία ή αλλαγή, σύμφωνα με τους στόχους του έργου, προκειμένου να συμβάλει στην ευρύτερη μελέτη, κατανόηση, ερμηνεία και διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων της πολιτιστικής κληρονομιάς).

Συμπληρωματικά με αυτές, οι οκτώ (8) Αρχές της Σεβίλλης, για την εικονική αρχαιολογία, έχουν ως εξής:

**Διεπιστημονικότητα** (δεδομένης της περίπλοκης φύσης της οπτικοποίησης της αρχαιολογικής κληρονομιάς μέσω υπολογιστή, δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο από έναν μόνο τύπο εμπειρογνομόνων, αλλά χρειάζεται τη συνεργασία και τη συμμετοχή μεγάλου αριθμού ειδικών (αρχαιολόγων, ιστορικών, αρχιτεκτόνων, μηχανικών, επιστημόνων πληροφορικής, 3D μοντελιστών και καλλιτεχνών παιχνιδιών κλπ.)

**Σκοπός** (πριν από την ανάπτυξη οποιασδήποτε οπτικοποίησης που βασίζεται σε υπολογιστή, ο τελικός σκοπός ή στόχος της εργασίας μας πρέπει να είναι πάντα απολύτως σαφής)

**Συμπληρωματικότητα** (η εφαρμογή της οπτικοποίησης μέσω υπολογιστή για την ολοκληρωμένη διαχείριση της αρχαιολογικής κληρονομιάς πρέπει να αντιμετωπίζεται ως συμπληρωματικό και όχι εναλλακτικό εργαλείο σε άλλα πιο παραδοσιακά αλλά εξίσου αποτελεσματικά μέσα διαχείρισης)

**Αυθεντικότητα** (Η οπτικοποίηση που βασίζεται σε υπολογιστή συνήθως ανακατασκευάζει ή αναδημιουργεί ιστορικά κτίρια και περιβάλλοντα όπως πιστεύουμε ότι ήταν στο παρελθόν. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει πάντα να είναι δυνατό να διακρίνουμε τι είναι πραγματικό, γνήσιο ή αυθεντικό από αυτό που δεν είναι. Υπό αυτή την έννοια, η αυθεντικότητα πρέπει να είναι μια μόνιμη επιχειρησιακή έννοια σε κάθε εικονικό αρχαιολογικό έργο)

**Ιστορική αυστηρότητα** (για να επιτευχθούν τα βέλτιστα επίπεδα ιστορικής αυστηρότητας και ακρίβειας, οποιαδήποτε μορφή απεικόνισης του παρελθόντος μέσω υπολογιστή πρέπει να υποστηρίζεται από στέρεη έρευνα και ιστορική και αρχαιολογική τεκμηρίωση)

**Αποτελεσματικότητα** (η έννοια της αποτελεσματικότητας που εφαρμόζεται στον τομέα της εικονικής αρχαιολογίας εξαρτάται αναπόφευκτα από την επίτευξη της κατάλληλης οικονομικής και

τεχνολογικής βιωσιμότητας. Η χρήση λιγότερων πόρων για την επίτευξη όλο και περισσότερων και καλύτερων αποτελεσμάτων είναι το κλειδί για την αποτελεσματικότητα)

**Επιστημονική διαφάνεια** (κάθε οπτικοποίηση που βασίζεται σε υπολογιστή πρέπει να είναι ουσιαστικά διαφανής, δηλαδή να μπορεί να ελεγχθεί από άλλους ερευνητές ή επαγγελματίες, αλλά και η εγκυρότητά της και επομένως το εύρος, των συμπερασμάτων που παράγονται από μια τέτοια οπτικοποίηση θα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα άλλων να επιβεβαιώσουν ή να αντικρούσουν τα αποτελέσματα που προέκυψαν)

**Εκπαίδευση και αξιολόγηση** (η εικονική αρχαιολογία είναι ένας επιστημονικός κλάδος που σχετίζεται με την ολοκληρωμένη διαχείριση της αρχαιολογικής κληρονομιάς που έχει τη δική του συγκεκριμένη γλώσσα και τεχνικές, οπότε όπως κάθε άλλος ακαδημαϊκός κλάδος, απαιτεί ειδικά προγράμματα κατάρτισης και αξιολόγησης).

Σήμερα, η προοδευτική πορεία της τεχνολογίας έχει επιτρέψει σε ψηφιακά εργαλεία και τεχνικές, που αναδύονται από ακαδημαϊκά, κυβερνητικά και βιομηχανικά εργαστήρια, να προσφέρουν νέα ελπίδα στα συχνά επίπονα και πολύπλοκα καθήκοντα της αρχαιολογίας, της τοπογραφίας, της ιστορικής έρευνας, της συντήρησης και της εκπαίδευσης.

## 2.1 Εικονική Κληρονομιά (Virtual Heritage)

Η «Εικονική Κληρονομιά» είναι ο σχετικά νέος και αναπτυσσόμενος κλάδος γνώσης, ο οποίος χρησιμοποιεί ψηφιακές τεχνολογίες για την καταγραφή, μοντελοποίηση, οπτικοποίηση και επικοινωνία της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς (Addison, 2007).

Οι Stone και Ojika δημοσίευσαν έναν πιο γενναιόδωρο ορισμό της Εικονικής Κληρονομιάς: *«Εικονική κληρονομιά είναι η χρήση διαδραστικών τεχνολογιών που βασίζονται σε υπολογιστή για την καταγραφή, τη διατήρηση ή την αναδημιουργία αντικειμένων, χώρων και φορέων ιστορικής, καλλιτεχνικής, θρησκευτικής και πολιτιστικής σημασίας αλλά και για την παράδοση των αποτελεσμάτων σε ένα παγκόσμιο κοινό με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχονται διαμορφωτικές εκπαιδευτικές εμπειρίες μέσω ηλεκτρονικών χειρισμών του χρόνου και του χώρου»* (Stone & Ojika, 2000).

Τα νέα δεδομένα που δημιουργούνται κατ' αυτόν τον τρόπο, περιλαμβάνουν τρισδιάστατα αντικείμενα όπως κεραμικά, έπιπλα, έργα τέχνης, κτίρια ακόμη και οικισμούς, πόλεις και πολιτιστικά τοπία. Υπάρχουν τρεις (3) τρόποι με τους οποίους τα ψηφιακά εργαλεία υποστηρίζουν αυτό το είδος αναπαράστασης δεδομένων (Koller et al., 2009):

- (1) **Υπάρχοντα αντικείμενα** τα οποία μπορούν να μετρηθούν αυτόματα με τεχνολογίες λήψης 3D, όπως σάρωση με λέιζερ ή φωτογραμμετρία
- (2) **Κατεστραμμένα ή μη υπάρχοντα αντικείμενα** τα οποία μπορούν να μοντελοποιηθούν με το "χέρι" με λογισμικό 3D (π.χ. AutoCad, 3D Studio Max, Sketchup) ή
- (3) Επειδή οι μορφές αρχείων σχεδόν όλου του εμπορικά διαθέσιμου λογισμικού μπορούν εύκολα να μεταφραστούν, μπορούμε να συνδυάσουμε μοντέλα που δημιουργούνται και με τους δύο τρόπους για να δημιουργήσουμε **υβριδικά (hybrids) μοντέλα**.

Ενώ η κοινότητα της πολιτιστικής κληρονομιάς χρησιμοποιούσε προηγουμένως στατικές διςδιάστατες μορφές τεκμηρίωσης (σχέδια, κατόψεις, τομές, όψεις, ανακατασκευές) που δημιουργήθηκαν σε χαρτί και δημοσιεύονταν σε έντυπη μορφή, τώρα χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο τρισδιάστατα διαδραστικά ψηφιακά εργαλεία. Αυτός ο μετασχηματισμός του μέσου έκφρασης και δημοσίευσης σημαίνει ότι η εικονική κληρονομιά έχει εξαπλωθεί γρήγορα σε ένα μεγάλο, καλά εδραιωμένο πεδίο, το οποίο γενικά έχει αγκαλιάσει τις νέες τεχνολογίες αναγνωρίζοντας την προφανή υπεροχή τους (Koller et al., 2009).

Μια καλοσχεδιασμένη εφαρμογή εικονικής κληρονομιάς μπορεί να ωφελήσει σε πολλαπλά επίπεδα, όπως (Roussou, 2000):

- Οπτικοποιεί και παρέχει «πρόσβαση» σε μέρη και τοποθεσίες που δεν υπάρχουν πλέον ή είναι απρόσιτα, γεωγραφικά απομακρυσμένα ή είναι αποτέλεσμα κερδοσκοπίας (χρόνος, απόσταση, κλίμακα, ασφάλεια, παράγοντες κόστους)



- Παρουσιάζει πολλαπλές, εναλλακτικές αναπαραστάσεις και οπτικοποιεί διαφορετικές θεωρίες
- Διατηρεί ζωντανό το ενδιαφέρον και ασκεί ισχυρό κίνητρο, ειδικά για τους νέους
- Βοηθά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και την ειδική εκπαίδευση
- Ενεργοποιεί καλύτερα άτυπες μεθόδους εκπαίδευσης (διαδραστικές, συνεργατικές, ανταποκρινόμενες)

Οι Rujol και Champion (Rujol & Champion, 2012) πρότειναν έξι (6) στόχους για τη βελτίωση της έρευνας και ανάπτυξης της πολιτιστικής κληρονομιάς σε εικονικά περιβάλλοντα:

1. θα πρέπει να στοχεύει στην προσεκτική αποτύπωση αντικειμένων και διαδικασιών επιστημονικής, κοινωνικής ή πνευματικής αξία
2. θα πρέπει να παρουσιάζει αυτές τις πληροφορίες όσο το δυνατόν ακριβέστερα, αυθεντικά και ελκυστικά
3. θα πρέπει να προσπαθήσει να διανείμει το «εικονικό έργο» με έναν ευαίσθητο, ασφαλή και ανθεκτικό τρόπο σε όσο το δυνατόν ευρύτερο και μακροπρόθεσμο κοινό
4. θα πρέπει να στοχεύει στην παροχή ενός αποτελεσματικού και εμπνευσμένου μαθησιακού περιβάλλοντος που επικοινωνεί καλύτερα τους επιδιωκόμενους παιδαγωγικούς στόχους
5. θα πρέπει να επιτρέπει τη δυνατότητα συμμετοχής στην κατασκευή του «εικονικού έργου» και
6. θα πρέπει να προσπαθήσει να αξιολογήσει προσεκτικά την αποτελεσματικότητά του σε σχέση με τους παραπάνω πέντε στόχους προκειμένου να βελτιώσει τόσο το έργο όσο και την εικονική κληρονομιά γενικότερα.

Για την ανάπτυξη των εφαρμογών εικονικής κληρονομιάς μπορούν να καθοριστούν οι κάτωθι απαιτήσεις (El-Hakim et al., 2004):

1. Υψηλή γεωμετρική ακρίβεια,
2. Λήψη όλων των λεπτομερειών,
3. Φωτορεαλισμός,
4. Υψηλό επίπεδο αυτοματισμού,
5. Χαμηλό κόστος,
6. Φορητότητα,
7. Ευελιξία εφαρμογής και
8. Απόδοση μεγέθους μοντέλου

Κατά τα πρώτα χρόνια της εικονικής κληρονομιάς, τα έργα που αναπτύχθηκαν κατέδειξαν την αποτελεσματικότητα των διαδραστικών τρισδιάστατων μοντέλων, αλλάζοντας πειστικά τις αντιλήψεις μας για το παρελθόν. Κατά τη διάρκεια του εικοστού πρώτου αιώνα, ο αριθμός των επαγγελματιών εικονικής κληρονομιάς έχει αυξηθεί σημαντικά, λόγω τόσο των βελτιώσεων υλικού και λογισμικού όσο και της παγκόσμιας αναγνώρισης των πλεονεκτημάτων της προσέγγισης. Ήδη, οι βάσεις δεδομένων που συνδέονται με εικονικούς κόσμους είναι κοινές. Πιο πολύπλοκα εικονικά περιβάλλοντα είναι πλέον πιο εύκολο να κατασκευαστούν και να εξερευνηθούν και η έμφαση στον φωτισμό, τη βλάστηση και την ανάπτυξη χαρακτήρων κάνουν τους κόσμους πιο ελκυστικούς. Η θέαση του παρελθόντος ως τρισδιάστατων περιβαλλόντων από τη σκοπιά των αρχικών κατοίκων επιτρέπει στους ερευνητές να κάνουν νέες ερωτήσεις, να βλέπουν δεδομένα με νέους τρόπους και να ανοίγουν την πόρτα σε νέες (και πιο περίπλοκες) ερμηνείες (Sanders, 2014).

Στο «**Why Do Virtual Heritage**» ο Sanders εξηγεί ότι η εικονική κληρονομιά δεν είναι απλά μια οπτικοποίηση αλλά είναι ο καλύτερος τρόπος:

- για να ελεγχθεί εάν τα συλλεχθέντα αρχαιολογικά δεδομένα λειτουργούν στην πραγματικότητα.
- για τη δοκιμή σύνθετων χωρικών, συμπεριφορικών και χρονικών υποθέσεων.
- για να ελεγχθεί η ακρίβεια των ερμηνειών και των αποδεικτικών στοιχείων του παρελθόντος.
- για να συναρμολογηθούν τα παγκοσμίως διασκορπισμένα αντικείμενα πίσω σε μια προσομοίωση των αρχικών τους πλαισίων.
- για να απεικονιστεί η αλλαγή και η ανάπτυξη εντός μιας περιοχής και
- για να κατανοηθούν σύνθετα συνόλων δεδομένων για το παρελθόν οπτικά, διαδραστικά και σε 3D, όπως κάνουμε στην πραγματική ζωή.

***Τα λόγια είναι καλά.***

***Οι λέξεις και τα διαγράμματα καλύτερα.***

***Οι συνδεδεμένες βάσεις δεδομένων και οι διαδραστικοί 3D κόσμοι ακόμα καλύτεροι.***

Πηγή: <https://archive.archaeology.org/online/features/virtualheritage>

### 2.1.1 Εικονική Αρχαιολογία (Virtual Archaeology)

Το 1990, ο Paul Reilly με την εργασία του: «Towards a virtual archaeology» επισημοποίησε για πρώτη φορά τον όρο «Εικονική Αρχαιολογία» για να περιγράψει τη χρήση προσομοιώσεων αρχαιολογικών ανασκαφών που βασίζονται σε υπολογιστή (Reilly, 1990). Στη συνέχεια με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των γραφικών υπολογιστών (Computer Graphics - CG), η οπτικοποίηση που βασίζεται σε υπολογιστή σημείωσε τεράστια πρόοδο όσον αφορά την απόδοση και τον ρεαλισμό γεγονός που επηρέασε και τον τομέα της εικονικής αρχαιολογίας (Ferdani et al., 2020).

Το 1996 ο Forte περιέγραψε την εικονική αρχαιολογία ως τη «*διαδικασία απόκτησης, αποκατάστασης και εκ νέου παρουσίασης αρχαιολογικών δεδομένων με τη βοήθεια υπολογιστών*» (Forte, 1996). Η δεκαετία του '90 αντιπροσώπευε μια «οπτική εποχή» στον τομέα των ψηφιακών-εικονικών τεχνολογιών στην αρχαιολογία και συνδέθηκε με την απλή εξερεύνηση και απόδοση τρισδιάστατων γραφικών μοντέλων, χωρίς να περιλαμβάνει περίπλοκες αλληλεπιδράσεις ή συμπεριφορές στον κυβερνοχώρο. Αυτή η «οπτική» εικονική αρχαιολογία στόχευε κυρίως στη διαδικασία ανακατασκευής, χωρίς πραγματική έμφαση στις σχέσεις μεταξύ πληροφοριών και τελικής τρισδιάστατης ανασύνθεσης (Forte, 2011).

Στο προοίμιο των Αρχών της Σεβίλλης, και για πρώτη φορά, προτείνεται ένας σαφής ορισμός των όρων «εικονική αποκατάσταση», «εικονική αναστύλωση», «εικονική ανασυγκρότηση» και «εικονική αναψυχή» (Lopez-Menchero & Grande, 2011).

Η δημοσίευση της Χάρτας του Λονδίνου το 2009<sup>1</sup> και των Αρχών της Σεβίλλης το 2012 συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία ενός συνόλου εφαρμοστέων κατευθυντήριων γραμμών στον τομέα της εικονικής αρχαιολογίας, που απευθύνονται σε ολόκληρη την επιστημονική κοινότητα. Οι κανόνες που περιέχονται στους χάρτες θεωρούν την εικονική αρχαιολογία ως έναν ώριμο κλάδο που πρέπει να βασίζεται σε επιστημονικά έγκυρες και ευρέως κοινές μεθόδους (Gabellone, 2015).

Οι πρώτες εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας για τρισδιάστατη απεικόνιση αρχαιολογικών δεδομένων είχαν αρκετές αδυναμίες. Όπως υπογραμμίζει ο Forte (Forte, 2000) στις πρώτες εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας για την τρισδιάστατη απεικόνιση αρχαιολογικών δεδομένων υπήρχε έλλειψη συνεπών εικονικών αρχαιολογικών έργων που θα είχαν στόχο την εύρεση ακριβών ιστορικών απαντήσεων χρησιμοποιώντας τις ψηφιακές

---

<sup>1</sup> *The London Charter for the Use of 3D Visualisation in the Research and Communication of Cultural Heritage*, Draft 1.1, June 2006

τεχνολογίες. Στην πραγματικότητα, πολλά έργα επικεντρώθηκαν περισσότερο σε πτυχές τεχνολογικής θεαματοποίησης και διάδοσης παρά στην επιστημονική έρευνα. Τα πρώτα μοντέλα δεν ήταν «διαφανή», ως προς τις πηγές και οι ανακατασκευές παρουσιάστηκαν ως τετελεσμένες χωρίς να προσφέρουν εναλλακτικές υποθέσεις. Υπήρχε δε έλλειψη διεπιστημονικών επαγγελματιών που θα είχαν συνδέσει τις ανθρωπιστικές επιστήμες με τον κόσμο των υπολογιστών (Ferdani et al., 2020).

Στις μέρες μας έχουμε περάσει από την απλή «προσομοίωση» του Reilly και την «οπτικο-εικονική αρχαιολογία» του Forte σε πιο σύγχρονους όρους όπως: τρισδιάστατη ανακατασκευή (3D reconstruction), τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση (3D digital representation), εικονική ανακατασκευή (virtual reconstruction), τρισδιάστατη αναπαράσταση (3D representation) αλλά και στην νέα εποχή της Κυβερνο-Αρχαιολογίας (Cyber-Archaeology), η οποία αντιπροσωπεύει τη μεταμοντέρνα εξέλιξη της εικονικής αρχαιολογίας. Εάν η εικονική αρχαιολογία έχει «προσανατολιστεί σε μοντέλα» με στόχο την τρισδιάστατη ανακατασκευή του παρελθόντος, η Κυβερνο-Αρχαιολογία στοχεύει στην ανάπτυξη διαδραστικών και καθηλωτικών κόσμων στον κυβερνοχώρο (Forte, 2011).

Η αποκατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς γίνεται πλέον αντιληπτή χάρη στον πολλαπλασιασμό των νέων τεχνολογιών στην εικονική αντί στη φυσική της διάσταση. Στην πραγματικότητα, είναι πλέον δυνατή η παρουσίαση μιας «εικονικής εικόνας» (virtual image) της αρχαιολογικής κληρονομιάς, χωρίς να επηρεάζεται η ακεραιότητα ή η αυθεντικότητά της. Η γραφική προσομοίωση επιτρέπει τον έλεγχο της ερευνητικής υπόθεσης σχετικά με την υποτιθέμενη κατάσταση των μνημείων για την παρουσίαση και την επικοινωνία μιας «εικονικής κληρονομιάς» που εμφανίζεται ως εναλλακτική λύση στην αναστύλωση και τις εργασίες ανακατασκευής (Bennoui-Ladraa et al., 2020).

## 2.2 Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση & Εικονική Πραγματικότητα

Η χρήση τρισδιάστατης (3D) μοντελοποίησης, σχεδίασης με τη βοήθεια υπολογιστή (Computer-Aided Design - CAD), εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR), επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality- AR) ή/και συνδυασμός αυτών, για την απόκτηση (Acquisition) και εικονική ανακατασκευή (Virtual Reconstruction) της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία στην **ανάλυση, μελέτη, τεκμηρίωση και διάδοση** του παρελθόντος. Η αντίστροφη μηχανική (RE) και τα γραφικά υπολογιστών (Computer Graphics - CG) είναι επίσης σχετικά βοηθήματα για την οπτικοποίηση και τη διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η ολοκληρωμένη χρήση των τεχνολογιών VR και AR βοηθά στην εκμετάλλευση του πλήρους δυναμικού των τρισδιάστατων μοντέλων που λαμβάνονται με τεχνικές βασισμένες στην πραγματικότητα και δεδομένα CAD και στοχεύει κυρίως στη διαδραστική επικοινωνία της σημασίας της κληρονομιάς σε μη ειδικούς. Η VR και AR είναι έγκυρα εργαλεία για την αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα μοντέλα και βοηθούν να γίνει ο πολιτισμός πιο προσιτός στο ευρύτερο κοινό. Η ευελιξία τους μπορεί να βοηθήσει π.χ. τους επιμελητές των μουσείων να προσαρμόσουν πολιτιστικές προτάσεις και πληροφορίες σχετικά με αντικείμενα, με βάση διαφορετικούς τύπους κατηγοριών επισκεπτών. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στους επισκέπτες να ταξιδεύουν στο χώρο και στο χρόνο, να διασκεδάζουν και να εκπαιδεύονται σε περίπλοκα θέματα. Οι τεχνολογίες VR/AR είναι επίσης εξαιρετικά χρήσιμες για την αναδημιουργία ενός χαμένου ή κρυφού περιβάλλοντος, οδηγώντας σε καλύτερη κατανόηση του τόπου ή επιτρέποντας στους ανθρώπους να ανακαλύψουν σημαντικούς τόπους που δεν είναι εύκολα προσβάσιμοι ή ορατοί, τόσο για λόγους ασφαλείας όσο και για λόγους διατήρησης (Gonizzi Barsanti, 2022).

Πολύ συχνά, τα εικονικά μοντέλα αρχαίων αντικειμένων και δομών εξαιρούνται από την ερμηνευτική διαδικασία και θεωρούνται ως απλή επικοινωνιακή οπτικοποίηση ή δημόσια μυθοπλασία και όχι ως επιστημονικά εργαλεία (Demetrescu, 2018). Η εφαρμογή εργαλείων τρισδιάστατης μοντελοποίησης και οπτικοποίησης, εάν ενσωματωθεί στη γνωστική και ερμηνευτική διαδικασία, ακολουθώντας μια συστηματική επιστημονική προσέγγιση, μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση του αρχαιολογικού και εν γένει πολιτισμικού πλαισίου (Ferdani et al., 2020).

Τα 3D ψηφιακά μοντέλα εικονικής πρόσβασης στην Πολιτιστική Κληρονομιά έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως την τελευταία δεκαετία - και το ενδιαφέρον είναι αυξανόμενο - για την εφαρμογή τους ως ιδανικό **αποθετήριο** αρχαιολογικών δεδομένων, αρχείων συντήρησης, ανακατασκευής χαμένων κτιρίων και διαδικτυακής διάχυσης πολιτιστικού περιεχομένου (Addison, 2000).

### 2.2.1 Ο ρόλος των 3D μοντέλων

Η ανάπτυξη τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων περιουσιακών στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς, κτιρίων, τοπίων, τεχνουργημάτων ή ακόμη και των ίδιων των αρχαιολογικών ανασκαφών, έχει γίνει κοινό χαρακτηριστικό σε τομείς όπως η τεκμηρίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς, η εικονική ανακατασκευή, η οπτικοποίηση, η επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα, τα σοβαρά παιχνίδια και η επιστημονική έρευνα (Rahaman & Champion, 2019b).

Η δημιουργία, η διαχείριση και η εκμετάλλευση των τρισδιάστατων μοντέλων της εικονικής κληρονομιάς περιλαμβάνει πολλές διεπιστημονικές προσεγγίσεις και συνεργασίες, όπως: ερευνητές, μελετητές, ιστορικούς τέχνης, αρχαιολόγους, επαγγελματίες πολιτιστικών οργανισμών, πολιτισμικούς διαχειριστές, σχεδιαστές, μηχανικούς, προγραμματιστές ψηφιακών εφαρμογών αλλά και επισκέπτες μουσείων και αρχαιολογικών χώρων.

Τα τρισδιάστατα μοντέλα (είτε ψηφιοποιημένα είτε ψηφιακά δημιουργημένα) που συνθέτουν τα έργα εικονικής κληρονομιάς, πρέπει να καλύπτουν βασικά κριτήρια όπως: να προσελκύουν το κοινό, να είναι διαμορφωτικά (επιτρέποντας στο κοινό να δημιουργήσει δοκιμαστικές υποθέσεις και να μοιράζεται υποθέσεις), να μπορούν να “ανακυκλωθούν” και να διαμορφωθούν εκ νέου και να επιδέχονται διατήρησης. Όσον αφορά τη μορφή του ηλεκτρονικού αρχείου (file format ) ενός 3D μοντέλου για χρήση στην εικονική κληρονομιά, αυτή θα πρέπει να είναι ισχυρή, ανθεκτική, καλά υποστηριζόμενη, κατά προτίμηση ανοιχτή (με ελάχιστη απώλεια δεδομένων), εξαιρετικά διαδραστική, πολλαπλών πλατφορμών και εύκολη στη μετατροπή της για εξαγωγή σε συνεργαζόμενες εφαρμογές. Ωστόσο, μπορεί να γίνεται διάκριση μεταξύ μιας μορφής αρχείου το οποίο αρκεί για την αποθήκευση 3D μοντέλων, από ένα αρχείο, κατάλληλης μορφής που θα επιτρέπει στους χρήστες να βυθιστούν σε ένα διαδικτυακό εικονικό περιβάλλον που βασίζεται σε πρόγραμμα περιήγησης (E. Champion, 2017). Για να μπορούν να διατίθενται διαδραστικά τρισδιάστατα μοντέλα μέσω του Διαδικτύου, διάφορες εμπορικές μηχανές παιχνιδιών και παιχνιδιών ανοιχτού κώδικα προσφέρουν μια σειρά από λειτουργίες, βιβλιοθήκες τρισδιάστατα μοντέλα, παραδείγματα και συντομεύσεις για την αποφυγή εκτεταμένου προγραμματισμού.

Από τις πιο γνωστές μηχανές παιχνιδιών είναι: η Unity (και ίσως η πιο δημοφιλής μηχανή παιχνιδιών για εικονική κληρονομιά), η CryENGINE, Torque και Unreal. Οι περισσότερες από αυτές μπορούν να λειτουργούν είτε ως αυτόνομες εφαρμογές είτε και ως πρόσθετα ιστού αλλά και σε μια σειρά συσκευών (επιτραπέζιοι υπολογιστές, εξειδικευμένες στερεοσκοπικές οθόνες, smartphones και κονσόλες παιχνιδιών).(Smith et al., 2019).

Δημοφιλής επιλογή για εμφάνιση τρισδιάστατου περιεχομένου στον Ιστό είναι η τεχνολογία WebGL (Web Graphics Library), η οποία στηρίζεται σε JavaScript (API, Application Programming

Interface) που επιτρέπει σε τρισδιάστατα διαδραστικά γραφικά (αλλά και γραφικά 2D) να λειτουργούν μέσα σε οποιοδήποτε μεγάλο πρόγραμμα περιήγησης ιστού, αρκεί αυτό να διαθέτει το πρόσθετο, **three.js** (E. Champion, 2017).

Το γεγονός ότι οι τεχνολογίες υπολογιστών έχουν εξελιχθεί θεαματικά και επιτρέπουν την παραγωγή τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων με σαφώς μειωμένο κόστος, οδήγησε τη χρήση τους από το βιομηχανικό φάσμα εφαρμογών, για τις οποίες καταρχήν αναπτύχθηκαν, σε άλλους τομείς όπως ειδικότερα η εφαρμογή τους στην Πολιτιστική Κληρονομιά. Το ενδιαφέρον για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση αυξήθηκε απροσδόκητα στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς και επικεντρώνεται κυρίως στη δυνατότητα δημιουργίας ενός υψηλής ποιότητας «**ηλεκτρονικού καλουπιού**» ενός: γλυπτού, αρχιτεκτονικού ή αρχαιολογικού έργου τέχνης, μνημείου, τοποθεσίας κ.λπ., το οποίο με τη σειρά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς και εφαρμογές (Guidi et al., 2004), όπως για (Chacon, 2016):

- 1) **Αποκατάσταση** (Restoration): η εκ των προτέρων δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου μπορεί να είναι πολύτιμος πόρος προκειμένου να γίνει μια ακριβής και επιτυχημένη αποκατάσταση
- 2) **Παρακολούθηση** (Monitoring): τα ακριβή τρισδιάστατα μοντέλα (μοντέλα πρόβλεψης) μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό αλλαγών στη γεωμετρία ή αλλαγών στη μορφολογία και τη διάταξη των αντικειμένων και των δομών, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα πρόβλεψης και ανάληψης δράσης έγκαιρα πριν από τυχόν βλάβη ή υποβάθμιση
- 3) **Έρευνα** (Research): για διαφορετικούς κλάδους και μελετητές, τα τρισδιάστατα μοντέλα (μη επεμβατική διαδικασία) είναι πολύ χρήσιμα για την εκτέλεση μεγάλου όγκου ανάλυσης και έρευνας. Με ένα τρισδιάστατο μοντέλο είναι δυνατό να γίνουν διάφοροι τύποι ανάλυσης: συγκριτική ανάλυση μορφολογίας, αλλαγές στη δομή, μέτρηση, κατανομή, αρχιτεκτονική, υφή, διάταξη κ.α.
- 4) **Διατήρηση** (Conservation): η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων πολιτιστικού υλικού και τοποθεσιών κληρονομιάς είναι ένα αξιόπιστο και ακριβές μέσο για τη διατήρηση αυτών των περιουσιακών στοιχείων για το μέλλον
- 5) **Τεκμηρίωση** (Documentation): η οποία παρέχει περιεχόμενο σε αντικείμενα και μέρη, διατηρεί αρχείο σχετικά με την προέλευση και τις πληροφορίες φόντου που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο τεχνούργημα ή τοποθεσία
- 6) **Αναπαράσταση / Ανακατασκευή** (Representation / Reconstruction): η τρισδιάστατη μοντελοποίηση προσφέρει ένα μέσο ανταλλαγής πληροφοριών, αναδημιουργώντας το αρχικό αντικείμενο ή τοποθεσία. Η δυνατότητα ύπαρξης ψηφιακών εικονικών μοντέλων των πολιτιστικών αγαθών, τα καθιστά πιο προσβάσιμα για τους ανθρώπους, ειδικά όταν η φυσική πρόσβαση στα περισσότερα από αυτά τα αντικείμενα ή/και μέρη είναι περιορισμένη ή ενδεχομένως και αδύνατη.

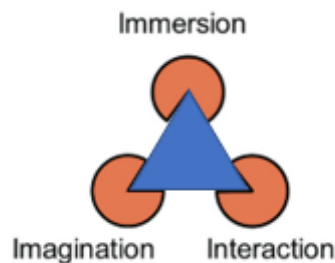
Σήμερα, η τρισδιάστατη εικονική μοντελοποίηση αποτελεί πολύτιμη πηγή για την Πολιτιστική Κληρονομιά, καθώς παρέχει βασικά οφέλη για τη διατήρηση, την τεκμηρίωση, την αναψυχή και την ανάλυση των πολιτιστικών αγαθών. Αυτή η τεράστια συνεισφορά βελτιώνει τον τρόπο φροντίδας και εργασίας με την πολιτιστική κληρονομιά, δημιουργώντας ψηφιακές πηγές, κατάλληλη τεκμηρίωση, ακριβή δεδομένα και μεταδεδομένα που μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν, να αναλυθούν και να αρχειοθετηθούν. Επιπλέον, η τρισδιάστατη μοντελοποίηση επιτρέπει έναν σύγχρονο τρόπο αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και πολιτιστικού υλικού ή τοποθεσιών πολιτιστικής κληρονομιάς. Έχει γίνει ένας νέος τρόπος πρόσβασης σε πολιτιστικά αγαθά και πολιτιστικές πληροφορίες, μεταμορφώνοντας και την προσέγγιση που έχουν οι άνθρωποι προς την πολιτιστική κληρονομιά (Guidi et al., 2004).

Τα 3D Εικονικά Μοντέλα (Virtual Models) είναι σαφώς το μέλλον της αναπαράστασης, αναβίωσης, αλληλεπίδρασης και μελέτης της Πολιτιστικής Κληρονομιάς με διαδραστικό τρόπο, τόσο για την υπάρχουσα όσο και για την κατεστραμμένη κληρονομιά (Georgoroulios, 2014).



### 2.2.2 Ο ρόλος της εικονικής πραγματικότητας (VR)

Το 1929, ο Edwin Albert Link επινόησε έναν τύπο πτήσης προσομοιωτή ("Blue Box") για να κάνει τους επιβάτες να βιώσουν το αίσθηση πτήσης. Ήταν η πρώτη προσπάθεια που τα ανθρώπινα όντα προσομοίωσαν ή μιμήθηκαν τη φυσική πραγματικότητα. Το 1989, ο Jaron Lanier, ιδρυτής της VPL Co., πρότεινε την έκφραση «Εικονική Πραγματικότητα» (VR) η οποία έγινε γενικά αποδεκτή από τους ερευνητές και διατηρήθηκε και ως τίτλος του ομώνυμου επιστημονικού τεχνολογικού τομέα (Zhao, 2009). Το 1994 οι Burdea και Coiffet στο βιβλίο τους, *Virtual Reality Technology* (Burdea & Coiffet, 2017) προσδιόρισαν τρία βασικά χαρακτηριστικά της, γνωστά ως "The Three I's of Virtual Reality": Εμβύθιση (*Immersion*), Αλληλεπίδραση (*Interaction*), Φαντασία (*Imagination*).

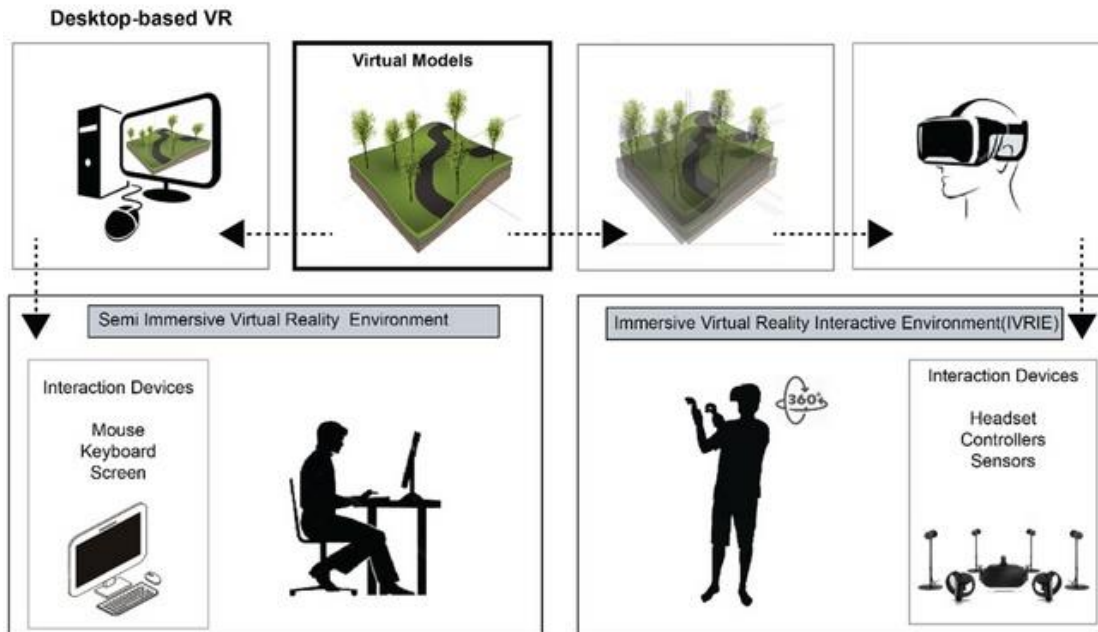


Έως σήμερα η VR έχει εξελιχθεί ώστε να γίνεται όλο και πιο παρόμοια και να μιμείται στενά τον πραγματικό κόσμο. Έτσι ανάλογα τις συσκευές οπτικοποίησης και αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται, τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας ταξινομούνται σε δύο κύριες κατηγορίες: τη μη εμβυθιστική (non-immersive) και την καθλωτική (immersive) (Lum et al., 2020).

Η μη-εμβυθιστική (non-immersive) εικονική πραγματικότητα, αναφέρεται σε ένα 3D περιβάλλον που βασίζεται σε υπολογιστή και μπορεί να προσομοιώσει μέρη από τον πραγματικό κόσμο ή να δημιουργήσει έναν νέο φανταστικό. Βιώνεται μέσω οθόνης προβολής (display screen), που λειτουργεί ως "συσκευή όρασης" και επιτρέπει στο χρήστη να ελέγχει χαρακτήρες και δραστηριότητες με εργαλεία πλοήγησης (πληκτρολόγιο, ποντίκι, joy-stick) μέσα από το λογισμικό, καθιστώντας την μια καθαρά οπτική (και ενδεχομένως ακουστική) εμπειρία. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελούν τα βιντεοπαιχνίδια: ο χρήστης επιδρά σε έναν εικονικό κόσμο, δεχόμενος ταυτόχρονα ερεθίσματα και από το φυσικό του περιβάλλον.

Η καθλωτική (immersive) εικονική πραγματικότητα, προχωρά την ιδέα ακόμη παραπέρα. διαθέτει μεν τα βασικά στοιχεία VR όπως η απόδοση 3D εικόνας και τα εργαλεία 3D πλοήγησης, δίνει όμως στο χρήστη την αίσθηση της φυσικής παρουσίας του στο μη φυσικό κόσμο, μέσω ειδικών συσκευών που φορά (ακουστικές, απτικές και αισθητηριακές διεπαφές) ώστε να αλληλοεπιδρά τόσο με τον εικονικό χώρο όσο και με τα εικονικά αντικείμενα. Αποτελεί εμπειρία

πλήρους εμπύθισης του χρήστη ο οποίος μπορεί να κοιτάξει, να μετακινηθεί και να αλληλοεπιδράσει με αυτούς τους κόσμους σαν να ήταν αληθινοί.

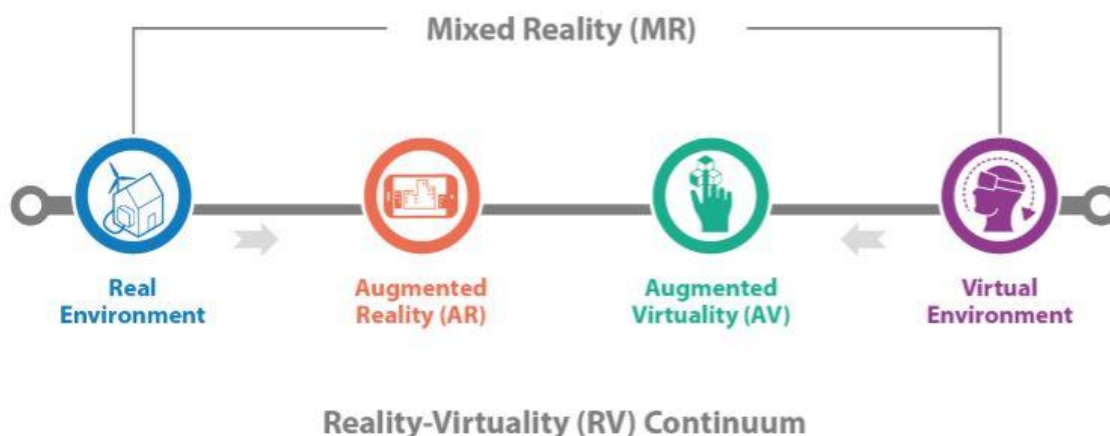


Εικόνα 2-2 Σχηματική αναπαράσταση συστημάτων VR – Πηγή: (Azarby & Rice, 2022)

Ενδιάμεση κατηγορία αποτελεί η ημι-εμβυθιστική (semi-immersive) εικονική πραγματικότητα, η οποία παρέχει μια εικόνα τρισδιάστατης (3D) σκηνής που προβάλλεται σε μια οθόνη χρησιμοποιώντας μια προοπτική προβολή, σε συνδυασμό με τη θέση του κεφαλιού του παρατηρητή (Ware et al., 1993). Βελτιώνει την αίσθηση του «να είσαι εκεί» συγκριτικά με την μη-εμβυθιστική αλλά ποτέ δεν φτάνει στην πλήρη αίσθηση εμπύθισης (Εικόνα 2-2).

