



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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά Cultural Products and Activities on Cruise Ships: A Case Study of Piraeus Municipality
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Βασιλική Μαΐδου
Πατρώνυμο	Ευστάθιος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ18021
Επιβλέπων	Δημήτριος Βέργαδος, Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **Δεκέμβριος 2025**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δημήτριος Βέργαδος
Καθηγητής

Δρ. Σκόνδρας Εμμανουήλ
Διδάσκων ΠΜΣ

Δρ Κωνσταντίνα Σιούντρη
Διδάσκουσα ΠΜΣ

Η παρούσα εργασία, καθώς και η επεξεργασία των ψηφιακών δεδομένων που περιλαμβάνονται σε αυτήν, αποτελούν προϊόν προσωπικής μελέτης της γράφουσας, στην οποία ανήκει και η πνευματική τους ιδιοκτησία.

Οι φωτογραφίες και τα τρισδιάστατα μοντέλα των αρχαιολογικών εκθεμάτων ανήκουν στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου (Υπουργείο Πολιτισμού / ΟΔΑΠ), σύμφωνα με τον Ν. 3028/2002. Η σάρωση και η χρήση τους πραγματοποιήθηκε αποκλειστικά για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, κατόπιν της υπ' αριθμ. Α.Π 2342277 άδειας της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων (βλ. Παράρτημα).

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς την Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων για την έκδοση της άδειας που επέτρεψε την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σάρωσης και την επιστημονική αξιοποίηση του ψηφιακού υλικού στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στο επιστημονικό και φυλακτικό προσωπικό του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά για την άψογη συνεργασία. Ευχαριστώ θερμά την αρχαιολόγο, κα. Μ. Καπετανοπούλου, και την Προϊσταμένη του Τμήματος Συντήρησης, κα. Αικ. Παναγωπούλου, για την πολύτιμη βοήθεια, τη διευκόλυνση της διαδικασίας σάρωσης και τη συνολική τους υποστήριξη κατά την επιτόπια εργασία.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δημήτριο Βέργαδο, για την εμπιστοσύνη, την επιστημονική καθοδήγηση και τις παρατηρήσεις του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου που με στήριξαν ηθικά και πρακτικά καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη	11
Abstract	12
Εισαγωγή.....	13
Κεφάλαιο 1 Η Ιστορική Εξέλιξη του Ταξιδιού και η Διαμόρφωση του Σύγχρονου Τουρισμού	14
1.1 Το ταξίδι στον αρχαίο κόσμο	14
1.2 Το ταξίδι πριν το πρώτο ταξιδιωτικό γραφείο.....	15
1.3 Ο τουρισμός και ο εκδημοκρατισμός του	15
1.4 Τυπολογία και μορφές τουρισμού	15
1.5 Σύγχρονες τάσεις και εξατομικευμένες τουριστικές εμπειρίες	16
Κεφάλαιο 2 Η βιομηχανία της κρουαζιέρας	17
2.1 Ιστορική εξέλιξη της κρουαζιέρας	17
2.2 Σύγχρονες παγκόσμιες τάσεις και οικονομικές διαστάσεις	18
2.3 Γεωγραφική κατανομή και αγορές.....	19
2.4 Σύγχρονες τάσεις και μελλοντικές προοπτικές.....	19
2.5 Η εξέλιξη της κρουαζιέρας και η διαμόρφωση της ελληνικής αγοράς	20
2.5.1 Σύγχρονη εικόνα της ελληνικής αγοράς κρουαζιέρας	21
2.6 Ο Πειραιάς ως κόμβος κρουαζιέρας: υποδομές, ροές και προοπτικές	22
Κεφάλαιο 3 Πολιτισμός, Ψηφιακές Εμπειρίες Τουρισμού (Smart Tourism) και Παιγνιώδεις Προσεγγίσεις (Gamification & City-Games) στον Πειραιά.....	24
3.1 Η πόλη του Πειραιά: ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα.....	24
3.2 Το παιχνίδι ως πολιτιστικό φαινόμενο – Homo Ludens	24
3.3 Από το επιτραπέζιο στο ψηφιακό παιχνίδι	25
3.4 Φτάνοντας στην εποχή της παιχνιδοποίησης (Gamification).....	26
3.4.1 Οι ψηφιακοί παίκτες και η εξέλιξη της αγοράς των παιχνιδιών – επιδράσεις στην πολιτιστική εμπειρία	27
3.5 Ψηφιακός τουρισμός, κινητές συσκευές και σύγχρονες τουριστικές εμπειρίες	28
Κεφάλαιο 4 Ψηφιακή Τεκμηρίωση και Πολιτιστική Κληρονομιά	29
4.1 Ο ρόλος και η εξέλιξη του μουσείου	29
4.2 Μουσεία στη σύγχρονη εποχή: από τη διατήρηση στη συμμετοχή	30
4.3 Ψηφιακός μετασχηματισμός και πολιτιστική κληρονομιά	31
4.4 Από την ψηφιοποίηση στην τρισδιάστατη τεκμηρίωση	33
Κεφάλαιο 5 Νομοθετικό και οικονομικό πλαίσιο της πολιτιστικής παραγωγής και των αντιγράφων στην Ελλάδα.....	33
5.1 Ο ΟΔΑΠ και η παραγωγή αντιγράφων και αναμνηστικών	34
5.2 Πολιτιστικά προϊόντα και αναμνηστικά: η σημασία τους στη μουσειακή εμπειρία	35
5.3 Πολιτιστικοί και Δημιουργικοί Τομείς: θεσμικό πλαίσιο και σύγχρονες τάσεις	35
Κεφάλαιο 6 Πλαίσιο Μελέτης: Το Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά και τα Εκθέματα που Ψηφιοποιήθηκαν	36

6.1 Ιστορική εξέλιξη και φυσιογνωμία του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά	36
6.2 Τα Χάλκινα Αγάλματα του Πειραιά	37
6.2.1 Χάλκινο άγαλμα Απόλλωνα.....	38
6.2.2 Χάλκινο άγαλμα Αρτέμιδος ή Μεγάλη Άρτεμις	38
6.2.3 Χάλκινο άγαλμα Αρτέμιδος ή Μικρή Άρτεμις.....	38
6.3 Οι Επιτύμβιες Στήλες της Συλλογής	39
6.3.1 Η Στήλη της Νικησώς	39
6.3.2 Η Στήλη του Χαιρεδήμου και του Λυκαία.....	39
6.3.3 Η Στήλη του Ηθοποιού με τη Μάσκα.....	40
6.4 Κριτήρια Επιλογής και Πλαίσιο Ψηφιοποίησης των Εκθεμάτων	40
Κεφάλαιο 7 Μεθοδολογία	41
7.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση	41
7.2 Δομή και Στόχοι της Εργασίας.....	41
7.3 Πηγές και Μέσα Συλλογής Δεδομένων	42
7.4 Περιορισμοί και Δεοντολογικές Παράμετροι της Εργασίας.....	42
7.5 Συνολική Μεθοδολογική Ροή.....	42
Κεφάλαιο 8 Εφαρμοσμένη Μεθοδολογία Τρισδιάστατης Σάρωσης και Εκτύπωσης	43
8.1 Ροή Εργασίας 3D Σάρωσης και Χαρακτηριστικά Συστημάτων Artec.....	44
8.2 Διαδικασία Σάρωσης των Εκθεμάτων	45
8.3 Επεξεργασία Δεδομένων Σάρωσης	46
8.4 Πειραματικές Εκτυπώσεις και Έλεγχος Εκτύπωσης των Μοντέλων.....	49
8.5 Τρισδιάστατη Εκτύπωση των Ψηφιακών Μοντέλων	50
Κεφάλαιο 9 Μεθοδολογία Εννοιολογικού Σχεδιασμού Διαδραστικής Εμπειρίας Πόλης με Στοιχεία Παιχνιδιού (City - Game)	53
9.1 Στόχος και Εννοιολογικό Πλαίσιο του City - Game (Conceptual Design)	53
9.2 Αρχές Σχεδιασμού και Ροή Χρήστη (UX Flow)	54
9.3 Σχεδιαστική Λογική Διεπαφής και Προσβασιμότητα (UI & Inclusion).....	54
9.4 Εννοιολογική Αρχιτεκτονική (Conceptual Architecture)	55
9.5 Συνοπτική Αποτίμηση Κεφαλαίου	55
Κεφάλαιο 10: Αποτελέσματα και Αξιολόγηση.....	55
10.1 Τεχνικά Αποτελέσματα και Proof of Concept	55
10.2 Ποιοτική Αξιολόγηση και Προτοτυποποίηση (Prototyping)	55
10.3 Αποτίμηση Εννοιολογικού Σχεδιασμού (Conceptual Design)	56
10.4 Μετασχηματισμός της Πολιτιστικής Εμπειρίας	56
10.5 Συνολική Αποτίμηση Μεθοδολογίας.....	56
Κεφάλαιο 11 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα και Συμπεράσματα	56
11.1 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	56
11.2 Συμπεράσματα	57
Παράρτημα I: Γλωσσάρι Ορολογίας	58
Παράρτημα II: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σαρωτών Artec Spider και Leo	60