Η εικονική πραγματικότητα είχε παλαιότερα οριστεί ως «η προηγμένη διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή που προσομοιώνει ένα ρεαλιστικό περιβάλλον» (Zheng et al., 1998). Προσομοιώνει ευφάνταστα υπάρχοντα και φυσικά περιβάλλοντα μαζί με τις διαδικασίες τους ώστε να συντονιστούν στο υψηλότερο επίπεδο πολύ-αισθητηριακού ρεαλισμού, προκειμένου να επηρεάσουν τις οπτικές, ακουστικές, απτικές, χωρικές ακόμη και τις οσφρητικές και γευστικές αισθήσεις των χρηστών (Zhao, 2009). Η επιτυχία της καθορίζεται από την εμπειρία που βιώνει ο χρήστης, δηλαδή από το κατά πόσο η αίσθηση (του χρήστη) ότι «βρίσκεται μέσα» σε έναν τρισδιάστατο χώρο στον οποίο μπορεί να μετακινηθεί ίσως και να διαχειριστεί αντικείμενα και ίσως με ενέργειές του να αλλάξει την κατάσταση του χώρου, σε πραγματικό χρόνο (real time), τον ικανοποιεί.

Στη σημερινή εποχή, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality, AR), η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality, VR), η Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality, AV) και η Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality, MxR) έχουν γίνει δημοφιλείς τεχνολογίες καθηλωτικής πραγματικότητας (Immersive Reality Technologies, IRT) για τη διάδοση της πολιτιστικής γνώσης στην Εικονική Κληρονομιά (VH) (Bekele & Champion, 2019).



Εικόνα 2-3 Το συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας (Reality-Virtuality Continuum, RV) (Rao & Divakaran, 2018) μετά από (Milgram et al., 1994)

Αυτές οι τεχνολογίες (Εικόνα 2-3) έχουν χρησιμοποιηθεί μεταξύ άλλων για τον εμπλουτισμό των μουσείων με εξατομικευμένη εμπειρία επίσκεψης αλλά και για ψηφιακό περιεχόμενο προσαρμοσμένο στο ιστορικό και πολιτιστικό πλαίσιο των περιουσιακών στοιχείων της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Τα οφέλη των τεχνολογιών καθηλωτικής πραγματικότητας και των μεθόδων Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human-Computer Interaction, HCI) για τη διατήρηση, την εκπροσώπηση και τη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς έχουν ερευνηθεί ευρέως στην Πολιτιστική Κληρονομιά (Addison & Gaiani, 2000), (Adhani & Rambli, 2012), (Papagiannakis et al., 2008), (Anthes et al., 2016), (Bekele et al., 2018) κ.α..

Για τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας στον τομέα της αρχαιολογίας προτείνεται (Pujol-Tost, 2007) μια τυπολογία τεσσάρων διαφορετικών προσεγγίσεων:

1. η «παραδοσιακή» προσέγγιση: ως απεικόνιση συμπερασμάτων μιας περιγραφικής διαδικασίας
2. η προσέγγιση που προκύπτει από το συνδυασμό μιας ρομαντικής αντίληψης της αρχαιολογίας με τις οικονομικές δυνατότητες ανάπτυξης εικονικών περιβαλλόντων, που οδηγεί στο να βιώσει το κοινό συνήθως θεαματικά μνημεία ή τοποθεσίες·

3. μια εμπειρική προσέγγιση: που θεωρεί την VR ως πειραματικό εργαλείο για την οπτικοποίηση, ανάλυση δεδομένων και επαλήθευση υποθέσεων και
4. μια μεταμοντέρνα προσέγγιση που βλέπει την VR ως σημασιολογικό / συμβολικό πόρο με στόχο την ανάπτυξη μιας πολυφωνικής αφήγησης

Σύμφωνα με την Pujol-Tost, οι τρέχουσες εφαρμογές κλίνουν προς τη χρήση 2, ενώ οι 3 και 4 δεν απουσιάζουν εντελώς, αλλά υπο-εκπροσωπούνται κάπως. Γι' αυτό το λόγο, κάθε προσπάθεια 3D μοντελοποίησης για επιστημονική χρήση πρέπει να συνοδεύεται από μια στοιχειοθέτηση της μεθόδου δημιουργίας της, υπό τον φόβο της παγίδας της «όμορφης εικόνας» (Pujol-Tost, 2007).

Οι Miller και Richards (Miller & Richards, 1995) αν και «είδαν» ότι η οπτικοποίηση που βασίζεται σε υπολογιστή έχει τεράστιο **ερευνητικό δυναμικό** σε έναν κλάδο όπως η αρχαιολογία ωστόσο σημείωσαν για την εποχή τους: *«μέχρι σήμερα (σ.σ. 1994) ο καταλύτης για την οπτικοποίηση στην αρχαιολογία δεν ήταν η αναζήτηση βελτιωμένων τεχνικών για την ανακάλυψη νέας γνώσης αλλά μάλλον για βελτιωμένους τρόπους παρουσίασης της υπάρχουσας γνώσης στο κοινό»* άποψη που διατυπώνεται 15 χρόνια μετά και από τον Barceló, ο οποίος θεωρεί ότι η τρισδιάστατη (εικονική) απεικόνιση είναι μια «απλή» καλλιτεχνική ανακατασκευή εντούτοις σημείωσε και ότι το εικονικό μοντέλο δεν πρέπει ποτέ να εκλαμβάνεται ως το τελικό προϊόν και ούτε πρέπει να θεωρείται «αυθεντική» εκδοχή του παρελθόντος (Barceló, 2000).

Περαιτέρω, τα εικονικά περιβάλλοντα έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν και ως πλατφόρμα που διευκολύνει την πολιτιστική μάθηση (Ibrahim & Ali, 2018). Οι Champion και Bekele καθορίζουν τρεις (3) κύριους παράγοντες για τη διάδοση της πολιτιστικής γνώσης και την ενίσχυση της πολιτιστικής μάθησης με εφαρμογές VR για την πολιτιστική κληρονομιά (Bekele & Champion, 2019), υπό την προϋπόθεση ότι η μέθοδος αλληλεπίδρασης είναι εύκολη στη χρήση και η καινοτομία της διεπαφής δεν επισκιάζει το περιεχόμενο (Tost & Economou, 2009) άρα πρέπει να εξισορροπούν το πολιτισμικό πλαίσιο με την αλληλεπίδραση και την εμπύθιση:

- τη **σχέση** (relationship): αναφέρεται στη δημιουργία μιας σχέσης συνάφειας μεταξύ των χρηστών, του πολιτισμικού πλαισίου και των συστημάτων εμπιστευτικής πραγματικότητας. Οι υπάρχουσες εφαρμογές VH που υιοθετούν τεχνολογίες εμπιστευτικής πραγματικότητας για τη διάδοση της πολιτιστικής γνώσης επικεντρώνονται στην αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτές
- τη **συνεργασία** (collaboration): υποδηλώνει την ικανότητα ενός εικονικού περιβάλλοντος να επιτρέπει είτε μια εντοπισμένη είτε απομακρυσμένη συνεργασία μεταξύ τουλάχιστον δύο χρηστών και
- τη **δέσμευση** (engagement), σχετίζεται με την ικανότητα του εικονικού περιβάλλοντος να επιτρέπει εμπειρίες εμπλοκής ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της εμπύθισης και της διαισθητικής αλληλεπίδρασης με το πολιτισμικό πλαίσιο στο εικονικό περιβάλλον.

Σε εφαρμογές εικονικής κληρονομιάς (VH) που στοχεύουν στην ενίσχυση της πολιτισμικής μάθησης επί τόπου, προκρίνεται η ενσωμάτωση μεθόδων συνεργασίας και πολυτροπικής αλληλεπίδρασης σε ένα σενάριο Μικτής Πραγματικότητας (MxR) (Bekele & Champion, 2019).

Η Tussyadiah et al. (Tussyadiah et al., 2018) με την έρευνά τους εντόπισαν αρκετές θετικές συνέπειες της «**αίσθησης παρουσίας**» σε εμπειρίες VR και ειδικότερα ότι η αίσθηση του να «βρίσκεσαι» σε ένα εικονικό περιβάλλον δημιουργεί μια θετική προδιάθεση για τον πιθανό τουρίστα, η οποία οδηγεί σε μεγαλύτερη προτίμηση για τον προορισμό και, τελικά, μεγαλύτερη πιθανότητα επίσκεψης στον προορισμό.

Σε κάποιες περιπτώσεις όμως, η VR έχει αναφερθεί ως μέσο περιορισμού ή μείωσης του αριθμού των τουριστών σε ένα συγκεκριμένο αξιοθέατο ή προορισμό. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι λογικό να περιοριστεί ο αριθμός των επισκεπτών σε ευάλωτα φυσικά ή πολιτιστικά σημεία, όπως μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς με μεγάλη επισκεψιμότητα. Από αυτή την άποψη η VR θεωρείται ως υποκατάστατο του πραγματικού ταξιδιού (Sussmann & Vanhegan, 2000).

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών, πολλά πειραματικά έργα και μελέτες περιπτώσεων έχουν πραγματοποιηθεί σε εικονική πραγματικότητα για να διερευνηθούν τις δυνατότητές της, τόσο σε ψυχαγωγικό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Έτσι βλέπουμε ότι, ενδεικτικά και όχι περιοριστικά, η εικονική πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί (Malik et al., 2021) για:

- το σχεδιασμό και τη διαχείριση μουσειακών εκθέσεων, πολιτιστικών εκδηλώσεων και περιηγήσεων καθώς και για τον έλεγχο πιθανής δημοτικότητας ειδικών εκθεμάτων ή τον έλεγχο των προτιμήσεων των ομάδων-στόχων
- την παρακίνηση των επισκεπτών/τουριστών στο να επισκεφθούν μουσεία ή πολιτιστικούς προορισμούς, παρέχοντας εκ των προτέρων μια εμπειρία του προορισμού μέσω εικονικής περιήγησης
- την παροχή εκπαιδευτικού υλικού στους χρήστες ώστε να μάθουν για τις ιστορικές πτυχές του υλικού και άυλου πολιτισμού
- τη δυναμική διατήρηση δομών και τοποθεσιών CH που απειλούνται με εξαφάνιση, μειώνοντας τη συνολική επισκεψιμότητα σε αυτές, δεδομένου ότι οι τουρίστες ενδέχεται να αποδεχτούν την καθηλωτική εμπειρία ως υποκατάστατο της πραγματικής επίσκεψης
- την παρατήρηση και καλύτερη ερμηνεία των στοιχείων CH, λαμβάνοντας πρόσθετες πληροφορίες σε καθηλωτικά περιβάλλοντα για σκοπούς εξερεύνησης
- τη βελτίωση της εμπειρίας των επισκεπτών παρέχοντας μοναδικά σενάρια

Οι αναδημιουργίες εικονικής πραγματικότητας, ως «καλλιτεχνική» αλλά τεκμηριωμένη απάντηση στην καταστροφή της πολιτιστικής κληρονομιάς, αποτελούν σημαντικό εργαλείο για πολλά έθνη και τους πολιτισμούς τους. Πολλά από αυτά τα έργα δημιουργήθηκαν ως συμβολικές αναπαραστάσεις από καθαρή ανάγκη να σωθεί η δημόσια μνήμη κατεστραμμένων τοποθεσιών. Αν και αυτού του είδους εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας διατρέχουν τον κίνδυνο πολλών αρνητικών κριτικών, η σωστή όμως πρόθεση και η ισορροπημένη συνεργασία, μπορούν να ολοκληρώσουν έργα αναψυχής πολιτιστικής κληρονομιάς VR που ενδεχομένως γίνονται και για εμπορικούς σκοπούς. Με τη χρήση βέλτιστων πρακτικών, όπως η σαφής επισήμανση εμπειριών VR με βάση το πρωτότυπο έργο και η παρουσίασή του ως εντελώς ουδέτερη αναπαράσταση, καθώς και η παροχή σχολιασμών αντικρουόμενων θεωριών ή πτυχών της αναπαράστασης που μπορεί να διαφέρουν στους θεατές αλλά και το να επιτρέπεται στους θεατές να λαμβάνουν τις δικές τους τεκμηριωμένες αποφάσεις με βάση αυτούς τους σχολιασμούς, θα μπορούσε σίγουρα να είναι μια λύση για τα ελαττώματα σε αυτές τις 3D «καλλιτεχνικές» δημιουργίες, ειδικά όταν παρουσιάζονται από οργανισμούς που δεν είναι απαραίτητα βαθιά συνδεδεμένοι με αυτά τα μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς. (Sydney, 2022).

### 2.2.3 Εικονική Περιήγηση Πρώτου Προσώπου

Στο διαδίκτυο έχουν αναπτυχθεί αρκετοί ελκυστικοί τύποι εικονικής περιήγησης μεταξύ των οποίων είναι η εικονική τρισδιάστατη περιήγηση (**Virtual 3D Walkthrough**) πρώτου προσώπου (first person) και η εικονική περιήγηση 360° (**360° Virtual Tour**).

Στην πρώτη περίπτωση όλο το περιβάλλον της περιήγησης είναι τρισδιάστατα μοντελοποιημένο οπότε μια τέτοια εμπειρία ξεκινά όταν ο χρήστης ανοίξει την κατάλληλη εφαρμογή. Οι τρισδιάστατες περιηγήσεις μπορούν να εμπλουτιστούν με διαδραστικές επιλογές ανάλογα το σκοπό που προορίζονται (επιστημονικό, εκπαιδευτικό, ψυχαγωγικό ή διαφημιστικό). Οπωσδήποτε είναι μια πρόταση που ενδείκνυται για ψηφιακές αναπαραστάσεις πολιτισμικού περιεχομένου τόσο για υπάρχοντα όσο και για χαμένα μνημεία ή τοποθεσίες.

Η εικονική περιήγηση εισάγει το χρήστη μέσα σε ένα επιμελημένο εικονικό (“συνθετικό”) περιβάλλον, ίδιο ή εντελώς διαφορετικό από την πραγματικότητα, τον αφήνει ελεύθερο να επιλέξει τη δική του διαδρομή, να εξερευνήσει ελεύθερα οτιδήποτε διατίθεται, όποτε και με ότι τρόπο θέλει. Έτσι ο χρήστης αποκτά εμπειρίες “πρώτου προσώπου” και δημιουργεί τις δικές του αναπαραστάσεις για το συνθετικό κόσμο που τον περιβάλλει (Φωκίδης & Τσολακίδης, Κώστας, 2004). Όλο το περιβάλλον δημιουργείται γραφικά με 3D μοντέλα και βρίσκει εφαρμογή για προσέγγιση σε εικονικές ανακατασκευές πολιτιστικού περιεχομένου (όπως υπολείμματα ανασκαφών, κατεστραμμένα ή χαμένα μνημεία κλπ)

Η δεύτερη περίπτωση αφορά πανοράματα περιστρεφόμενων πανοραμικών εικόνων που δημιουργούνται είτε μέσω μιας ακολουθίας λήψεων είτε μέσω μιας συνεχούς λήψης κάμερας 360°, με σκοπό την οπτικοποίηση υπαρχόντων χώρων και την πλοήγηση μέσα σε αυτούς.

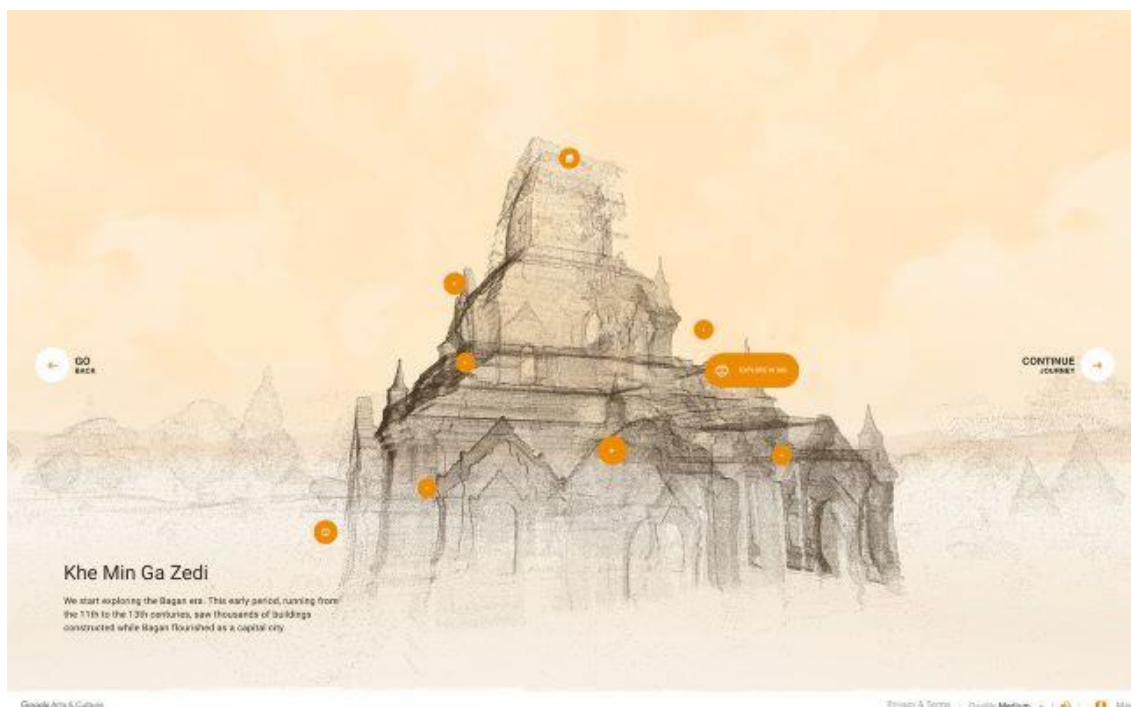
Αποτελεί μια από τις εξελισσόμενες τεχνολογίες για την επίδειξη και παρουσίαση υπαρχόντων κτιρίων, χώρων ή τοποθεσιών, επιτρέποντας στο χρήστη να βιώσει «οπτικά» το πραγματικό περιβάλλον μέσω μιας δισδιάστατης εικονικής σκηνής, που δημιουργήθηκε από ακριβή συρραφή ειδικά ληφθέντων φωτογραφιών. Αυτή η τεχνική φωτογραφίας ονομάζεται «εμβυθιστική απεικόνιση» (immersive imaging) (Alain et al., 2020) καθώς οι χρήστες μπορούν να εισέλθουν αποτελεσματικά στο περιβάλλον της εφαρμογής σαν να είναι πραγματική. Αντί για τη μέθοδο προβολής ενός αντικειμένου μέσω ενός έντυπου φυλλαδίου, οι επισκέπτες μπορούν να δουν τον πραγματικό χώρο απομακρυσμένα, υπό διάφορες γωνίες, μεγέθυνση και προοπτική, οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούν. Η δημιουργία εικονικής περιήγησης 360° είναι ένας από τους τρόπους που μπορεί να αναδείξει και να προωθήσει μια χώρα τη μοναδικότητα και τον πλούτο της τοπικής της κληρονομιάς.

Μέσω της εικονικής περιήγησης, πολλά στοιχεία πολυμέσων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνουν οι πληροφορίες ενδιαφέρουσες και αποτελεσματικές. Για παράδειγμα, η λειτουργία ενός κουμπιού εικόνας εντός της εφαρμογής βοηθά τους επισκέπτες να

δουν την εικόνα πιο προσεκτικά και καθαρά αλλά και το στοιχείο ήχου φόντου ή μέσω οπτικών και διαδραστικών πληροφοριών σε επιλεγμένα σημεία του πανοράματος, μπορεί επίσης να προσθέσει αξία σε αυτήν την εικονική περιήγηση (Harun & Yanti Mahadzir, 2021).

Ένα εξαιρετικό παράδειγμα (Εικόνα 2-4) συνδυασμού και των δύο τύπων εικονικής περιήγησης που αναφέρθηκαν, είναι το πείραμα στο πλαίσιο του OPEN HERITAGE με τίτλο: **Bagan** - Embracing the Future to Preserve the Past (Αγκαλιάζοντας το Μέλλον για να Διατηρήσουμε το Παρελθόν), που δημιουργήθηκε από την (Arts & Culture Experiments, 2018) σε συνεργασία με την CyArk και το Βρετανικό Μουσείο και βρίσκεται στη συλλογή Πειράματα Τεχνών & Πολιτισμού, στη διαδρομή: <http://g.co/bagan>

Την αρχαία πόλη Bagan (Myanmar, Asia), Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO «ανέλαβαν» Καλλιτέχνες και Δημιουργικοί Κωδικοποιητές (Artists and Creative Coders) του Πολιτιστικού Ινστιτούτου Google και την μετέτρεψαν σε 3D-VR, με σκοπό την τεκμηρίωση και την κοινή χρήση τοποθεσιών παγκόσμιας κληρονομιάς που κινδυνεύουν. Καταγράφει πώς έμοιαζαν οι ναοί πριν καταστραφούν από τον σεισμό που κατέστρεψε την περιοχή το 2016 και δίνει τη δυνατότητα στον επισκέπτη να ταξιδέψει μέσα στο τοπίο και μέσα σε διακοσμημένους ναούς, με κίνδυνο κατάρρευσης ενώ παράλληλα μαθαίνει τις αρχαίες ιστορίες έχοντας πρόσβαση για το σκοπό αυτό από επιτραπέζιο υπολογιστή, κινητό και Web.

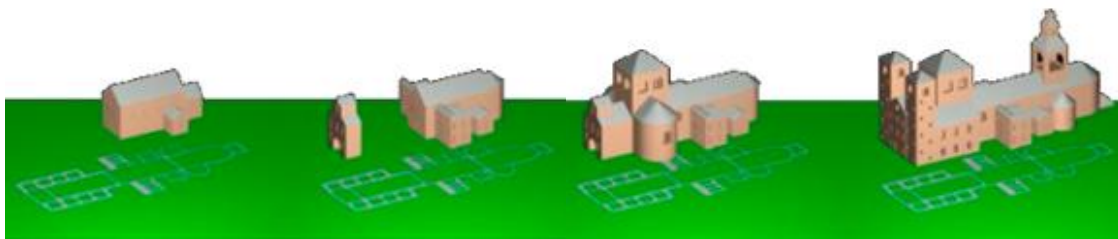


Εικόνα 2-4 Bagan, Virtual Tour, Online Exhibition (3D-VR) – Πηγή: Arts & Culture Experiments, 2018



### 2.3 3D Ανακατασκευή της Χαμένης Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Ως η «σπίθα» που πυροδότησε μια έκρηξη δημιουργικότητας στην παραγωγή και παρουσίαση υποθετικών ερμηνειών και ανακατασκευών της πολιτιστικής κληρονομιάς σε ένα διεθνές κοινό ευρείας βάσης, σε εικονική μορφή (Lercari, 2011), θεωρείται το έργο *The Old Minster, Winchester* (Εικόνα 2-5). Τα μοντέλα και τα κινούμενα σχέδια του έργου ήταν αξιοσημείωτα το 1984–1986 για την παραγωγή της πρώτης κινούμενης εικονικής περιήγησης, μιας ερμηνευτικής οπτικοποίησης, που δημιουργήθηκε από υπολογιστή για τη χαμένη πολιτιστική κληρονομιά, χρησιμοποιώντας πειραματικό συμπαγές λογισμικό μοντελοποίησης που ονομαζόταν *Winsom* (Reilly et al., 2016).



Εικόνα 2-5 Τα αυθεντικά μοντέλα *Winsom* που απεικονίζουν βασικές φάσεις στην εξέλιξη του έργου: *The Old Minster, Winchester* σε σχέση με το σχέδιο βάσης - Πηγή: (Reilly et al., 2016)

Έκτοτε, η εικονική ανακατασκευή (virtual reconstruction) ή τρισδιάστατη ανακατασκευή (3D reconstruction) προσφέρει την ευκαιρία να ψηφιοποιηθούν ιστορικά αντικείμενα που σώζονται ακόμη καθώς και να αναδημιουργηθούν και να απεικονιστούν αντικείμενα που **δεν** υπάρχουν πλέον και που μπορούν να γίνουν γνωστά μόνο από ιστορικές περιγραφές ή απεικονίσεις. **Η παρούσα διατριβή επικεντρώνεται στη δεύτερη περίπτωση.**

Η εικονική ανακατασκευή αφορά τη δημιουργία ενός μοντέλου για την οπτική ανάκτηση ενός αντικειμένου (ή κτιρίου) που κατασκευάστηκε από ανθρώπους σε μια δεδομένη στιγμή στο παρελθόν (Lopez-Menchero & Grande, 2011) και στοχεύει στην «αξιοποίηση» και τη διάδοσή του, ενισχύοντας το νόημα και τη λειτουργία του (Pietroni & Ferdani, 2021).

Η έρευνα και η ερμηνεία κατεστραμμένων έργων αρχιτεκτονικής κληρονομιάς πραγματοποιείται παραδοσιακά μέσω της εξέτασης σωζόμενων πληροφοριών όπως σχέδια, μακέτες, φωτογραφίες, βιογραφίες, μονογραφίες κ.α. γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα οι διαθέσιμες προς διερεύνηση πληροφορίες, να είναι σχεδόν πάντα ελλιπείς. Αυτό μπορεί να φανεί σε ψηφιακές ανακατασκευές όπως το έργο των κατεστραμμένων συναγωγών της Βιέννης (Martens & Peter, 2010).

Το πιο σημαντικό βήμα λοιπόν είναι η ερμηνεία των πηγών, καθώς υπάρχει κίνδυνος τα εσφαλμένα συμπεράσματα που θα μεταφερθούν στην ανακατασκευή να παραπλανήσουν το

κοινό, αφού δεν υπάρχει τρόπος να διασταυρώσει την πιστότητα του εικονικού μοντέλου με το φυσικό μοντέλο.

Για μια αποτελεσματική και συναρπαστική «ερμηνεία ψηφιακής κληρονομιάς» άρα επιτυχή ανακατασκευή, οι Rahaman και Kiang έχουν θέσει τέσσερις βασικούς στόχους (Rahaman & Kiang, 2017):

- ⊗ **Ικανοποίηση:** Οι χρήστες πρέπει να είναι ικανοποιημένοι. Η ερμηνευτική διαδικασία θα πρέπει να στοχεύει στην ενίσχυση της απόλαυσης του τόπου και της επίσκεψης
- ⊗ **Πρόκληση / Ενσυναίσθηση:** Η διαδικασία θα πρέπει να αυξήσει την ευαισθητοποίηση σχετικά με την προστασία, τη διατήρηση ή τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Θα πρέπει να διευκολύνει την αλλαγή νοοτροπίας και συμπεριφοράς μεταξύ των τελικών χρηστών σχετικά με τον τόπο κληρονομιάς, τους ανθρώπους και τον πολιτισμό σε όλη τη διαδικασία
- ⊗ **Μάθηση:** Η διαδικασία θα πρέπει να στοχεύει στο να μεταφέρει το συμβολικό και πολιτιστικό νόημα στους τελικούς χρήστες μέσω ορισμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων
- ⊗ **Πολλαπλές προοπτικές του παρελθόντος:** Η ερμηνευτική διαδικασία θα πρέπει να παρουσιάζει την ιστορία από πιθανές πολλαπλές οπτικές γωνίες. Έτσι, θα παρείχε την ευκαιρία να έχουμε μια ευρύτερη και εναλλακτική κατανόηση του παρελθόντος

Στο παρελθόν, οι εικονικές ανακατασκευές ήταν αντικείμενο συζητήσεων μεταξύ των αρχαιολόγων (Reilly, 1990), (Forte, 2000), (Frischer et al., 2002), (Clark, 2010) επειδή έχουν δύο βασικά κρίσιμα σημεία: 1<sup>ον</sup> κινδυνεύουν να μεταδώσουν το λάθος μήνυμα, δηλαδή ότι η ανακατασκευή είναι η “αλήθεια” αντί για μια από τις πιθανές ερμηνείες του παρελθόντος και 2<sup>ον</sup> κινδυνεύουν να γίνουν «μαύρο κουτί» όταν δηλαδή οι πηγές και η ερμηνευτική συλλογιστική δεν δηλώνονται ούτε είναι διαθέσιμα, τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στους χρήστες.

Παρά τις επικρίσεις όμως, η επιστημονική κοινότητα έχει διαπιστώσει πολλά οφέλη, θεωρώντας την εικονική ανακατασκευή όχι απλώς ως απλή απεικόνιση αλλά ως ένα επιστημονικό εργαλείο με μεγάλη γνωστική αξία, καθώς διευκολύνει τη διαχείριση και την κατανόηση σύνθετων πληροφοριών χάρη στις τρισδιάστατες προσομοιώσεις (Demetrescu & Ferdani, 2021).

Ειδικότερα δε, όσον αφορά τις εικονικές ανακατασκευές κτιρίων που δεν υπάρχουν σήμερα, έχει καταδειχθεί η χρησιμότητα και οι δυνατότητες που προσφέρουν σε πολλά επιστημονικά πεδία και όχι μόνο στους κλάδους που εμπλέκονται στην πολιτιστική κληρονομιά. Βοηθούν τους αρχιτέκτονες στο έργο τους για μνημεία ειδικά σε περιπτώσεις αναστήλωσης, αποκατάστασης κλπ. Οι αρχαιολόγοι και οι συντηρητές έχουν ένα πολύ καλό εργαλείο στη διάθεσή τους για τις μελέτες τους. Πολλές εφαρμογές μπορούν να δημιουργηθούν από μια εικονική ανακατασκευή, όπως εικονικές περιηγήσεις βίντεο του μνημείου για εκπαιδευτικούς και άλλους σκοπούς για χρήση από σχολεία, μουσεία και άλλους οργανισμούς (Georgoroulos, 2014).

### 2.3.1 Μέθοδοι και τεχνικές για 3D ανακατασκευή χαμένων μνημείων

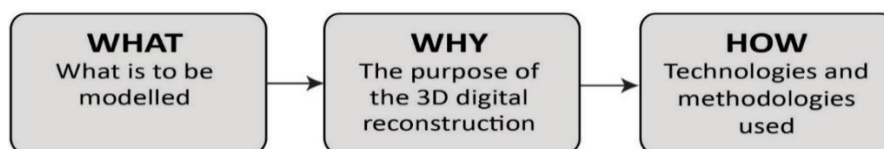
Η διαδικασία της τρισδιάστατης ψηφιακής ανακατασκευής (3D Digital Reconstruction) αφορά τη δημιουργία ενός εικονικού μοντέλου μέσω εργαλείων λογισμικού (γραφικά υπολογιστή), η οποία γίνεται κυρίως από εξειδικευμένους μοντελιστές και ακολουθείται από οπτικοποίηση, μέσω της οποίας το μοντέλο αποδίδεται τελικά σε μορφή παρουσίασης. Αυτή η διαδικασία συνήθως συνοδεύεται από ιστορική έρευνα, μέσω της οποίας αναπτύσσεται μια ορθή κατανόηση του προς μοντελοποίηση αντικειμένου, με βάση πηγές που παρέχουν πληροφορίες από το παρελθόν (Remondino & Rizzi, 2010).

Οι κύριοι στόχοι της ψηφιακής ανακατασκευής χαμένων κτιρίων συνοψίζονται σε τέσσερις κατηγορίες (Di Mascio et al., 2016):

- ❖ Ιστορική/αρχαιολογική έρευνα
- ❖ Συστήματα οπτικοποίησης και πληροφόρησης για τον πολιτιστικό τουρισμό
- ❖ Βιωματική εικονική επίσκεψη τοποθεσιών που χάθηκαν εντελώς
- ❖ Τεκμηρίωση και ανάλυση για συντήρηση και ανακατασκευή

Η ανάπτυξη (development) ενός “έργου” εικονικής ανακατασκευής ενός αντικειμένου ή τοπίου πολιτιστικής κληρονομιάς, για έρευνα και πολιτιστική διάδοση αλλά και για ψυχαγωγία και εκπαίδευση αποτελεί μια απαιτητική, πολύπλοκη και πολυσύνθετη διαδικασία. Η συλλογή, ταξινόμηση και αξιολόγηση της πληροφορίας αλλά κυρίως η επεξεργασία της ερμηνείας και η συνεχής ανατροφοδότηση κάθε φάσης της ανακατασκευής, απαιτούν διεπιστημονική προσέγγιση, αναμειγνύοντας πολλούς μελετητές από διαφορετικές περιοχές στην προσπάθεια να λύσουν το “παζλ” που δημιουργήθηκε από τυχόν αρχαιολογικά κατάλοιπα, αρχεία, ίχνη, αρχαίους μάρτυρες, προηγούμενες μελέτες και όλα τα πιθανά στοιχεία για το «**πώς ήταν**» (Barratt, 2021).

Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε ψηφιακή διαδικασία ανακατασκευής χαμένων κτιρίων ή τόπων πρέπει να απαντηθούν τρία βασικά ερωτήματα (Di Mascio et al., 2016): **τι** πρόκειται να μοντελοποιηθεί (το “αντικείμενο”), **γιατί** πρέπει να μοντελοποιηθεί (ο σκοπός της τρισδιάστατης ανακατασκευής) και **πώς** πρέπει να γίνει (μέθοδοι και τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν) (Σχήμα 2-1).



Σχήμα 2-1 Τα τρία κύρια ερωτήματα για 3D ανακατασκευή χαμένων κτιρίων - (Di Mascio et al., 2016)

Η όλη διαδικασία μιας εικονικής τρισδιάστατης ανακατασκευής (3D Virtual Reconstruction) χρειάζεται οργανώνεται σε τρία βασικά στάδια: α) **Τεκμηρίωση** (Documentation), β) **Μοντελοποίηση** (3D Modelling) και γ) **Οπτικοποίηση** (Visualisation) τα οποία μπορεί να αποτελούνται από άλλα ενδιάμεσα βήματα και εργασίες και να λαμβάνουν διαφορετικές μορφές (Munster, 2013).

Η πρώτη πρόκληση στο έργο μιας τρισδιάστατης ανακατασκευής πολιτιστικής κληρονομιάς, (είτε εικονικό είτε πραγματικό) είναι πάντα η συλλογή δεδομένων σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες (Addison, 2000).

Η τεκμηρίωση περιλαμβάνει δύο κύριες δραστηριότητες: (α) την **έρευνα** για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με μνημεία, κτίρια και τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών χαρακτηριστικών, της ιστορίας και των προβλημάτων τους, είτε από τη βιβλιογραφία (τις γραπτές και εικονογραφικές πηγές) είτε όπου είναι δυνατόν από υπάρχοντα δεδομένα και (β) τη **διαδικασία** οργάνωσης, επεξεργασίας, ερμηνείας, αξιολόγησης και διαχείρισης αυτών των πληροφοριών.

Η δεύτερη φάση, η μοντελοποίηση δηλαδή η δημιουργία της δισδιάστατης ή τρισδιάστατης ανακατασκευαστικής υπόθεσης μπορεί να συμβαίνει ταυτόχρονα με την προηγούμενη φάση (τεκμηρίωση). Η διαδικασία μοντελοποίησης δεν πρέπει να θεωρείται ως απλή οπτικοποίηση, δηλαδή αποκατάσταση της ιδανικής εικόνας ενός μνημείου στο παρελθόν, αλλά ως μέρος μιας ερμηνευτικής διαδικασίας για την επαλήθευση και τη σύνθεση αναλυτικών δεδομένων (Pietroni & Ferdani, 2021). Αφορά μια διαδικασία συνεχούς αναθεώρησης και ανατροφοδότησης.

Η τελική φάση είναι η σύνθεση της οπτικής ανακατασκευής, δηλαδή η οπτικοποίηση του παρελθόντος μέσω του τρισδιάστατου μοντέλου, η οποία είναι ουσιώδης, καθώς μεταφέρει τόσο γνωστική όσο και επικοινωνιακή αξία. Η εικονική ανακατασκευή στην πραγματικότητα, μέσω ειδικών εργαλείων παρουσίασης και προσομοίωσης, βελτιώνει τη γνώση αφού διευκολύνει τον καθένα να κατανοήσει τα ιστορικά και αρχαιολογικά δεδομένα που αναπαρίστανται, μετατρέποντας, τα ακατέργαστα δεδομένα σε πληροφορίες (Pietroni & Ferdani, 2021).

Κάθε προσπάθεια στον αναπτυσσόμενο κλάδο της 3d ανακατασκευής έχει μοναδικές τεχνικές, καλλιτεχνικές και ερμηνευτικές προκλήσεις. Η συνεχής ανάπτυξη στις τεχνολογίες υπολογιστών έχει βελτιώσει τις τεχνικές συλλογής δεδομένων και οπτικοποίησης και κατά συνέπεια εφαρμόζονται διαφορετικές προσεγγίσεις σε κάθε περίπτωση.

Οι βασικές στρατηγικές σχεδιασμού που ακολουθούνται είναι: η από “κάτω προς τα πάνω” (bottom-up ) και η από “πάνω προς τα κάτω” (top-down). Η από “κάτω προς τα πάνω” σχετίζεται με ακόμη υπάρχοντα υλικά και μετρήσιμα στοιχεία (στο χώρο). Η από “πάνω προς τα κάτω” αναφέρεται στις πληροφορίες που προέρχονται από ερμηνευτικές μελέτες που βασίζονται σε

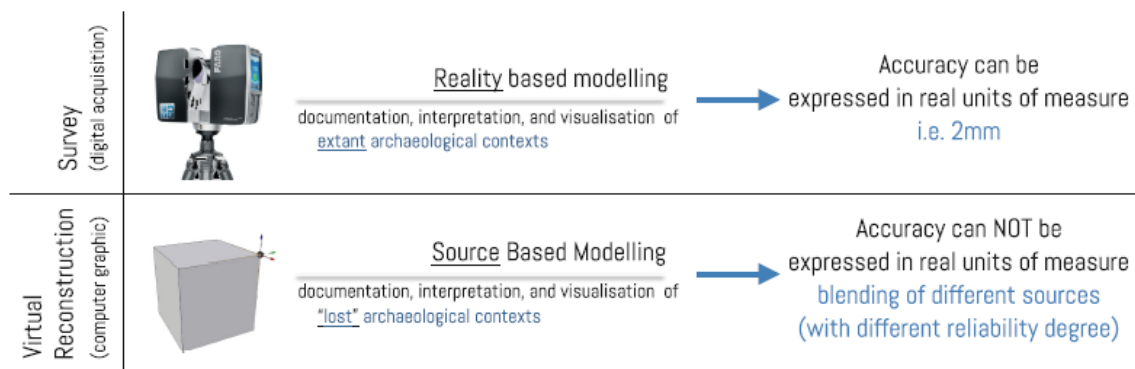
λογοτεχνικές, εικονογραφικές πηγές, πολιτισμικά πρότυπα, κανόνες αναλογίας και συγκρίσεις κ.λπ. (Pietroni & Ferdani, 2021).

Το τρισδιάστατο περιεχόμενο στην πολιτιστική κληρονομιά μπορεί να χωριστεί, σύμφωνα με τη διαδικασία δημιουργίας του:

α) σε μοντελοποίηση βασισμένη στην **εικόνα** (πραγματικότητα) (ή ψηφιακή απόκτηση μέσω 3D έρευνας των υπάρχοντων αρχαιολογικών πλαισίων (Remondino & Rizzi, 2010) και

β) μοντελοποίηση με βάση τις **πηγές** (εικονική ανακατασκευή «χαμένων» αρχαιολογικών πλαισίων) (Apollonio & Giovannini, 2015).

Στην πρώτη περίπτωση η «ακρίβεια» του μοντέλου έχει ποσοτική προσέγγιση και μπορεί να εκφραστεί σε πραγματικές μονάδες μέτρησης ενώ στη δεύτερη περίπτωση η ακρίβεια έχει ποιοτική προσέγγιση και δεν μπορεί να εκφραστεί σε πραγματικές μονάδες μέτρησης αφού προέρχεται από μια ανάμειξη διαφορετικών πηγών (με διαφορετικό βαθμό αξιοπιστίας). Σε αυτά τα δύο σενάρια (Σχήμα 2-2), η ψηφιακή προέλευση ακολουθεί εντελώς διαφορετικούς δρόμους (Demetrescu, 2018).



**Σχήμα 2-2 Ακρίβεια (accuracy) σε μοντέλα που βασίζονται στην εικόνα (επάνω) και σε πηγές (κάτω) (Demetrescu, 2018)**

Τα τρισδιάστατα μοντέλα υπολογιστών αποτελούνται από μια σειρά σημείων στον εικονικό χώρο, τα οποία συνδέονται για να σχηματίσουν τριγωνικές επιφάνειες με υφή. Στις τρισδιάστατες ανακατασκευές, αυτά τα σημεία εισάγονται χειροκίνητα από τον ερευνητή χρησιμοποιώντας εργαλεία που παρέχονται από το λογισμικό 3D. Τα κοινά προγράμματα μοντελοποίησης όπως το SketchUp, το Blender και το 3ds Max επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν απλά σχήματα ή επιφάνειες που μπορούν να χειριστούν μέσω εργαλείων έλξης ή εξώθησης για τη δημιουργία πιο περίπλοκων στοιχείων. Πιο πρόσφατα, η διαδικαστική δημιουργία επιτρέπει τη δημιουργία μοντέλων μεγάλης κλίμακας όπως αστικά τοπία μέσω μιας μεθοδολογίας βασισμένης σε κανόνες (Adão et al. 2012). Ωστόσο, μια τρισδιάστατη ανακατασκευή είναι **πρωτίστως** μια καλλιτεχνική διαδικασία που ελέγχεται από τον μοντελιστή (Barratt, 2021).

Όταν οι δισδιάστατες φυσικές πληροφορίες που έχουν καταγραφεί στην ιστορική βιβλιογραφία μετατρέπονται σε τρισδιάστατες ψηφιακές αναπαραστάσεις (Webb & Brown , 2011) δείχνουν, οργανώνουν, επικοινωνούν, εμβαθύνουν και εμπλουτίζουν τις γνώσεις για ένα συγκεκριμένο χαμένο κτίριο για διάφορους σκοπούς. Μπορούν να γίνουν μέρος περαιτέρω εφαρμογών και να αποκτήσουν πολύπλευρες χρήσεις και κάθε μία από τις εφαρμογές που θα συμμετάσχουν μπορεί να συνδυαστεί με τις άλλες (Di Mascio et al., 2016): αναλυτικές αναπαραστάσεις, φωτορεαλιστικές απεικονίσεις – οπτικοποιήσεις, συστήματα διαχείρισης πληροφοριών (π.χ. GIS και BIM), τεκμηρίωση, προσομοιώσεις, επαυξημένη πραγματικότητα, εικονική πραγματικότητα (π.χ. εικονική περιήγηση).

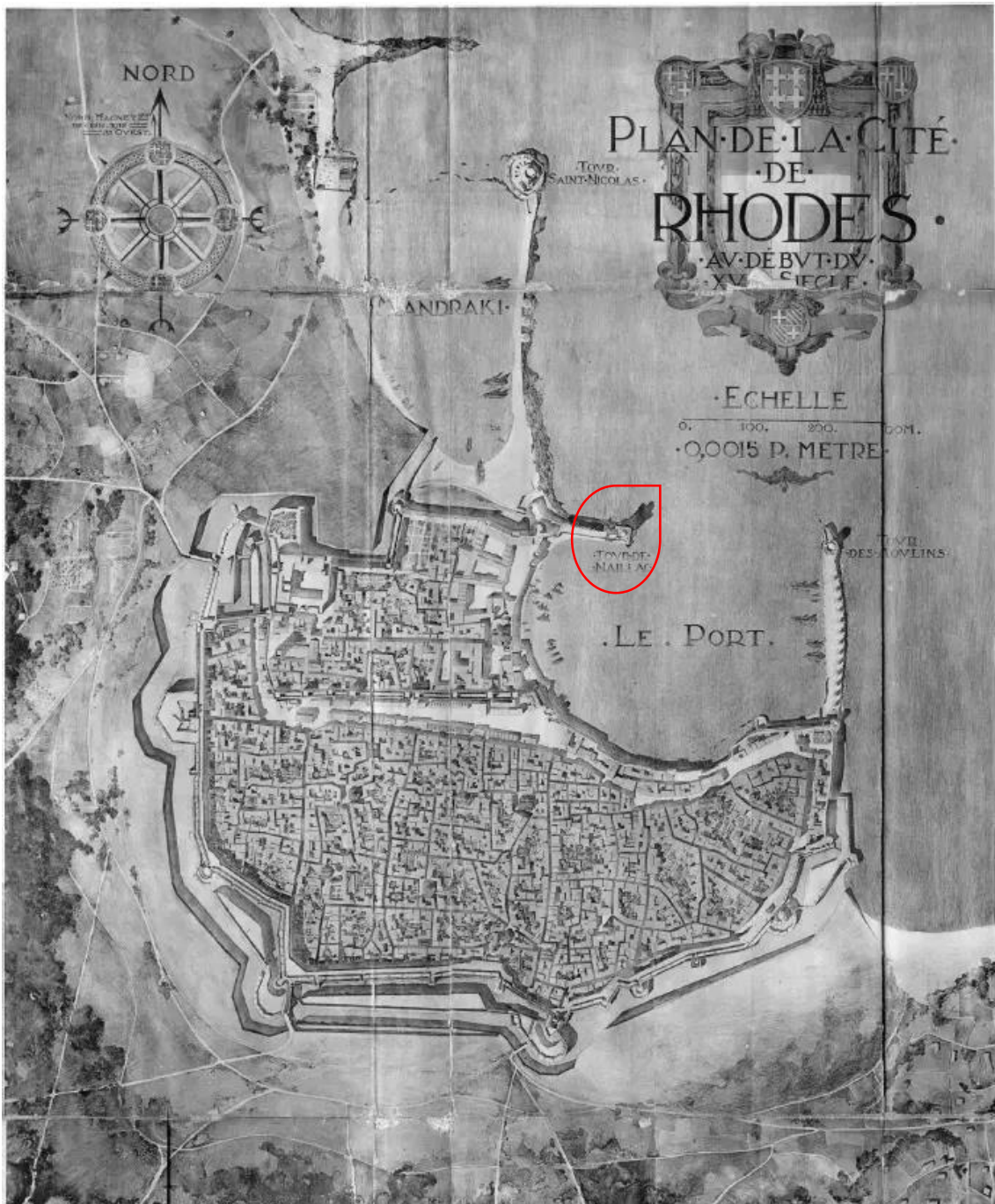
Τέλος, για την ανάπτυξη του 3D μοντέλου του Πύργου Naillac, ακολουθήσαμε βήματα, προτάσεις και καλές πρακτικές από έγκριτους ειδικούς μελετητές όπως οι: (Di Mascio et al., 2016), (Verdiani, 2015), (Demetrescu, 2018) αλλά και εξετάσαμε ορισμένες παρόμοιες περιπτώσεις όπως το:

- Φρούριο **Famosa** στη Malacca, Malaysia (Izani et al., 2010), UNESCO World Heritage List
- Κάστρο **Gauzón, Principado de Asturias, Spain** (Aparicio-Resco et al., 2021)
- Μεσαιωνικό Κάστρο San Salvador de **Todea** (Valle Abad et al., 2022)

Επίσης, από την αναζήτηση στο διαδίκτυο εντοπίσαμε μερικές προτάσεις τρισδιάστατης αναπαράστασης/ ανακατασκευής για τον Πύργο Naillac με χρήση γραφικών υπολογιστών:

- Την εφαρμογή android **Rhodes Virtual Tour** (Google Play Store)
- Την ανακατασκευή από τον 3D Content Designer, **Τάσο Κατσίκας**, ο οποίος εκτός από την ανακατασκευή του Πύργου έχει αναρτήσει και 3D μοντέλο της μεσαιωνικής οχύρωσης στη διεύθυνση: <https://www.artstation.com/artwork/VgewZR>
- Την αναπαράσταση σε 3D από το συγγραφέα **Μάνο Φωταρά**

### 3 Ο χαμένος Πύργος Naillac

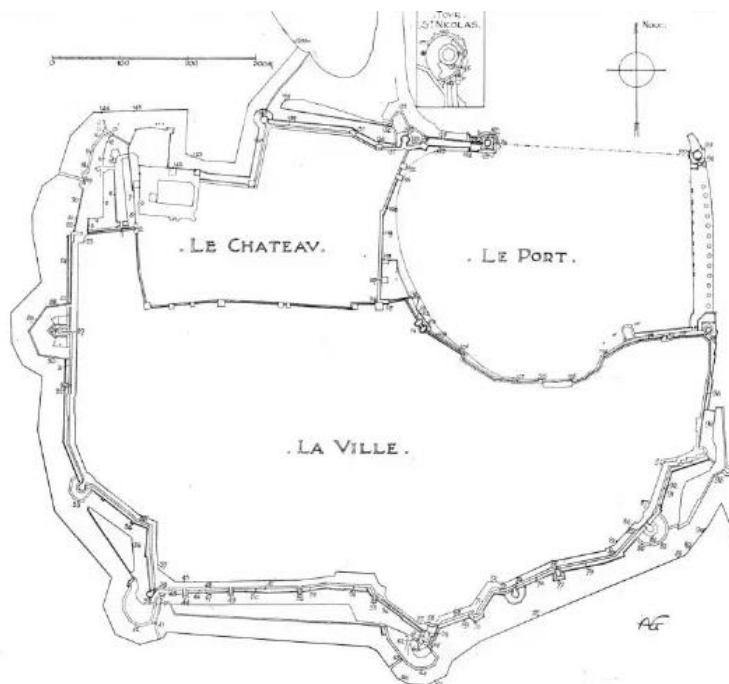


Εικόνα 3-1 Αναπαράσταση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου στη μορφή της το 1521 (A. Gabriel) (Gabriel, 1921) - Στο κόκκινο περίγραμμα ο Πύργος Naillac

### 3.1 Η Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου ως Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Η μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, μια από τις πιο όμορφες και καλύτερα διατηρημένες πόλεις του Μεσαίωνα, άρχισε να διαμορφώνεται το τελευταίο τέταρτο του 7ου αιώνα, πάνω από τα ερείπια της υπέροχης ελληνιστικής πόλης. Ο θανατηφόρος κίνδυνος των μεγάλων αραβικών ναυτικών επιδρομών στην ανατολική Μεσόγειο ανάγκασε τους Ρόδιους να χτίσουν το πρωτοβυζαντινό «φρούριο» σε αυτό που είναι σήμερα το βορειοανατολικό τμήμα της μεσαιωνικής πόλης. Εν συντομία, μπορεί να ειπωθεί ότι το πρωτοβυζαντινό φρούριο προστατεύονταν νότια, δυτικά και βόρεια από τείχος, προκαταρκτικό τείχος και τάφρο. Στα ανατολικά πλαισιωνόταν από το αρχαίο Μεγάλο Λιμάνι (Port) (Kollias, 2001).

Όταν οι Ιππότες του Αγίου Ιωάννη της Ιερουσαλήμ (Knights of Saint John of Jerusalem) κατέλαβαν την πρωτεύουσα του νησιού της Ρόδου το **1309**, μετά από σκληρή, μακροχρόνια πολιορκία, που διήρκεσε τρία χρόνια (Κόλλιας, 1999), υπό την ηγεσία του μεγάλου μάγιστρου Foulques de Villaret (1305-1317), προχώρησαν σε εκτεταμένα και συστηματικά οχυρωματικά έργα ώστε να την καταστήσουν ικανότερη να αντέξει πολιορκίες, τόσο τρομερές όσο αυτές που καθοδηγήθηκαν από τον Σουλτάνο της Αιγύπτου το 1444 και τον Σουλτάνο Μωάμεθ τον 2<sup>ο</sup> τον “Πορθητή” το 1480.



Εικόνα 3-2 Σχηματικός Χάρτης Πόλης Ρόδου το 1309, όπου διακρίνονται: η περιοχή του Κολλακίου (Collachium) ή (Chateau ή Castrum ή Chastel ή Conventus ή Castellum) και η περιοχή της Πόλης (Ville) ή Μπούργκο (Burgus ή Burgum) - ΠΗΓΗ: (Gabriel, 1921),



Οι Ιππότες (Hospitallers) εγκαταστάθηκαν στο βόρειο τμήμα της πόλης της Ρόδου, εκεί που ήταν η πρωτοβυζαντινή «Ακρόπολη» και έχει τεκμηριωθεί ότι ταυτίζεται με την οχύρωση που θα γίνει γνωστή ως Κολλάκιο (Collachium) (Κ. Μανούσου-Ντέλλα, 2015). Η πόλη της Ρόδου αποτελούνταν από δύο διακριτά μέρη κατά τον A. Gabriel: το Κάστρο (Chateau) και την Πόλη (Ville), που προστατεύονταν από οχυρωμένο περίβολο και χωρίζονται μεταξύ τους με εσωτερικό τοίχος (Εικόνα 3-2). Το Κάστρο, προοριζόταν για τους Νοσηλευτές και περιέκλειε το Παλάτι του Μεγάλου Μαγίστρου, το Νοσοκομείο, τα Πανδοχεία (inns) και τα αρχοντικά των αξιωματούχων του Τάγματος και των Ιπποτών. Στην Πόλη ζούσαν οι Έλληνες και οι Λατίνοι, των οποίων τα σπίτια και τα καταστήματα αναμειγνύονταν και εξυπηρετούνταν από δίκτυο στενών δρόμων. Οι Εβραίοι συγκεντρώθηκαν σε μια ειδική συνοικία στα ανατολικά της Πόλης (Gabriel, 1921). Κατά την άποψη του Κόλλια (Kollias, 2001) η πόλη χωρίστηκε σε τρεις (3) ζώνες άμυνας: την Ακρόπολη (Παλάτι του Μεγάλου Μαγίστρου), το «Κάστρο» (γνωστό από τους Hospitallers ως Collachium) και τη Χώρα.

Για κάποιο διάστημα μετά την εγκατάστασή τους στη Ρόδο, οι Ιωαννίτες Ιππότες ήταν ικανοποιημένοι με τις βυζαντινές οχυρώσεις της πόλης, μάλλον ελλείψει σοβαρού κινδύνου αφού αντιμετώπισαν μόνο μερικές αδύναμες και αποτυχημένες τουρκικές απόπειρες, το 1310-1312 και το 1318-1319. Από όταν όμως ανέλαβε τη διοίκηση του Τάγματος ο μέγας μάγιστρος Ηλίον de Villeneuve (1319–1346) το Τάγμα ξεκίνησε να εργάζεται με ζήλο για την ενίσχυση των οχυρώσεων της πόλης (Noson, 2010). Οι Ιππότες χρησιμοποίησαν γνώσεις από μεσαιωνικά πολεμικά εγχειρίδια και μηχανικές δεξιότητες που είχαν αποκτήσει στη Γαλλία, όπου υπηρέτησαν για χρόνια, πριν σταλούν στην εκστρατεία υπεράσπισης της Ρόδου κατά της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας κατά την Ύστερη Μεσαιωνική Περίοδο (Old Town Rhodes, 2022).

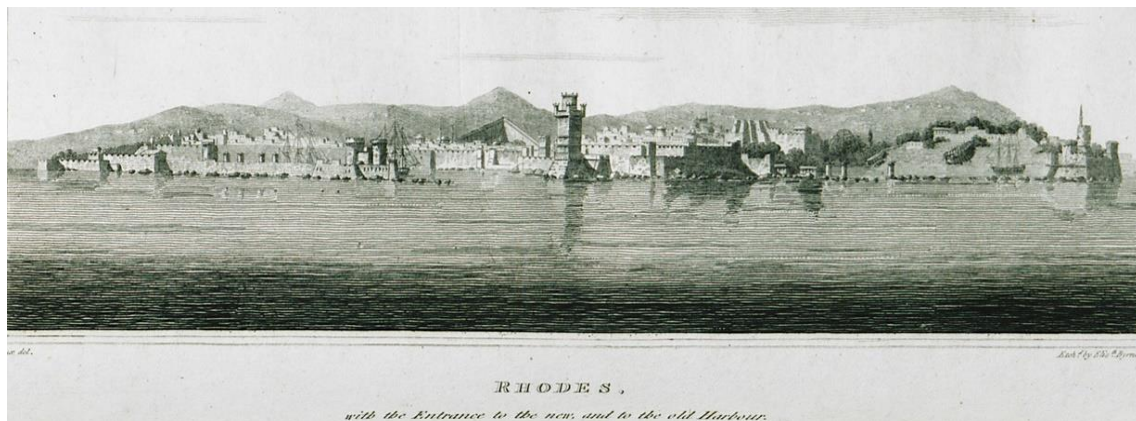
Είναι σημαντικό να κατανοήσει κανείς ότι η κατασκευή των μεσαιωνικών οχυρωματικών έργων γινόταν στο κέντρο του τεράστιου ερειπιώνα της αρχαίας πόλης της Ρόδου, ελληνιστικής και ρωμαϊκής. Τα μνημειώδους κλίμακας αρχαία οικοδομήματα, κυρίως τα τμήματα των ογκωδών οχυρωματικών κατασκευών, χρησίμευαν ως χώροι λατόμησης και άντλησης υλικού, που υπολογίζεται ότι κάλυψε τις ανάγκες της βυζαντινής και της ιπποτικής πόλης έως τα μέσα περίπου του 15ου αιώνα. Ο απόηχος του γεγονότος αυτού φτάνει έως την εποχή μας μέσω γραπτών πηγών (Μανούσου-Ντέλλα, 2002).

Υπό την ηγεσία των μεγάλων μαγίστρων (Grand Masters) που διοίκησαν τη Ρόδο, έγιναν οχυρωματικά έργα που διαμόρφωσαν την Μεσαιωνική Πόλη όπως τη γνωρίζουμε έως το 1522.

Το Collachium (Κολλάκιο), που φέρει το οικόσημο (coat of arms) του 1<sup>ου</sup> Μεγάλου Μαγίστρου, **De Villeneuve** (μαζί με αυτό του Orsini) πάνω από τη νοτιοανατολική πύλη του, δείχνει ότι το έργο ολοκληρώθηκε στο πρώτο μισό του 14ου αιώνα. Ο Dieudonné de **Gozon** (1346–1353) επισκέυασε το Μόλο του λιμανιού και περικύκλωσε το λιμάνι με οχυρώσεις.

Ο Juan Fernandez **Heredia** (1377-1396) και ο διάδοχος του, Philibert de Naillac επισκεύασαν, ενίσχυσαν και πιθανότατα αναδιοργάνωσαν τα τείχη και τους πύργους της βορειοανατολικής πλευράς της πόλης και του λιμανιού (Gabriel, 1921).

Ο **Philibert de Naillac** (1396-1421) ενίσχυσε την άμυνα του κεντρικού λιμανιού με τον επιβλητικό πύργο, που πήρε το όνομά του (Εικόνα 3-12) και ο οποίος κατέρρευσε ολοκληρωτικά μετά το σεισμό του 1863 στη Ρόδο.



**Εικόνα 3-3 (1824) Άποψη της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου από τη θάλασσα (Clarke, 1824) – Ο κεντρικός παράκτιος Πύργος του Naillac στέκει 423 χρόνια αγέρωχος δίχως να “γνωρίζει” πόσο γρήγορα θα καταρρεύσει!**

Ο μεγάλος μάγιστρος Antonio **Fluvian** (1421–1437), έδωσε ιδιαίτερη προσοχή στην προστασία της πόλης στην ηπειρωτική πλευρά. Οι οχυρώσεις προφανώς επηρεάστηκαν από το πρότυπο των τειχών της Κωνσταντινούπολης ενώ κατά την εποχή του Ισπανού Fluvian, φαίνεται να πήραν Ισπανό–Πορτογαλική επιρροή, όπως αποτυπώνεται στους πυργίσκους (bartizans) που προβάλλουν προς τα έξω από τις γωνίες κάποιων πύργων (Noson, 2010).

Ο Jean de **Lastic** (1437–1454), ο οποίος έφερε τον τίτλο μεγάλος διδάσκαλος, ενίσχυσε τόσο τη βορειοδυτική γωνία του κάστρου ώστε ένα ολόκληρο συγκρότημα επιπλέον οχυρώσεων να προστατεύει με ασφάλεια το Παλάτι του Μεγάλου Μάγιστρου όσο και τα ανατολικά, ανακατασκευάζοντας και ενισχύοντας τις οχυρώσεις ειδικότερα στην Οβριακή συνοικία (ίσως αυτός να ήταν ο ισχυρότερος λόγος που οι Εβραίοι ενίσχυσαν οικονομικά την προσπάθεια) (Κόλλιας, 1999).

Ο μεγάλος μάγιστρος Jacques de **Milly** (1454-1461) ήταν ο πρώτος που άρχισε να χτίζει πολυγωνικά προπύργια (polygonal bulwarks) μπροστά από τους παλιούς πύργους του τείχους της πόλης (Noson, 2010), συμπλήρωσε το έργο του Lastic και η τειχισμένη μεσαιωνική πόλη (Gabriel, 1921) πήρε τις σημερινές της διαστάσεις (Κόλλιας, 1999).

Ο Piero Raimundo **Zacosta** (1461–1467) κατασκευάζει ένα ακόμη σημαντικό ανεξάρτητο οχυρό στο μόλο του Μανδρακίου, θέση-κλειδί για την άμυνα της Ρόδου, εκεί που πριν υπήρχε μόνο η εκκλησία του Αγίου Νικολάου (Κόλλιας, 1999), σε μια διαπλάτυνση της ξηράς, που η

μεσαιωνική παράδοση υπεδείκνυε ως θέση του «Κολοσσού της Ρόδου» (Μανούσσου-Ντέλλα, 2012).

Ο διάδοχός του, Giovanni Battista **Orsini** (1467–1476) διόρισε το 1472 τον προικισμένο στρατιωτικό μηχανικό d' Aubusson, ως επόπτη της κατασκευής όλων των οχυρωματικών έργων (Gabriel, 1921). Όπως έχει τεκμηριωθεί (Α. Μανούσσου-Ντέλλα, 2014) μέχρι το 1480 δεν προκύπτει αλλαγή στην οργάνωση της κατασκευής των οχυρώσεων. Όμως όταν κατά την πολιορκία του 1480 η Ρόδος εκτέθηκε, για πρώτη φορά, σε ισχυρά πυρά πυροβολικού αποκαλύφθηκαν ατέλειες στις οχυρώσεις της πόλης (Noson, 2010).

Ο Pierre d' **Aubusson** (1476 - 1503) δεν είναι μόνο ο πιο ένδοξος μάγιστρος της Ρόδου, νικητής του Μεχμέτ Β' του Πορθητή στη μεγάλη πολιορκία της Ρόδου το 1480, αλλά και ένας από τους πιο δραστήριους οικοδόμους. Το οικόσημό του είναι εντειχισμένο τουλάχιστον σε πενήντα σημεία των οχυρώσεων (Κόλλιας, 1999). Ο Πύργος των Ανεμόμυλων και ο Πύργος του Αγίου Νικολάου ανακατασκευάστηκαν και μετατράπηκαν σε οχυρά. Χαρακτηριστικό έργο του, αποτελεί μέχρι και σήμερα, η Θαλασσινή Πύλη (1477-1478), με σαφείς ομοιότητες με την κύρια πύλη του φρουρίου του Αγίου Ανδρέα στην κοινότητα Villeneuve-lès-Avignon στη Νότια Γαλλία (Medieval Town, 2019). Ο d' Aubusson κατόρθωσε η πύλη αυτή να επιβληθεί, ως το σημαντικότερο σημείο αναφοράς και ως σύμβολο, μιας ναυτικής πόλης στο κέντρο της πλευράς των τειχών που αντικρίζουν όσοι προσεγγίζουν το λιμάνι (Μανούσσου-Ντέλλα, 2002). Ακολούθησαν οι Emery d' **Amboise** (1503 - 1512), Fabrizio del **Carretto** (1513 - 1521) και ο τελευταίος μεγάλος μάγιστρος της Ρόδου Philippe Villiers **de l' Isle- Adam** (1521 - 1522) συνεχίζοντας το έργο του, κυρίως για να αντιμετωπίσουν επιτυχώς τα πυροβόλα (Κόλλιας, 1999).

Η Ρόδος, από νησί περιθωριακό που είχε κατακτήσει από τον 7<sup>ο</sup> μ.Χ. αι. και ύστερα (Ρωμαϊκή και Βυζαντινή περίοδος), αποκτά στα χρόνια της Ιπποτοκρατίας (1309-1522), μεγάλη στρατηγική και οικονομική σπουδαιότητα. Στα τέλη του 15<sup>ου</sup> αιώνα, όσοι είχαν γνωρίσει την πόλη της Ρόδου, τη θεωρούσαν από τις ωραιότερες και ισχυρότερες της Ανατολικής Μεσογείου (Καρανάσος, 2009). Οι δύο αιώνες της Ιπποτοκρατίας (1309-1522), αποτέλεσαν μακρά περίοδο ευημερίας, ησυχίας και ασφάλειας, σπάνιο φαινόμενο κατά την περίοδο αυτή των αλλεπάλληλων επιδρομών, πειρατικών και άλλων, στο χώρο του Αιγαίου. Σ' αυτό συντέλεσε κατά μεγάλο μέρος η αποτελεσματικότητα του οχυρωματικού συστήματος (Ποζιόπουλος, 1984).

Μάλιστα, ο Antony Luttrell, ο κατεξοχήν ιστορικός των Ιπποτών κατά τα πρώτα πενήντα χρόνια της διακυβέρνησης του Τάγματος, έγραψε ότι *«η Ρόδος ήταν ένα κοσμοπολίτικο λιμάνι, σε επαφή τόσο με την Ανατολή όσο και με τη Δύση, όπου πολλά αντικείμενα που δεν είχαν παραχθεί στο νησί, μπορούσαν εύκολα να εισαχθούν»* (Luttrell, 2003).

Το Τάγμα του Αγίου Ιωάννη εξασφάλισε τη διατροφή των κατοίκων και την άμυνα του νησιού, αλλά και τον επανοικισμό της Ρόδου με δούλους που προέρχονταν από την ηπειρωτική

Ελλάδα, οι οποίοι επιδόθηκαν στην καλλιέργεια της γης και τελικά εξασφάλισαν την ελευθερία τους. Οι Ρόδιοι έχασαν την πολιτική ελευθερία τους και υποχρεώθηκαν να αναγνωρίσουν την κυριαρχία του πάπα της Ρώμης αλλά οι υλικές συνθήκες της ζωής τους βελτιώθηκαν (Luttrell, 1997).

Κατά την Ιπποτοκρατία, τα δύο κεντρικά λιμάνια της αρχαίας πόλης συμπεριελήφθησαν μαζί με τους τρεις μόλους τους στην οχυρωμένη ζώνη. Η κύρια όψη της πόλης από τη θάλασσα παρουσιάζει αναλογίες με οχυρωμένα λιμάνια του Αιγαίου, κατά την εποχή αυτή της ανασφάλειας, ενώ οι οχυρώσεις του λιμανιού και ιδιαίτερα οι πύργοι του Naillac και του Αγίου Νικολάου έχουν τα πρότυπά τους στη δυτική Ευρώπη (Α. Μανούσου-Ντέλλα, 2014). Περαιτέρω, η πολύ σημαντική τροποποίηση των προμαχώνων της Ρόδου μετά τα μέσα του 15ου αιώνα, με σκοπό την αντιμετώπιση των νέων προβλημάτων άμυνας που προέκυψαν από την ανακάλυψη της πυρίτιδας είχε ως αποτέλεσμα την αναδιαμόρφωση του αρχικού σχεδίου της οχύρωσης, ώστε να σχηματιστεί ένα ομοιογενές σύνολο. (Kondis, 1952).

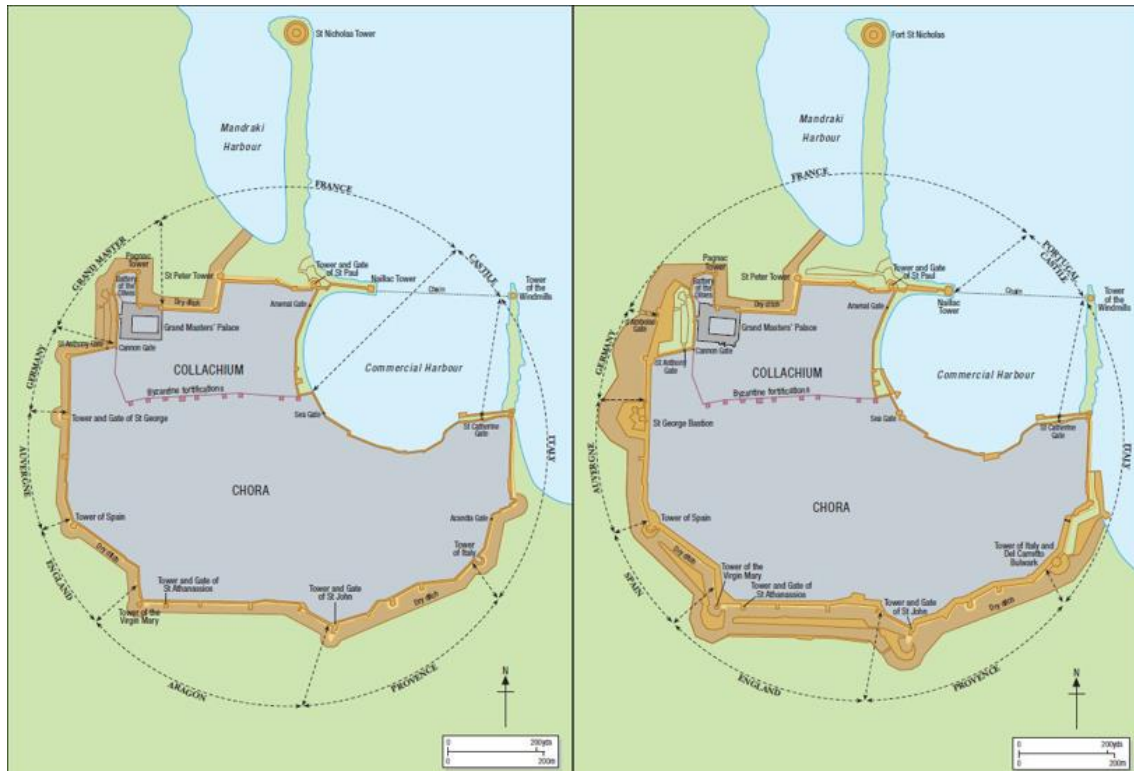


Η πόλη της Ρόδου από εικονογράφηση βιβλίου του Conrad Grünenberg (1487)

Το 1522 οι Οθωμανοί Τούρκοι κατέκτησαν την πόλη, μετά από εξάμηνη πολιορκία που πραγματοποίησε ο Σουλτάνος της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας, Σουλεϊμάν Α' ο Μεγαλοπρεπής. (Suleiman I - The Magnificent).

Οι Έλληνες υποχρεώθηκαν να εγκαταλείψουν την οχυρωμένη πόλη και να μετοικήσουν σε περιοχές εκτός των τειχών. Κατά την περίοδο της Οθωμανικής κυριαρχίας, η Ρόδος έχασε τον διεθνή της χαρακτήρα αλλά διατήρησε την κύρια οικονομική της λειτουργία ως αγορά αγροτικών προϊόντων για το εσωτερικό τμήμα του νησιού καθώς και των τριγύρω μικρών νησιών. Μετά την εγκαθίδρυση της κυριαρχίας τους στο νησί, οι Οθωμανοί Τούρκοι επιδιόρθωσαν τα τείχη που είχαν υποστεί ζημιές, μετέτρεψαν τις περισσότερες εκκλησίες σε τζαμιά και μεταρρύθμισαν τις

μεγάλες κατοικίες σε ιδιωτικά ή δημόσια κτίρια. Οι προσόψεις των κτιρίων της περιόδου των Ιπποτών εμπλουτίστηκαν με τα τυχαία χαρακτηριστικά της Οθωμανικής Αρχιτεκτονικής. Το αποτέλεσμα ήταν ένα μείγμα ανατολικής αρχιτεκτονικής με έντονα δυτικά στοιχεία που είχαν παραμείνει και νέα κτίρια που κτίστηκαν με το ύφος της τότε τοπικής αρχιτεκτονικής. Τον 19ο αιώνα η παρακμή της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας είχε σαν αποτέλεσμα την παραμέληση της πόλης και των κτιρίων της τα οποία υπέστησαν περαιτέρω φθορά λόγω των δυνατών σεισμών που συχνά πλήττουν την περιοχή (Rhodes Island Travel Guide, 2003).



**Εικόνα 3-4 (Αριστερά): The fortress of Rhodes in 1480, (Δεξιά): The fortress of Rhodes in 1522 - Πηγή: (Noson, 2010)**

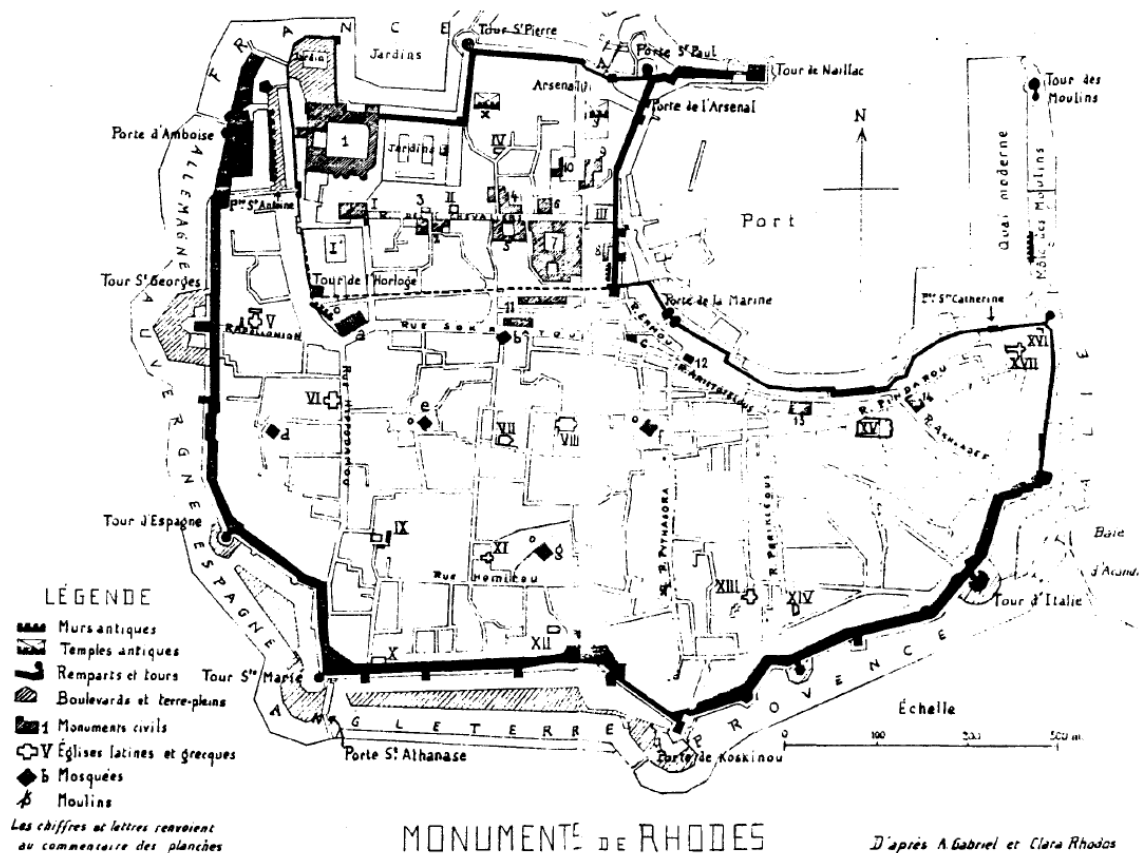
Το 1912 η Ρόδος πέρασε σε Ιταλική Κατοχή. Οι Ιταλοί κατεδάφισαν τα σπίτια που είχαν κτιστεί πάνω και παραπλεύρως των τειχών κατά την Οθωμανική κυριαρχία. Διατήρησαν τα εναπομείναντα στοιχεία της περιόδου των Ιπποτών ενώ αφαίρεσαν όλες τις Οθωμανικές προσθήκες. Ανακατασκεύασαν το παλάτι του Μεγάλου Μάγιστρου (σύμβολο εξουσίας των Ιωαννιτών Ιπποτών και αναμφισβήτητο το πιο εμβληματικό αξιοθέατο της πόλης της Ρόδου) και ίδρυσαν ένα ινστιτούτο για την μελέτη της Ιστορίας και του Πολιτισμού της περιοχής. Υλοποίησαν σημαντικά έργα υποδομής (υδραγωγείο, ηλεκτροδότηση, ενυδρείο) και μεταμόρφωσαν σε σημαντικό βαθμό τον πολεοδομικό ιστό της πόλης (Rhodes Island Travel Guide, 2003) ενώ παράλληλα οι ιταλικές αρχαιολογικές αποστολές έφεραν στο φως σημαντικά αρχαία Ελληνικά ευρήματα.

Κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, οι συνεχείς βομβαρδισμοί των Συμμάχων, στη Μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, στο όνομα της απελευθέρωσης του νησιού, είχαν σαν αποτέλεσμα πολλά θύματα και την καταστροφή πολλών κτιρίων ιδιαίτερα στις κεντρικές και ανατολικές περιοχές κατοικίας της τειχισμένης πόλης. Μετά τη λήξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, τα Δωδεκάνησα που από το 1912 ήταν υπό ιταλική κατοχή, ακολούθως υπό γερμανική και στη συνέχεια υπό βρετανική, περίμεναν να ενσωματωθούν στην Ελλάδα. Μετά την ομόφωνη απόφαση του Συμβουλίου Υπουργών Εξωτερικών των τεσσάρων Δυνάμεων (ΗΠΑ, Μεγάλη Βρετανία, Γαλλία και Σοβιετική Ένωση) και την υπογραφή συνθήκης ειρήνης στο Παρίσι (1946), τα Δωδεκάνησα και οι παρακείμενες νησίδες εκχωρούνται στην Ελλάδα με πλήρη κυριαρχία στις 31 Μαρτίου 1947. Η ενσωμάτωση τελικά ολοκληρώνεται στις 7 Μαρτίου του 1948.

Αν και η Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου υπέστη τόσο φυσικές όσο και ανθρωπογενείς καταστροφές, που σημάδεψαν τη μορφή της στη διάρκεια του δεύτερου μισού του 19ου και του πρώτου μισού του 20ου αι. (Α. Μανούσου-Ντέλλα, 2014): το 1856, η καταστροφική έκρηξη της πυρίτιδας στα υπόγεια του καμπαναριού του κοινοβιακού ναού του Αγίου Ιωάννη των Ιπποτών, που ακολούθησε τον καταστροφικό σεισμό του ίδιου έτους, το 1851, η κατάρρευση του ανώτερου τμήματος του πανύψηλου πύργου του Κολλακίου, που έφερε τους θυρεούς των μεγάλων μαγίστρων Heredia και Naillac, το 1863, η ολοκληρωτική κατάρρευση του επιβλητικού Πύργου Naillac, το 1909, η κυριολεκτική εξαφάνιση των πύργων της πύλης του Ταρσανά, ως συνέπεια της δυσμενούς σεισμικής ακολουθίας του 19ου αι. και ο ανηλεής βομβαρδισμός των συμμάχων στη διάρκεια του Β΄ παγκοσμίου πολέμου, εντούτοις, έτυχε αναγνώρισης και προστασίας.

Το 1960 όλη η Παλιά Πόλη της Ρόδου, με τα τείχη και τη μνημειακή ζώνη γύρω από αυτά, κηρύσσεται «Ιστορικό Διατηρητέο Μνημειακό Συγκρότημα» με υπουργική απόφαση. Την προστασία της Παλιάς Πόλης και της αρχιτεκτονικής της ανέλαβε η αρχαιολογική υπηρεσία. Το 1961 και το 1963 εξεδόθησαν νέα διατάγματα σχετικά με το πολεοδομικό σχέδιο της πόλης. Τα διατάγματα αυτά προέβλεπαν τη διαπλάτυνση των υπαρχόντων δρόμων και τη διάνοξη νέων. Αυτές οι αποφάσεις δεν υλοποιήθηκαν ποτέ στην Μεσαιωνική Πόλη (Δήμος Ρόδου, 2016a).