Παράρτημα III: Καταγραφή Διαδικασίας Σάρωσης και Τεχνικών Προκλήσεων	61
Παράρτημα IV: Δεδομένα Σάρωσης και Επεξεργασίας	62
Παράρτημα V: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστημάτων Προσθετικής Κατασκευής	63
Παράρτημα VI: Φωτορεαλιστικές Απεικονίσεις Ψηφιακών Αντιγράφων	64
Παράρτημα VII: Άδειες Υπουργείου Πολιτισμού	67
Βιβλιογραφία	70

Εικόνα 1: Charles K. Wilkinson, <i>Journey to Abydos, Tomb of Paury</i> (περ. 1390–1352 π.Χ.). Tempera σε χαρτί. The Metropolitan Museum of Art, New York, Rogers Fund, 1930. Πηγή: www.metmuseum.org .	14
Εικόνα 2: "Bikini Girls", Villa Romana del Casale, Σικελία (4ος αι. μ.Χ.). Πηγή: Wikimedia Commons. Φωτογραφία: Ragazzo di strada (CC BY-SA 3.0).	14
Εικόνα 3: Carl Spitzweg, <i>Engländer in der Campagna</i> (περ. 1845). Alte Nationalgalerie, Βερολίνο. Πηγή: Wikimedia Commons. Φωτογραφία: Anagoria (CC BY 3.0).	15
Εικόνα 4: Οικογένειες που προετοιμάζονται για διακοπές στο Tallahassee της Florida (1962). Πηγή: State Library and Archives of Florida / Wikimedia Commons. (Public Domain).	16
Εικόνα 5: Κόστα Μπράβα 1980. Πηγή: Central Press/Stringer via Getty Images (μέσω loveexploring.com).	16
Εικόνα 6: Τουρισμός εμπειρίας και παρατήρησης άγριας ζωής (Whale Watching). Πηγή: whalewatchingsydney.com.au .	17
Εικόνα 7: Η φυλή των Yakei. Πηγή: catalystplanet.com . Φωτογραφία: Prashant Ashoka.	17
Εικόνα 8: Εισιτήριο επιβάτη (Passage Ticket) της ναυτιλιακής γραμμής Black Ball Line (1859). Παρουσιάζεται η οργάνωση των υπερατλαντικών ταξιδιών κατά τον 19ο αιώνα. Πηγή: Gjenwick-Gjøvik Archives (ggarchives.com).	18
Εικόνα 9: Η Μεγάλη Σκάλα (Grand Staircase) του υπερωκεάνιου SS Paris (1921). Η εσωτερική διακόσμηση αντανακλά την πολυτέλεια των θαλάσσιων ταξιδιών κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου. Πηγή: Wikimedia Commons (Public Domain)	18
Εικόνα 10: Στατιστικά στοιχεία κρουαζιέρας για το 2024. Παρουσιάζονται οι δέκα δημοφιλέστεροι προορισμοί παγκοσμίως, με την Καραϊβική και τη Μεσόγειο να κατέχουν τα μεγαλύτερα μερίδια αγοράς. Πηγή: Cruise Lines International Association (CLIA), 2025.	19
Εικόνα 11: Προσομοιωτή ελεύθερης πτώσης σε κρουαζιερόπλοιο της Royal Caribbean. Πηγή: cruisepassenger.com.au / Royal Caribbean.	20
Εικόνα 12: Το "Icon of the Seas" της Royal Caribbean, το μεγαλύτερο κρουαζιερόπλοιο στον κόσμο. Το μέγεθος και οι παροχές του πλοίου αντανακλούν τη στροφή προς τον μαζικό τουρισμό εμπειρίας. Πηγή: forbes.com / Royal Caribbean.	20
Εικόνα 13: Το Λιοντάρι του Πειραιά. Το κεντρικό τοπόσημο του λιμένα και πηγή έμπνευσης της εφαρμογής "The Sleeping Lion". Πηγή: nourou.gr .	23
Εικόνα 14: Η χρήση των έξυπνων συσκευών (smartphones) ως κύριο μέσο καταγραφής της τουριστικής εμπειρίας. (Φωτογραφία της γράφουσας).	23
Εικόνα 15: Το παιχνίδι "Tennis for Two" (1958) σε παλμογράφο (oscilloscope). Αποτελεί ένα από τα πρώτα παραδείγματα ηλεκτρονικής ψυχαγωγίας και προάγγελο της σύγχρονης βιομηχανίας των βιντεοπαιχνιδιών. Πηγή: Brookhaven National Laboratory (bnl.gov).	26
Εικόνα 16: Το παιχνίδι "Pokémon GO" (Niantic, 2016). Αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα παιχνιδιού τοποθεσίας (Location-based Game) με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), το οποίο μετέτρεψε τον δημόσιο χώρο σε πεδίο ψηφιακής διάδρασης. Πηγή: nytimes.com / Niantic.	26
Εικόνα 17: Το "Δωμάτιο των Θαυμάτων" (Wunderkammer) του Ferrante Imperato, Νάπολη (1599). Αποτελεί έναν από τους πρώτους καταγεγραμμένους χώρους έκθεσης φυσικών και αρχαιολογικών ευρημάτων, προαναγγέλλοντας τη γέννηση του σύγχρονου μουσείου. Πηγή: Dell'Historia Naturale / Wikipedia.	30
Εικόνα 18: <i>Sleeping in the Rijksmuseum</i> , 2017. Η μετάβαση στο «Βιωματικό Μουσείο». Η δράση στο Rijksmuseum ανατρέπει το παραδοσιακό μοντέλο της παθητικής θέασης, μετατρέποντας τον μουσειακό χώρο σε πεδίο προσωπικής εμπειρίας και διανυκτέρευσης. Πηγή: bbc.com .	30
Εικόνα 19: Χρήση 3D σάρωσης και εκτύπωσης για την αποκατάσταση δυο αγαλμάτων από την Παλμύρα. Ρώμη, 2017. Πηγή: archaeology.wiki .	32
Εικόνα 20: CultLab3D : αυτοματοποιημένη διαδικασία ψηφιοποίησης πολιτιστικής κληρονομιάς. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη μαζική και ακριβή ψηφιοποίηση μουσειακών εκθεμάτων. Πηγή: European Heritage Awards / Fraunhofer IGD.	32
Εικόνα 21: Τα χάλκινα αγάλματα του Πειραιά (Μικρή Άρτεμις, άγαλμα Απόλλωνα, Μεγάλη Άρτεμις). © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. Φωτογραφική επεξεργασία της γράφουσας.	37