Το **1988** κηρύχθηκε από την UNESCO «Πόλη Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς» (Εικόνα 3-5). Διαθέτοντας επάρκεια των κύριων παραμέτρων αυθεντικότητας και ακεραιότητας, προσδιορίστηκε ως Μνημείο «εξαιρετικής καθολικής αξίας» και η ένταξή της στον Κατάλογο έγινε με βάση τα κριτήρια ii, iv & v αλλά και επειδή πληρούσε και εξακολουθεί να πληροί τις απαιτήσεις προστασίας και διαχείρισης (ICOMOS, 1988).



### Εικόνα 3-5 Χάρτης της Μεσαιωνικής Πόλης όπως προσαρτάται στην ανακήρυξή της ως «Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς» της UNESCO το 1988

Η Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου ως Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς περιλαμβάνει σημαντικά μνημεία όπως το Παλάτι του Μεγάλου Μάγιστρου, το Νοσοκομείο των Ιπποτών του 15ου αιώνα που λειτουργεί και ως Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, την Οδό των Ιπποτών που με τα καταλύματα των διαφορετικών «Γλωσσών» του Ιπποτικού Τάγματος αποτελεί τον πιο καλά διατηρημένο μεσαιωνικό δρόμο της Ευρώπης, τη Δημοτική Πινακοθήκη στην Πλατεία Σύμης, την Πλατεία Αργυροκάστρου με το Παλαιοχριστιανικό Βαπτιστήρι, το παλιό Οπλοστάσιο των Ιπποτών που σήμερα στεγάζει το Μουσείο Λαϊκής Τέχνης ή Λαογραφικό Μουσείο, τα ερείπια του Ναού της Αφροδίτης, το Τέμενος του Σουλεϊμάν και το Μέγαρο της Καστελλανίας που σήμερα στεγάζει τη Δημοτική Βιβλιοθήκη (Δήμος Ρόδου, 2016b).

Σήμερα, η Υπηρεσία Νεότερων Μνημείων και Τεχνικών Έργων Δωδεκανήσου (ΥΝΜΤΕΔ), του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, έχει την αρμοδιότητα για την προστασία του μνημείου και η Διεύθυνση Μεσαιωνικής Πόλης και Μνημείων του Δήμου Ρόδου, είναι αρμόδια για τη σύνταξη μελέτης, επίβλεψη, εκτέλεση και παραλαβή κάθε έργου, όπως κτιριακά, έργα Μεσαιωνικών Οχυρώσεων, ηλεκτρομηχανολογικά, υδραυλικά, έργα διαμόρφωσης κοινοχρήστων χώρων και υπαίθριου εξοπλισμού, της Μεσαιωνικής Πόλης και των Μνημείων του νησιού.

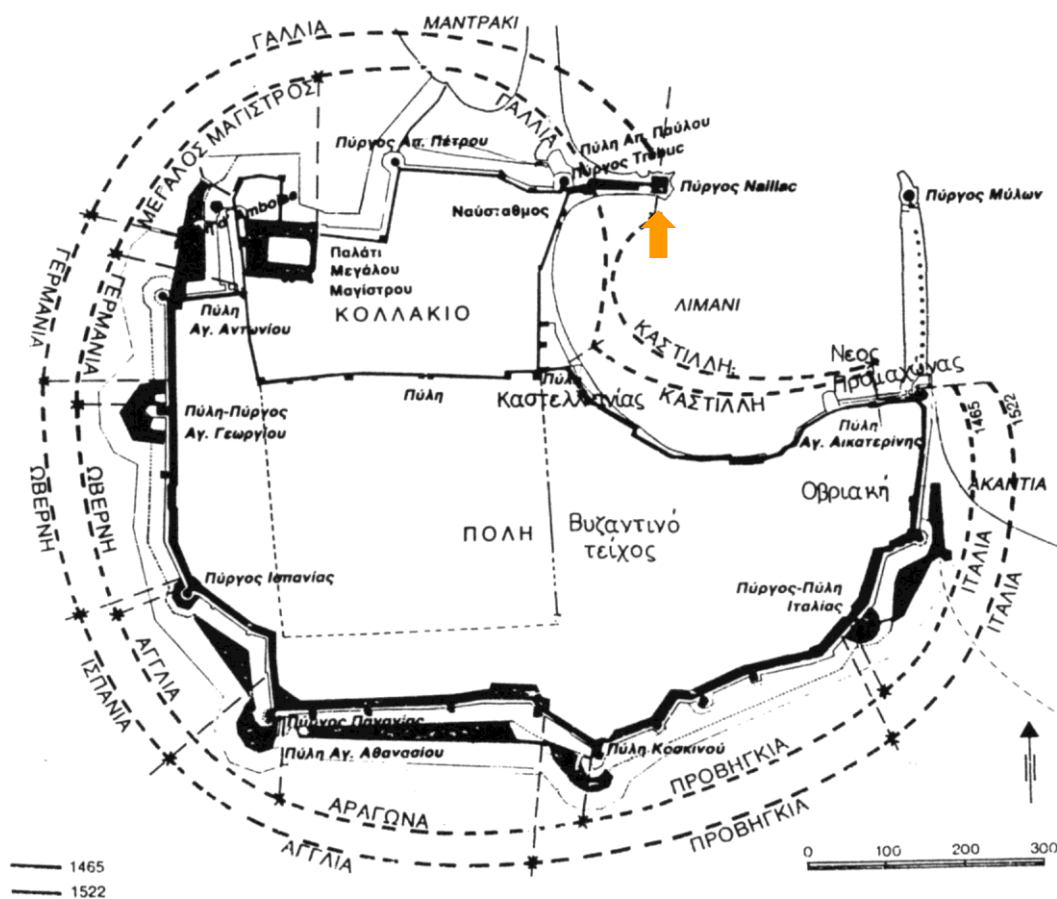
Το 1985 υπογράφηκε η πρώτη προγραμματική σύμβαση μεταξύ του Υπουργείου Πολιτισμού, του Ταμείου Αρχαιολογικών Πόρων & Απαλλοτριώσεων και του Δήμου Ροδίων, με σκοπό την ανάδειξη του ιστορικού χαρακτήρα της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου, αλλά παράλληλα και την βελτίωση της ποιότητας της ζωής των κατοίκων της και η οποία προέβλεπε σύνταξη μελετών συντήρησης, εκτέλεση έργων επείγοντος χαρακτήρα διενέργεια ανασκαφικών εργασιών κ.α. Έκτοτε ακολούθησαν κι άλλες προγραμματικές συμβάσεις πολιτιστικής ανάπτυξης, όπως αυτή του 2011, μεταξύ του Υπουργείου Οικονομικών, του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, του Δήμου Ροδίων, της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου και του Ταμείου Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων, με σκοπό τη βιώσιμη ανάπτυξη, προστασία και διαχείριση της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου, ένα σημαντικό και δύσκολο έργο αποκατάστασης και ανάδειξης του Μνημείου Παγκόσμιας Κληρονομιάς, χρηματοδοτούμενο από το ΕΣΠΑ-Νοτίου Αιγαίου.



### 3.2 Ο Πύργος του Naillac

#### 3.2.1 Ιστορία, Περιγραφή, Σημασία

Όταν οι ιππότες του Αγίου Ιωάννου της Ιερουσαλήμ πήραν τη Ρόδο το 1309, βρήκαν μια αρκετά ισχυρή οχύρωση, όπως υποδηλώνει το γεγονός ότι πολιορκούσαν την πόλη τρία έως τέσσερα χρόνια (Κόλλιας, 1999). Δίνοντας μεγάλη έμφαση στην οχύρωση της πόλης από την πλευρά της θάλασσας, ο μεγάλος μάγιστρος Juan Fernandez Heredia (1377-1396) και ο διάδοχος του **Philibert de Naillac** (1396-1421) επισκέυασαν, ενίσχυσαν και πιθανότατα αναδιοργάνωσαν τα τείχη και τους πύργους της βορειοανατολικής πλευράς της πόλης και του λιμανιού (Gabriel, 1921).

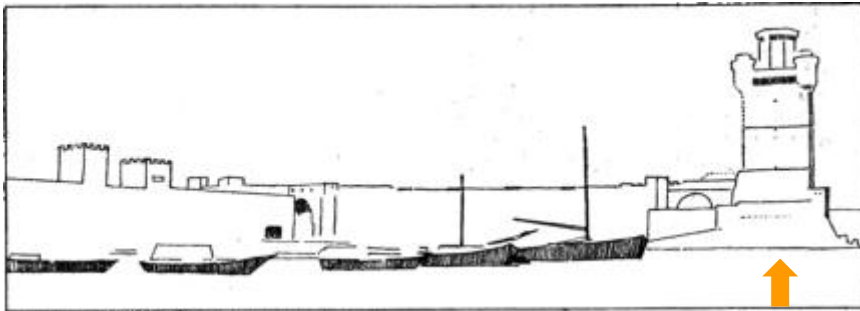


Εικόνα 3-6 Η Θέση του Πύργου Naillac (βέλος) στη Μεσαιωνική Οχύρωση της πόλης της Ρόδου (σημειώνονται και οι θέσεις μάχης των «γλωσσών») Πηγή: (Κόλλιας, 1999)

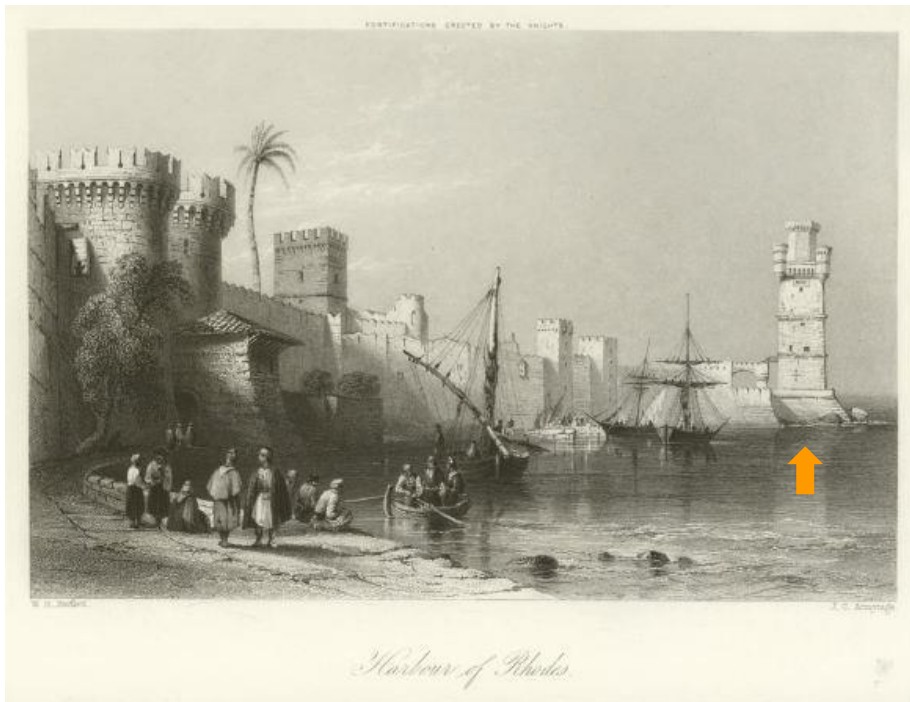
Στη δυτική απόληξη του κεντρικού λιμένα της πόλης της Ρόδου, του Εμπορικού (Port du Commerce), που προστατευόταν με ένα όχι ιδιαίτερα ανθεκτικό τείχος, επιδιορθώθηκε ο μόλος

και εκεί ο Philibert de Naillac (1396-1421) ύψωσε έναν ισχυρό πύργο, γνωστό ως «**Πύργος Naillac**» (Εικόνα 3-6).

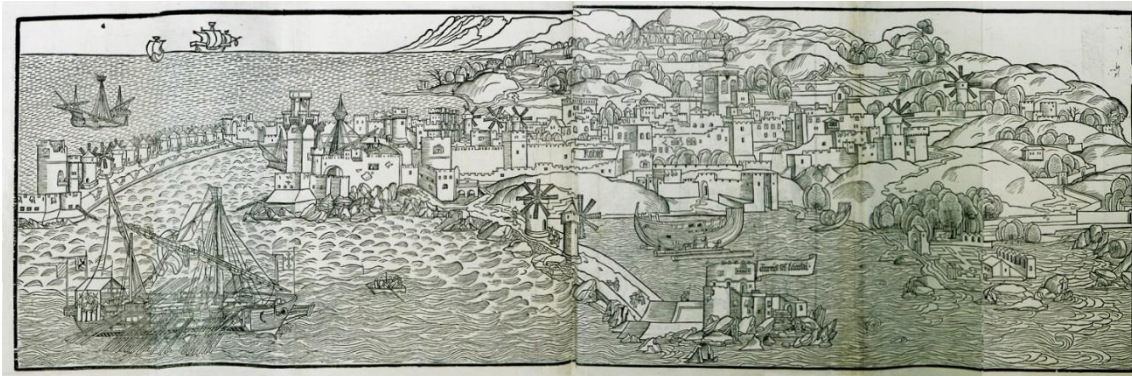
Όπως αναφέρει ο Albert Gabriel, ήταν “**μακράν ο μεγαλύτερος σε ύψος των Πύργων της Ρόδου**” (Εικόνα 3-7) και όσον αφορά την ονομασία του ως «Πύργος των Αράβων» (η οποία τελικά δεν επικράτησε) πιστεύει ότι είναι μεταγενέστερη της τουρκικής κατάκτησης και πιθανολογεί ότι ο πύργος Naillac ίσως να αναστηλώθηκε και ενδεχομένως μεταμορφώθηκε την εποχή του Μεγάλου Μάγιστρου Orsini (1467-1476) κατά την επισκευή των παρακείμενων τειχών.



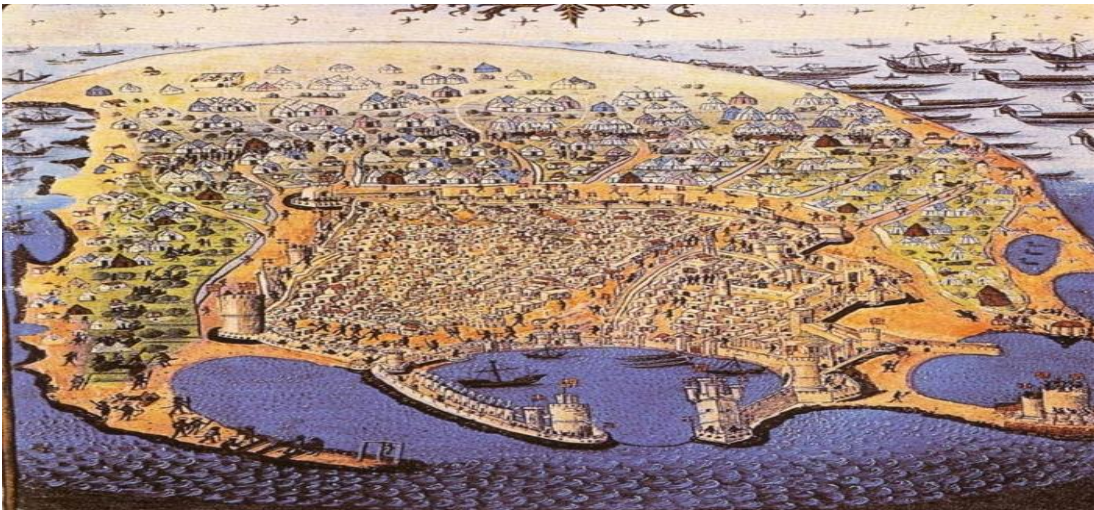
Εικόνα 3-7 Σκίτσο του Albert Gabriel (βάσει παλιάς φωτογραφίας): ο Μόλος και ο Πύργος του Naillac (Môle Et Tour De Naillac) (Gabriel, 1921)



Εικόνα 3-8 Λιμάνι της Ρόδου, 1836 - Illustration by William Henry Bartlett (Πηγή: από την ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου του John Carne “Syria, the Holy Land, Asia Minor & c. illustrated”) (Carne, 1836)

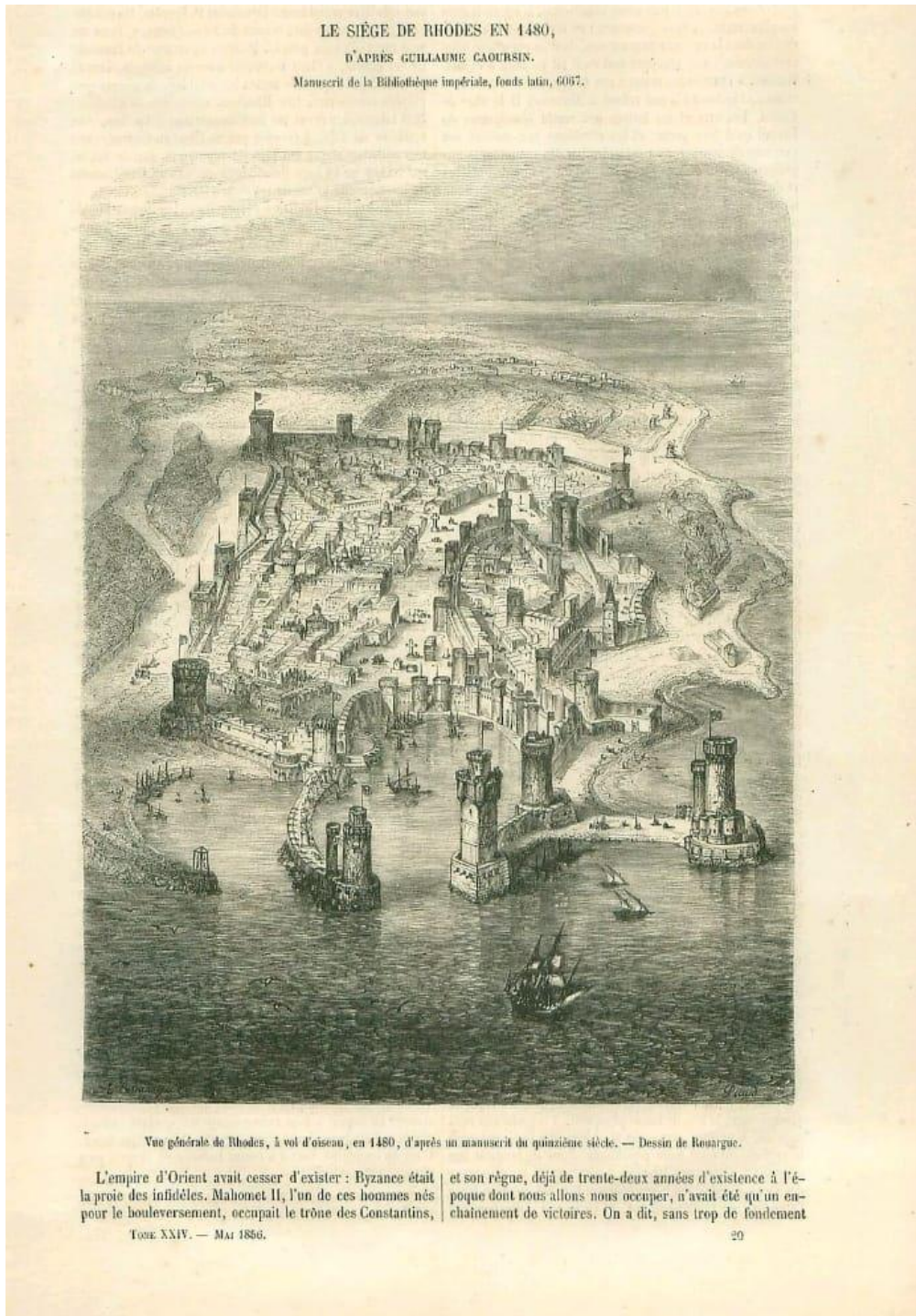


**Εικόνα 3-9** Πανοραμική άποψη της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου (Rodis) (Breydenbach, 1502) (Στην αναπαράσταση φαίνεται η αλυσίδα από τον Πύργο Naillac στον απέναντι Πύργο των Μύλων)



**Εικόνα 3-10** Μικρογραφία της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου στον χειρόγραφο κώδικα του G. Caoursin (1483-1489) – Πηγή: (Gabriel, 1921)

Από τον τρόπο της εικονογραφικής αναπαράστασης (Εικόνα 3-9) (Εικόνα 3-10), την εποχή που ο Πύργος δέσποζε στα λιμάνια της πόλης της Ρόδου, είναι φανερός ο εντυπωσιασμός που προκαλούσε στους επισκέπτες και στους περιηγητές. Μάλιστα παρατηρούμε ότι οι γκραβούρες έχουν την τάση της αποτύπωσης από την πλευρά της εισόδου στο λιμάνι. Ο Philibert φαίνεται ότι πέτυχε το σκοπό του: να αποθαρρύνει τους επίδοξους κατακτητές και να δημιουργεί αίσθημα ασφάλειας στους κατοίκους. Ειδικά το χειρόγραφο του Caoursin (1480) (Εικόνα 3-11, επόμενη σελίδα) αποτυπώνει με τον καλύτερο τρόπο το θαυμασμό και την ασφάλεια που ενέπνεε η οχυρωμένη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου με τους πολυάριθμους πύργους της, στους οποίους δέσποζε ο Πύργος του Naillac, ως “φρουρός” των λιμανιών της.



**Εικόνα 3-11 Η πολιορκία της Ρόδου από τους Οθωμανούς το 1480 (Guillaume Caoursin), ήταν αυτόπτης μάρτυρας της πολιορκίας της Ρόδου το 1480 (μιας ανεπιτυχούς επίθεσης κατά των Hospitallers με επικεφαλής τον Pierre d'Aubusson, από έναν οθωμανικό στόλο 160 πλοίων και έναν στρατό 70.000 ανδρών υπό τη διοίκηση του ναύαρχου Mesih Pasha).**

### 3.2.2 Μεθολογική Προσέγγιση

Η μέθοδος τρισδιάστατης ανακατασκευής βασισμένη σε πηγές (source-based 3D reconstruction) ήταν η μόνη επιλογή για την περίπτωση του Πύργου Naillac διότι πρόκειται για ένα μνημείο κληρονομιάς που έχει κατεδαφιστεί από το 1863 και δεν υπάρχει πλέον. Τα δε αρχαιολογικά κατάλοιπα που υπάρχουν σήμερα δηλαδή η βάση έδρασης και μικρό ύψος του κάτω μέρους του περιμετρικού του τοίχου, μας δίνουν ελάχιστα γεωμετρικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία. Η μέθοδος ανακατασκευής βάσει πραγματικότητας (βάσει εικόνας) (image-based reconstruction), θα μπορούσε να εφαρμοστεί μόνο για τη βάση και τα υπολείμματα του εξωτερικού τοίχου (όπως γενικά για κάθε τί «υπάρχον»), αλλά αυτό **δεν** αποτελεί αντικείμενο της παρούσας διατριβής.

Δεν απαιτήθηκε επιτόπου επίσκεψη στο χώρο διότι η πληθώρα πρόσφατων δημοσιευμένων φωτογραφιών στο διαδίκτυο κάλυψε κάθε αναγκαία λεπτομέρεια σε συνδυασμό με εφαρμογή Street View της Google με πολλές διαθέσιμες και υψηλής ανάλυσης πανοραμικές φωτογραφίες της τοποθεσίας και των παρακείμενων οχυρώσεων, πρόσφεραν τα απαραίτητα στοιχεία για τη διατριβή.

**Τεκμηρίωση- Πηγές Πληροφοριών.** Στο πλαίσιο των προπαρασκευαστικών ενεργειών η έρευνα προσανατολίστηκε σε ποικίλες πηγές ιστορικών, αρχαιολογικών και εικονογραφικών πληροφοριών που θα ήταν διαθέσιμες στο διαδίκτυο και θα σχετίζονταν τόσο με το ίδιο το οικοδόμημα όσο και με τη Μεσαιωνική πόλη της Ρόδου. Αναζητήθηκαν ιστορικές καταγραφές, αρχαιολογικές εκτιμήσεις, επιστημονικές δημοσιεύσεις αλλά και λογοτεχνικές και εικονογραφικές πηγές.

Αρχικά για την εύρεση εικόνων (φωτογραφίες, σχέδια, εικονογραφήσεις, πίνακες, σκίτσα, χαρακτηριστικά, χαρτογραφήσεις ή χάρτες κλπ) στη μηχανή αναζήτησης Google, η οποία οδήγησε στα αποθετήρια του Ιδρύματος Αικατερίνης Λαζαρίδη και σε άλλες ψηφιακές συλλογές, οπότε και συλλέχθηκαν όσες εικόνες παρείχαν δικαίωμα χρήσης για ερευνητικούς - εκπαιδευτικούς σκοπούς και παρουσίαζαν λεπτομέρειες που σχετίζονταν με τη γεωμετρία, τη θέση στο χώρο και την υφή του πύργου. Ταξινομήθηκαν κατά χρονολογική σειρά ώστε να διερευνηθεί στην πορεία και να αποφασιστεί το χρονικό σημείο αναφοράς της τρισδιάστατης ανακατασκευής. Βάσει της εικονογραφικής συλλογής αποφασίστηκε η ανακατασκευή του Πύργου, να αφορά την εποχή της ακμής του, όπως κατασκευάστηκε από τον Philibert De Naillac (1396-1421) και πριν την άλωση της Ρόδου από τους Οθωμανούς το 1522.

Στη συνέχεια έγινε αναζήτηση για κείμενα με αναφορά του μεσαιωνικού Πύργου Naillac, αλλά και σχετικά με εικονικές ανακατασκευές μεσαιωνικών δομών και μνημείων κληρονομιάς (μερικά ή ολοκληρωτικά κατεστραμμένων), σε διαδικτυακές βάσεις δεδομένων (π.χ. ScienceDirect.com, Researchgate.net, jstor.org) και μηχανές αναζήτησης όπως το SemanticScholar.org, για δημοσιευμένες μελέτες σε επιστημονικά περιοδικά, άρθρα συνεδρίων,

μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές, ιστορικά κείμενα και λογοτεχνικές αναφορές τα οποία ανακτήθηκαν. Ενδιαφέρουσες προτάσεις και συμβουλές βρέθηκαν και σε ιστοσελίδες συγκεκριμένων ερευνητικών έργων εικονικής αποκατάστασης. Αναζητήθηκαν επίσης τυχόν προηγούμενες ανακατασκευαστικές προτάσεις αλλά και σχετικές μελέτες περίπτωσης για παρόμοια κτίρια της εποχής προς σύγκριση και υποβοήθηση της ανακατασκευαστικής διαδικασίας.

Είναι γεγονός ότι ανακτήθηκαν ελάχιστες παρόμοιες περιπτώσεις αφού τα περισσότερα επιστημονικά συγγράμματα ασχολούνται με τρισδιάστατες ανακατασκευές βάσει εικόνας (για μνημεία που υπάρχουν ή έχουν καταστραφεί μερικώς) και εξελιγμένες μεθόδους τρισδιάστατης απόκτησης δεδομένων όπως με τρισδιάστατους σαρωτές λέιζερ και φωτογραμμετρία. Διαπιστώθηκε επίσης ότι οι εικονικές ανακατασκευές της πολιτιστικής κληρονομιάς βρίσκονται σε ένα αχανή «κόσμο» από διάσπαρτα τρισδιάστατα μοντέλα και εικονικές εφαρμογές που άλλοτε αφορούν μια ακριβή τεκμηριωμένη ανακατασκευή και άλλοτε μια αφηρημένη προσέγγιση.

Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε η αρχική υπόθεση ανακατασκευής, η οποία λόγω της μη ύπαρξης του μνημείου αλλά και των ετερογενών δεδομένων μπορεί στη συνέχεια να εγείρει αμφιβολίες και να παρουσιάσει ελλείψεις, προβλήματα όμως που επιλύονται κατά το επόμενο στάδιο, αυτό της μοντελοποίησης.

**Επεξεργασία δεδομένων - Μοντελοποίηση.** Για το στάδιο αυτό επιλέχθηκε το δωρεάν διαισθητικό (intuitive) λογισμικό τρισδιάστατου σχεδιασμού SketchUp με το οποίο γίνεται η χειροκίνητη σύνθεση και εν τέλει η οπτικοποίηση των τρισδιάστατων πληροφοριών. Το Sketchup είναι μια δημοφιλής εφαρμογή για εικονικές αναπαραστάσεις στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση του (έκδοση SketchUp Pro) από το CyArk, για γρήγορη και ακριβή μοντελοποίηση ιστορικών τοποθεσιών για τη δημιουργία διαδραστικών τρισδιάστατων περιβαλλόντων για το κοινό, εκπαιδευτικούς, φοιτητές και ερευνητές για πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Η διαδικασία της μοντελοποίησης είναι το πιο κρίσιμο στάδιο για την επιτυχία της ανακατασκευής γιατί πρέπει να έχουν κατανοηθεί όλα τα ιστορικά και γεωμετρικά στοιχεία του χαμένου μνημείου και να γίνει λογική, προσεκτική και όσο το δυνατόν ακριβής αντιστοίχισή τους στο σχεδιαστικό μοντέλο. Είναι σαν μια διαδικασία αντίστροφης σχεδίασης, που προσπαθεί να αποδώσει τις επιλογές του μεσαιωνικού «αρχιτέκτονα» και πρωτομάστορα. Πρέπει να γίνουν παραδοχές για όσα μέρη είναι ασαφή και χρήζουν πολλαπλής ερμηνείας και υποθέσεις σε όσα υπάρχουν ελλείψεις και να αποδοθούν σχεδιαστικά με τον καλύτερο τρόπο ώστε να μην δημιουργούν κραυγαλέες αντιφάσεις.

Απαιτείται συνεχής επαναληπτική διαδικασία ανατροφοδότησης, ώστε να οριστικοποιηθούν οι τελικές γεωμετρικές διαστάσεις και τα δομικά στοιχεία που θα συμμετέχουν

στο τρισδιάστατο σχέδιο. Σε όσα μορφολογικά στοιχεία του μοντέλου δεν είναι δυνατόν να επαληθευτεί η ακρίβειά τους λόγω έλλειψης πληροφοριών (όπως η μορφή και η θέση του κλιμακοστασίου, το εσωτερικό των πυργίσκων (bartizans) στον τελευταίο όροφο, τα ενδιάμεσα πατώματα, το είδος παραθύρων κλπ), οι λεπτομέρειες που λείπουν συμπληρώνονται με υποθετικές πληροφορίες εμπνευσμένες από παρόμοια κτίρια (αλλά και μεσαιωνικές τεχνικές), το οποίο εξάλλου είναι σύνηθες για έργα αναπαράστασης εικονικής κληρονομιάς.

Το επόμενο βήμα για την ολοκλήρωση του τρισδιάστατου ανακατασκευασμένου μοντέλου του Πύργου Naillac αφορά την εξαγωγή του στην κατάλληλη μορφή αρχείου (.fbx) ώστε να είναι δυνατή η περαιτέρω επεξεργασία του για τη δημιουργία της εικονικής περιήγησης και η δημοσίευσή του στη διαδικτυακή συλλογή τρισδιάστατων μοντέλων Sketchup's 3D Warehouse.

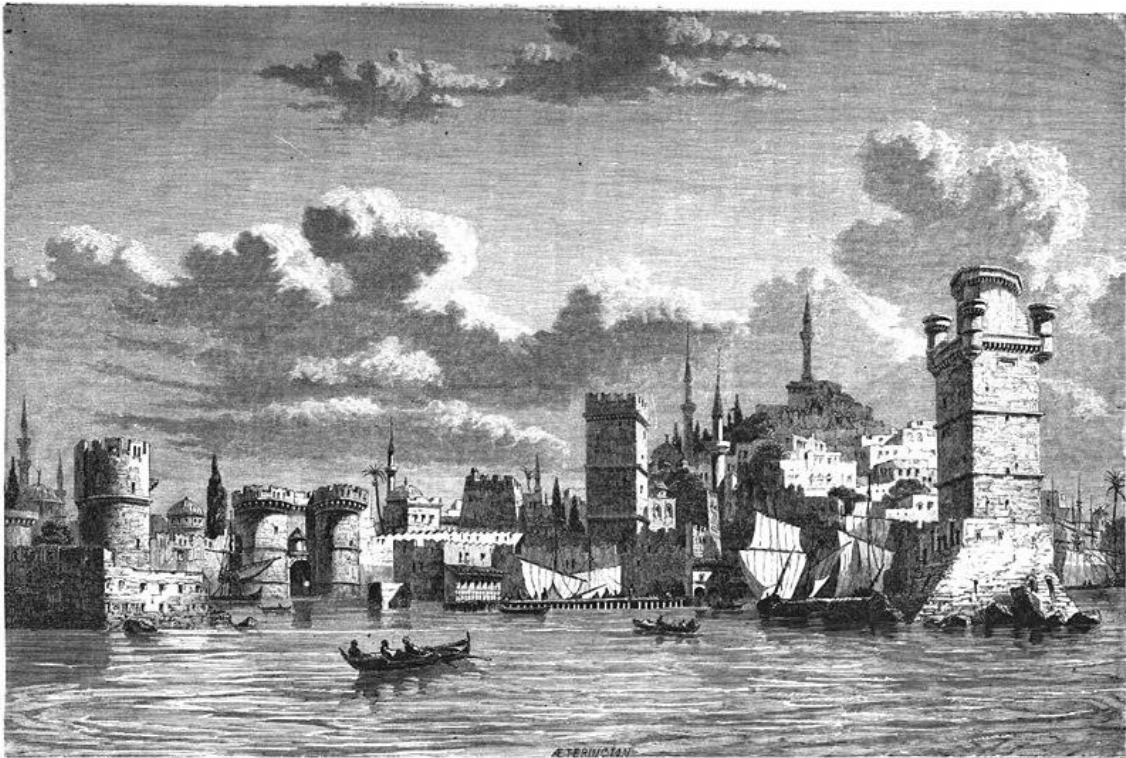
Για τη δημιουργία της **Εικονικής Περιήγησης Πρώτου Προσώπου** επιλέχθηκε η δωρεάν πλατφόρμα σχεδιασμού δισδιάστατων και τρισδιάστατων παιχνιδιών Unity, η οποία είναι γνωστή για την ευχρηστία της. Παρέχει τη δυνατότητα ακόμη και σε έναν αρχάριο να διαμορφώσει το project με μια πληθώρα εργαλείων όπως απόδοση υφών, φωτισμού και σκιάσεων (rendering), προσομοίωση βαρύτητας και συγκρούσεων (colliders), εισαγωγή κώδικα, δημιουργία σκηνών, καθώς και προσφέρει μια ευρεία συλλογή γραφικών ελεύθερων προς χρήση μέσω του Unity Asset Store.

### 3.2.3 Πηγές (τεκμηρίωση)

Όπως αναφέρθηκε κειμενικές και εικονογραφικές πηγές συγκεντρώθηκαν, αξιολογήθηκαν (βάσει της πληροφορίας που μετέφεραν) και ταξινομήθηκαν κατά χρονολογική ή / και θεματική σειρά.

Οι πηγές που κρίθηκαν κατάλληλες και χρησιμοποιήθηκαν για την περαιτέρω διαδικασία παρατίθενται στη συνέχεια μαζί με την ερμηνεία – παραδοχή που συνείσφεραν στην ανάπτυξη του τρισδιάστατου μοντέλου του Πύργου Naillac:

1844



Εικόνα 3-12 Γενική άποψη της πόλης της Ρόδου, 1844 Στα δεξιά υψώνεται ο Πύργος Naillac (ο οποίος αναφέρεται ως Πύργος του Αγίου Μιχαήλ - Tour Saint-Michel, από τον Flandin, ονομασία που δεν διατηρήθηκε) - Πηγή: από το βιβλίο του Eugene Flandin με τίτλο «Voyage à l'île de Rhodes» (Ταξίδι στο νησί της Ρόδου) (Flandin, 1862)



1853



Εικόνα 3-13 Ρόδος, 1853. Ο Charles T. Newton περιγράφει: «Η είσοδος στο κύριο λιμάνι πλαισιώνεται στα δυτικά από τον ψηλό τετράγωνο πύργο που τώρα ονομάζεται Αραβικός πύργος (Arab tower), και στα ανατολικά από έναν μακρύ μώλο που τρέχει σχεδόν βόρεια, και καταλήγει στον πύργο του St. Angelo» (Newton, 1865).

Ο Άγγλος αρχαιολόγος Charles Newton, υποπρόξενος στη Μυτιλήνη, έφθασε στη Ρόδο τον Απρίλη του 1853 για να αντικαταστήσει τον εκεί Πρόξενο της Αγγλίας. Κατά την παραμονή του στη Ρόδο συνοδευόταν από τον Άγγλο διπλωμάτη **Dominic Ellis Colnaghi**, ιστορικό τέχνης και ερασιτέχνη φωτογράφο, με τη βοήθεια του οποίου τράβηξε ορισμένες φωτογραφίες (ταλμποτυπίες) οι οποίες δυστυχώς δεν διασώθηκαν. Υπήρχαν όμως γκραβούρες που φιλοτεχνήθηκαν από τις φωτογραφίες αυτές και δημοσιεύθηκαν στο βιβλίο του **C.T. Newton**, με τον τίτλο "*Travels and Discoveries in the Levant*" το 1865. Ορισμένες γκραβούρες φιλοτεχνήθηκαν από τον Walter Severn, ζωγράφο και αδελφό της γυναίκας του Newton, κατά την περίοδο της παραμονής και φιλοξενίας του στη Ρόδο.

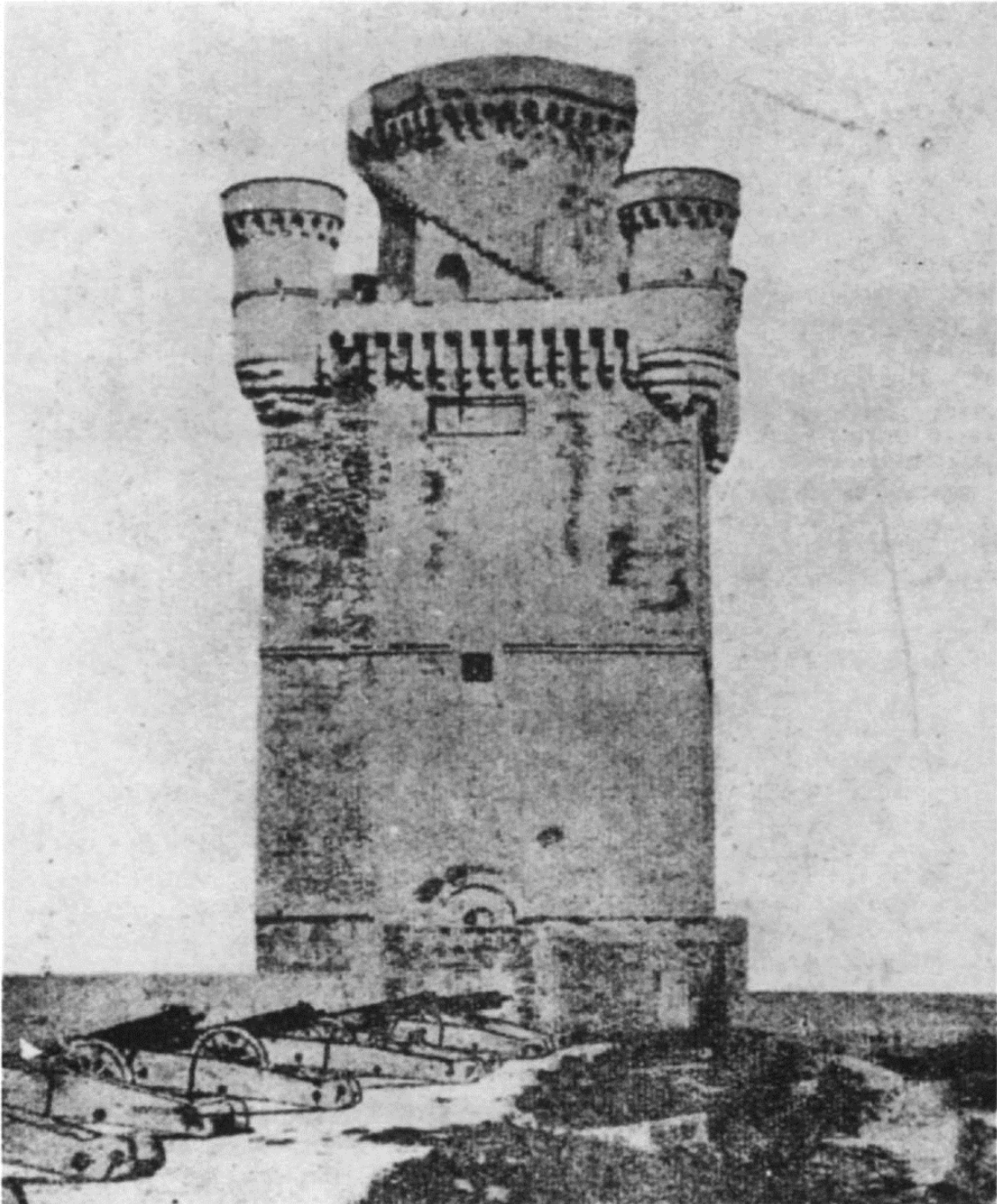
1853



**Εικόνα 3-14 Naillac (Δυτική Όψη) Φωτογραφία: Dominic Ellis Colnaghi – Πηγή: ηλεκτρονική έκδοση άρθρου της Monica Maffioli (Maffioli, 2016) στο οποίο φέρει τη λεζάντα “*The Arabs Tower and gate leading of the Harbour*”**

Το άλμπουμ του Dominic Ellis Colnaghi “*Photographs taken in 1852-53-54 in Mytilene, Rhodes, Lycia and Constantinople*” είναι ο συνοδευτικός εικαστικός οδηγός στο περιοδικό του με τίτλο “*A tour in Lycia by Mr. D.E. Colnaghi*” ο οποίος δημοσιεύτηκε ως Παράρτημα, στο βιβλίο του αρχαιολόγου Charles Thomas Newton, με τίτλο “*Travels & Discoveries in the Levant*” το 1865, με τον οποίο είχε ταξιδέψει στη Μικρά Ασία.

Η ψηφιοποιημένη φωτογραφία που ανακτήθηκε από την ηλεκτρονική έκδοση του άρθρου της Monica Maffioli με τίτλο “*Viaggi e scoperte nel “Levante”. Le fotografie di Dominic Ellis Colnaghi, 1852-1854*”, όπως δηλώνει η ίδια, προέρχεται από τη συλλογή της περιφέρειας της Τοσκάνης και αφορά την εκτύπωση από αρνητικό χαρτί σε αλατισμένο χαρτί (με αλβουμίνη) διαστάσεων 15,4 × 21 cm. Πιθανόν να είναι ταλμποτυπία (η οποία αναφερόταν αρχικά ως καλοτυπία, από τον εφευρέτη της τεχνικής αυτής το 1835, William Talbot) και όπως είναι εμφανές υστερεί σε ποιότητα και ανάλυση. Με τα μέσα που αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα διατριβή, δεν ήταν εφικτό να λάβουμε καμία γεωμετρική πληροφορία από αυτή.



**Εικόνα 3-15 Naillac (Δυτική Όψη) Φωτογραφία αναδημοσιευμένη από τον Ηλία Κόλλια (η πιο χαρακτηριστική δημοσιευμένη φωτογραφία του πύργου, πριν την κατάρρευση του) – Πηγή: από το επιστημονικό άρθρο «Μάστορες, πρωτομάστορες και μηχανικοί των μεσαιωνικών οχυρώσεων της Ρόδου» (Κόλλιας, 1999)**

1853



Εικόνα 3-16 Naillac (Δυτική Όψη) Χαρακτικό από τον W. Severn, από μια φωτογραφία του D. E. Colnaghi – Πηγή: Βιβλίο C. T. Newton “*Travels & Discoveries in the Levant*” (Newton, 1865)

Στις 28 Απριλίου του 1853, ο αρχαιολόγος Charles Thomas Newton φτάνοντας στη Ρόδο αντίκρυσε τον επιβλητικό, όπως χαρακτήρισε ο ίδιος, πύργο που έχτισε ο Μεγάλος Δάσκαλος De Naillac, στο άκρο του μόλου που εκτείνεται προς τα ανατολικά από τη βορειοανατολική γωνία του Μεσαιωνικού Κάστρου της Πόλης της Ρόδου. Στο βιβλίο του “*Travels & Discoveries in the Levant*” (σελ. 160) αναφέρει (σε χρόνο «ενεστώτα») τα εξής: «Η χρονολογία αυτού του πύργου είναι

---

Ψηφιακή αναπαράσταση μνημείων της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου: Εικονική περιήγηση στον Πύργο του Naillac

πιθανώς περίπου το 1400 μ.Χ. Μερικές φορές ονομάζεται από τον Bosio ως ο πύργος του Αγίου Αγγέλου, και από μεταγενέστερους συγγραφείς ως ο πύργος του Άγιου Μιχαήλ, όνομα το οποίο φαίνεται να μην τεκμηριωμένο.

Αποτελείται από τρεις τετράγωνους ορόφους, πλαισιωμένος από ένα σπηθαίο με προεξέχουσες οπές που στηρίζονται σε πέτρινους δοκούς (machicolations) και από το οποίο προεξέχουν πυργίσκοι (turrets) στις τέσσερις γωνίες, πάνω από τους οποίους υψώνεται ένα οκταγωνικό φανάρι (lantern). Γύρω από το εξωτερικό αυτού του οκτάγωνου φαναριού, μια ελικοειδής σκάλα οδηγεί στην κορυφή, η οποία προσφέρει μια πιο ενδιαφέρουσα πανοραμική θέα της πόλης και των περιχώρων της Ρόδου. Αυτός ο πύργος έχει ύψος 150 πόδια (σ.σ. 45.72 μέτρα). Κάτω από το σπηθαίο βρίσκεται ο θυρεός του De Naillac μαζί με αυτόν του Τάγματος. Στο δάπεδο του υπογείου ο Ross είδε το 1843, το μηχάνημα με το οποίο την εποχή των Ιπποτών η μεγάλη αλυσίδα τεντωνόταν κατά μήκος του λιμανιού στον απέναντι μόλο. Ο πύργος συνδέεται με τις υπόλοιπες οχυρώσεις με μία πέτρινη γέφυρα, που οδηγεί σε μια πλατφόρμα χτισμένη στον ίδιο μόλο, η οποία είναι εξοπλισμένη και από τις δύο πλευρές της με όπλα, για να καλύπτουν και τα δύο λιμάνια». Σημειώνει επίσης (τ.2, σελ. 175) ότι τα λιμάνια της Ρόδου ήταν διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο σαν να ήταν εξαρχής καθορισμένο ότι θα δέχονταν πλοία από την Ιωνία, από την Καρία καθώς και από την Κύπρο και την Αίγυπτο».

Συνδυάζοντας, τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε τον αποτελεσματικό ρόλο του Πύργου Naillac ως παράκτιο παρατηρητήριο, αφού τόσο η περιμετρική θέα που πρόσφερε όσο και το υπερβολικό για την εποχή του ύψος, επέτρεπαν στους Ιππότες να προειδοποιούνται έγκαιρα για εχθρικές επιθέσεις. Φαινόταν ότι θα κυριαρχούσε στην ακτογραμμή και εν τέλει θα αποτελούσε ένα μεσαιωνικό ορόσημο για το νησί της Ρόδου.

Ο κορυφαίος ειδικός στις οχυρώσεις της Μάλτας, Stephen C. Spiteri αναφέρει ότι ένα σταθερό χαρακτηριστικό της πολεμικής μηχανής του Τάγματος των Ιπποτών του Αγίου Ιωάννη, κατά τη μακρά στρατιωτική ιστορία τους ήταν η μεγάλη εξάρτησή τους από οχυρώσεις και φρούρια. Σε όποια μέρη εγκαταστάθηκαν, αφιερώνονταν στο σχεδιασμό και την κατασκευή οχυρώσεων μεταμορφώνοντας τα σε προπύργια πρώτης γραμμής για όλο το χριστιανικό κόσμο της Μεσογείου (Spiteri, 2007). Φυσικά, εξαίρεση δεν αποτέλεσε ούτε η Ρόδος, στην οποία τα οχυρωματικά έργα είχαν τεράστιο μεν κόστος αλλά και αποτελεσματικότητα για πάνω από 200 χρόνια που έζησαν εκεί.

1862

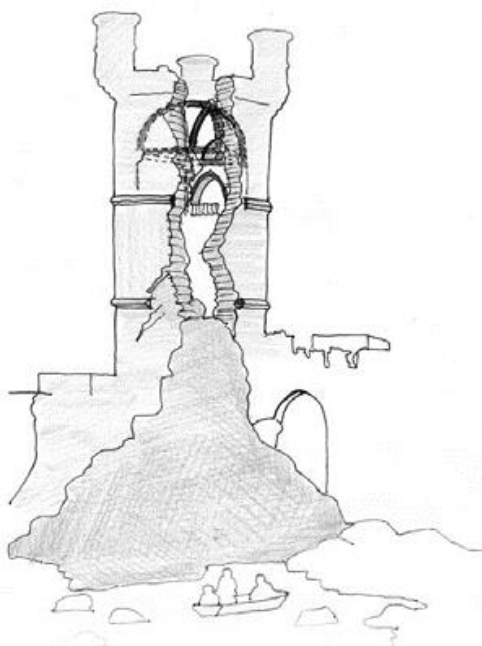


Εικόνα 3-17 Naillac (Νότια και τμήμα Ανατολικής Όψης) Απεικόνιση που ανακτήθηκε από ψηφιοποιημένη εικόνα της Βρετανικής Βιβλιοθήκης (Public Domain) από το βιβλίο “Die Insel Rhodus” (Το νησί της Ρόδου) του Albert Berg (Berg, 1862)

1856



Εικόνα 3-18 Σκίτσο που δημοσιεύθηκε στην εφημερίδα «Βρετανικός Αστέρης», London of Illustration News, (16-12-1856) και αναπαριστά τη μερική κατάρρευση του πύργου Naillac, λόγω του σεισμού του 1856 και της έκρηξης της πυρίτιδας που ακολούθησε - Πηγή: από το δημοσιευμένο άρθρο «Οι Θαλάσσιες Οχυρώσεις και τα Λιμάνια της Πόλης της Ρόδου» (Κ. Μανούσου-Ντέλλα, 2011)



Εικόνα 3-19 Μελέτη αρχιτεκτονικής ανάλυσης του πύργου Naillac βασισμένη στο δημοσιευμένο σκίτσο της εφημερίδας «Βρετανικός Αστέρης» το 1856 (σχεδιαστική απόδοση, αρχιτέκτων: Γεώργιος Ντέλλας) - Πηγή: από το δημοσιευμένο άρθρο «Το Πολιτισμικό Τοπίο και τα Χαμένα Μνημεία της Πόλης της Ρόδου» (Μανούσου-Ντέλλα, 2010)

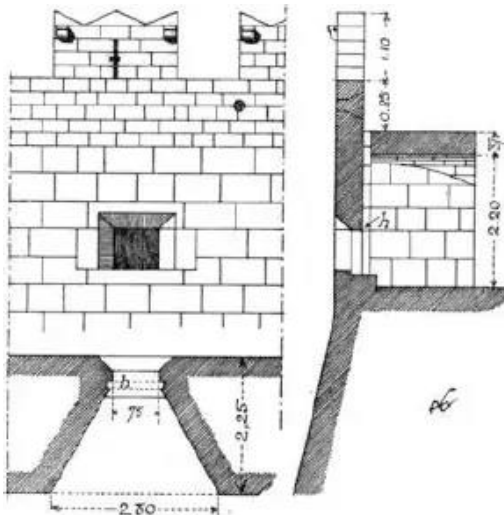
1921

Ψηφιακή αναπαράσταση μνημείων της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου: Εικονική περιήγηση στον Πύργο του Naillac

Ο Γάλλος αρχιτέκτονας και αρχαιολόγος Albert Gabriel (1883-1972) το Μάιο του 1911 ξεκίνησε μια μεθοδική μελέτη της Πόλης των Ιπποτών του Αγίου Ιωάννη της Ιερουσαλήμ, όταν ήταν υπό Τουρκική κατοχή και η οποία συνεχίστηκε και μετά την κατάληψή της από τους Ιταλούς. Ήδη από ένα πρώτο ταξίδι του στη Ρόδο, το 1909, είχε εντυπωσιαστεί από τη σημασία και την κατάσταση συντήρησης των μνημείων και τότε διαπίστωσε ότι οι υπάρχουσες δημοσιεύσεις έδιναν μόνο μια ημιτελή ιδέα γι' αυτά. Έτσι θαυμαστής και ο ίδιος της στρατιωτικής και θρησκευτικής αρχιτεκτονικής του ύστερου μεσαίωνα, προχώρησε σε λεπτομερείς αποτυπώσεις και περιγραφές που εκδόθηκαν τελικά το 1921, υπό τον τίτλο: «*La Cité de Rhodes, MCCCX-MDXXII (1310-1522). Topographie. Architecture Militaire*». Ήταν η πρώτη σοβαρή και έγκυρη ανάλυση της Μεσαιωνικής Ρόδου και των Οχυρώσεων της και ακόμη και σήμερα αποτελεί πρότυπο για τη μελέτη τους.

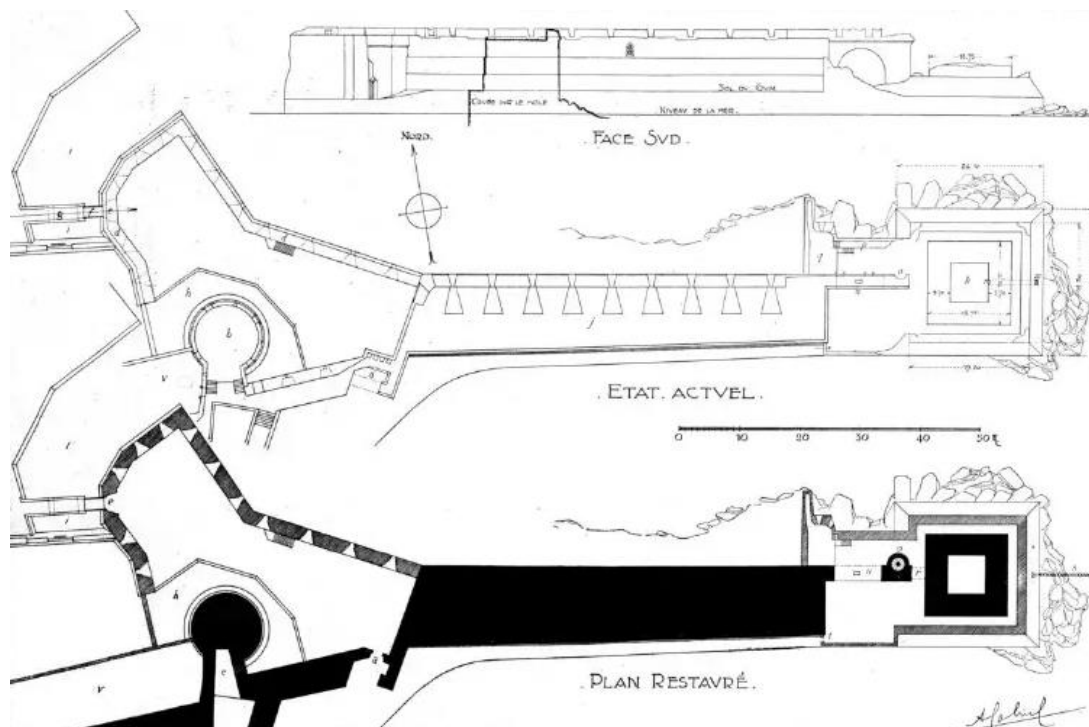
Ειδικότερα δε για τον Πύργο Naillac, τα συνοπτικά αλλά σημαντικά στοιχεία, που περιγράφει αποκαλύπτουν τον έντονο φρουριακό και οχυρωματικό του χαρακτήρα. Αν και είχε καταστραφεί από το σεισμό του 1863, διαπίστωσε ότι μπορεί εύκολα να τον επανασχεδιάσει από τη βάση και τα υπολείμματα που σώζονταν καθώς και από πολλές και πιστές απεικονίσεις, όπου σημειώνονταν σχολαστικά οι εξωτερικές λεπτομέρειες του.

Έτσι έδωσε την πρώτη γραφική αναπαράστασή του με ένα τρισδιάστατο (προοπτικό) σχέδιο το οποίο χρησιμοποιείται σαν σημαντική πηγή, στην παρούσα διατριβή μαζί με κατόψεις και άλλες λεπτομέρειες (Εικόνα 3-20, Εικόνα 3-21, Εικόνα 3-22).



**Εικόνα 3-20** Λεπτομέρεια ανοίγματος αλυσίδας στο κάτω μέρος του ισογείου του Πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921)



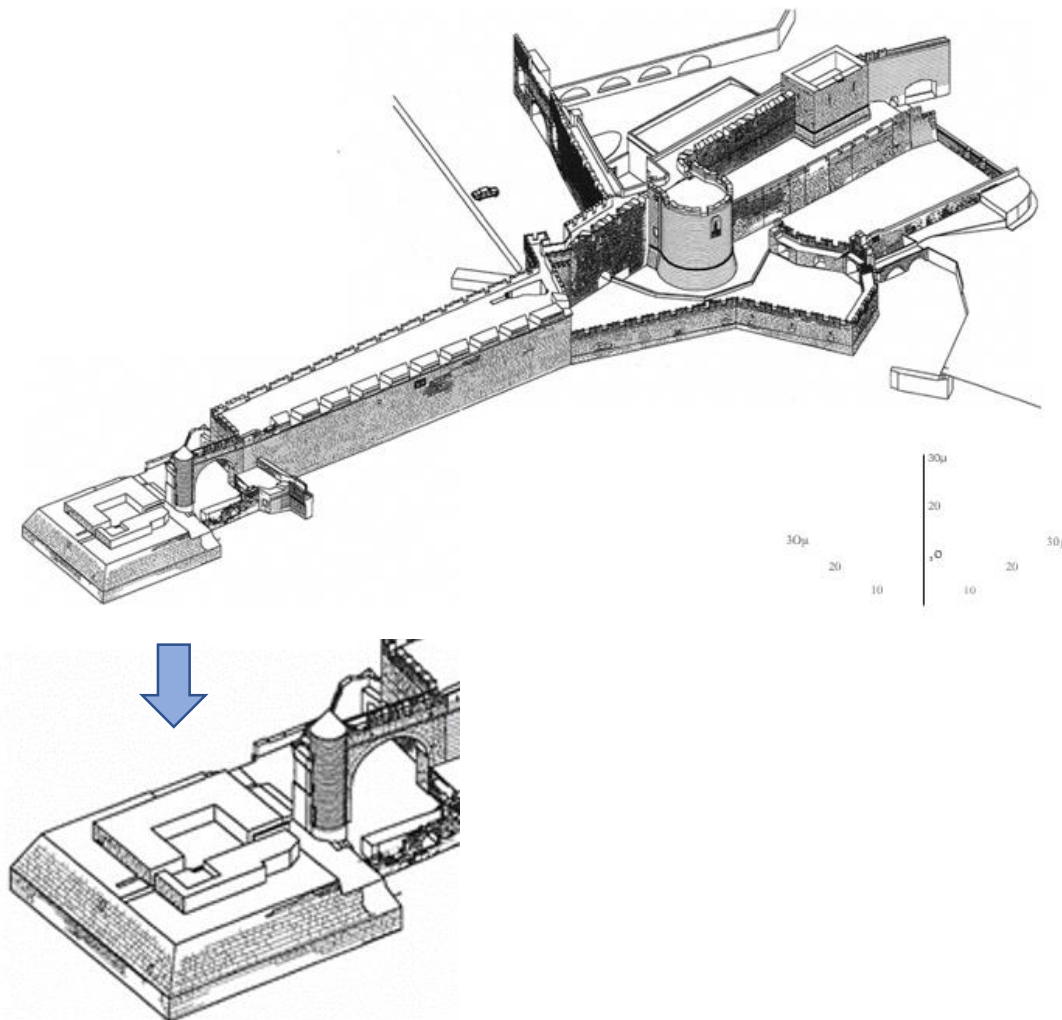


Εικόνα 3-21 Κατόψεις μόλου και πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921)

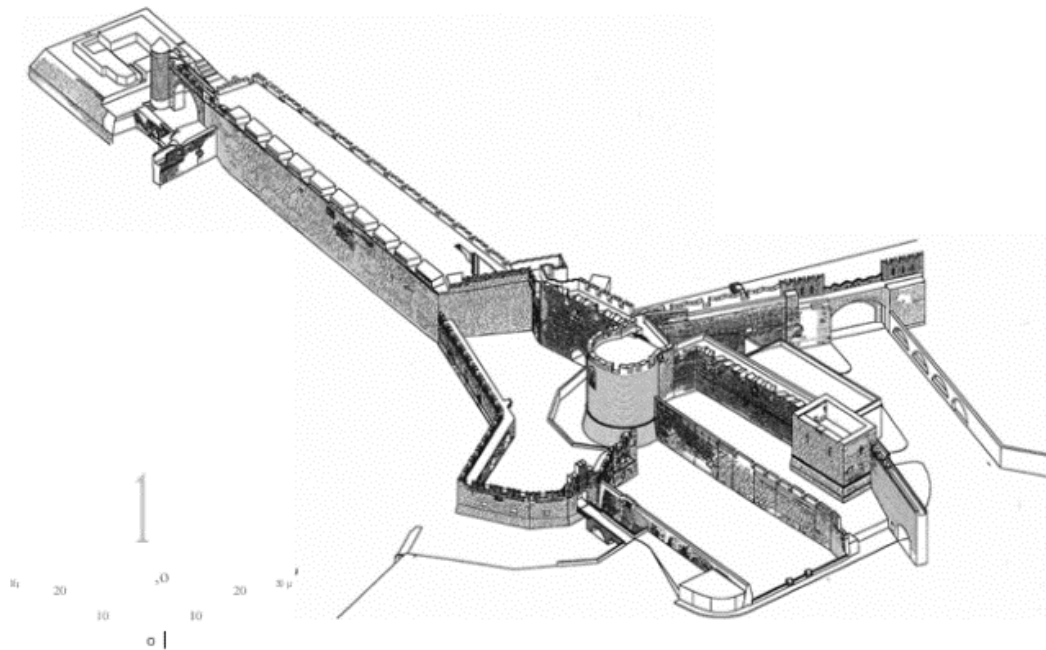


Εικόνα 3-22 Δισδιάστατη προοπτική απόδοση του Πύργου Naillac – Πηγή: (Gabriel, 1921)

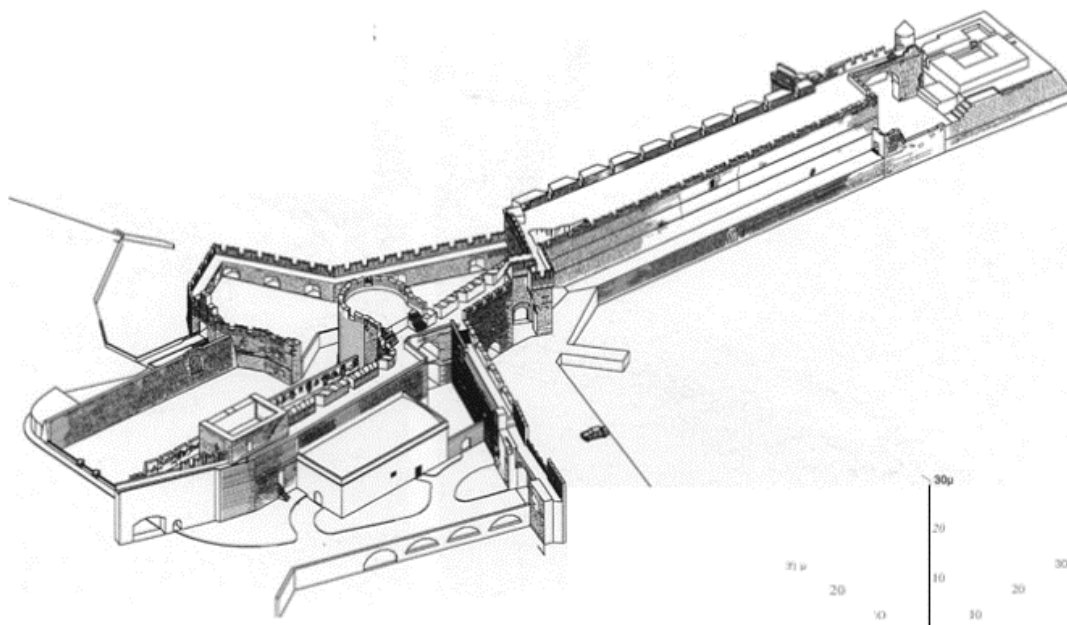
Το **2001**, παρουσιάστηκε στο Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο «15 χρόνια έργων αποκατάστασης στη Μεσαιωνική Πόλη της Ρόδου», η αποτύπωση και τεκμηρίωση της βορειοανατολικής γωνίας των οχυρώσεων της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου και του μόλου του Naillac, από τον νυν Καθηγητή Αρχιτεκτονικής του Πανεπιστημίου Πατρών Δρ. Σταύρο Μαμαλούκο και την Αρχιτέκτον κ. Αναστασία Καμπόλη - Μαμαλούκου. Η αποτύπωση έγινε από το Γραφείο Αρχιτεκτονικών Μελετών «*Στ. Μαμαλούκος - Α. Καμπόλη- Μαμαλούκου & Συνεργάτες*» με τη συνεργασία του τοπογράφου Ε. Μουρατίδη μεταξύ Φεβρουαρίου 1999 και Ιουνίου 2001 (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001). Οι αξονομετρικές παραστάσεις (Εικόνα 3-23, Εικόνα 3-24, Εικόνα 3-25, Εικόνα 3-26) οι οποίες αναδημοσιεύονται εδώ για την πληρότητα της έρευνας, είναι πολύτιμες πηγές για την 3D ανακατασκευή του πύργου, αφού έως σήμερα δεν έχει μεταβληθεί η υπάρχουσα κατάσταση και προσφέρουν ακριβείς μετρήσεις.



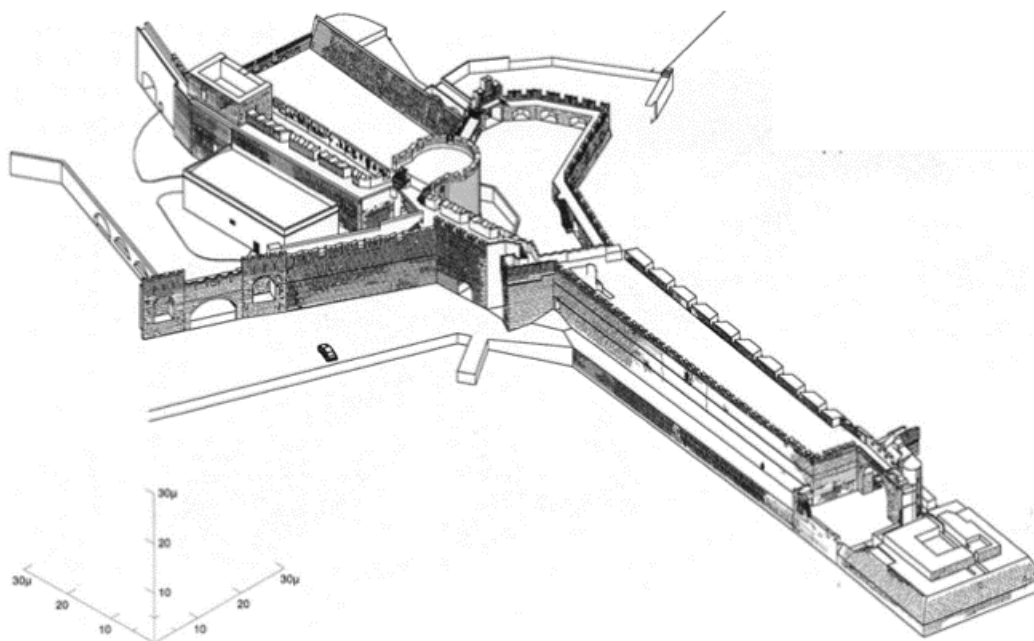
**Εικόνα 3-23 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από βορειοανατολικά**



Εικόνα 3-24 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από βορειοδυτικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001)



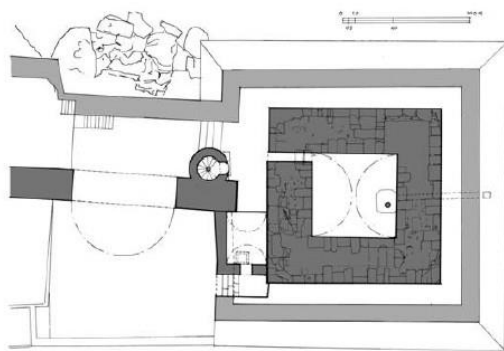
Εικόνα 3-25 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από νοτιοδυτικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001)



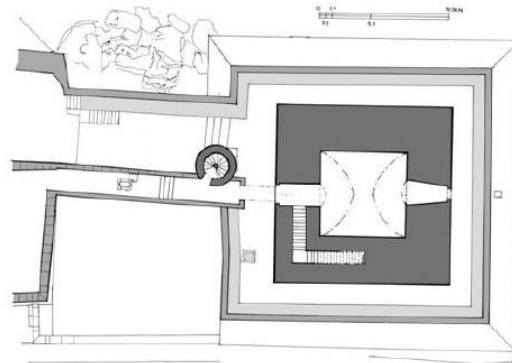
**Εικόνα 3-26 Αξονομετρική παράσταση ΒΑ γωνίας οχυρώσεων και μόλος Naillac. Άποψη από νοτιοανατολικά (Μαμαλούκος & Καμπόλη-Μαμαλούκου, 2001)**

Επόμενη πηγή που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην επαλήθευση του αρχικού σχεδιασμού της προσπάθειάς μας είναι το επιστημονικό άρθρο «*Το Πολιτισμικό Τοπίο και τα Χαμένα Μνημεία της Πόλης της Ρόδου*» από το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε γεωμετρικά στοιχεία-παραδοχές που τεκμηριώθηκαν από την ειδικό αρχιτέκτονα ιστορικών μνημείων κ. Κατερίνα Μανούσσου-Ντέλλα σχετικά με τις μετρήσεις της βάσης και των αρχαιολογικών καταλοίπων και για τις τρεις διαστάσεις (μήκος, πλάτος, ύψος) (Εικόνα 3-27) αλλά και για το εσωτερικό του Πύργου (Εικόνα 3-18, Εικόνα 3-19) (Μανούσσου-Ντέλλα, 2010). Εξαιρετική πηγή πληροφοριών αποδείχθηκε και η δημοσιευμένη διδακτορική διατριβή της ίδιας (Α. Μανούσσου-Ντέλλα, 2014).

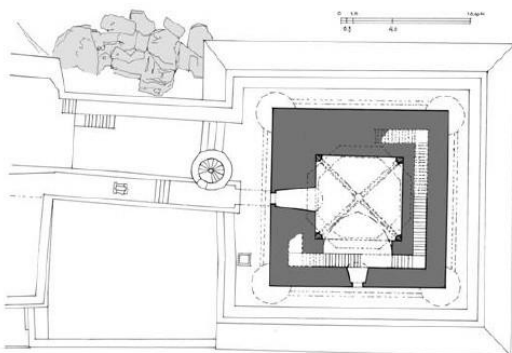
2010



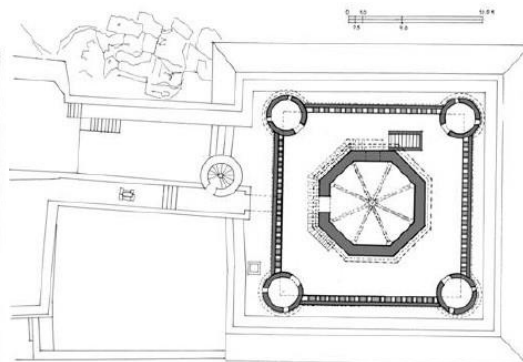
1<sup>ο</sup> επίπεδο της αλυσίδας



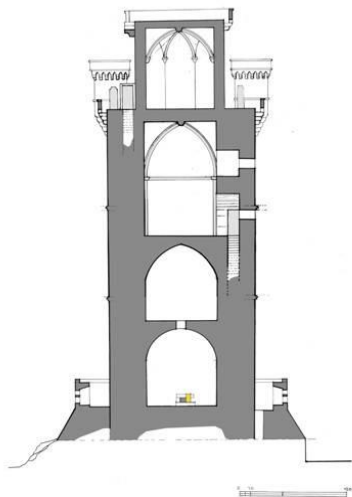
2<sup>ο</sup> επίπεδο της εισόδου



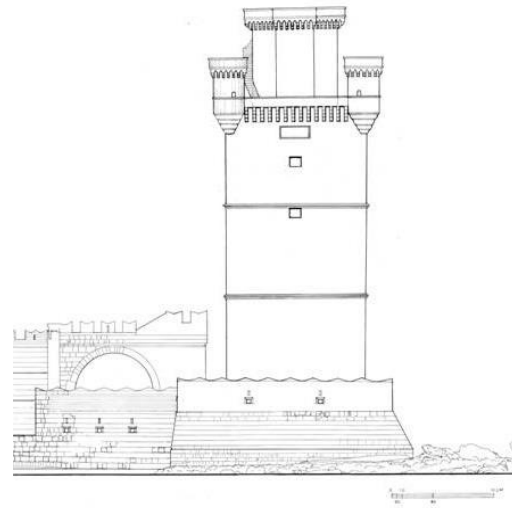
3<sup>ο</sup> επίπεδο κύριας αίθουσας



4<sup>ο</sup> επίπεδο δώματος



Τομή



Όψη

Εικόνα 3-27 Πρόταση γραφικής αποκατάστασης (2D) του πύργου του Naillac: Δρ. Αρχιτέκτων Κατερίνα Μανούσσου-Ντέλλα (Όλη η πρόταση έχει δημοσιευθεί στο άρθρο: «Το πολιτισμικό τοπίο και τα χαμένα μνημεία της πόλης της Ρόδου» (Μανούσσου-Ντέλλα, 2010)

Επίσης, οι δημοσιεύσεις του αείμνηστου Δρ Αρχαιολόγου και Εφόρου Αρχαιοτήτων Ηλία Κόλλια, από τη μελέτη των οποίων εξήχθησαν ασφαλή συμπεράσματα για τα υλικά, τον τρόπο κατασκευής των οχυρωματικών έργων της Μεσαιωνικής Πόλης, την αλυσίδα του λιμανιού κ.α. (Kollias, 1998) (Κόλλιας, 1999) (Kollias, 2001).

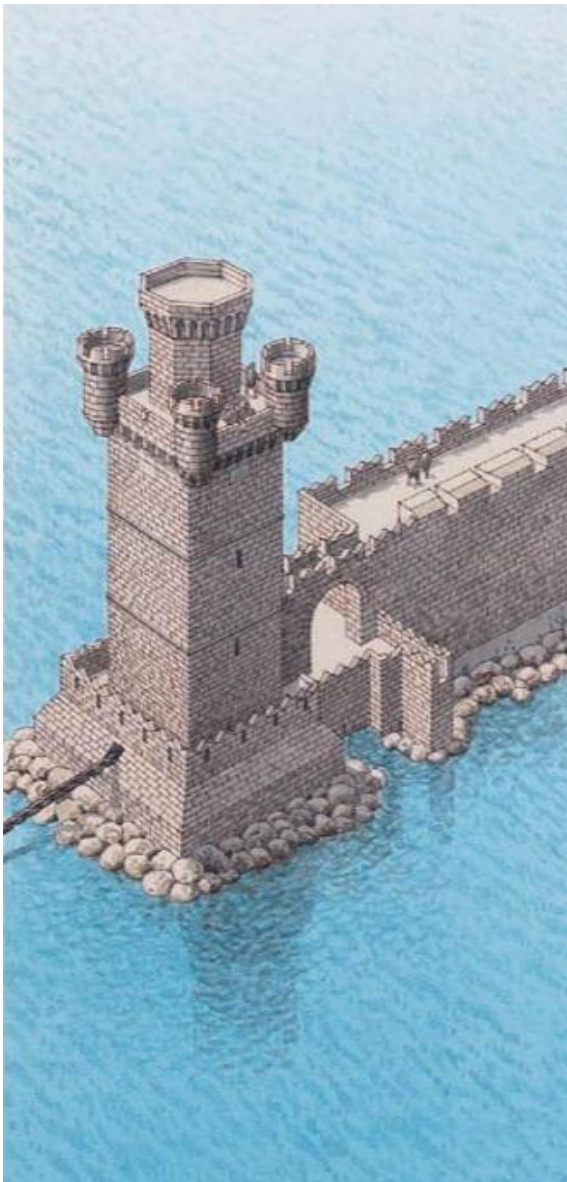
Ειδικότερα οι πηγές αυτές μας παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την οικονομική δαπάνη των οχυρωματικών έργων. Την τεράστια αυτή δαπάνη κάλυπτε στο μεγαλύτερό της μέρος το δημόσιο Ταμείο των Ιπποτών αλλά επειδή το οικονομικό βάρος ήταν δυσβάστακτο για το ιπποτικό τάγμα, συχνά ο μεγάλος μάγιστρος και το συμβούλιό του, κατέφευγαν στην επιβολή ειδικών έκτακτων έμμεσων φόρων. Έτσι το 1462 επιβάλλεται φόρος 2,5% επί της αξίας των εμπορευμάτων που εισάγονταν στο λιμάνι της Ρόδου υπέρ των έργων των οχυρώσεων. Αυτός ο φόρος ήταν γνωστός ως «**φόρος της αλυσίδας**», διότι έπρεπε, για να εισπλεύσουν τα πλοία στο λιμάνι, να βυθιστεί η αλυσίδα (Κόλλιας, 1999) που έκλεινε την είσοδο του εμπορικού λιμανιού. Η βάση και ο μηχανισμός της αλυσίδας βρίσκονταν στο ισόγειο του Πύργου του Naillac. Στο κάτω μέρος της ανατολικής πλευράς του τοίχου που σώζεται, υπάρχει ακόμη (Εικόνα 3-28) το άνοιγμα με την προσεγγμένη μαρμάρινη διαμόρφωση, που χρησίμευε για το πέρασμα της αλυσίδας και η οποία συνδεόταν με τον απέναντι μόλο των Μύλων, με ανάλογη διάταξη του κινητού άκρου της (Gabriel, 1921).



Εικόνα 3-28 Η βάση της αλυσίδας και το άνοιγμα στο κάτω μέρος των σωζόμενων ερειπίων του ισόγειου – Πηγή: Google Earth Photos - Δικαιώματα Φωτογραφίας ©Martin GyraX, 2018

**2010**

Ο συγγραφέας και σύμβουλος αρχαίων και μεσαιωνικών θεμάτων, Konstantin Nossov, στο βιβλίο του «*The Fortress Of Rhode 1309-1522*» το 2010, παρουσιάζει μια προοπτική απεικόνιση του Πύργου στηριζόμενος σε εικόνα από τις μινιατούρες του Caoursin (Nosov, 2010). (Εικόνα 3-29).

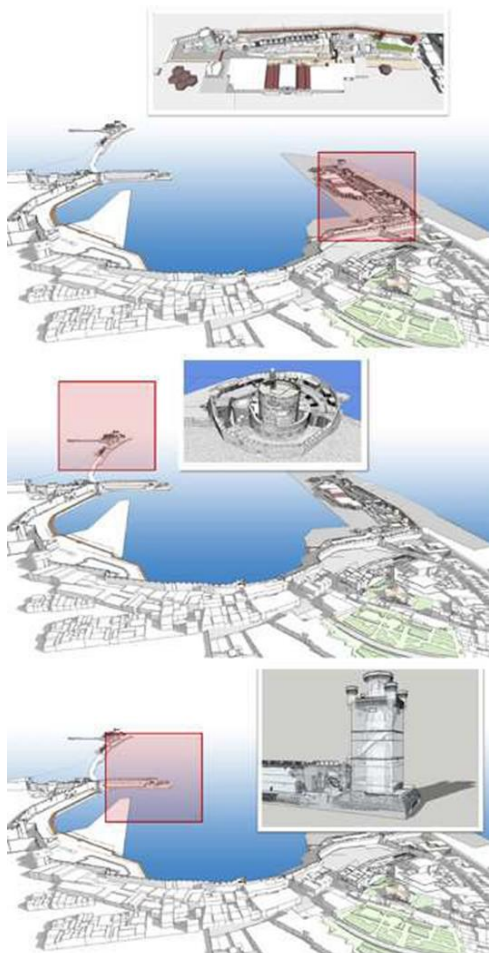


**Εικόνα 3-29** Πρόταση γραφιστικής απεικόνισης του Πύργου Naillac σύμφωνα με την εικόνα του, από τις μινιατούρες του Caoursin – Πηγή: (Nosov, 2010)

**2017**

Η πρώτη επιστημονική τρισδιάστατη απεικόνιση του παραλιακού μετώπου της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου και πιο συγκεκριμένα του Φρουρίου του Αγίου Νικολάου, του πύργου του Ναγιάκ και του Μόλου των Μύλων, παρουσιάστηκε σε ειδική εισήγηση στο Συνέδριο «Μεσαιωνική Πόλη Ρόδου Έργα Αποκατάστασης 2011-2016» από την αρχιτέκτονα Βερολούση Κασέρη (Εικόνα 3-30).