Εικόνα 22: Εικόνα 22: Επιλεγμένα λίθινα εκθέματα από τη συλλογή του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά. Νικήσω, ο Ηθοποιός με τη μάσκα, Χαϊρέδημος και Λυκαίας. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. Φωτογραφική επεξεργασία της γράφουσας.	39
Εικόνα 23: Στιγμιότυπα από την επιτόπια τρισδιάστατη σάρωση των εκθεμάτων με τη χρήση των σαρωτών Artec Leo και Spider. (Φωτογραφίες της γράφουσας) . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	46
Εικόνα 24: Το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού Artec Studio 18 Professional κατά τη διαδικασία καθαρισμού του ψηφιακού μοντέλου. Διακρίνεται η χρήση του εργαλείου "Eraser" (Lasso selection) για την αφαίρεση του ψηφιακού θορύβου και των πλεοναζόντων δεδομένων. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	47
Εικόνα 25: Διαδικασία ευθυγράμμισης (Align) πολλαπλών σαρώσεων στο Artec Studio. Τα επιμέρους τμήματα του ψηφιακού μοντέλου ενώονται για τη δημιουργία της τελικής γεωμετρίας του αντικειμένου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	47
Εικόνα 26: Διαδικασία εφαρμογής υφής (Texture mapping) στο Artec Studio. Το λογισμικό συνδυάζει τις πληροφορίες χρώματος από τις επιμέρους λήψεις για την παραγωγή ενός φωτορεαλιστικού τρισδιάστατου μοντέλου υψηλής πιστότητας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	47
Εικόνα 27: Στάδια ψηφιακής επεξεργασίας (post-processing) στο λογισμικό Artec Studio. Από αριστερά προς τα δεξιά: α) Ακατέργαστα δεδομένα σάρωσης (raw scans), β) Ευθυγράμμιση και νέφος σημείων (point cloud), γ) Πολυγωνικό πλέγμα υψηλής ανάλυσης (high-poly mesh), δ) Τελικό μοντέλο με φωτορεαλιστική υφή (texture model). Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	48
Εικόνα 28: Διαδικασία μείωσης πολυγωνικού πλέγματος (Reduce) στο Meshmixer. Η βελτιστοποίηση είναι απαραίτητη για την ομαλή εισαγωγή του μοντέλου στον 3D εκτυπωτή και την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Πηγή: Ιδία επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	49
Εικόνα 29: Χρήση του εργαλείου "Plane Cut" στο Meshmixer για τη δημιουργία επίπεδης βάσης, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα του μοντέλου κατά την 3D εκτύπωση. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	49
Εικόνα 30: Πρώτη δοκιμαστική εκτύπωση για τον έλεγχο της ορθότητας του πλέγματος (watertight mesh) και την επαλήθευση της δυνατότητας τρισδιάστατης παραγωγής του. (Φωτογραφία της γράφουσας). © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	50
Εικόνα 31: Τελικό στάδιο προετοιμασίας στο λογισμικό FlashPrint 5. Έλεγχος παραμέτρων εκτύπωσης του μοντέλου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ	51
Εικόνα 32: Στιγμιότυπα κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης στον εκτυπωτή Flashforge. Πηγή: Φωτογραφία της γράφουσας. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	51
Εικόνα 33: Τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντίγραφα των λίθινων επιτύμβιων στηλών. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. (Εκτύπωση και Φωτογράφιση: της γράφουσας).	52
Εικόνα 34: Τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντίγραφα. Παρουσιάζονται λεπτομέρειες των χάλκινων αγαλμάτων (κεφαλή Μικρής Άρτεμις, πόδια Απόλλωνα, χέρι Μεγάλης Άρτεμις) σε διαφορετικές κλίμακες εκτύπωσης. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. (Εκτύπωση και Φωτογράφιση: της γράφουσας).	52
Εικόνα 35: Εννοιολογικός σχεδιασμός (Conceptual UI) της εφαρμογής "The Sleeping Lion". Από αριστερά προς τα δεξιά: Οθόνη υποδοχής, Διαδραστικός χάρτης περιήγησης και Οθόνη συλλογής ψηφιακών εκθεμάτων (Souvenirs). Πηγή: Ιδία σχεδίαση.	54
Εικόνα 36: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος της Μεγάλης Αρτέμιδος. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	64
Εικόνα 37: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος της Μικρής Αρτέμιδος. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	64
Εικόνα 38: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος Κούρου-Απόλλωνα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	65
Εικόνα 39: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης του Ηθοποιού με τη μάσκα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	65
Εικόνα 40: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης της Νικήσω. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.	66

Εικόνα 41: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης Χαιρέδημου και Λυκέα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.

66

Πίνακας 1: Στατιστικά στοιχεία κίνησης επιβατών κρουαζιέρας στους κυριότερους ελληνικούς λιμένες για το έτος 2023. Πηγή: Ένωση Λιμένων Ελλάδος (ΕΛΙΜΕ), 2024.	22
Πίνακας 2: Μεθοδολογική προσέγγιση και κριτήρια επιλογής εξοπλισμού ανάλογα με τις απαιτήσεις ψηφιοποίησης των μουσειακών αντικειμένων.	45
Πίνακας 3: Τεχνικά Δεδομένα Εκτύπωσης Εκθεμάτων	52
Πίνακας 4: Πίνακας Ορολογίας	58
Πίνακας 5: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σαρωτών	60
Πίνακας 6: Καταγραφή διαδικασίας σάρωσης και τεχνικών προκλήσεων	61
Πίνακας 7: Δεδομένα σάρωσης και επεξεργασίας	62
Πίνακας 8: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων προσθετικής κατασκευής	63

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες τρισδιάστατης ψηφιοποίησης και εκτύπωσης μπορούν να συνδυαστούν με ένα παιχνίδι πόλης σχεδιασμένο για κινητές συσκευές, με στόχο την ενίσχυση της πολιτιστικής εμπειρίας των επισκεπτών κρουαζιέρας στον Πειραιά. Στο πλαίσιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε η τρισδιάστατη σάρωση έξι αρχαιολογικών εκθεμάτων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά, με χρήση των σαρωτών Artec Leo και Artec Spider. Η επεξεργασία των δεδομένων στο Artec Studio και στο Meshmixer οδήγησε στην παραγωγή γεωμετρικά αξιόπιστων ψηφιακών μοντέλων, κατάλληλων για τεκμηρίωση και τρισδιάστατη εκτύπωση.

Παράλληλα, σχεδιάστηκε σε επίπεδο προτυποποίησης μια εφαρμογή τύπου city-game για κινητά τηλέφωνα, με σκοπό να ενθαρρύνει τους επιβάτες κρουαζιέρας να εξερευνήσουν τον Πειραιά κατά τη διάρκεια της σύντομης παραμονής τους. Η εφαρμογή συνδέει σημεία της πόλης με ψηφιακό περιεχόμενο, ενσωματώνει στοιχεία παιγνιοποίησης και ολοκληρώνει την εμπειρία με τη δυνατότητα δημιουργίας και απόκτησης ενός προσωποποιημένου αναμνηστικού.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο συνδυασμός ψηφιακής τεκμηρίωσης, διαδραστικών εφαρμογών και τρισδιάστατων εκτυπωμένων αναμνηστικών μπορεί να υποστηρίξει ένα συνεκτικό μοντέλο πολιτιστικής εμπειρίας, ενισχύοντας τη σύνδεση των επισκεπτών με τον Πειραιά και αναδεικνύοντας τον ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών στον τουρισμό κρουαζιέρας.

Λέξεις κλειδιά: τρισδιάστατη ψηφιοποίηση, τρισδιάστατη εκτύπωση, ψηφιακά μοντέλα, παιγνιοποίηση, city-game, τουρισμός κρουαζιέρας, Πειραιάς, πολιτιστική κληρονομιά, 3D αναμνηστικό, πολιτιστικές εμπειρίες.

Abstract

This postgraduate dissertation explores how 3D digitization and 3D printing technologies can be combined with a mobile city-game in order to enhance the cultural experience of cruise visitors in Piraeus. The research involved the 3D scanning of six archaeological exhibits from the Archaeological Museum of Piraeus using Artec Leo and Artec Spider scanners. The dataset was processed in Artec Studio and Meshmixer, resulting in geometrically reliable digital models suitable for documentation and 3D printing.

In parallel, a prototype-level mobile city-game application was designed to encourage cruise passengers to explore Piraeus during their short stay. The application links selected points of interest in the city with digital content, integrates playful interaction elements, and concludes the experience with the option to create and obtain a personalized 3D-printed souvenir.

The findings indicate that the combination of digital documentation, interactive mobile applications, and 3D-printed souvenirs can support a coherent cultural experience model, strengthening visitors' engagement with Piraeus and highlighting the role of digital technologies in cruise tourism.