Στην περίπτωση του Μόλου του Ναγιάκ, η απεικόνιση βασίστηκε στη λεπτομερή αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης από τον Σ. Μαμαλούκο και την τεκμηριωμένη γραφική αποκατάσταση του γκρεμισμένου πλέον πύργου από την Κ. Μανούσου-Ντέλα και έγινε δυνατή η απόδοση της μορφής του μόλου στο σύνολό του, όπως ήταν μέχρι την εποχή της Τουρκοκρατίας το 1863. Αυτό οδήγησε την αρχιτέκτονα στην αναπαραγωγή μιας πλήρους εικόνας για ένα μνημείο που δεν υπάρχει πια, καθώς και του τρόπου που το συγκεκριμένο μνημείο θα εντασσόταν στο φυσικό του περιβάλλον (Βερολούση Κασέρη, 2017).



**Εικόνα 3-30 3D αναπαράσταση Μόλου των Μύλων (πάνω), Φρουρίου του Αγίου Νικολάου και πύργου του Ναγιάκ (κάτω)**



2022



Δικαιώματα φωτογραφίας ©Christos Statis, Δημοσιευμένη στη σελίδα της δημόσιας ομάδας στο facebook **Rhodes Drone Photography and Videography ...**



Δικαιώματα φωτογραφίας: ©Nikos Chatzipetros 2022, Δημοσιευμένη στη σελίδα της δημόσιας ομάδας στο facebook **Rhodes Drone Photography and Videography ...**

Από όλα τα παραπάνω ευρήματα και επειδή οι φωτογραφίες (ταλμποτυπίες) του Πύργου του 1850,1853 και 1862, δεν ήταν ικανές να προσφέρουν γεωμετρικές πληροφορίες (λόγω χαμηλής ανάλυσης και της εν γένει παραμόρφωσής τους) αλλά και προς επίτευξη καλύτερου επιπέδου ακρίβειας και λεπτομέρειας, αποφασίστηκε να γίνει χρήση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του Πύργου Naillac όπως αυτά έχουν αποτυπωθεί καταρχήν στα αρχιτεκτονικά σχέδια και κείμενα στο βραβευμένο έργο του Albert Gabriel (1921).

Περαιτέρω για την 3D ανακατασκευή του χαμένου πύργου τα απαιτούμενα γεωμετρικά στοιχεία αντλήθηκαν από τις έγκριτες επιστημονικές εργασίες του Καθηγητή Αρχιτεκτονικής του Πανεπιστημίου Πατρών Δρ. Σταύρου Μαμαλούκου και της αρχιτέκτονος Ιστορικών Μνημείων Δρ. Κατερίνας Μανούσσου-Ντέλλα, τους οποίους και ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ανταπόκρισή τους και τη διάθεση του πολύτιμου υλικού, το οποίο με κατεύθυνε προς την κατά το δυνατόν επιστημονική ολοκλήρωση του σταδίου της τεκμηρίωσης του χαμένου μνημείου.

Τέλος, εξετάστηκαν κτίρια αναφοράς τα οποία προσφέρουν μια χρήσιμη επιλογή για τη μείωση των κενών πληροφοριών, όπως και οι ιστορικές φωτογραφίες.

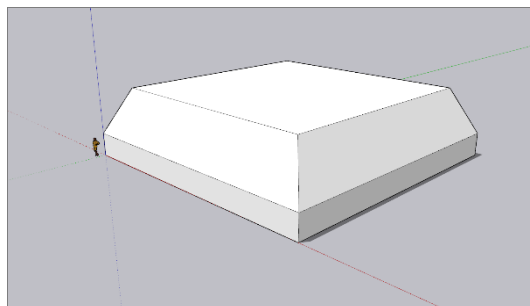
Ο κατάλληλος χειρισμός των κενών πληροφοριών είναι ζωτικής σημασίας σε αυτήν την προσπάθεια ανακατασκευής (Martens & Peter, 2010).

### 3.2.4 Μοντελοποίηση: “Χτίζοντας” τον Πύργο Naillac

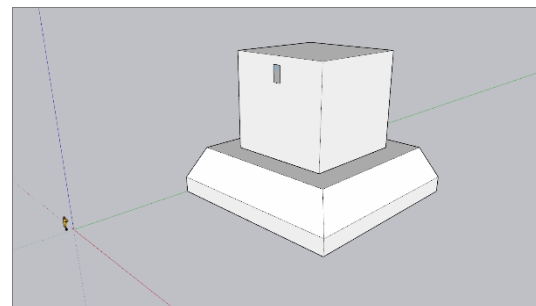
Στην έκθεση του ICOMOS για την εγγραφή της Μεσαιωνικής Πόλης στα Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO το 1988 αναφέρονται το εξής: “*Fortunately the Project to rebuild the Colossus of Rhodes was abandoned. Now what must be considered is the future interest and feasibility of the project to rebuild the tower of Naillac [...] It is truly an absolute priority to restore it with stone veneer covering a concrete core?*”: «*Ευτυχώς το σχέδιο ανοικοδόμησης του Κολοσσού της Ρόδου εγκαταλείφθηκε. Τώρα αυτό που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το μελλοντικό ενδιαφέρον και η σκοπιμότητα του έργου για την ανοικοδόμηση (σ.σ. φυσική) του πύργου του Naillac [...] Είναι πραγματικά απόλυτη προτεραιότητα η αποκατάστασή του με πέτρινη επένδυση που να καλύπτει έναν τσιμεντένιο πυρήνα;*»

Από το 1988 που ο Πύργος Naillac αναφέρεται ως μέρος Μνημείου Παγκόσμιας Κληρονομιάς, δηλαδή χρήζει προστασίας, διατήρησης, παρουσίασης και μεταβίβασης στις μελλοντικές γενιές, όντας κατεδαφισμένος, έως σήμερα που υπάρχει μόνο η βάση του, ένα είναι σίγουρο αλλά ταυτόχρονα και εφικτό: με τις αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες μπορούμε να τον «επιαναφέρουμε» ως 3D εικονική ανακατασκευή και να ταξιδέψουμε μαζί του πίσω στο χρόνο, όταν ακόμη δέσποζε στη θάλασσα της Ρόδου, άγρυπνος φρουρός των λιμανιών της στην υπηρεσία των Ιπποτών.

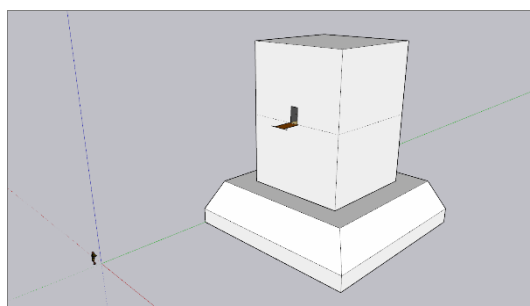
#### Ανάπτυξη τρισδιάστατου μοντέλου στο SketchUp



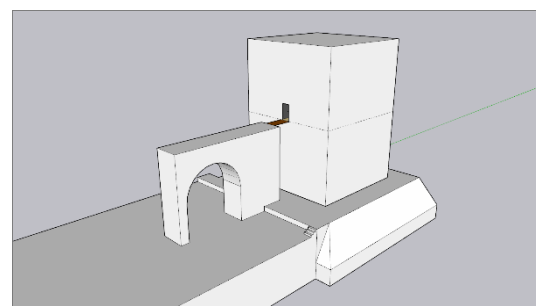
S1 Τραπεζοειδής βάση



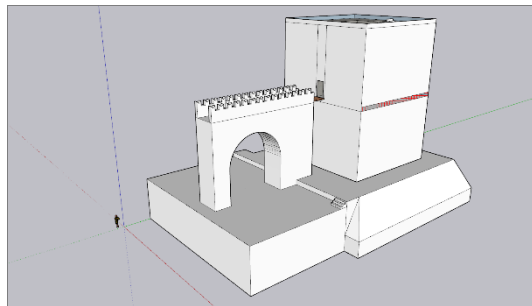
S2 Ισόγειο όπου φυλασσόταν η αλυσίδα



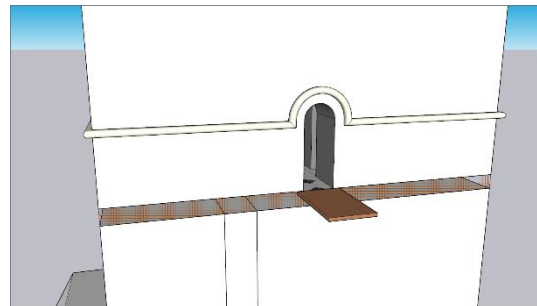
S3 Εισαγωγή πρώτου ορόφου



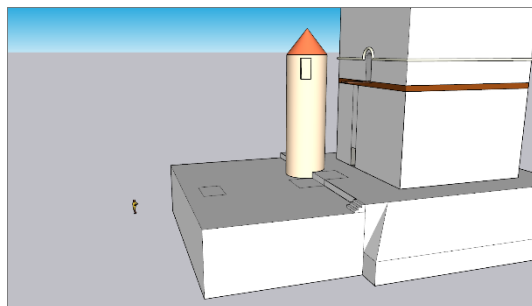
S4 Σύνδεση με αψίδα



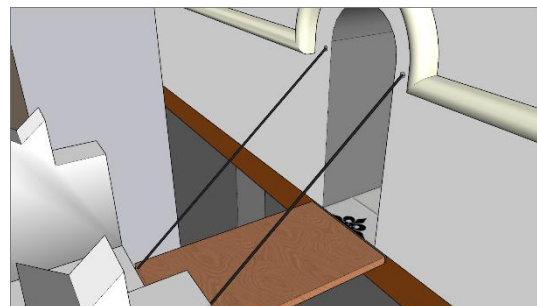
**S5 Προσθήκη στηθαίου στην αψίδα**



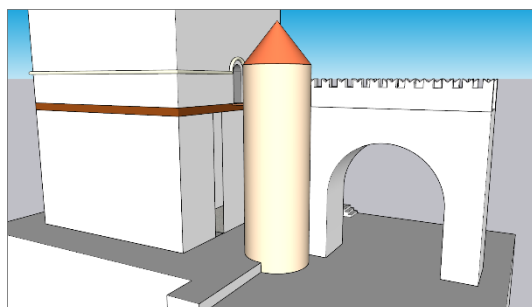
**S6 Γέφυρα**



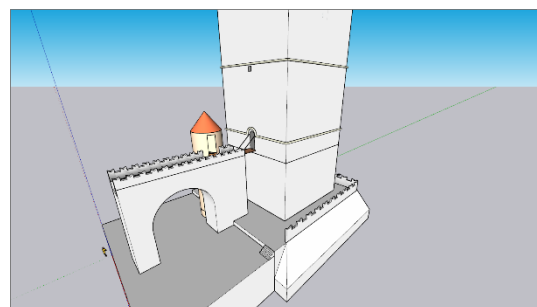
**S7 Πύργος προς εξέδρα**



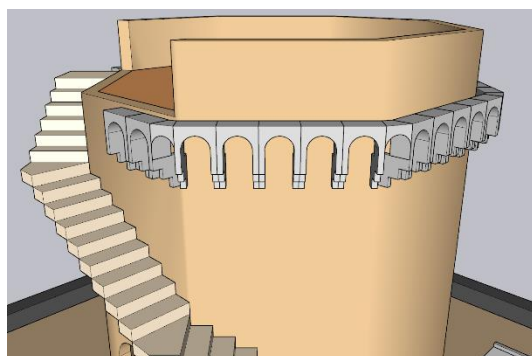
**S8 Γέφυρα**



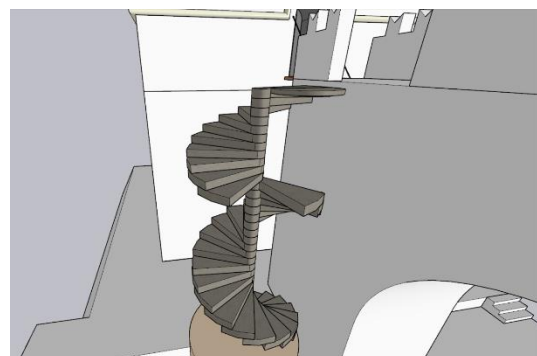
**S9 Πίσω πλευρά**



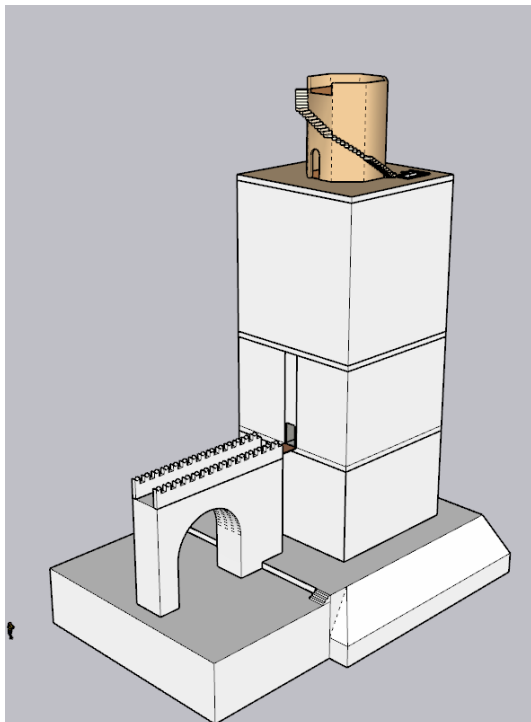
**S10 Μακρινή λήψη**



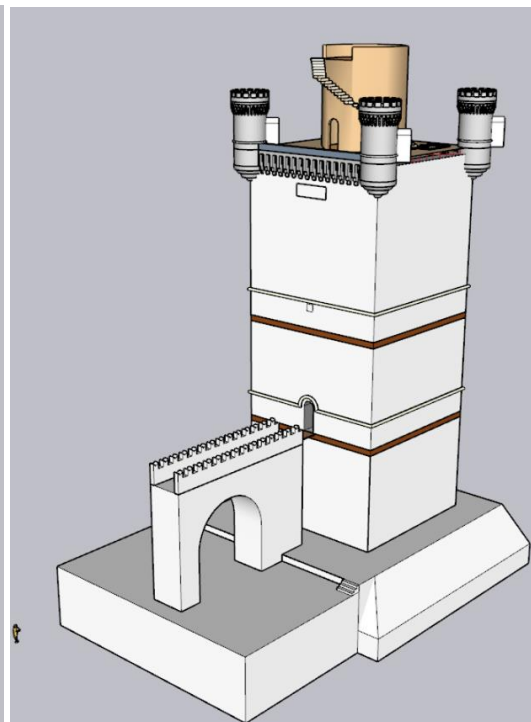
**S11 Οκτάγωνο δώμα, στηθαίο & «ζεματίστρες»**



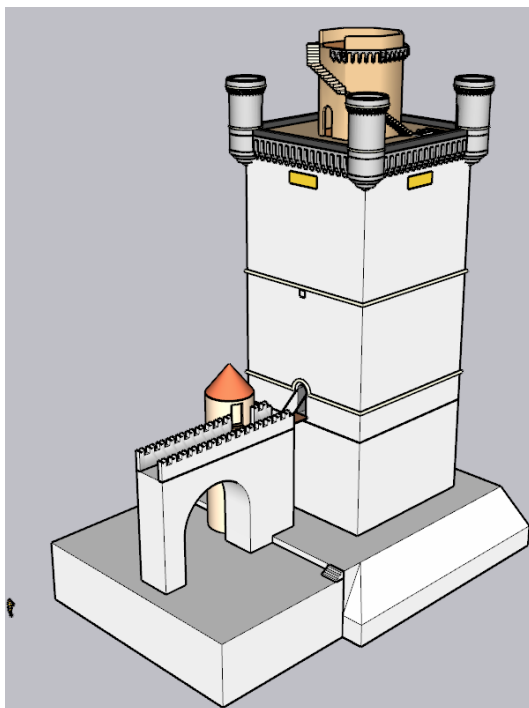
**S12 Ελικοειδής σκάλα κυλινδρικού πύργου**



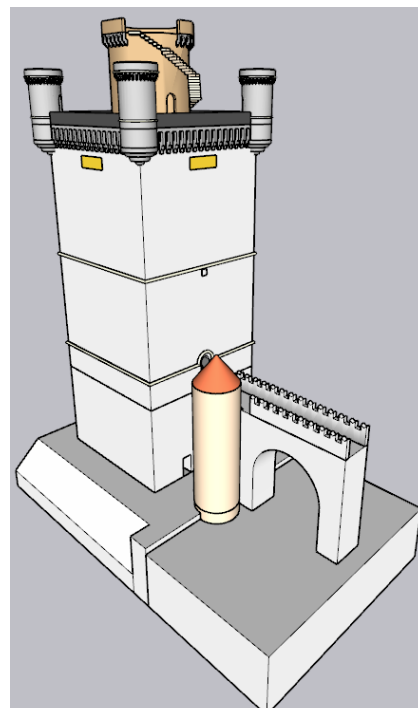
**S13 Ανύψωση δεύτερου ορόφου**



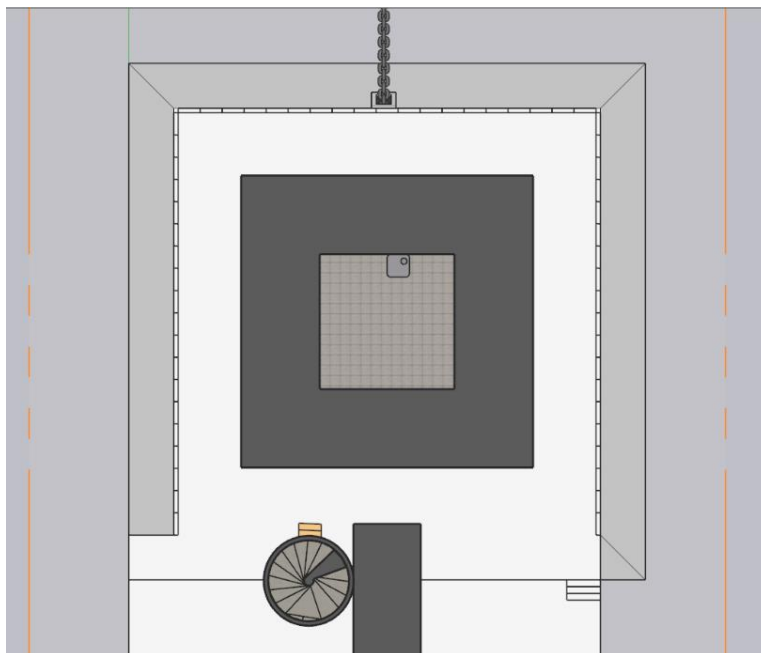
**S14 Γωνιακοί πυργίσκοι**



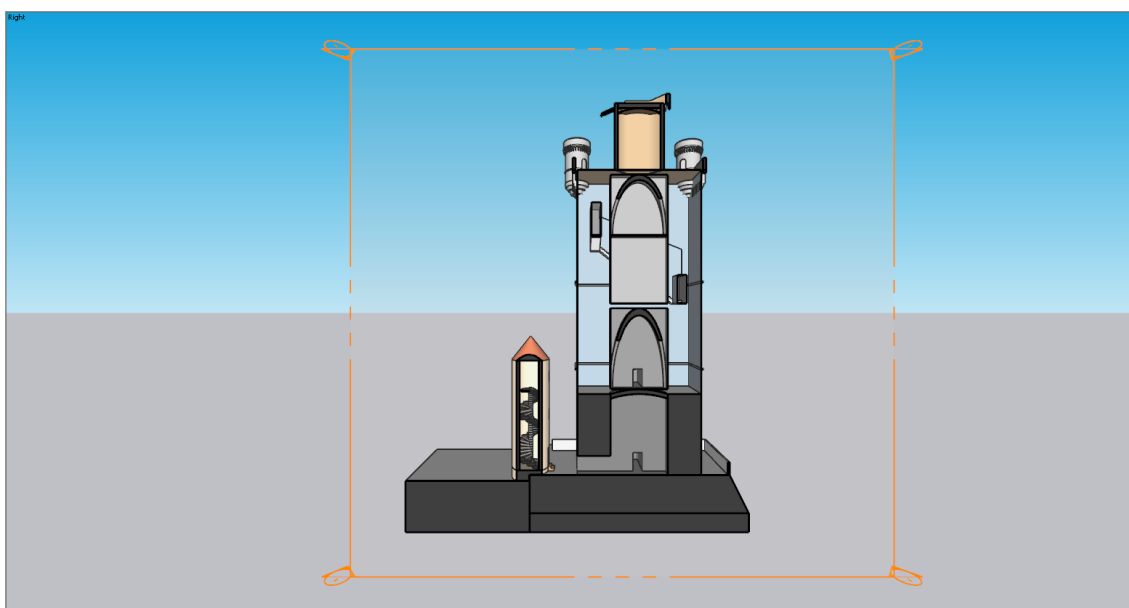
**S15 Συνολική λήψη (νοτιοδυτικά)**



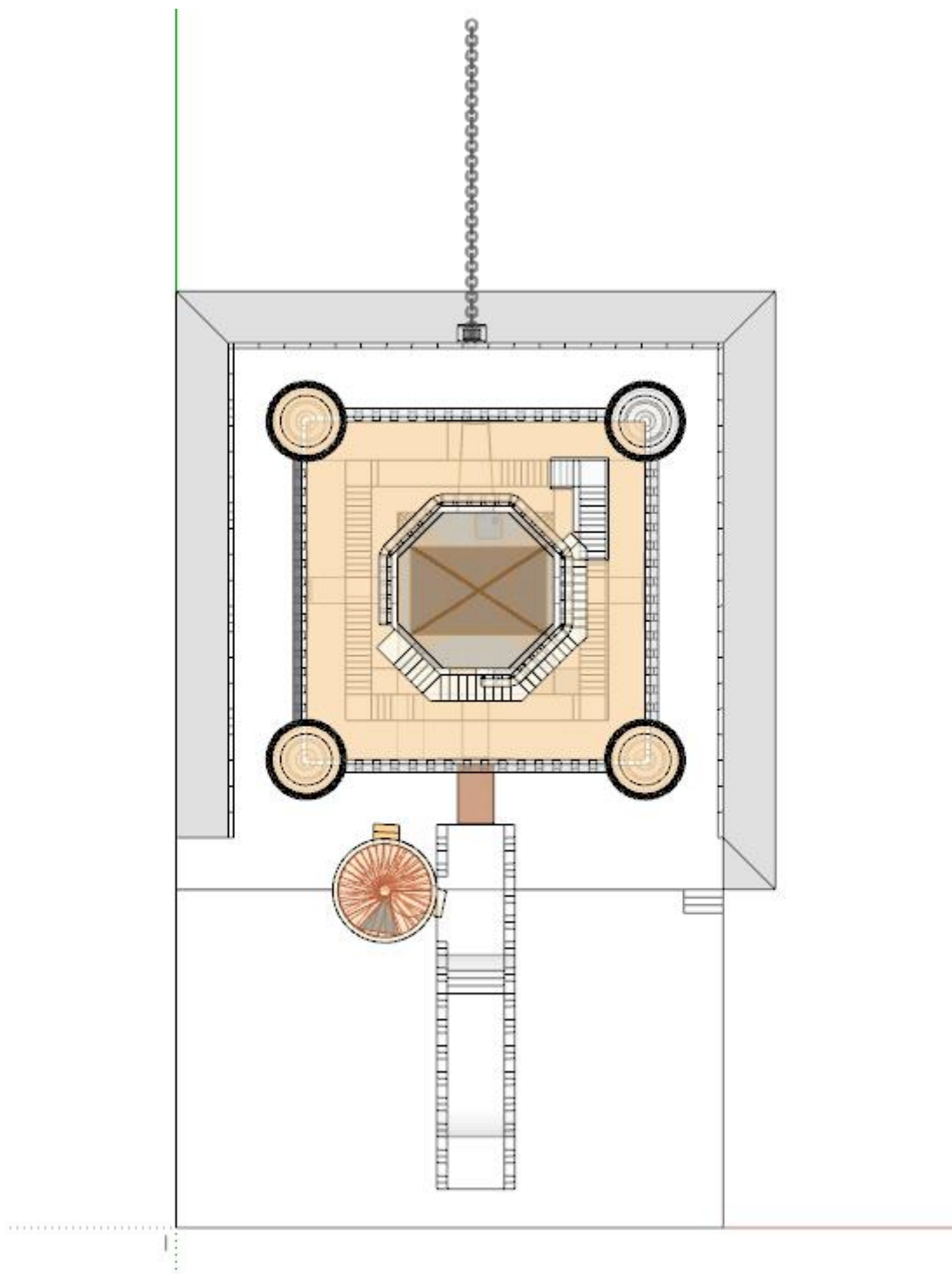
**S16 Βορειοδυτική πλευρά**



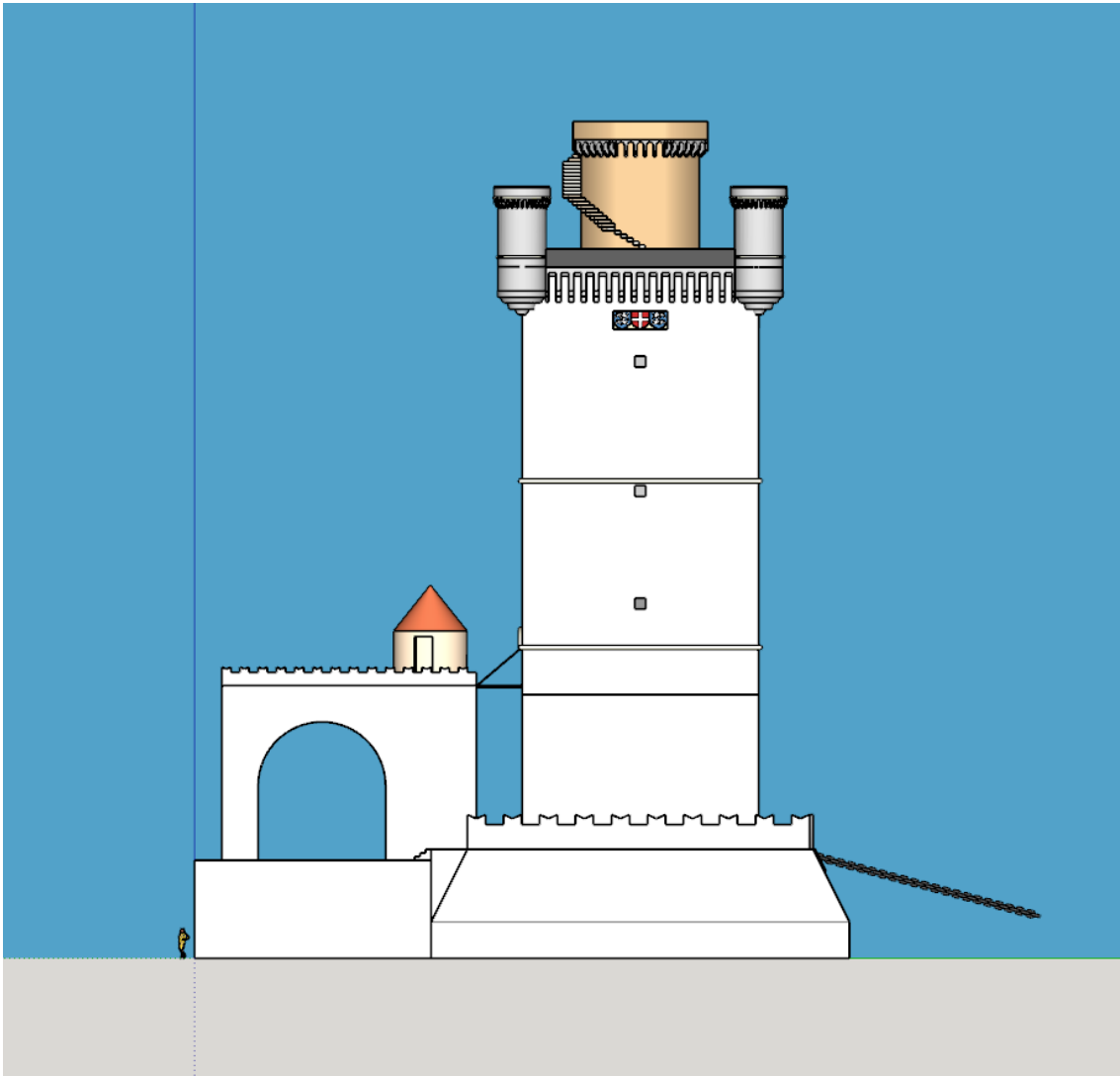
**S17 Κάτοψη ισογείου με το μηχανισμό της αλυσίδας**



**S18 Τομή από δυτικά προς ανατολικά**



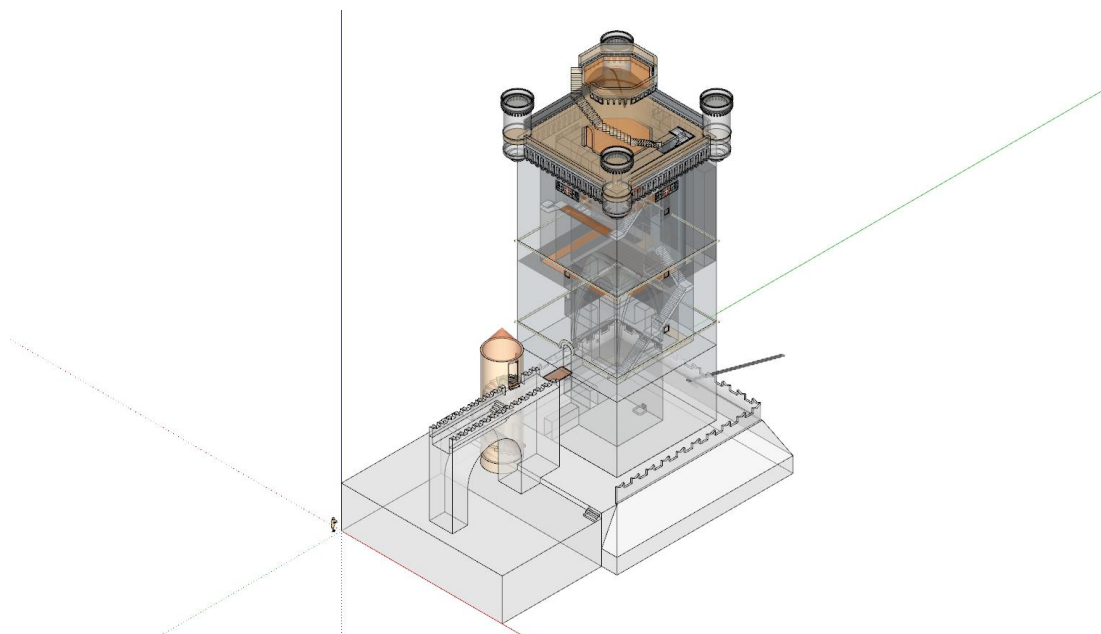
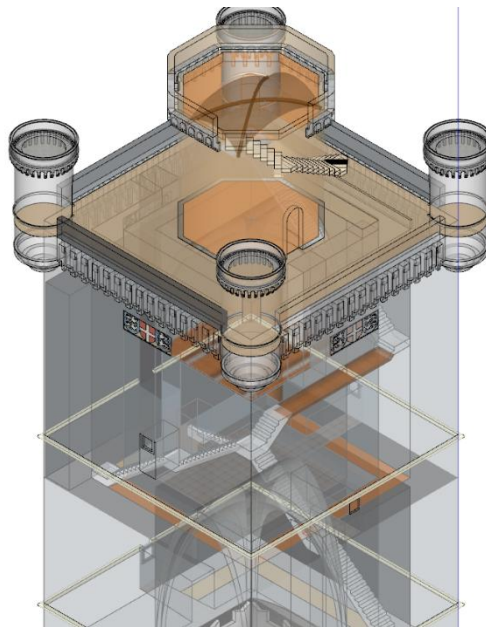
**S19 Κάτοψη τελευταίου ορόφου (δώμα)**

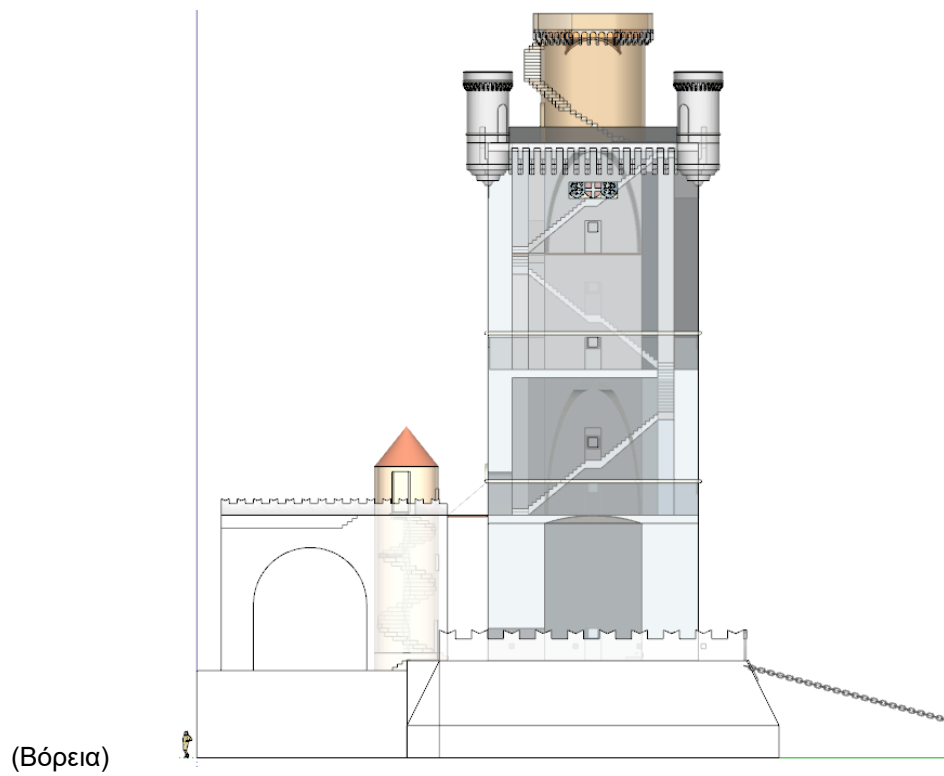
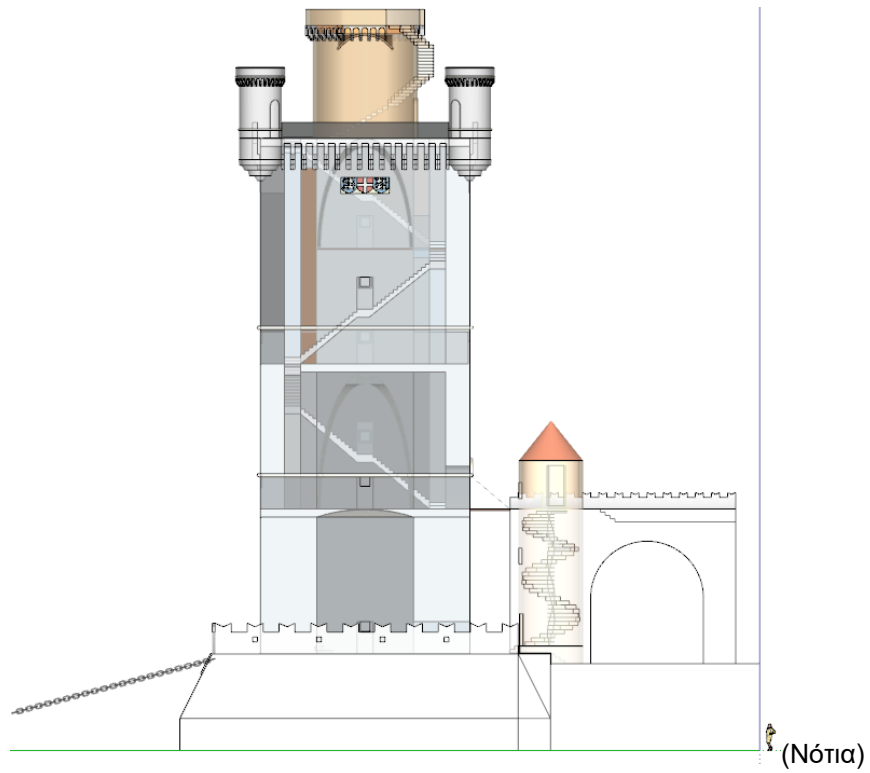


**S20 Κλίμακα συγκριτικά με έναν άνθρωπο μεσαίου ύψους. Πρόκειται για ένα επιβλητικό παράκτιο πύργο που διακρινόταν από μεγάλη απόσταση.**

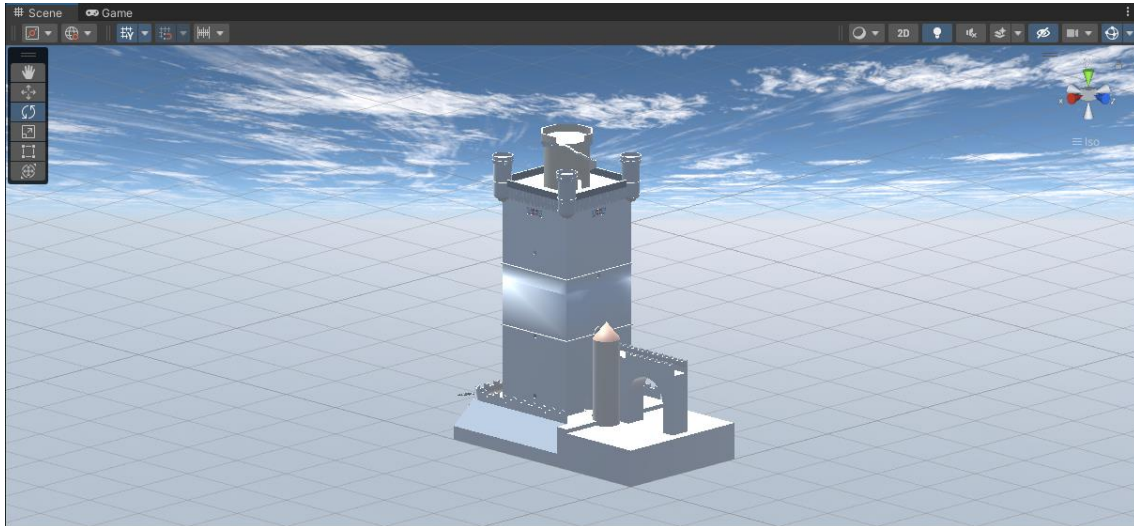


**Απόψεις του 3D μοντέλου σε ακτινογραφία (X-Ray):**





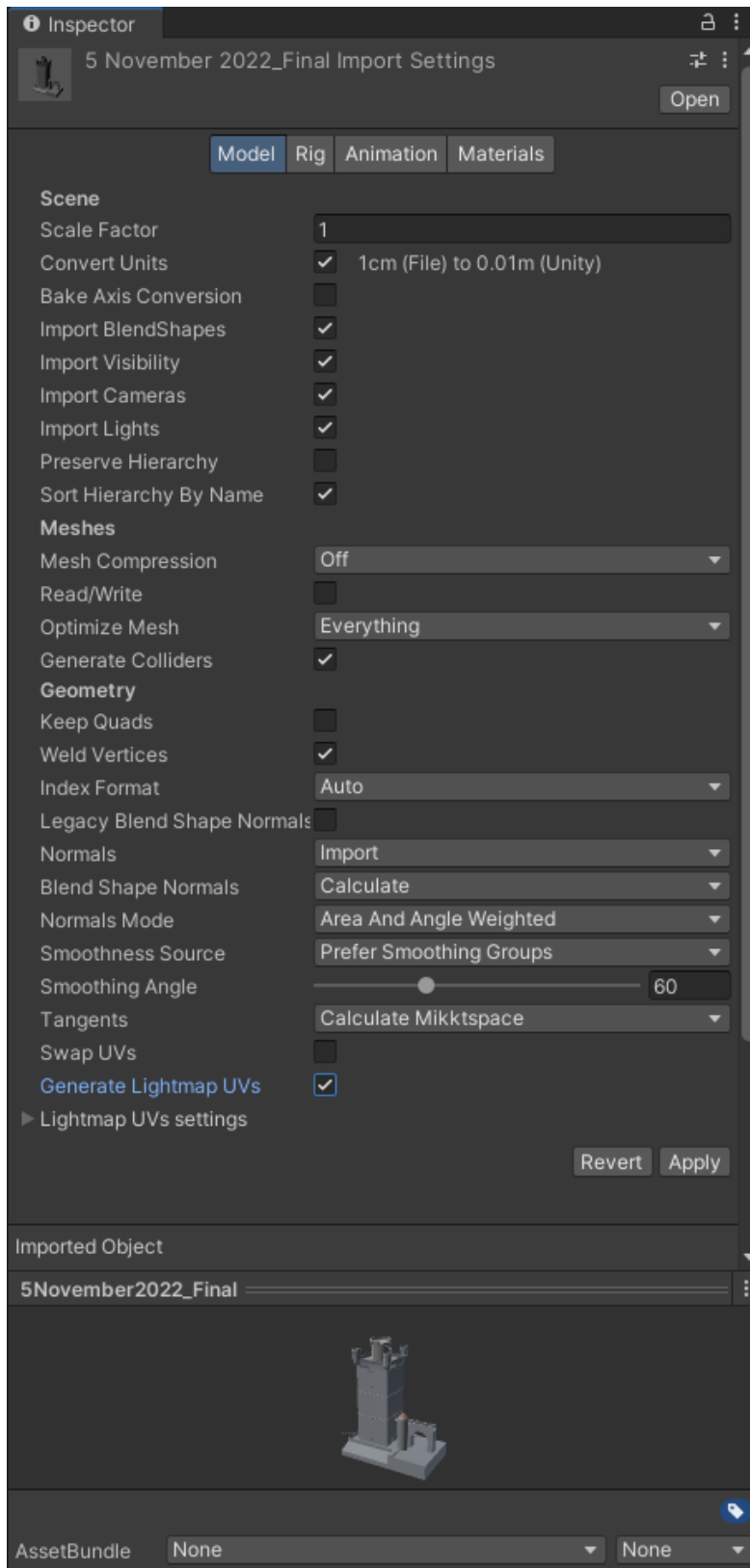
## Ανάπτυξη εικονικής περιήγησης Πρώτου Προσώπου στο Unity

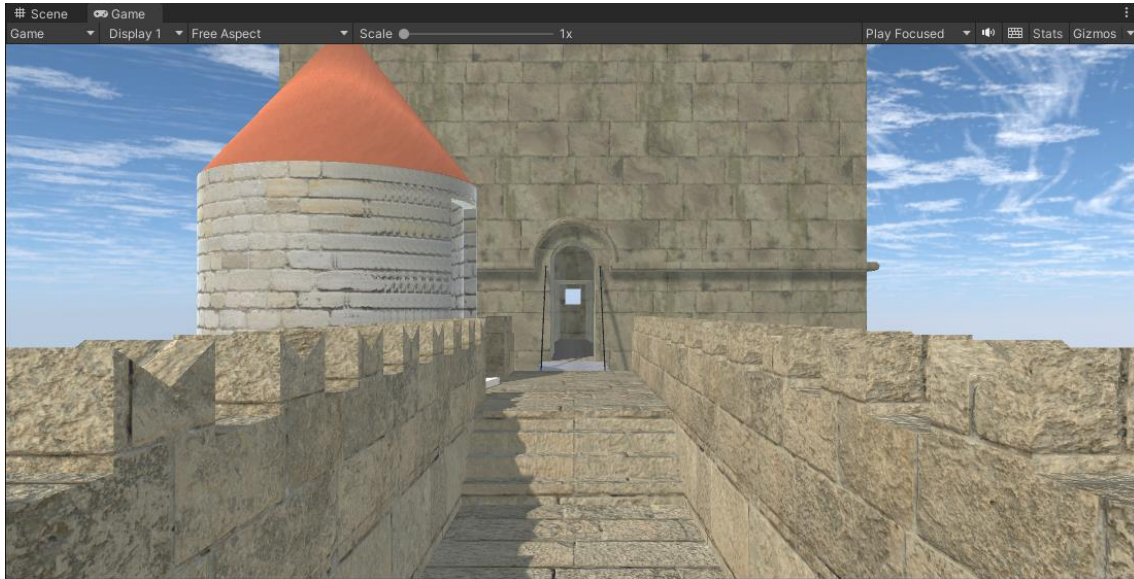


Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού του μοντέλου στο SketchUp, έγινε εξαγωγή σε μορφή **.fbx**. Η συγκεκριμένη μορφή αρχείου επιλέχθηκε ως την πιο διαδεδομένη για τρισδιάστατα μοντέλα, διότι έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει τυχόν υφές και animation. Κατόπιν, το αρχείο εισήχθη στην πλατφόρμα Unity. Στη συνέχεια, ενεργοποιήθηκε η επιλογή «Generate Colliders» ώστε ο χαρακτήρας να μπορεί να κινείται στο χώρο με φυσικούς κανόνες και να μην βυθίζεται στο έδαφος.

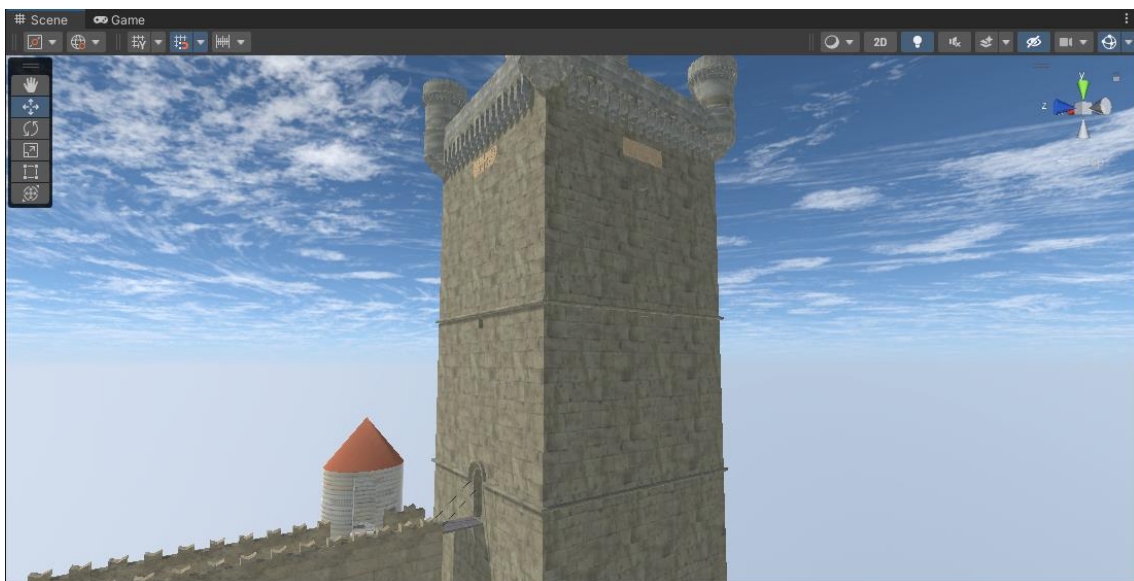
Τοποθετήθηκε ένα script (σύντομος κώδικας) First Person Controller από το Unity Asset Store, το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη εξερεύνηση του χαρακτήρα στο χώρο, την περιστροφή του βλέμματος και άλματα.

Όσον αφορά το εσωτερικό του κτιρίου, δεν διασώζονται πληροφορίες ωστόσο γνωρίζουμε ότι λειτουργούσε σαν παρατηρητήριο.

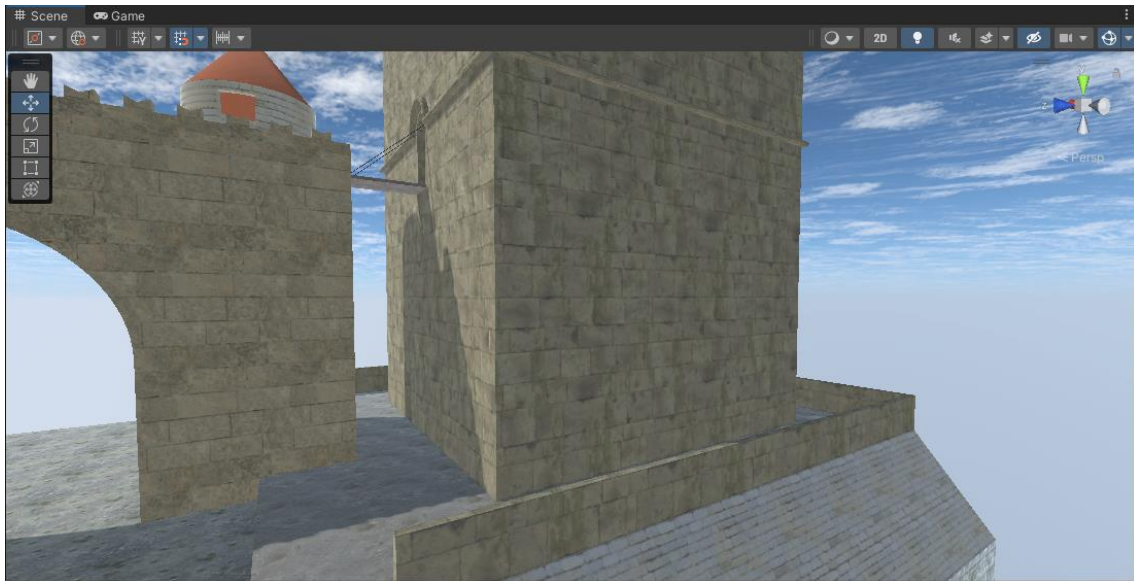




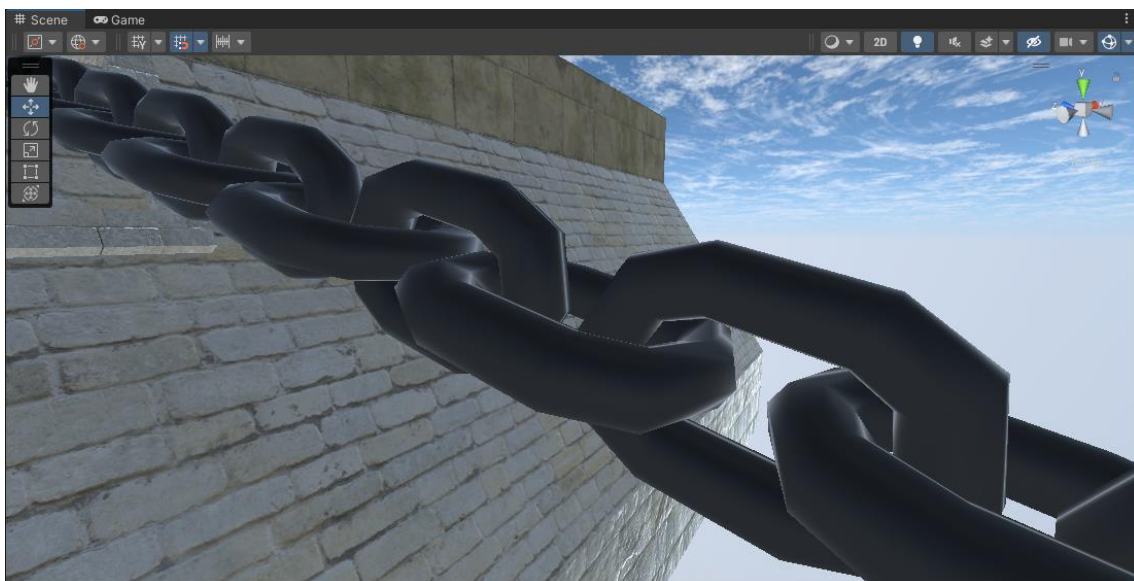
Μετάβαση από την αψίδα στην είσοδο του πρώτου ορόφου



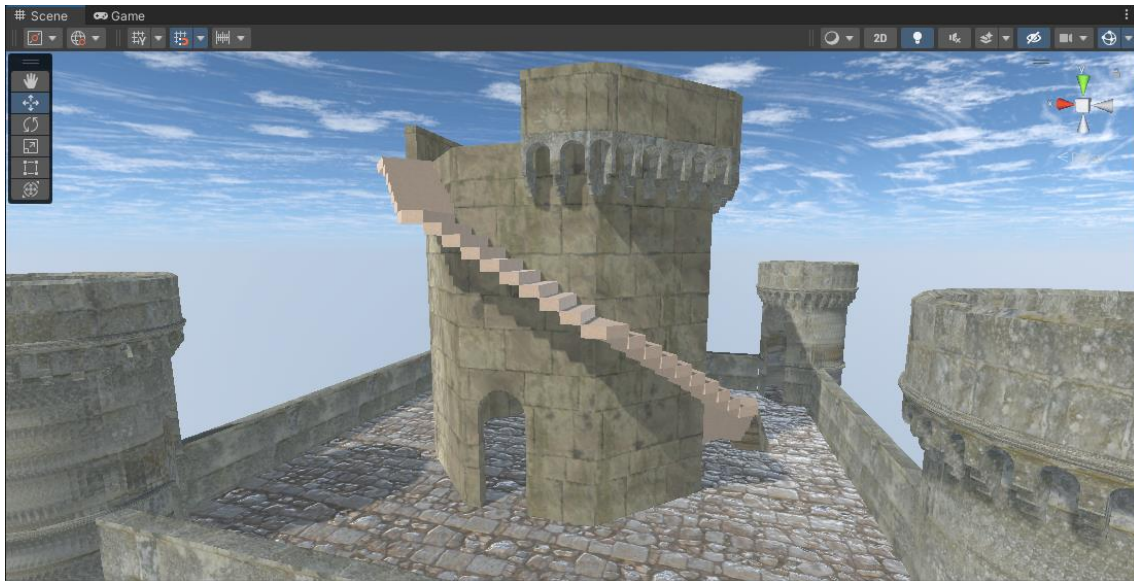
Άποψη από τα νοτιοδυτικά



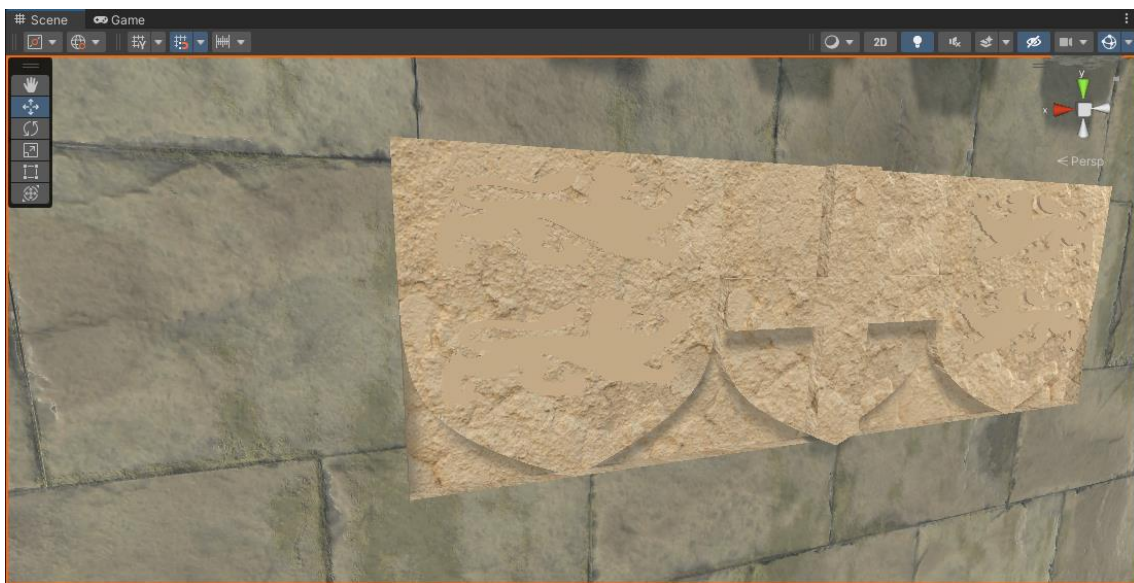
**Άποψη από τα νοτιοδυτικά**



**Η βαριά αλυσίδα που εξείχε από την τραπεζοειδή βάση και συνδεόταν με τον πύργο του μόλου των Μύλων στην αντίπερα όχθη του λιμανιού**



Λήψη του οκτάγωνου δώματος στον τελευταίο όροφο και η σκάλα που οδηγούσε στην κορυφή



Το έμβλημα του οίκου Naillac (λέοντες) και στο κέντρο ο σταυρός των Ιπποτών

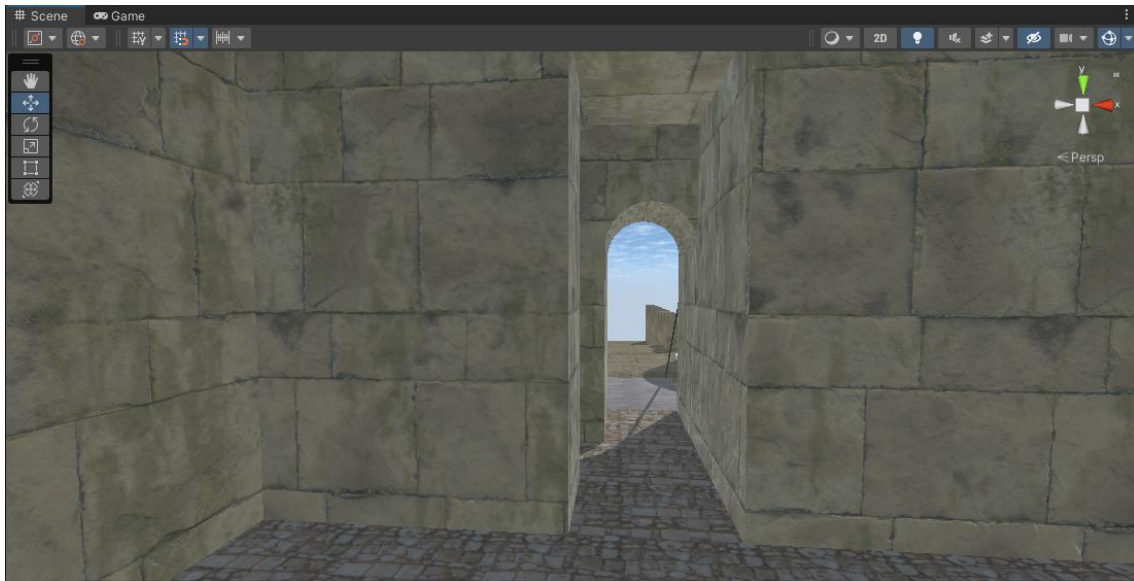


Η βάση πρόσδεσης της αλυσίδας



Εσωτερικό ισογείου

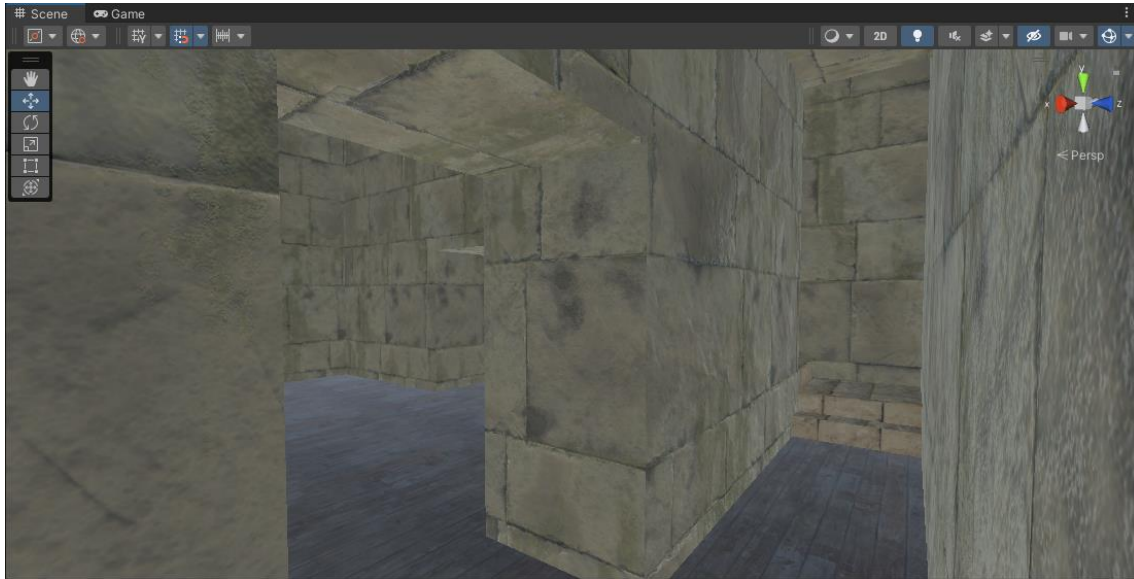




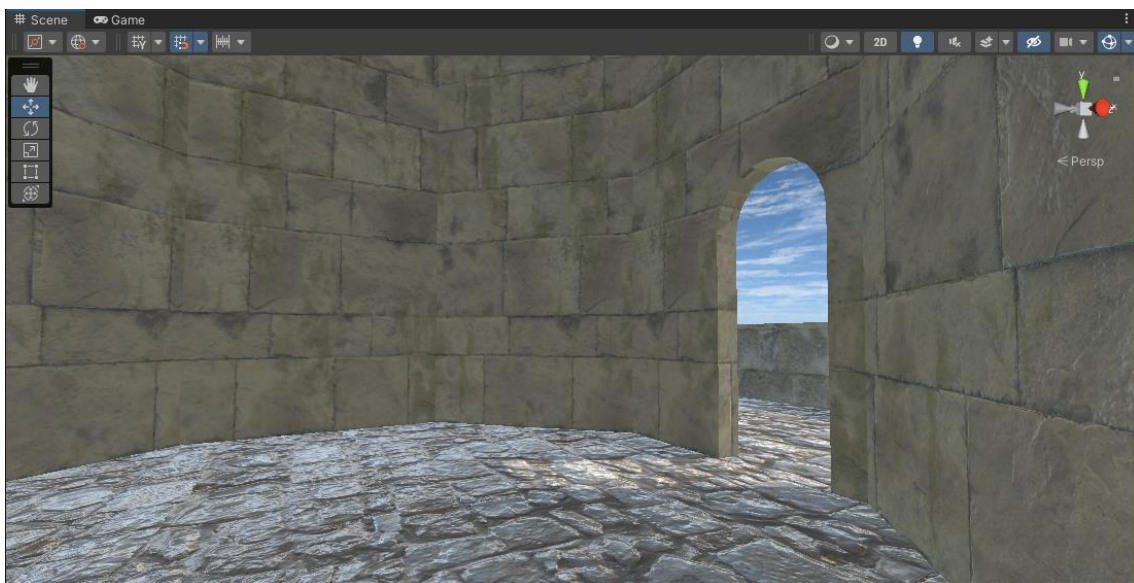
Κοιτώντας προς την κύρια έξοδο από τον Πύργο



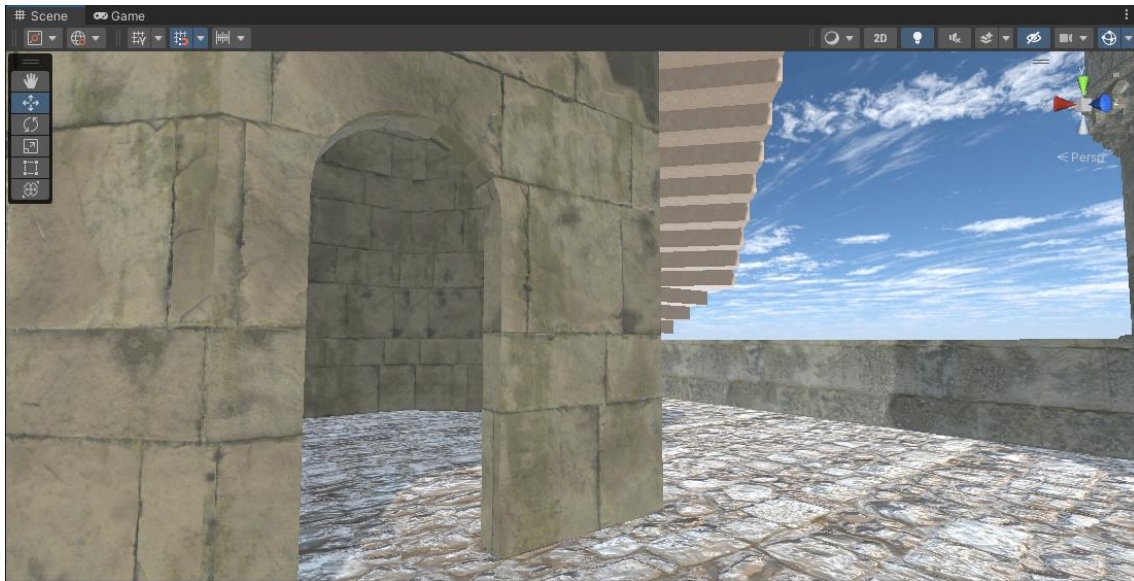
Εσωτερικό πρώτου ορόφου



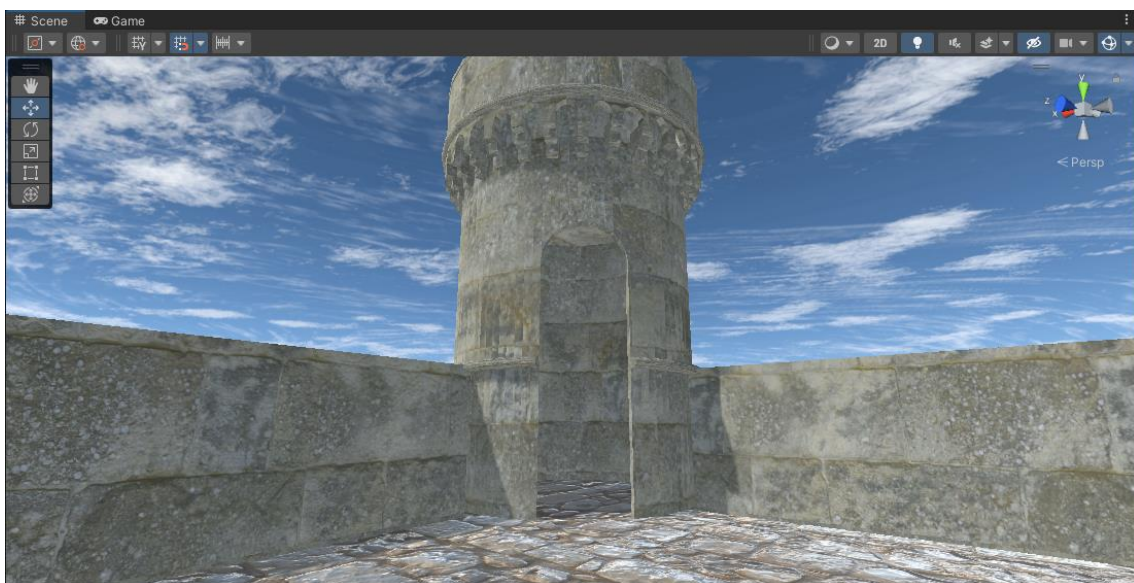
**Διάδρομος πρόσβασης στον ημιώροφο πριν την έξοδο στην ταράτσα**



**Μέσα στο οκτάγωνο κτίσμα**



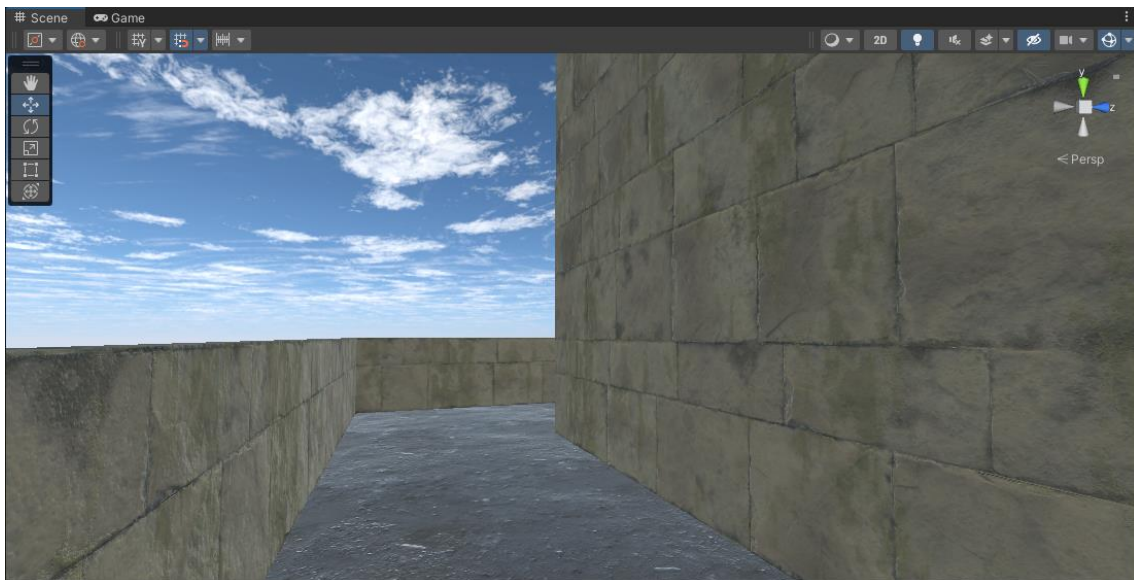
Εξωτερικά του κεντρικού δώματος



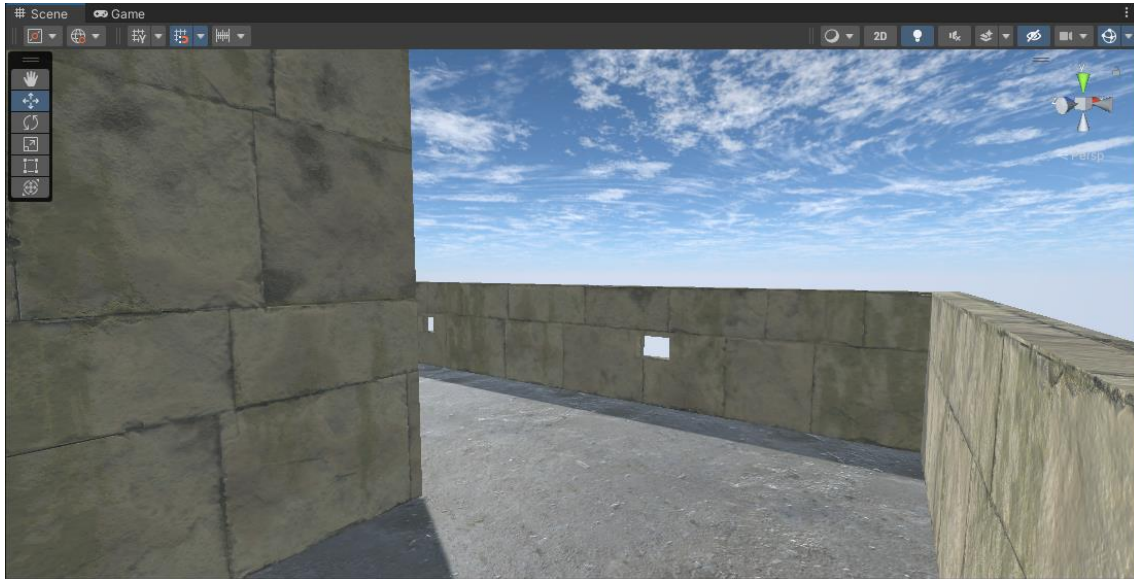
Γωνιακός πυργίσκος. Ενδεχομένως να προσέφερε προστασία στους φρουρούς από τα καιρικά φαινόμενα



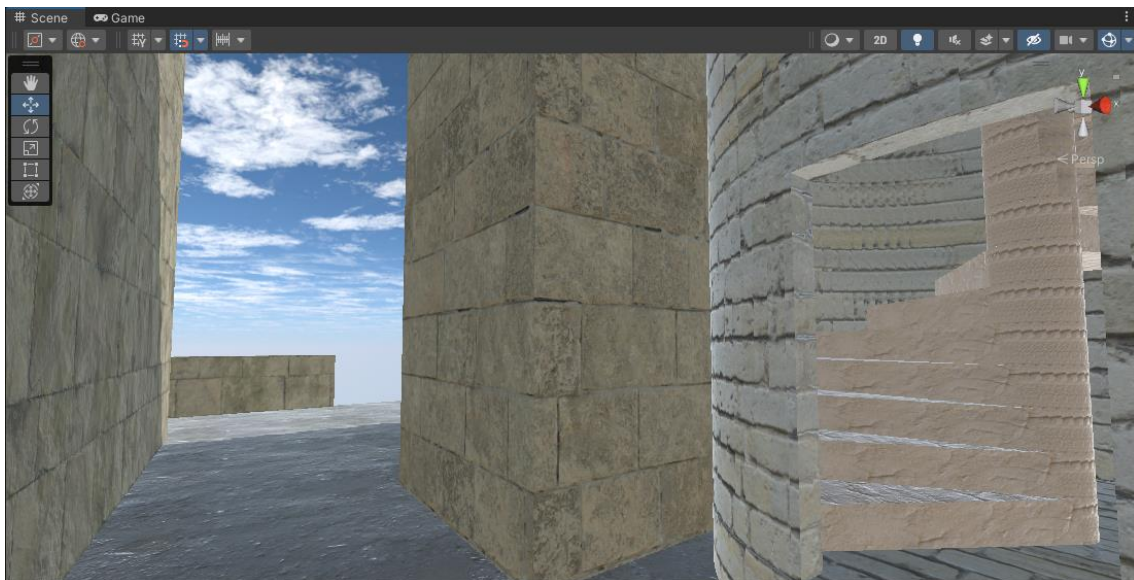
Η αλυσίδα εισχωρεί στο κτίριο μέσα από ένα αυλάκι, το οποίο εντοπίζεται σε σημερινές φωτογραφίες του σημείου



Η πίσω πλευρά



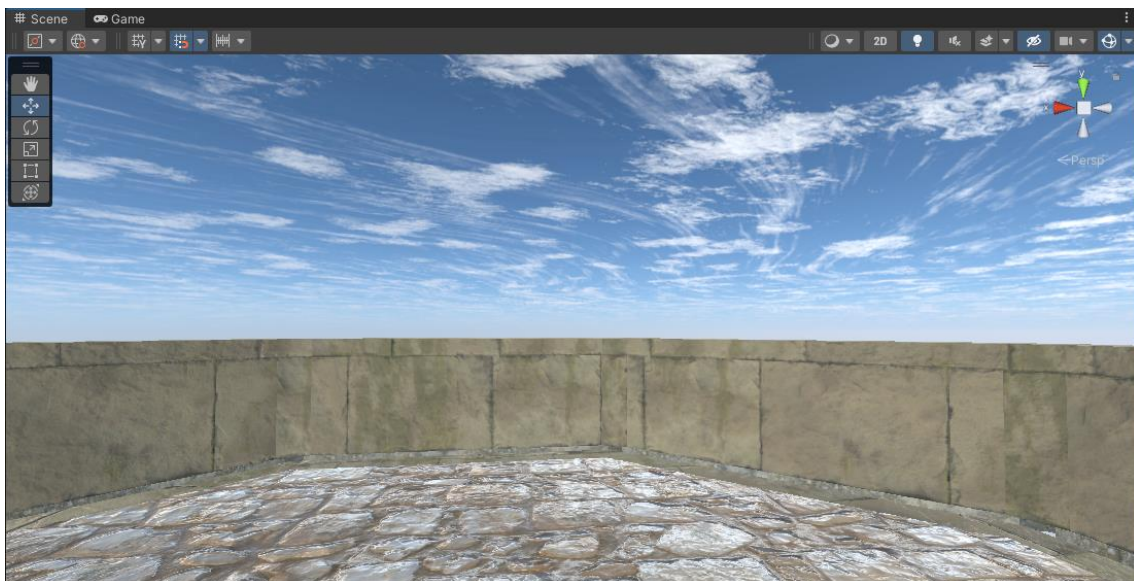
Η βόρεια πλευρά. Παρατηρούνται κενά στον τοίχο για τη χρήση κανονιών ενάντια στους επίδοξους κατακτητές



Η είσοδος στον κυλινδρικό πύργο δίπλα από την αψίδα



**Η είσοδος στο πάνω μέρος**



**Θέα από την κορυφή του οκταγώνου.**

Οι υφές προστέθηκαν σε κάθε οντότητα ξεχωριστά αναλόγως με τα υλικά της εποχής για λόγους ρεαλισμού. Για τις υφές έγινε αναζήτηση κατά κύριο λόγο σε σελίδες όπως Textures.com, Polyhaven.com και Poliigon.com.

Όλα τα asset που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο της περιήγησης διατίθενται ελεύθερα προς χρήση («No Rights Reserved»), εκτός από την υφή στους τοίχους του πύργου οι οποίοι ευγενικά παραχωρήθηκαν από τον Carlos Javier López στο ArtStation για αυστηρά ακαδημαϊκή χρήση.



## 4 Αποτίμηση - Συμπεράσματα - Προτάσεις

Αναπτύχθηκε μια πρόταση τρισδιάστατης ανακατασκευής του Πύργου Naillac, η οποία μπορεί να εγγραφεί με επαρκή ακρίβεια προσέγγισης την τρισδιάστατη αντίληψη του χαμένου μνημείου καθώς και την εμπειρία πρώτου προσώπου. Η εικονική επανατοποθέτηση του στις παράκτιες οχυρώσεις της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου φαίνεται ότι είναι εφικτή.

Λόγω της φύσης του αντικείμενου, οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες γεωμετρικής τεκμηρίωσης (όπως τρισδιάστατες οπτικές σαρώσεις εδάφους ή αέρος, φωτογραμμετρία) δεν μπορούσαν να εφαρμοστούν στη συλλογή πρωτογενούς υλικού.

Αντιμετωπίστηκε η πρόκληση της αναζήτησης έγκυρων πηγών που θα παρείχαν τις απαραίτητες πληροφορίες για τη γεωμετρική, δομική και εικαστική αναπαράσταση του. Οι διαδικτυακοί τόποι με ανοικτή πρόσβαση δεδομένων (open source) αποδείχθηκαν πολύτιμοι και αποτελεσματικοί, αφού για τα κτίρια που δεν σώζονται πλέον είναι μονόδρομος η μέθοδος ανακατασκευής βασισμένη σε πηγές (source-based reconstruction).

Μελετήθηκε διεξοδικά η βιβλιογραφία και οι εικονογραφικές πηγές καθώς και αρχιτεκτονικές αναλύσεις και προτάσεις οπότε βάσει της συνδυαστικής ερμηνείας όλων αυτών των ετερογενών δεδομένων επιλέχθηκε η βέλτιστη μέθοδος προσέγγισης για μοντελοποίηση και οπτικοποίηση για τις περιπτώσεις των ολικά κατεστραμμένων μνημείων της ύστερης μεσαιωνικής περιόδου. Τα στάδια κατανόησης και ερμηνείας που ακολούθησαν, ανατροφοδοτούσαν τη σχεδιαστική διαδικασία καθώς αυτή εξελισσόταν με σκοπό να οριστικοποιηθεί το μοντέλο με όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση.

Το SketchUp αποδείχθηκε εύχρηστο, ευέλικτο, προσαρμόσιμο και αξιόπιστο λογισμικό με πολλές δυνατότητες προσαρμογής (πρόσθετα), που διευκόλυναν τη μοντελοποίηση, γεγονός που επιβεβαιώνει τη δημοφιλία του στο χώρο της ψηφιακής ανακατασκευής περιουσιακών στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς. Απαιτήθηκε αρκετός χρόνος, όχι λόγω κάποιας αδυναμίας του προγράμματος αλλά γιατί η διαδικασία μοντελοποίησης έπρεπε να επαναληφθεί βάσει νέων υποθέσεων και παραδοχών, για όσα σημεία του κτιρίου υπήρχε ασάφεια, αμφιβολία ή έλλειψη πληροφορίας, μέχρι να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα.

Για την ολοκλήρωση της εμπειρίας πρώτου προσώπου, το 3D μοντέλο χωρίς υφές μεταφέρθηκε στο εικονικό περιβάλλον της πλατφόρμας Unity, όπου εκεί εφαρμόστηκαν οι κατάλληλες υφές στις επιφάνειες και δημιουργήθηκε ελεύθερη κίνηση σε πραγματικό χρόνο. Επιβεβαιώθηκε ότι το Unity είναι μια δυνατή μηχανή παιχνιδιών που ανταποκρίθηκε στις απαιτήσεις της εργασίας.