Keywords: 3D digitization, 3D printing, digital models, gamification, city-game, cruise tourism, Piraeus, cultural heritage, 3D souvenir, cultural experiences.

Εισαγωγή

Ο τουρισμός αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικούς και σύνθετους τομείς της παγκόσμιας οικονομίας, με έντονες κοινωνικές, πολιτισμικές και τεχνολογικές προεκτάσεις. Η ταξιδιωτική εμπειρία μετασχηματίζεται σταδιακά, καθώς οι επισκέπτες στρέφονται προς βιωματικές, εξατομικευμένες και ψηφιακά ενισχυμένες μορφές, που υπερβαίνουν το παραδοσιακό μοντέλο του μαζικού τουρισμού.

Παρότι ο Πειραιάς αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας και έναν από τους βασικότερους κόμβους κρουαζιέρας στη Μεσόγειο, ένα σημαντικό ποσοστό των επιβατών δεν παραμένει στην πόλη. Οι περισσότεροι κατευθύνονται απευθείας προς την Αθήνα, προκειμένου να επισκεφθούν μνημεία όπως την Ακρόπολη. Ως αποτέλεσμα, ο Πειραιάς λειτουργεί συχνά ως λιμένας διέλευσης και όχι ως πολιτιστικός προορισμός, παρά την πλούσια ιστορική του ταυτότητα¹.

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία ανταποκρίνεται σε αυτή την πρόκληση, προτείνοντας ένα ολοκληρωμένο μοντέλο πολιτιστικής εμπειρίας που συνδυάζει εφαρμογές κινητών συσκευών, τον εννοιολογικό σχεδιασμό παιγνιοποιημένης εμπειρίας εξερεύνησης πόλης τύπου city-game, τρισδιάστατη ψηφιοποίηση εκθεμάτων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά και την παραγωγή εξατομικευμένων αναμνηστικών μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης. Στόχος είναι η ενίσχυση της παραμονής των επιβατών κρουαζιέρας στον Πειραιά μέσα από μια διαδρομή εξερεύνησης που συνδέει την πολιτιστική κληρονομιά της πόλης με σύγχρονες τεχνολογικές πρακτικές.

Η συμβολή της εργασίας εντοπίζεται στον συνδυασμό τεχνολογιών και προσεγγίσεων που συνήθως εξετάζονται αποσπασματικά. Η έρευνα προτείνει ένα νέο πρότυπο πολιτιστικής εμπειρίας και δημιουργικής παραγωγής αναμνηστικών, τα οποία προέρχονται από τρισδιάστατες ψηφιοποιήσεις αυθεντικών μουσειακών αντικειμένων. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται τόσο ο θεωρητικός διάλογος γύρω από τον σύγχρονο τουρισμό και τις ψηφιακές τεχνολογίες, όσο και η πρακτική ανάπτυξη του πολιτιστικού προϊόντος της πόλης.

Η εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο της διερεύνησης νέων μορφών συμμετοχικής πολιτιστικής εμπειρίας, όπου η τρισδιάστατη τεκμηρίωση, η ψηφιακή αφήγηση και η φυσική παραγωγή αναμνηστικών μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης λειτουργούν συμπληρωματικά, προτείνοντας ένα υβριδικό μοντέλο που συνδέει τον μουσειακό χώρο με τον αστικό ιστό και τον τουρισμό κρουαζιέρας.

¹ Το φαινόμενο έχει επισημανθεί από τουριστικούς φορείς και αποτελεί αντικείμενο στρατηγικού σχεδιασμού του Δήμου Πειραιά.

Κεφάλαιο 1 Η Ιστορική Εξέλιξη του Ταξιδιού και η Διαμόρφωση του Σύγχρονου Τουρισμού

1.1 Το ταξίδι στον αρχαίο κόσμο

Το ταξίδι αποτελεί από την προϊστορία μέχρι σήμερα αναπόσπαστο στοιχείο της ανθρώπινης δραστηριότητας, συνδεδεμένο με την ανάγκη για εξερεύνηση, γνώση και επιβίωση [1]. Οι πρώτες νομαδικές ομάδες μετακινούνταν συνεχώς, επηρεασμένες από κλιματικούς παράγοντες, διαθεσιμότητα πόρων ή κοινωνικές εντάσεις.

Κατά την τρίτη χιλιετία π.Χ., η ανάπτυξη των πόλεων, η ανακάλυψη του τροχού και της γραφής, καθώς και η εισαγωγή του χρήματος στη Μεσοποταμία, ενίσχυσαν τις εμπορικές επαφές και αύξησαν τον όγκο των μετακινήσεων. Οι έμποροι υπήρξαν οι πρώτοι συστηματικοί ταξιδιώτες, ενώ η ίδια η λέξη «έμπορος»² στην αρχαία ελληνική συνδέεται άμεσα με την έννοια του ταξιδιού.



Εικόνα 1: Charles K. Wilkinson, *Journey to Abydos, Tomb of Paury* (περ. 1390–1352 π.Χ.). *Tempera σε χαρτί*. The Metropolitan Museum of Art, New York, Rogers Fund, 1930. Πηγή: www.metmuseum.org.

Στην αρχαία Ελλάδα, το ταξίδι αποκτά πλέον πολιτισμικές και κοινωνικές διαστάσεις. Μετακινήσεις πραγματοποιούνταν για συμμετοχή σε θρησκευτικές γιορτές, αγώνισματα και μαντεία, όπως στην Ολυμπία και στους Δελφούς. Παράλληλα, η θαλάσσια επικοινωνία υπήρξε καθοριστική, καθώς η Μεσόγειος λειτουργούσε ως δίκτυο εμπορίου και πολιτισμικών ανταλλαγών.

Η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη του ταξιδιού. Η Pax Romana εξασφάλισε σταθερότητα και ασφάλεια στις μετακινήσεις, ενώ το εκτεταμένο οδικό δίκτυο διευκόλυνε τη ροή ανθρώπων, εμπορευμάτων και πληροφοριών. Κατά τους τελευταίους αιώνες της αυτοκρατορίας εμφανίζονται ταξίδια αναψυχής, πρακτικές που παραπέμπουν στις σύγχρονες διακοπές, και οι οποίες, σύμφωνα με μελέτες, δεν ξεπεράστηκαν σε συχνότητα έως τον 19ο αιώνα [2].

Η μετάβαση από την ανάγκη στην εμπειρία, από το ταξίδι επιβίωσης στο ταξίδι αναψυχής, θέτει τα θεμέλια του φαινομένου που σήμερα ονομάζουμε τουρισμό [3].



Εικόνα 2: "Bikini Girls", Villa Romana del Casale, Σικελία (4ος αι. μ.Χ.). Πηγή: Wikimedia Commons. Φωτογραφία: Ragazzo di strada (CC BY-SA 3.0).

² Liddell-Scott Greek Lexicon, λήμμα «έμπορος»

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά

1.2 Το ταξίδι πριν το πρώτο ταξιδιωτικό γραφείο

Στον Μεσαίωνα, η έλλειψη ασφάλειας, η πειρατεία και οι συχνές πολεμικές συγκρούσεις περιόρισαν τις μετακινήσεις κυρίως στις θρησκευτικές προσκυνηματικές διαδρομές. Με την Αναγέννηση, όμως, παρατηρείται αναζωπύρωση των ταξιδιών χάρη στην επιστημονική περιέργεια, την εμπορική επέκταση και την ανακάλυψη νέων περιοχών.

Η Grand Tour [4], ταξιδιωτική πρακτική της ευρωπαϊκής αριστοκρατίας, εμφανίστηκε τον 17ο αιώνα με στόχο την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης των νέων μέσω της γνωριμίας με την τέχνη, τον πολιτισμό και τα μνημεία της Ευρώπης. Η πρακτική αυτή θεωρείται βασική προϊστορία του σύγχρονου τουρισμού.



Εικόνα 3: Carl Spitzweg, Engländer in der Campagna (περ. 1845). Alte Nationalgalerie, Βερολίνο. Πηγή: Wikimedia Commons. Φωτογραφία: Anagoria (CC BY 3.0).

Η βιομηχανική επανάσταση τον 19ο αιώνα επέφερε καθοριστικές αλλαγές: τα ατμόπλοια και ο σιδηρόδρομος μείωσαν το κόστος και τον χρόνο μετακινήσεων, καθιστώντας το ταξίδι προσιτό σε ευρύτερα κοινωνικά στρώματα. Εμφανίζονται οι όροι «τουρίστας» και «τουρισμός», υποδηλώνοντας τη μεταμόρφωση του ταξιδιού σε κοινωνικό δικαίωμα.

Ο Thomas Cook πρωτοστάτησε στην οργάνωση ομαδικών εκδρομών και στην παροχή οργανωμένων ταξιδιωτικών υπηρεσιών, ιδρύοντας το πρώτο ταξιδιωτικό γραφείο το 1841 και συμβάλλοντας καθοριστικά στη διαμόρφωση του οργανωμένου τουρισμού [5].

1.3 Ο τουρισμός και ο εκδημοκρατισμός του

Ο 20ός αιώνας αποτελεί σημείο θεαματικής εξάπλωσης του τουρισμού διεθνώς. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στις μεταφορές (αεροπλάνα, ταχύπλοα), η βελτίωση των υποδομών, η ανάπτυξη των πόλεων και η νομοθετική καθιέρωση της πληρωμένης άδειας συνέβαλαν στη μετατόπιση του τουρισμού από προνόμιο της αριστοκρατίας σε μαζικό κοινωνικό φαινόμενο.

Η εμφάνιση των κοινωνικών κρατών μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η αύξηση του διαθέσιμου εισοδήματος και η διεύρυνση του ελεύθερου χρόνου ενίσχυσαν τη συμμετοχή των μεσαίων τάξεων. Ο τουρισμός μετατρέπεται σταδιακά σε βασικό οικονομικό τομέα, άμεσα συνδεδεμένο με τον καταναλωτισμό, τη διασκέδαση και την αναψυχή [6].

Παράλληλα, η άνοδος των μέσων μαζικής ενημέρωσης και οι τουριστικές διαφημίσεις διαμορφώνουν νέες προσδοκίες, εικόνες και πρότυπα ταξιδιωτικής συμπεριφοράς. Ο «ταξιδιώτης της εμπειρίας» σταδιακά δίνει τη θέση του στον μαζικό τουρίστα, ο οποίος καταναλώνει τουριστικά προϊόντα και υπηρεσίες, συχνά αποκομμένος από τον τόπο και τους κατοίκους του.

1.4 Τυπολογία και μορφές τουρισμού

Η τυπολογία των μορφών τουρισμού δεν είναι στατική, αλλά εξελίσσεται σύμφωνα με τις κοινωνικές, οικονομικές και τεχνολογικές μεταβολές κάθε εποχής. Αποτελεί βασικό άξονα για την κατανόηση της τουριστικής συμπεριφοράς και των διαφορετικών εκφάνσεων της τουριστικής

δραστηριότητας [7], συμβάλλοντας στον σχεδιασμό πολιτικών και υπηρεσιών που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των επισκεπτών.

Στη μεταπολεμική περίοδο κυριάρχησε ο μαζικός τουρισμός, ο οποίος χαρακτηρίζεται από μεγάλη κλίμακα, τυποποιημένες υπηρεσίες και συγκέντρωση σε δημοφιλείς προορισμούς [6]. Ωστόσο, σε συνθήκες παγκοσμιοποίησης και αναζήτησης αυθεντικών εμπειριών, αναπτύχθηκαν εναλλακτικές μορφές τουρισμού [8], όπως ο πολιτιστικός, ο φυσιολατρικός, ο αγροτουρισμός και ο τουρισμός περιπέτειας.

Στη σύγχρονη εποχή, οι τεχνολογικές εξελίξεις, οι νέες μορφές επικοινωνίας και η ζήτηση για βιωματικές εμπειρίες οδηγούν στη δημιουργία πιο εξειδικευμένων και διαφοροποιημένων μορφών τουρισμού [9], οι οποίες ανταποκρίνονται σε στοχευμένες ανάγκες και προτιμήσεις των ταξιδιωτών.

1.5 Σύγχρονες τάσεις και εξατομικευμένες τουριστικές εμπειρίες

Η τουριστική εμπειρία μετασχηματίζεται ριζικά τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς οι ταξιδιώτες αναζητούν εξατομικευμένες υπηρεσίες και δραστηριότητες που ανταποκρίνονται στα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και αξίες [10]. Οι τεχνολογικές καινοτομίες, ιδιαίτερα οι εφαρμογές για κινητές συσκευές, ενισχύουν τον ρόλο της ψηφιακής μεσολάβησης στην ταξιδιωτική εμπειρία, επιτρέποντας την παροχή προσαρμοσμένου περιεχομένου [9].

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η παιγνιοποίηση (gamification), η οποία ενισχύει τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον των επισκεπτών, εισάγοντας στοιχεία παιχνιδιού στη διαδικασία εξερεύνησης ενός τόπου [11]. Οι εφαρμογές που αξιοποιούν τεχνικές παιχνιδιοποίησης συμβάλλουν στην ανακάλυψη πολιτιστικών πόρων, στη διαδραστική μάθηση και στην ενίσχυση της σχέσης επισκέπτη - προορισμού.



Εικόνα 4: Οικογένειες που προετοιμάζονται για διακοπές στο Tallahassee της Florida (1962). Πηγή: State Library and Archives of Florida / Wikimedia Commons. (Public Domain).



Εικόνα 5: Κόστα Μπράβα 1980. Πηγή: Central Press/Stringer via Getty Images (μέσω loveexploring.com).

Παράλληλα, αυξάνεται το ενδιαφέρον για εξατομικευμένα πολιτιστικά προϊόντα, όπως αναμνηστικά που συνδέονται άμεσα με τη μοναδική εμπειρία του κάθε ταξιδιώτη. Η πρόοδος της τρισδιάστατης σχεδίασης και εκτύπωσης καθιστά εφικτή τη δημιουργία προσωποποιημένων αντικειμένων που αποτυπώνουν τη σχέση του επισκέπτη με τον τόπο.

Οι τάσεις αυτές δεν αποτελούν απλώς τεχνολογικές καινοτομίες, αλλά αντανακλούν έναν ευρύτερο μετασχηματισμό στη σχέση του ταξιδιώτη με τον προορισμό. Η κατανόησή τους είναι απαραίτητη για την ανάλυση των σύγχρονων μορφών τουρισμού σε αστικά περιβάλλοντα. Στο πλαίσιο αυτό, το επόμενο κεφάλαιο εξετάζει τη βιομηχανία της κρουαζιέρας και τον ρόλο της στον Πειραιά, παρέχοντας το θεμέλιο για τις εφαρμοσμένες προτάσεις της εργασίας.



Εικόνα 6: Τουρισμός εμπειρίας και παρατήρησης άγριας ζωής (Whale Watching). Πηγή: whalewatchingsydney.com.au.



Εικόνα 7: Η φυλή των Yakel. Πηγή: catalystplanet.com. Φωτογραφία: Prashant Ashoka.

Κεφάλαιο 2 Η βιομηχανία της κρουαζιέρας

2.1 Ιστορική εξέλιξη της κρουαζιέρας

Η μορφή της κρουαζιέρας ως τουριστικό προϊόν έχει τις ρίζες της στην ανάπτυξη των μεγάλων επιβατικών πλοίων του 19ου αιώνα. Η πρόοδος στη ναυπηγική τεχνολογία, με την εισαγωγή του ατμού και αργότερα των μεταλλικών κύτων, επέτρεψε τη δημιουργία υπερωκεάνιων πλοίων που εκτελούσαν τακτικές διασυνδέσεις ανάμεσα στην Ευρώπη και την Αμερική. Τα υπερωκεάνια συνδέθηκαν αρχικά με τη μεταφορά μεταναστών και εμπορευμάτων, ωστόσο έθεσαν τις βάσεις για τη σταδιακή μετατροπή της θαλάσσιας μετακίνησης σε ταξίδι αναψυχής.