Το πεδίο της εικονικής ανακατασκευής είναι περίπλοκο και σαφώς διεπιστημονικό, όπως επιβεβαιώνεται και από τη μελέτη περίπτωσης που εξετάστηκε αφού απαιτήθηκε συνδυασμός γνώσεων (ιστορίας, αρχαιολογίας, αρχιτεκτονικής, πληροφορικής, 3D μοντελισμού).

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε και οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν για την 3D μοντελοποίηση και το εικονικό περιβάλλον πρόσφεραν ένα ποιοτικό μοντέλο χαμηλού κόστους, αφού επιλέχθηκαν δωρεάν λογισμικά, ανοικτά δεδομένα και ελεύθερη πρόσβαση στις διαδικτυακές πηγές.

Επίσης είδαμε ότι ο Πολιτισμικός Διαχειριστής με τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών μπορεί να αξιοποιήσει τον Ψηφιακό Πολιτισμό προς όφελος της τοπικής κοινότητας αλλά και της ευρύτερης και να προσδώσει αξία σε ψηφιακά γεννημένα πολιτιστικά προϊόντα με σκοπό τη διατήρηση της μνήμης και της ιστορίας μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς που χάθηκαν.

Για τον ψηφιακό πολιτισμό και ειδικότερα για τον εικονικό πολιτισμό, δεν υπάρχουν χωρικά ή χρονικά όρια. Απόδειξη η μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, μια πόλη εκατοντάδων χρόνων που διατηρεί το φυσικό περιβάλλον του κάστρου και των παράκτιων οχυρώσεων αν και έχει απωλέσει το πιο χαρακτηριστικό έργο της, τον Πύργο Naillac μπορεί πλέον να τον επαναφέρει σε τρισδιάστατη μορφή όπως ήταν ("as it was") όταν κατασκευάστηκε από το Philibert De Naillac.

Αυτή είναι και η βασική συνεισφορά της διατριβής, αφού το τρισδιάστατο μοντέλο του χαμένου Πύργου Naillac μέσα στο εικονικό περιβάλλον, αν και δεν μπορεί να υποκαταστήσει τη βιωματική εμπειρία που είχαν οι Ιππότες και οι μεσαιωνικοί κάτοικοι, προσφέρεται ως επιλογή εικονικής εμπειρίας σε πραγματικό χρόνο σήμερα αλλά και στο μέλλον.

Θα μπορούσε επίσης εφόσον αξιολογηθεί θετικά από ειδικούς, δηλαδή ότι τηρεί τις προδιαγραφές όπως ορίζονται στους Διεθνείς Χάρτες και Συμβάσεις (π.χ. Λονδίνου και Σεβίλλης) να αποτελέσει αυτοτελές μέσο ανάδειξης του Πύργου Naillac ως ψηφιακού



(πλέον) τοπόσημου της χαμένης πολιτισμικής κληρονομιάς της Ρόδου, αφού θα μπορεί και θα επιτρέψει στο ευρύ κοινό – είτε δια ζώσης (AR) είτε εξ αποστάσεως (VR) - να το «δει», να περιηγηθεί σ' αυτό ή/και να «αλληλοεπιδράσει» με αυτό. Αυτό θα αποτελούσε μία καλή πρακτική βελτίωσης του τουριστικού προϊόντος της Ρόδου ως κίνητρο επίσκεψης.

Επίσης, ως μελλοντική ανάπτυξη βλέπουμε τη δημιουργία ενός σοβαρού παιχνιδιού (serious game) για μάθηση, εκπαίδευση και ψυχαγωγία με θέμα: «*Χτίζοντας τη Ρόδο από το 1309-1522 ως Ιωαννίτες Ιππότες*» με ενσωμάτωση εικονικών χαρακτήρων που θα έχουν επιλογή εμφάνισης και συμπεριφοράς παρόμοια με εκείνη των Ιπποτών.

Τέλος, επειδή πιστεύουμε ότι οι τρισδιάστατες ψηφιακές αναπαραστάσεις κτιρίων και γενικότερα τόπων πολιτισμικής κληρονομιάς είτε υπάρχουν είτε έχουν χαθεί, δεν είναι απλά μια εφήμερη σκηνή επίδειξης τέχνης, **προτείνουμε** τη δημιουργία ενός θεσμικού αποθετηρίου ανοικτής πρόσβασης, με θέμα την εξέλιξη της Μεσαιωνικής Πόλης της Ρόδου στο χρόνο, στο οποίο να κατατεθούν όσες ψηφιακές δημιουργίες αναπτύχθηκαν έως σήμερα ή πρόκειται να δημιουργηθούν, υπό την προϋπόθεση βέβαια να λάβουν θετική αξιολόγηση από ιστορικούς αρχιτέκτονες αρχαιολόγους και ειδικούς εμπειρογνώμονες.

Ο διαρκής διάλογος μεταξύ των επιστημών αποτελεί ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση.

## Βιβλιογραφία

- Abid, A. (Ed.). (2007). Safeguarding our digital heritage: A new preservation paradigm. In *Preserving the digital heritage: Principles and policies* (pp. 7–14). Netherlands National Commission for UNESCO.
- Addison, A. C. (2000). Emerging trends in virtual heritage. *IEEE Multimedia*, 7(2), 22–25. <https://doi.org/10.1109/93.848421>
- Addison, A. C. (2007). *The Vanishing Virtual: Safeguarding Heritage's Endangered Digital Record*. 11.
- Addison, A. C., & Gaiani, M. (2000). Virtualized architectural heritage: New tools and techniques. *IEEE Multimedia*, 7(2), 26–31. <https://doi.org/10.1109/93.848422>
- Addison, A. C., & Severo, M. (2008). Cultural Heritage Repositories: Digital Archives for Culture and Management. *Browsing Architecture: Metadata and Beyond*. Proc. of the MACE Int'l Conf.: Online Repositories in Architecture, Venice.
- Adhani, N. I., & Rambli, D. R. A. (2012). A survey of mobile augmented reality applications. *1st International Conference on Future Trends in Computing and Communication Technologies*, 89–96.
- Ahmer, C. (2020). Riegl's 'Modern Cult of Monuments' as a theory underpinning practical conservation and restoration work. *Journal of Architectural Conservation*, 26(2), 150–165. <https://doi.org/10.1080/13556207.2020.1738727>
- Alain, M., Zerman, E., & Ozcinar, C. (2020). Immersive Imaging Technologies: From Capture to Display. *Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia*, 4787–4788. <https://doi.org/10.1145/3394171.3418550>
- Anthes, C., Garcia-Hernandez, R. J., Wiedemann, M., & Kranzlmuller, D. (2016). State of the art of virtual reality technology. *2016 IEEE Aerospace Conference*, 1–19. <https://doi.org/10.1109/AERO.2016.7500674>

- Apollonio, F. I., & Giovannini, E. C. (2015). A paradata documentation methodology for the Uncertainty Visualization in digital reconstruction of CH artifacts. *SCIRES-IT*, 5(1). <https://doi.org/10.2423/i22394303v5n1p1>
- Arts & Culture Experiments. (2018). *Bagan—Embracing the Future to Preserve the Past*. (Mandalay Region of Myanmar, Asia). <https://www.openhistoryarchive.com/bagan>
- Azarby, S., & Rice, A. (2022). Understanding the Effects of Virtual Reality System Usage on Spatial Perception: The Potential Impacts of Immersive Virtual Reality on Spatial Design Decisions. *Sustainability*, 14(16), 10326. <https://doi.org/10.3390/su141610326>
- Barceló, J. A. (2000). *Visualizing What Might Be. An Introduction to Virtual Reality in Archaeology*. 32.
- Barratt, R. P. (2021). Speculating the Past: 3D Reconstruction in Archaeology. In E. M. Champion (Ed.), *Virtual Heritage: A Concise Guide* (pp. 13–23). Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bck.c>
- Bekele, M. K., & Champion, E. (2019). A Comparison of Immersive Realities and Interaction Methods: Cultural Learning in Virtual Heritage. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 91. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00091>
- Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), 1–36. <https://doi.org/10.1145/3145534>
- Belhi, A., Fougou, S., Bouras, A., & Sadka, A. H. (2017). Digitization and Preservation of Cultural Heritage Products. In J. Ríos, A. Bernard, A. Bouras, & S. Fougou (Eds.), *Product Lifecycle Management and the Industry of the Future* (Vol. 517, pp. 241–253). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72905-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72905-3_22)
- Bennoui-Ladraa, B., Chennaoui, Y., & Ainouche, H. (2020). The virtual archaeology and interpretative process: Case study of the virtual reconstitution of a Hercules marble statue from the nameless temple of Tipasa. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 19, e00163. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2020.e00163>

- Berg, A. (1862). *Die Insel Rhodus, aus eigener Anschauung und nach den vorhandenen Quellen historisch, geographisch, archäologisch, malerisch beschrieben und durch Originalradirungen und Holzschnitte nach eigenen Naturstudien und Zeichnungen illustriert* (British Library, Ed.; British Library Digital Store 10125.g.20). F.P. [http://access.bl.uk/item/viewer/ark:/81055/vdc\\_000000005988](http://access.bl.uk/item/viewer/ark:/81055/vdc_000000005988)
- Breydenbach, B. von. (1502). *Rodis (Πανοραμική άποψη της μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου)* (Breydenbach, Bernhard von. Peregrinationes in Terram Sanctam, Spier). Γεννάδειος Βιβλιοθήκη - Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών, Αθήνα. <https://el.travelogues.gr/item.php?view=54871>
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2017). *Virtual reality technology* (2nd ed). Wiley-IEEE Press.
- Burkey, B. (2022). From Bricks to Clicks: How Digital Heritage Initiatives Create a New Ecosystem for Cultural Heritage and Collective Remembering. *Journal of Communication Inquiry*, 46(2), 185–205. <https://doi.org/10.1177/01968599211041112>
- Carne, J. (1836). *Syria, the Holy Land, Asia Minor & c. Illustrated / in a series of views drawn from nature by W. H. Bartlett, William Purser, Thomas Allom & c. With descriptions of the plates by John Carne, Esq. Author of "Letters form the East."* (Online Edition). Fisher, Son, & Co.; Online-Ausgabe: Mainz: Universitätsbibliothek Johannes Gutenberg-Universität: 2017. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:77-vcol-6935>
- CC. (2022). *Creative Commons Copyright Licenses*. <https://creativecommons.org/licenses/>
- Chacon, R. (2016). *3D Modeling and Cultural Heritage*. <https://medium.com/digital-heritage/3d-modeling-and-cultural-heritage-ef2bffdeec7f>
- Champion, E. (2017). The Role of 3D Models in Virtual Heritage Infrastructures. In *Cultural Heritage Infrastructures in Digital Humanities* (1st ed., pp. 15–35). Routledge. [https://www.academia.edu/37710583/The\\_Role\\_of\\_3D\\_Models\\_in\\_Virtual\\_Heritage\\_Infrastructures](https://www.academia.edu/37710583/The_Role_of_3D_Models_in_Virtual_Heritage_Infrastructures)
- Champion, E. (2020). *From Historical Models to Virtual Heritage Simulations* (p. 15).

- Champion, E., & Rahaman, H. (2020). Survey of 3D digital heritage repositories and platforms. *Virtual Archaeology Review*, 11(23), 1. <https://doi.org/10.4995/var.2020.13226>
- Choy, S. C. C., Crofts, N., Fisher, R., Choh, N. L., Nickel, S., Oury, C., & Slaska, K. (2016). *The UNESCO/PERSIST guidelines for the selection of digital heritage for long-term preservation*.
- Clark, J. T. (2010). The fallacy of reconstruction. *Cyber-Archaeology*, 63–74.
- Clarke, E. D. (1824). *View of the medieval city of Rhodes from the sea* (Travels in various countries of Europe Asia and Africa). Hellenic Library - Alexander S. Onassis Public Benefit Foundation. <https://eng.travelogues.gr/item.php?view=47190>
- CoE. (2005). *Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treatynum=199>
- CoE. (2020). *Culture and Cultural Heritage Standards*. <https://www.coe.int/en/web/culture-and-heritage/standards>
- Coombe, R. J., & Baird, M. F. (2015). The Limits of Heritage: Corporate Interests and Cultural Rights on Resource Frontiers. In W. Logan, M. N. Craith, & U. Kockel (Eds.), *A Companion to Heritage Studies* (pp. 337–354). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118486634.ch24>
- De la Torre, M. (2002). *Assessing the Values of Cultural Heritage: Research Report*. 125.
- Demetrescu, E. (2015). Archaeological stratigraphy as a formal language for virtual reconstruction. Theory and practice. *Journal of Archaeological Science*, 57, 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.004>
- Demetrescu, E. (2018). Virtual Reconstruction as a Scientific Tool: The Extended Matrix and Source-Based Modelling Approach. In S. Münster, K. Friedrichs, F. Niebling, & A. Seidel-Grzezińska (Eds.), *Digital Research and Education in Architectural Heritage* (Vol. 817). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76992-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76992-9_7)

- Demetrescu, E., & Ferdani, D. (2021). From Field Archaeology to Virtual Reconstruction: A Five Steps Method Using the Extended Matrix. *Applied Sciences*, 11(11), 5206. <https://doi.org/10.3390/app11115206>
- Denard, H. (2016). *A new introduction to the London Charter*. <https://www.londoncharter.org/introduction.html>
- Di Mascio, D., Chiuni, M., Fillwalk, J., & Pauwels, P. (2016). 3D Digital Reconstructions of Lost Buildings—A first critical framing. *Proceedings of the 34th ECAADe Conference*, 511–520.
- Digital Strategy. (2021). *Βίβλος Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης*. <https://digitalstrategy.gov.gr/>
- Duranti, L. (2010). The long-term preservation of the digital heritage: The case of universities institutional repositories. *JLIS*, 1. <https://doi.org/10.4403/jlis.it-12>
- El-Hakim, S. F., Beraldin, J.-A., Picard, M., & Godin, G. (2004). Detailed 3D reconstruction of large-scale heritage sites with integrated techniques. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 24(3), 21–29. <https://doi.org/10.1109/MCG.2004.1318815>
- Fadli, F., & AlSaeed, M. (2019). Digitizing Vanishing Architectural Heritage; The Design and Development of Qatar Historic Buildings Information Modeling [Q-HBIM] Platform. *Sustainability*, 11(9), 2501. <https://doi.org/10.3390/su11092501>
- Ferdani, D., Demetrescu, E., Cavalieri, M., Pace, G., & Lenzi, S. (2020). 3D Modelling and Visualization in Field Archaeology. From Survey To Interpretation Of The Past Using Digital Technologies. *Groma. Documenting Archaeology*, 15. <https://doi.org/10.12977/groma26>
- Flandin, E. (1862). *Voyage à l'île de Rhodes/01 (1844)*. In *Le Tour du monde* (Vol. 6, pp. 39–49). Librairie Hachette et Cie, 1860-1894. [https://fr.wikisource.org/wiki/Voyage\\_à\\_l'île\\_de\\_Rhodes/01](https://fr.wikisource.org/wiki/Voyage_à_l'île_de_Rhodes/01)

- Forte, M. (2000). About Virtual Archaeology: Disorders, Cognitive Interactions and Virtuality. In *Barceló J., Forte M., Sanders D., 2000 (eds.), Virtual Reality in Archaeology* (BAR International Series, pp. 247–263). Oxford, ArcheoPress.
- Forte, M. (2011). Cyber-Archaeology: Notes on the simulation of the past. *Virtual Archaeology Review*, 2(4), 7. <https://doi.org/10.4995/var.2011.4543>
- Frischer, B., Niccolucci, F., Ryan, N. S., & Barceló, J. A. (2002). From CVR to CVRO: The past, present, and future of cultural virtual reality. *BAR International Series*, 1075, 7–18.
- Gabellone, F. (2015). The scientific transparency in virtual archaeology: New guidelines proposed by the Seville Charter. *Remote Sensing and ICT for Cultural Heritage from European and Chinese Perspectives*. N. Masini, F. Gabellone, R. Lasaponara, F. Chen (Eds.), 77–112.
- Gabriel, A. (1921). *La Cité de Rhodes, MCCCX-MDXXII (1310-1522). Topographie. Architecture Militaire* (E. de Boccard, Ed.; Vol. 1–2). (Η πρώτη σοβαρή ανάλυση της Μεσαιωνικής Ρόδου και των Οχυρώσεων της. Ο πρώτος τόμος του έργου, ο οποίος μερικές φορές μπορεί να βρεθεί με τον τίτλο “Les Ramparts de Rhodes, 1310–1522” (Παρίσι, 1921), είναι αφιερωμένος στις οχυρώσεις της πόλης. Το έργο ήταν η διατριβή του συγγραφέα για διδακτορικό δίπλωμα. Ακόμα και σήμερα το έργο του A. Gabriel είναι το πρότυπο για τη μελέτη των Ροδιακών Οχυρώσεων. Δυστυχώς, δεν έχει μεταφραστεί ποτέ στα αγγλικά). <https://books.openedition.org/editions-cnrs/2575>
- Georgopoulos, A. (2014). *3D VIRTUAL RECONSTRUCTION OF ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS*. 10.
- Gonizzi Barsanti, S. (2022). Editorial for the Special Issue: “3D Virtual Reconstruction for Cultural Heritage.” *Remote Sensing*, 14(8), 1943. <https://doi.org/10.3390/rs14081943>
- Guidi, G., Beraldin, J.-A., & Atzeni, C. (2004). High-Accuracy 3-D Modeling of Cultural Heritage: The Digitizing of Donatello’s “Maddalena.” *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(3), 370–380. <https://doi.org/10.1109/TIP.2003.822592>
- Harun, N. Z., & Yanti Mahadzir, S. (2021). 360° Virtual Tour of the Traditional Malay House as an Effort for Cultural Heritage Preservation. *IOP Conference Series: Earth and*

- Environmental Science*, 764(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/764/1/012010>
- Högberg, A., Holtorf, C., May, S., & Wollentz, G. (2017). No future in archaeological heritage management? *World Archaeology*, 49(5), 639–647. <https://doi.org/10.1080/00438243.2017.1406398>
- Holtorf, C. (2015). Averting loss aversion in cultural heritage. *International Journal of Heritage Studies*, 21(4), 405–421. <https://doi.org/10.1080/13527258.2014.938766>
- Holtorf, C. (2020). Destruction and Reconstruction of Cultural Heritage as Future-Making. In M. Nagaoka (Ed.), *The Future of the Bamiyan Buddha Statues* (pp. 157–172). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51316-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51316-0_10)
- Holtorf, C., & Fairclough, G. (2013). The New Heritage and re-shapings of the past. In *Reclaiming archaeology. Beyond the tropes of modernity* (1st ed., pp. 197–210). London/ New York: Routledge.
- Holtorf, C., & Högberg, A. (Eds.). (2021). *Cultural Heritage and the future*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Holtorf, C., & Högberg, A. (2022). *Why cultural heritage needs foresight*. 4.
- Holtorf, C., & Ortman, O. (2008). Endangerment and Conservation Ethos in Natural and Cultural Heritage: The Case of Zoos and Archaeological Sites. *International Journal of Heritage Studies*, 14(1), 74–90. <https://doi.org/10.1080/13527250701712380>
- Ibrahim, N., & Ali, N. M. (2018). A Conceptual Framework for Designing Virtual Heritage Environment for Cultural Learning. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), 1–27. <https://doi.org/10.1145/3117801>
- ICCROM. (2022). *Sustaining Digital Heritage*. <https://www.iccrom.org/programmes/sustaining-digital-heritage>
- ICOM-CC. (2008). *Terminology to characterize the conservation of tangible cultural heritage*. <https://www.icom-cc.org/en/terminology-for-conservation>



- ICOMOS. (1979). *The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance*. <https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2145/>
- ICOMOS. (1988). *Medieval City of Rhodes* (World Heritage List No 493). <https://whc.unesco.org/en/list/493/>
- Izani, M., Bridges, A., Grant, P., Razak, A., & Rafi, A. (2010). 3D Modelling of the A Famosa Fortress in Melaka, Malaysia. In M. Ioannides, D. Fellner, A. Georgopoulos, & D. G. Hadjimitsis (Eds.), *Digital Heritage* (Vol. 6436, pp. 373–380). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-16873-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-642-16873-4_28)
- Karlsson, H., & Gustafsson, A. (2020). Staging Antiquity: A Comparison of Five Greek Cultural Heritage Sites and The Construction of Their Authenticity. *Journal of Heritage Management*, 5(1), 7–23. <https://doi.org/10.1177/2455929620919257>
- Koller, D., Frischer, B., & Humphreys, G. (2009). Research challenges for digital archives of 3D cultural heritage models. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2(3), 1–17. <https://doi.org/10.1145/1658346.1658347>
- Kollias, E. (1998). *The Building Materials of The Monuments of The Medieval City of Rhodes*. Technical Chamber of Greece.
- Kollias, E. (Ed.). (2001). *Medieval Town of Rhodes: Restoration works (1985-2000)*. (Introduction): Vol. Introduction. Ministry of Culture.
- Kondis, I. D. (1952). Recent Restoration and Preservation of the Monuments of the Knights in Rhodes. *The Annual of the British School at Athens*, 47, 213–216. <https://doi.org/10.1017/S006824540001234X>
- Lercari, N. (2011). *An open source approach to cultural heritage: Nu.M.E. Project and the virtual reconstruction of Bologna*. 12.
- Li, R. Y. M. (2017). 5D GIS virtual heritage. *Procedia Computer Science*, 111, 294–300. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.06.066>

- Liu, Y. (2020). Evaluating visitor experience of digital interpretation and presentation technologies at cultural heritage sites: A case study of the old town, Zuoying. *Built Heritage*, 4(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s43238-020-00016-4>
- Lopez-Mencheró, V. M., & Grande, A. (2011). The principles of the Seville Charter. *CIPA Symposium Proceedings, 2011*, 2–6.
- Lum, H. C., Elliott, L. J., Aqlan, F., & Zhao, R. (2020). Virtual Reality: History, Applications, and Challenges for Human Factors Research. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 64(1), 1263–1268. <https://doi.org/10.1177/1071181320641300>
- Luttrell, A. (1997). Το Βυζάντιο και οι Ιωαννίτες Ιππότες της Ρόδου (1306-1409). *BYZANTINA SYMMEIKTA*, 11, 189. <https://doi.org/10.12681/byzsym.829>
- Luttrell, A. (2003). *The town of Rhodes: 1306-1356*. Office for the Medieval Town.
- Maffioli, M. (2016). Viaggi e scoperte nel “Levante”. Le fotografie di Dominic Ellis Colnaghi, 1852-1854. *Rivista di studi di fotografia. Journal of Studies in Photography*, 2(3). <https://doi.org/10.14601/RSF-18541>
- Malik, U. S., Tissen, L., & Vermeeren, A. (2021). 3D Reproductions of Cultural Heritage Artifacts: Evaluation of Significance and Experience. *Studies in Digital Heritage*, 5(1), 1–29. <https://doi.org/10.14434/sdh.v5i1.32323>
- Marcato, L. (2017). Culturally Digital, Digitally Cultural [PDF]. In *Sapere l'Europa* (p. sapere d'Europa). Università Ca' Foscari Venezia, Italia. <https://doi.org/10.14277/6969-052-5/SE-4-32>
- Martens, B., & Peter, H. (2010). *Displacing the frontiers of reconstructed cultural heritage: Representation of the non-existing within an urban context*. 63–72. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2010.063>
- Medieval Town. (2019). *Θαλάσσια Πύλη*. <https://www.medievaltown.gr/item/marine-gate/>
- Mergos, G., Patsavos, N., & Section Geography and Education. (2017). *Cultural Heritage and Sustainable Development. Economic Benefits, Social Opportunities and Policy*

- Challenges*. Technical University of Crete.  
[https://www.researchgate.net/publication/322306903\\_Cultural\\_Heritage\\_and\\_Sustainable\\_Development\\_Economic\\_benefits\\_social\\_opportunities\\_and\\_policy\\_challenges](https://www.researchgate.net/publication/322306903_Cultural_Heritage_and_Sustainable_Development_Economic_benefits_social_opportunities_and_policy_challenges)
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum* (H. Das, Ed.; pp. 282–292).  
<https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Miller, P., & Richards, J. (1995). The Good, the Bad, and the Downright Misleading: Archaeological Adoption of Computer Visualisation. In HUGGETT J.W. & RYAN N. (Eds.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1994* (pp. 19–22). Oxford: Tempus Reparatum.
- Monteiro, V., Painho, M., & Vaz, E. (2015). Is the heritage really important? A theoretical framework for heritage reputation using citizen sensing. *Habitat International*, 45, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.06.022>
- Muenster, S. (2022). Digital 3D Technologies for Humanities Research and Education: An Overview. *Applied Sciences*, 12(5), 2426. <https://doi.org/10.3390/app12052426>
- Munster, S. (2013). WORKFLOWS AND THE ROLE OF IMAGES FOR VIRTUAL 3D RECONSTRUCTION OF NO LONGER EXTANT HISTORIC OBJECTS. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II-5/W1, 197–202. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-197-2013>
- Naheed, S., & Shooshtarian, S. (2022). The Role of Cultural Heritage in Promoting Urban Sustainability: A Brief Review. *Land*, 11(9), 1508. <https://doi.org/10.3390/land11091508>
- Newton, C. T. (1865). *Travels and Discoveries in the Levant: Vol. I*.  
[https://www.levantineheritage.com/pdf/C.T.Newton-Travels\\_and\\_Discoveries\\_in\\_the\\_Levant.pdf](https://www.levantineheritage.com/pdf/C.T.Newton-Travels_and_Discoveries_in_the_Levant.pdf)
- Nikonova, A. A., & Biryukova, M. V. (2017). The Role of Digital Technologies in the Preservation of Cultural Heritage. *Muzeológia a Kultúrne Dedičstvo*, 5(1), 169–173.

- Nishanbaev, I. (2020). A web repository for geo-located 3D digital cultural heritage models. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 16, e00139. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2020.e00139>
- Nosov, K. (2010). *The Fortress of Rhodes, 1309-1522* (B. Delf, Ed.). Osprey Pub.
- Old Town Rhodes. (2022). *The Fortifications of Rhodes: How Medieval Knights Built One of the Greatest Defensive Wonder*. <https://oldtown-rhodes.com/fortifications-of-rhodes/>
- Oruç, P. (2022). Rethinking Who 'Keeps' Heritage: 3D Technology, Repatriation and Copyright. *GRUR International*, ikac096. <https://doi.org/10.1093/grurint/ikac096>
- Owen, J. M. (2007). Preserving the digital heritage: Roles and responsibilities for heritage repositories. *Preserving the Digital Heritage: Principles and Policies*, 45–49.
- Papagiannakis, G., Singh, G., & Magnenat-Thalmann, N. (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/cav.221>
- Patel, M., Walczak, K., Giorgini, F., & White, M. (2004). A Cultural Heritage Repository as Source for Learning Materials. *VAST 2004: The 5th International Symposium on Virtual Reality*, 10 pages. <https://doi.org/10.2312/VAST/VAST04/213-222>
- Pietroni, E., & Ferdani, D. (2021). Virtual Restoration and Virtual Reconstruction in Cultural Heritage: Terminology, Methodologies, Visual Representation Techniques and Cognitive Models. *Information*, 12(4), 167. <https://doi.org/10.3390/info12040167>
- Portalés, C., Rodrigues, J., Rodrigues Gonçalves, A., Alba, E., & Sebastián, J. (2018). Digital Cultural Heritage. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(3), 58. <https://doi.org/10.3390/mti2030058>
- Publications Office of the European Union. (2019). *Copyright and related rights in the Digital Single Market. Summary of: Directive (EU) 2019/790*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:4393033>

- Pujol, L., & Champion, E. (2012). Evaluating presence in cultural heritage projects. *International Journal of Heritage Studies*, 18(1), 83–102. <https://doi.org/10.1080/13527258.2011.577796>
- Pujol-Tost, L. (2007). Does Virtual Archaeology Exist? *Layers of Perception*, 10, 7.
- Rab, Á. (2007). *Digital culture – Digitalised culture and culture created on a digital platform*. 24.
- Rahaman, H., & Champion, E. (2019a). *The Scholarly Rewards and Tragic Irony of 3D Models in Virtual Heritage Discourse*. 695–704. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2019.2.695>
- Rahaman, H., & Champion, E. (2019b). To 3D or Not 3D: Choosing a Photogrammetry Workflow for Cultural Heritage Groups. *Heritage*, 2(3), 1835–1851. <https://doi.org/10.3390/heritage2030112>
- Rahaman, H., & Kiang, T. B. (2017). Digital Heritage Interpretation: Learning from the Realm of Real-World. *Journal of Interpretation Research*, 22(2), 53–64. <https://doi.org/10.1177/109258721702200205>
- Rao, S., & Divakaran, S. (2018). *Mixed Reality: The future of businesses*. <https://www.forbesindia.com/blog/technology/mixed-reality-the-future-of-businesses/>
- Reilly, P. (1990). Towards a virtual archaeology. *Computer Applications in Archaeology*, 133–139.
- Reilly, P., Todd, S., & Walter, A. (2016). Rediscovering and modernising the digital Old Minster of Winchester. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 3(2), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2016.04.001>
- Remondino, F., & Rizzi, A. (2010). Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites—Techniques, problems, and examples. *Applied Geomatics*, 2(3), 85–100. <https://doi.org/10.1007/s12518-010-0025-x>
- Reunanen, M., Díaz, L., & Horttana, T. (2015). A Holistic User-Centered Approach to Immersive Digital Cultural Heritage Installations: Case Vrouw Maria. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 7(4), 1–16. <https://doi.org/10.1145/2637485>

- Rhodes Island Travel Guide. (2003, 2022). *Τουριστικός Οδηγός: Ιστορική επισκόπηση της Ρόδου*.  
[https://www.rhodesguide.com/el/travelguide/rhodes\\_history.php](https://www.rhodesguide.com/el/travelguide/rhodes_history.php)
- Robertson-von Trotha, C., & Hauser, R. (2010). UNESCO and digitalized heritage: New heritage–new challenges. *World Heritage and Cultural Diversity*, 69.
- Roussou, M. (2000). *VIRTUAL HERITAGE: FROM THE RESEARCH LAB TO THE BROAD PUBLIC*. 9.
- Sanders, D. H. (2014). Virtual Heritage: Researching and Visualizing the Past in 3D. *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology & Heritage Studies*, 2(1), 30.  
<https://doi.org/10.5325/jeasmedarcherstu.2.1.0030>
- Silberman, N. (2006). The ICOMOS–Ename Charter Initiative: Rethinking the Role of Heritage Interpretation in the 21st Century. *The George Wright Forum*, 23(1), 6.
- Smith, M., Walford, N. S., & Jimenez-Bescos, C. (2019). Using 3D modelling and game engine technologies for interactive exploration of cultural heritage: An evaluation of four game engines in relation to roman archaeological heritage. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 14, e00113. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00113>
- Spiteri, S. C. (2007). The Art of Fortress Building • Hospitaller Malta. *Baroque Routes Newsletter*, No.07, 3–6. University of Malta. International Institute for Baroque Studies.
- Statham, N. (2019). Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of heritage. *Virtual Archaeology Review*, 10(20), 1. <https://doi.org/10.4995/var.2019.9715>
- Stone, R., & Ojika, T. (2000). Virtual heritage: What next? *IEEE Multimedia*, 7(2), 73–74.  
<https://doi.org/10.1109/93.848434>
- Sussmann, S., & Vanhegan, H. (2000). Virtual Reality and the Tourism Product Substitution or Complement? *ECIS 2000 Proceedings*, 8.
- Sydney, L. (2022). *The Key Role of VR in Preserving Cultural Heritage*. <https://amt-lab.org/blog/2022/4/motivating-usages-of-virtual-reality-in-cultural-heritage>
- Thurley, S. (2005). *Into the future: English Heritage The first 21 years*. 49, 26–27.

- Tost, L. P., & Economou, M. (2009). Worth a Thousand Words? The Usefulness of Immersive Virtual Reality for Learning in Cultural Heritage Settings. *International Journal of Architectural Computing*, 7(1), 157–176. <https://doi.org/10.1260/147807709788549367>
- Trafford, A. D., Tassie, G. J., Wetering, J. van, & Daly, O. E. (Eds.). (2018). Egyptian Intangible Heritage between Preservation Management and Sustainable Development Pattern: Analysis of the Popular Craft of Manufacturing Mats. In *A River Runs through It: Studies in Honour of Prof. Fekri A. Hassan* (Vol. 1, pp. 226–242). Golden House Publications. <http://openarchive.icomos.org/id/eprint/2162/>
- Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management*, 66, 140–154. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003>
- UNESCO. (1972). *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*. <http://whc.unesco.org/en/conventiontext>
- UNESCO. (2003). *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/charter-preservation-digital-heritage>
- UNESCO. (2021). *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention* (WHC.21/01). <http://whc.unesco.org/en/guidelines>
- UNESCO. (2022a). *List of World Heritage in Danger*. <https://whc.unesco.org/en/158/>
- UNESCO. (2022b). *World Heritage List*. <https://whc.unesco.org/en/list/>
- UNESCO, & ICCROM, ICOMOS, IUCN. (2013). Resource Manual: Managing Cultural World Heritage. In *Managing Cultural World Heritage* (p. 15). <https://whc.unesco.org/en/managing-cultural-world-heritage/>
- Valle Abad, P., Fernández Fernández, A., & Rodríguez Nóvoa, A. A. (2022). Lost archaeological heritage: Virtual reconstruction of the medieval castle of San Salvador de Todea. *Virtual Archaeology Review*, 13(26), 22–44. <https://doi.org/10.4995/var.2022.16178>
- Verdiani, G. (2015). *Reading the project and “reverse design”*: 15.

- von Schorlemer, S. (2020). 2020 UNESCO and the Challenge of Preserving the Digital Cultural Heritage. *Santander Art and Culture Law Review*, 2 (6), 33–64. <https://doi.org/10.4467/2450050XSNR.20.010.13013>
- Wang, X., Lasaponara, R., Luo, L., Chen, F., Wan, H., Yang, R., & Zhen, J. (2020). Digital Heritage. In H. Guo, M. F. Goodchild, & A. Annoni (Eds.), *Manual of Digital Earth* (pp. 565–591). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3_17)
- Ware, C., Arthur, K., & Booth, K. S. (1993). Fish tank virtual reality. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '93*, 37–42. <https://doi.org/10.1145/169059.169066>
- Wienberg, J. (2021). Heritage in the present. In *Heritopia: World Heritage and modernity*. Lund University Press. <https://doi.org/10.7765/9789198469943>
- Wijesuriya, G., Thompson, J., & Young, C. (2013). *Managing cultural world heritage* (UNESCO, ICCROM, ICOMOS, IUCN). Unesco World Heritage Centre.
- Zhao, Q. (2009). A survey on virtual reality. *Science in China Series F: Information Sciences*, 52(3), 348–400. <https://doi.org/10.1007/s11432-009-0066-0>
- Zheng, J. M., Chan, K. W., & Gibson, I. (1998). Virtual reality. *IEEE Potentials*, 17(2), 20–23. <https://doi.org/10.1109/45.666641>
- Βερολούση Κασέρη. (2017). Τρισδιάστατη απεικόνιση των μνημείων ως μέσο μελετητικής προσέγγισης του ιστορικού τοπίου. *Αποκατάσταση-Ανάδειξη Των Οχυρωματικών Μνημείων Των Μόλων Του Μεσαιωνικού Λιμανιού*, 126–134.
- Δήμος Ρόδου. (2016a). *Ιστορικά στοιχεία Πόλης Ρόδου*. <https://www.rhodes.gr/i-poli-mas/istorika-stichia/>
- Δήμος Ρόδου. (2016b). *Ρόδος, Τουριστικός Οδηγός, Μνημεία*. <https://www.rhodes.gr/touristikos-odigos/mnimia/>
- Καρανάσος, Κ. (2009). *Η πολιτική για τον σχεδιασμό του χώρου και την διαχείριση των μνημείων στην πόλη της Ρόδου κατά την ιταλική κατοχή 1912-1947* [Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών]. <https://doi.org/10.12681/eadd/17761>



- Κόλλιας, Η. Ε. (1999). Μάστορες, πρωτομάστορες και μηχανικοί των μεσαιωνικών οχυρώσεων της Ρόδου. *Δελτίον Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας*, 38, 149. <https://doi.org/10.12681/dchae.1203>
- Μαμαλούκος, Σ., & Καμπόλη-Μαμαλούκου, Α. (2001). Τεκμηρίωση σύνθετων μνημειακών συγκροτημάτων. Το παράδειγμα της περιοχής της βορειοανατολικής γωνίας των οχυρώσεων και του μόλου Naillac στη μεσαιωνική πόλη της Ρόδου. *Πρακτικά Διεθνούς Επιστημονικού Συνεδρίου 15 Χρόνια Έργων Αποκατάστασης Στη Μεσαιωνική Πόλη Της Ρόδου (2007)*, 111–114.
- Μανούσου-Ντέλλα, Α. (2014). *Η πόλη της Ρόδου κατά τους μεσαιωνικούς χρόνους: ο μετασχηματισμός των οχυρώσεων από την ύστερη αρχαιότητα έως την ιπποτική οχυρωμένη πόλη (7ος αι.-1480)* [PhD, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών]. <https://doi.org/10.12681/eadd/37788>
- Μανούσου-Ντέλλα, Κ. (2011). Οι θαλάσσιες οχυρώσεις και τα λιμάνια της πόλης της Ρόδου. *Δελτίον Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας*, 48, 67. <https://doi.org/10.12681/dchae.637>
- Μανούσου-Ντέλλα, Κ. (2015). Η Βυζαντινή Οχύρωση της Πόλης της Ρόδου. *35ο Ετήσιο Συμπόσιο Βυζαντινής & Μεταβυζαντινής Αρχαιολογίας & Τέχνης, Αθήνα 23-26 Απριλίου, 2015*, 35, σ.66. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/chae/issue/archive>
- Μανούσου-Ντέλλα, Κ. (2002). Μορφολογικά στοιχεία των μεσαιωνικών πυλών της πόλης της Ρόδου. *ΓΛΥΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΛΙΘΟΞΟΪΚΗ ΣΤΗ ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΑΝΑΤΟΛΗ (13ος - 17ος ΑΙΩΝΑΣ)*, 218–243.
- Μανούσου-Ντέλλα, Κ. (2010). Το Πολιτισμικό Τοπίο και τα Χαμένα Μνημεία της Πόλης της Ρόδου. *Δωδεκανησιακά Χρονικά - Εκδότης: Στέγη Γραμμάτων Και Τεχνών Δωδεκανήσου*, ΚΔ', 582–613.
- Μανούσου-Ντέλλα, Κ. (2012). Αποκατάσταση—Ανάδειξη του Φρουρίου του Αγίου Νικολάου των Μεσαιωνικών Οχυρώσεων της Πόλης της Ρόδου. *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Αναστηλώσεων*, 38.

- Μέγγου, Β. (Ed.). (2021). *Ψηφιακή Πολιτιστική Κληρονομιά και Πνευματική Ιδιοκτησία*.  
<https://ejournals.lib.auth.gr/infolawj/article/download/8451/8122>
- Παραμυθιώτης, Γ. (2020). *Πρόσφατες εξελίξεις στο δίκαιο πνευματικής ιδιοκτησίας* (Ερευνητικά Κείμενα ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ 20/2020, p. 116). ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ.
- Ποζιόπουλος, Δ. (1984). Η μεταβατική μορφή των μεσαιωνικών οχυρώσεων της Ρόδου προς αντιμετώπιση των πυροβόλων όπλων. *Αναστήλωση - Συντήρηση - Προστασία Μνημείων & Συνόλων, τ. Α', 177–200*.
- ΥΠΠΟΤ. (2002). *Αιτιολογική Έκθεση για το Σχέδιο νόμου για τη προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς*.
- Φωκίδης, Ε. & Τσολακίδης, Κώστας. (2004). *Η εικονική πραγματικότητα στην εκπαίδευση: Οι δυνατότητες του μέσου*. 136, 114–126.
- Χούσος, Ν., Σταμάτης, Κ., & Κουλούρης, Α. (2010, November). Επιτυχημένα παραδείγματα διαλειτουργικότητας σε ελληνικά αποθετήρια και σχετικά τεχνολογικά εργαλεία. 19ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών «Επιστημονικές Κοινότητες Και Βιβλιοθήκες Στον Κόσμο Της Κοινωνικής Δικτύωσης Και Συνέργειας», Αθήνα, Πάντειο Πανεπιστήμιο, 3-5 Νοεμβρίου 2010. <https://hdl.handle.net/10442/8592>