Στις αρχές του 19ου αιώνα εμφανίστηκαν οι πρώτες οργανωμένες υπερωκεάνιες μεταφορές επιβατών, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την Black Ball Line, η οποία από το 1817 εξυπηρετούσε τακτικά δρομολόγια μεταξύ Αγγλίας και Αμερικής. Η εξέλιξη αυτών των υπηρεσιών κορυφώθηκε τον 19ο αιώνα με τα υπερωκεάνια της Cunard Line³, όπως το RMS⁴ Britannia (1840), που συνδύαζαν την ασφάλεια με την πιο προσεγγμένη φιλοξενία.

Καθοριστική υπήρξε και η εμφάνιση της White Star Line⁵, η οποία εισήγαγε νέα επίπεδα πολυτέλειας, καθιερώνοντας τις πολυτελείς καμπίνες Α΄ θέσης με ανέσεις που θύμιζαν επίγεια ξενοδοχεία. Παράλληλα, το 1891 το γερμανικό SS⁶ Augusta Victoria πραγματοποίησε μία από τις πρώτες προγραμματισμένες κρουαζιέρες αναψυχής στη Μεσόγειο, σηματοδοτώντας τη στροφή των ταξιδιών από αναγκαιότητα σε εμπειρία.

Στις αρχές του 20ού αιώνα, ο Γερμανός Albert Ballin της Hamburg-America Line υπήρξε από τις σημαντικότερες προσωπικότητες της ανάπτυξης της κρουαζιέρας. Ήταν από τους πρώτους που οργάνωσαν χειμερινές κρουαζιέρες αναψυχής σε θερμούς προορισμούς, συμβάλλοντας στη μετατροπή της θαλάσσιας μετακίνησης σε ταξίδι αναψυχής. Παράλληλα, σχεδίασε και το SS Prinzessin Victoria Luise (1900), ένα από τα πρώτα πλοία που κατασκευάστηκαν αποκλειστικά για τουριστική χρήση, με χώρους ψυχαγωγίας και υπηρεσίες υψηλού επιπέδου [12].

³ Cunard Steamship Company, βρετανική ναυτιλιακή εταιρεία που ιδρύεται το 1839 από τον Sir Samuel Cunard

⁴ RMS: Royal Mail Ship (πλοίο μεταφοράς βασιλικής αλληλογραφίας)

⁵ White Star Line, βρετανική ναυτιλιακή εταιρεία, ιδρύθηκε στο Λίβερπουλ το 1845. Παρείχε υπηρεσίες μεταφοράς επιβατών και δεμάτων μεταξύ της Βρετανικής Αυτοκρατορίας και της Αμερικής. Τα δίδυμα και σχεδόν πανομοιότυπα υπερωκεάνια Titanic και Olympic που η ναυπήγηση τους ξεκίνησε το 1908, ήταν κάποια από τα γνωστότερα πλοία της εταιρείας. Η εταιρεία συγχωνεύτηκε το 1934 με την Cunard Line, η οποία το 1950 εξαγόρασε το μερίδιο της. Από το 2005 ανήκει στον μεγαλύτερο όμιλο θαλάσσιων ταξιδιών αναψυχής την Carnival Corporation. <https://www.carnivalcorp.com/corporate-information>

⁶ SS: Steam Ship (ατμοκίνητο πλοίο)

Πολιτισικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά



Εικόνα 8: Εισιτήριο επιβάτη (Passage Ticket) της ναυτιλιακής γραμμής Black Ball Line (1859). Παρουσιάζεται η οργάνωση των υπερατλαντικών ταξιδιών κατά τον 19ο αιώνα. Πηγή: Gjenveck-Gjøvnik Archives (ggarchives.com).



Εικόνα 9: Η Μεγάλη Σκάλα (Grand Staircase) του υπερωκεάνιου SS Paris (1921). Η εσωτερική διακόσμηση αντανακλά την πολυτέλεια των θαλάσσιων ταξιδιών κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου. Πηγή: Wikimedia Commons (Public Domain)

Οι δύο Παγκόσμιοι Πόλεμοι ανέστειλαν προσωρινά την ανάπτυξη της βιομηχανίας, καθώς πολλά πλοία μετατράπηκαν σε μέσα στρατιωτικής μεταφοράς. Ωστόσο, στον Μεσοπόλεμο (1920–1940) η κρουαζιέρα καθιερώθηκε ως μορφή ταξιδιού υψηλού κύρους, με τη διαφήμιση να ενισχύει τη ζήτηση από εύπορους ταξιδιώτες.

Η δεκαετία του 1950 έφερε σημαντικές αλλαγές: η ταχεία διάδοση των αερομεταφορών, και ιδιαίτερα η πρώτη απευθείας πτήση⁷ Αμερική–Ευρώπη το 1958, περιόρισε τον ρόλο των πλοίων ως μεταφορικού μέσου, οδηγώντας τις εταιρείες να στραφούν αποκλειστικά σε ταξίδια αναψυχής. Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας, η περιοχή της Καραϊβικής αναδείχθηκε σε βασικό τόπο ανάπτυξης αυτού του νέου μοντέλου, με εβδομαδιαία δρομολόγια από το Μαϊάμι και τη δημιουργία εταιρειών όπως η Norwegian Caribbean Line το 1966.

Καθοριστικό ρόλο στην ένταξη της κρουαζιέρας στη μαζική κουλτούρα έπαιξε η τηλεοπτική σειρά «The Love Boat» (1977–1986)⁸, η οποία διαμόρφωσε την εικόνα του κρουαζιερόπλοιου ως χώρου κοινωνικότητας, ρομαντισμού και ψυχαγωγίας για όλους, και όχι μόνο για την ελίτ.

Έκτοτε η κρουαζιέρα εξελίχθηκε σε ολοκληρωμένο τουριστικό προϊόν, προσφέροντας εμπειρίες πολυτελείας, ψυχαγωγίας και επίσκεψης πολλαπλών προορισμών σε ένα ενιαίο ταξίδι. Η ιστορική αυτή πορεία διαμόρφωσε τον κλάδο όπως τον γνωρίζουμε σήμερα, έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς του διεθνούς τουρισμού.

2.2 Σύγχρονες παγκόσμιες τάσεις και οικονομικές διαστάσεις

Η κρουαζιέρα, όπως διαμορφώθηκε μετά τα μέσα του 20ού αιώνα, αποτελεί σήμερα έναν από τους πιο δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της παγκόσμιας τουριστικής βιομηχανίας. Συνδυάζει φιλοξενία, αναψυχή και επίσκεψη πολλαπλών προορισμών, προσφέροντας μία πολυδιάστατη εμπειρία που ανταποκρίνεται στις διαφοροποιημένες ανάγκες του σύγχρονου ταξιδιώτη.

Σύμφωνα με τα πρόσφατα στοιχεία του Cruise Lines International Association (CLIA, 2023), ο αριθμός των επιβατών κρουαζιέρας παγκοσμίως ξεπέρασε τα 31,7 εκατομμύρια το 2023, υπερβαίνοντας τα προ πανδημικά επίπεδα του 2019. Ο συνολικός οικονομικός αντίκτυπος του κλάδου εκτιμάται σε άνω των 138 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως, υποστηρίζοντας περίπου

⁷ Η πρώτη επιβατική απευθείας πτήση από Λονδίνο για Νέα Υόρκη, έγινε τις 4 Οκτωβρίου 1958 από την British Overseas Aircraft Corporation (BOAC).

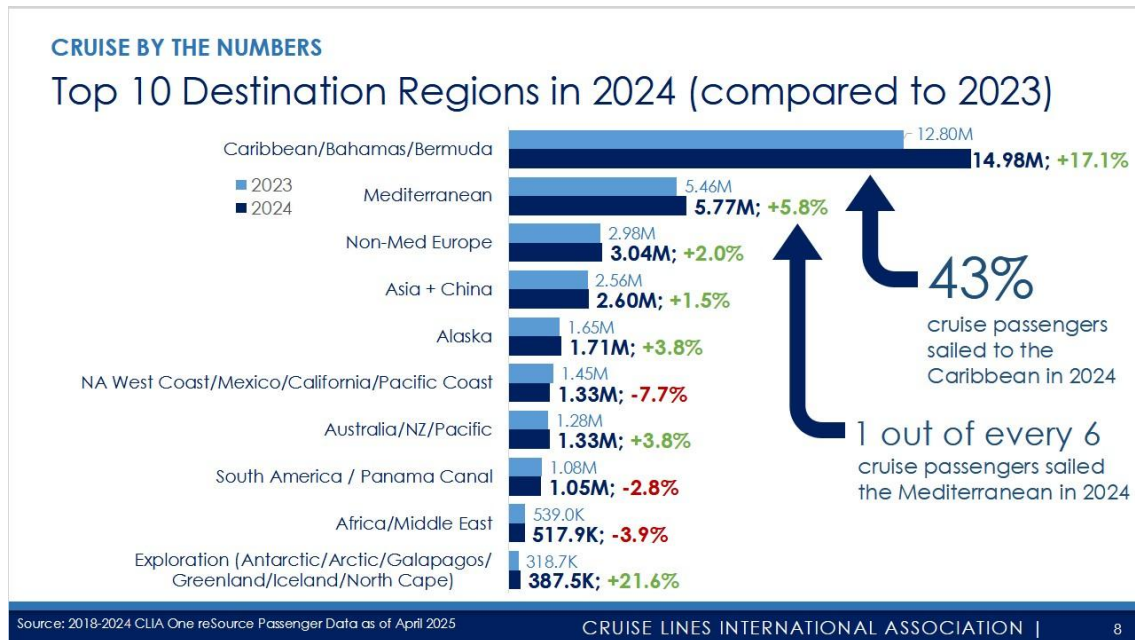
⁸ Αμερικανική τηλεοπτική σειρά ρομαντική κωμωδίας και δράματος, που διαδραματίζεται πάνω σε ένα κρουαζιερόπλοιο.

1,2 εκατομμύρια θέσεις εργασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι δαπάνες των επιβατών, των πληρωμάτων και των εταιρειών ενισχύουν σημαντικά τις τοπικές οικονομίες των λιμένων προσέγγισης και των παράκτιων τουριστικών προορισμών.

Η βιομηχανία χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό συγκέντρωσης, καθώς τρεις όμιλοι ελέγχουν περίπου το 80% της διεθνούς επιβατικής κίνησης: Carnival Corporation, Royal Caribbean Group και MSC Cruises. Πρόκειται για εταιρείες με επενδύσεις σε υπερσύγχρονα πλοία μεγάλης χωρητικότητας, που λειτουργούν ως «κινούμενα θέρετρα» με πλήθος δραστηριοτήτων και θεματικών εμπειριών.

2.3 Γεωγραφική κατανομή και αγορές

Η Καραϊβική εξακολουθεί να κατέχει την πρώτη θέση στην παγκόσμια επιβατική κίνηση, ενώ η Μεσόγειος ακολουθεί, επιβεβαιώνοντας τον κομβικό της ρόλο για χώρες όπως η Ιταλία, η Ισπανία και η Ελλάδα.



Εικόνα 10: Στατιστικά στοιχεία κρουαζιέρας για το 2024. Παρουσιάζονται οι δέκα δημοφιλέστεροι προορισμοί παγκοσμίως, με την Καραϊβική και τη Μεσόγειο να κατέχουν τα μεγαλύτερα μερίδια αγοράς. Πηγή: Cruise Lines International Association (CLIA), 2025.

2.4 Σύγχρονες τάσεις και μελλοντικές προοπτικές

Ο κλάδος της κρουαζιέρας προσαρμόζεται διαρκώς σε σύγχρονες απαιτήσεις και προκλήσεις, οι οποίες επαναπροσδιορίζουν τα προσφερόμενα προϊόντα και τις επιχειρηματικές στρατηγικές. Στο πεδίο της βιωσιμότητας, για παράδειγμα, έχουν υιοθετηθεί λύσεις όπως η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από ξηρά (“shore power”), η χρήση καυσίμων χαμηλότερων εκπομπών, η εγκατάσταση συστημάτων μείωσης ρύπων και η απαγόρευση χρήσης βαρέων καυσίμων σε περιοχές ευαίσθητου περιβάλλοντος.

Παράλληλα, η ψηφιακή εξομείωση της εμπειρίας των επιβατών αναδεικνύεται σε βασικό στοιχείο διαφοροποίησης: εφαρμογές κινητών τηλεφώνων επιτρέπουν την κράτηση δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο, την πρόσβαση σε προσωποποιημένες υπηρεσίες και τη διασύνδεση του πλοίου με τους παράκτιους προορισμούς.

Η εξειδίκευση των εμπειριών αποτελεί επίσης κεντρικό χαρακτηριστικό: θεματικές κρουαζιέρες με έμφαση στη γαστρονομία, την ευεξία ή την πολιτιστική διαδρομή συνθέτουν το νέο πρότυπο ταξιδιού. Την ίδια στιγμή, η μετά-Covid εποχή ενισχύει την ανθεκτικότητα του

κλάδου, με προσαρμογές στα υγειονομικά πρωτόκολλα και αυξημένη ζήτηση για ταξίδια μικρότερης διάρκειας.



Εικόνα 11: Προσομοιωτή ελεύθερης πτώσης σε κρουαζιερόπλοιο της Royal Caribbean. Πηγή: [cruisepassenger.com.au / Royal Caribbean](http://cruisepassenger.com.au/Royal_Caribbean).



Εικόνα 12: Το "Icon of the Seas" της Royal Caribbean, το μεγαλύτερο κρουαζιερόπλοιο στον κόσμο. Το μέγεθος και οι παροχές του πλοίου αντανακλούν τη στροφή προς τον μαζικό τουρισμό εμπειρίας. Πηγή: [forbes.com / Royal Caribbean](http://forbes.com/Royal_Caribbean).

Στο πεδίο της μαζικής κουλτούρας, η κρουαζιέρα δεν αντιμετωπίζεται πλέον ως απλό μέσο μεταφοράς, αλλά ως σύμβολο αναψυχής και κοινωνικότητας. Η τηλεοπτική σειρά «The Love Boat» συνέβαλε αποφασιστικά στη διαμόρφωση δημοφιλών στερεοτύπων για την εμπειρία της κρουαζιέρας, ενώ πρωτοβουλίες όπως η Disney Cruise Line (1998) ενίσχυσαν τη σύνδεση της θαλάσσιας μετακίνησης με τη θεματική εμπειρία.

Η παγκόσμια βιομηχανία της κρουαζιέρας αποτελεί ένα πολύπλοκο και διαρκώς εξελισσόμενο σύστημα με έντονη οικονομική σημασία. Η Μεσόγειος και, ειδικότερα, η Ελλάδα αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα σε αυτό το περιβάλλον, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία εξέτασης της ελληνικής περίπτωσης στην ενότητα που ακολουθεί.

2.5 Η εξέλιξη της κρουαζιέρας και η διαμόρφωση της ελληνικής αγοράς

Η Ελλάδα εντάχθηκε σχετικά νωρίς στον χάρτη των θαλάσσιων ταξιδιών αναψυχής, αξιοποιώντας την πολιτισμική της ακτινοβολία και τη διεθνή επιστημονική δραστηριότητα που αναπτύχθηκε στον ελλαδικό χώρο ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα. Η περίοδος της Belle Époque (τέλη 19ου – αρχές 20ού αιώνα) χαρακτηρίστηκε από πολιτική σταθερότητα, τεχνολογική πρόοδο και ανανεωμένο ενδιαφέρον για την αρχαιότητα. Οι ανασκαφές των Schliemann στις Μυκήνες και του Evans στην Κνωσό προσέλκυσαν έντονη δραστηριότητα στο ευρωπαϊκό κοινό, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του πολιτιστικού τουρισμού στην Ελλάδα μέσω των πρώτων οργανωμένων θαλάσσιων περιηγήσεων.

Με αφορμή την 1η Ολυμπιάδα του 1896, το γαλλικό περιοδικό *Le Tour du Monde* διοργάνωσε μία από τις πρώτες θεματικές κρουαζιέρες στον ελληνικό χώρο, με 204 επιβάτες και επίκεντρο την επίσκεψη σε μνημεία της κλασικής αρχαιότητας [13]. Στις αρχές του 20ού αιώνα, η Δήλος, υπό την επίβλεψη της Γαλλικής Αρχαιολογικής Σχολής, εξελίχθηκε σε σημαντικό σταθμό κρουαζιέρων υψηλού κύρους. Το 1909 πραγματοποιήθηκε κρουαζιέρα με το πλοίο *Calypso*, η οποία περιλάμβανε ξενάγηση στη Δήλο και στο Αρχαιολογικό Μουσείο Μυκόνου, με συμμετοχή 80 αρχαιολόγων και διανοουμένων.

Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο⁹, οι περιηγήσεις επιμορφωτικού χαρακτήρα επανεμφανίζονται δυναμικά στην Ελλάδα. Το 1953 πραγματοποιήθηκε η πρώτη βρετανική

⁹ 1939-1945

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά

εκπαιδευτική κρουαζιέρα με τη θαλαμηγό *Μισούλης*, ενώ το 1954 ακολούθησε δεύτερη αποστολή με το *Αιγαίο* [14], με διαλέξεις επί του πλοίου από αναγνωρισμένους επιστήμονες. Η ελληνική συμμετοχή στη βιομηχανία ενισχύθηκε όταν, κατά τη δεκαετία του 1960, οι Έλληνες εφοπλιστές άρχισαν να μετατρέπουν υπερωκεάνια σε κρουαζιερόπλοια, ανταποκρινόμενοι στη σταδιακή μετατόπιση των επιβατικών ροών από τη θάλασσα στον αέρα.

Το πλοίο «Βασίλισσα Φρειδερίκη» πραγματοποίησε τότε τη χειμερινή κρουαζιέρα του στην Καραϊβική με περίπου 580 Αμερικανούς τουρίστες, καθιερώνοντας την παρουσία των ελληνικών εταιρειών σε υπερπόντιες διαδρομές [15]. Αντίστοιχα, το «Ολυμπία» δραστηριοποιήθηκε τόσο στη Μεσόγειο όσο και στην Καραϊβική, αναδεικνύοντας την εξωστρέφεια της ελληνικής ναυτιλίας και στον τομέα της αναψυχής [16].

Η παγκόσμια πετρελαϊκή κρίση του 1973 επέφερε σημαντικές αναταράξεις στη διεθνή ναυτιλία και οδήγησε σε ύφεση τον κλάδο της κρουαζιέρας. Η Ελλάδα βρέθηκε αντιμέτωπη με μία δύσκολη περίοδο (1977–1980), κατά την οποία αρκετά σκάφη παροπλίστηκαν ή πουλήθηκαν, απειλώντας την αναπτυξιακή δυναμική των προηγούμενων δεκαετιών. Παρά το γεγονός ότι το 1979 ο ελληνικός στόλος αριθμούσε περίπου 50 κρουαζιερόπλοια (υπό ελληνική ή ξένη σημαία), η χρήση τους παρέμεινε περιορισμένη κυρίως στο κεντρικό Αιγαίο και τον Αργοσαρωνικό [17].

Συνολικά, η ανάπτυξη της κρουαζιέρας στην Ελλάδα κατά τον 20ό αιώνα επηρεάστηκε από διεθνείς τουριστικές συνθήκες αλλά και από την ιδιαίτερη γεωμορφολογία και πολιτισμική ταυτότητα της χώρας, που την κατέστησαν βασικό σταθμό για πλοία της Ανατολικής Μεσογείου. Η σταδιακή μετάβαση από τις επιστημονικές περιηγήσεις στις ευρείες τουριστικές ροές διαμόρφωσε τις βάσεις της σημερινής αγοράς.

2.5.1 Σύγχρονη εικόνα της ελληνικής αγοράς κρουαζιέρας

Η Ελλάδα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους θαλάσσιους προορισμούς κρουαζιέρας στη Μεσόγειο, χάρη στη γεωγραφική της θέση, την εκτεταμένη ακτογραμμή και τον υψηλή αναγνωρισιμότητα πολιτιστικό πλούτο της. Το 2024 καταγράφηκε ιστορικό ρεκόρ στην επιβατική κίνηση κρουαζιέρας με 7.927.709 επισκέπτες σε ελληνικούς προορισμούς, επιβεβαιώνοντας τη δυναμική της χώρας στον διεθνή τουριστικό χάρτη.

Η αύξηση συνοδεύτηκε από περισσότερες από 5.490 αφίξεις κρουαζιερόπλοιων, οι οποίες ενίσχυσαν σημαντικά τις τοπικές οικονομίες, δημιουργώντας εισόδημα σε μεταφορές, εστίαση, υπηρεσίες και πολιτιστικές δραστηριότητες.

Ο Πειραιάς λειτουργεί ως ο σημαντικότερος κόμβος κρουαζιέρας της χώρας, εξυπηρετώντας τόσο homeporting όσο και transit ροές. Ακολουθούν ιδιαίτερα δημοφιλείς προορισμοί, όπως η Σαντορίνη, η Μύκονος, η Κέρκυρα, το Ηράκλειο και η Ρόδος, οι οποίοι λειτουργούν κυρίως ως λιμένες ενδιάμεσης προσέγγισης [18].

Πίνακας 1: Στατιστικά στοιχεία κίνησης επιβατών κρουαζιέρας στους κυριότερους ελληνικούς λιμένες για το έτος 2023. Πηγή: Ένωση Λιμένων Ελλάδος (ΕΛΙΜΕ), 2024.

Λιμένας	Επιβάτες	Ρόλος
Πειραιάς	1.730.000	Homeporting & Transit
Σαντορίνη	1.345.837	Transit
Μύκονος	1.293.051	Transit
Κέρκυρα	815.613	Transit
Ηράκλειο	518.575	Transit
Ρόδος	458.373	Transit

Παρά την αναπτυξιακή πορεία, η ελληνική αγορά κρουαζιέρας αντιμετωπίζει προκλήσεις που συνδέονται με την ανάγκη αναβάθμισης των λιμενικών υποδομών, τη διαχείριση επιβατών και τον υπερτουρισμό σε νησιά υψηλής επισκεψιμότητας. Επιπλέον, το γεγονός ότι οι επιβάτες δαπανούν ελάχιστα στην πόλη δείχνει την ανάγκη για νέες υπηρεσίες και πιο ελκυστικές, ώστε να ωφελείται περισσότερο η τοπική οικονομία

Ωστόσο, η θετική τάση αναμένεται να συνεχιστεί, καθώς η Ελλάδα ενισχύει τον ρόλο της στη Μεσόγειο μέσω επενδύσεων σε λιμενικές υποδομές και στο homeporting, το οποίο αποφέρει πολλαπλάσια οικονομικά οφέλη σε σύγκριση με τη διέλευση transit.

2.6 Ο Πειραιάς ως κόμβος κρουαζιέρας: υποδομές, ροές και προοπτικές

Ο Πειραιάς αποτελεί το σημαντικότερο λιμάνι της Ελλάδας και έναν από τους μεγαλύτερους θαλάσσιους κόμβους της Μεσογείου, διαδραματίζοντας κρίσιμο ρόλο στις εμπορευματικές μεταφορές, την ακτοπλοΐα και την κρουαζιέρα. Η στρατηγική του θέση, στο σταυροδρόμι Ευρώπης-Ασίας-Αφρικής, σε συνδυασμό με τη γειτνίαση με την Αθήνα, τον καθιστούν βασική πύλη εισόδου στην ελληνική επικράτεια και έναν από τους σημαντικότερους κόμβους homeporting στην Ανατολική Μεσόγειο.

Ο Οργανισμός Λιμένος Πειραιώς (ΟΛΠ) αποτελεί τον κύριο φορέα διαχείρισης του λιμανιού, με δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την ακτοπλοΐα, την κρουαζιέρα, τη διακίνηση φορτίων, τους τελωνειακούς ελέγχους και τις ναυπηγοεπισκευαστικές υπηρεσίες. Το 2016 υπογράφηκε συμφωνία μεταβίβασης του 51% των μετοχών του ΟΛΠ στην Cosco Shipping, ενώ το 2021 η εταιρεία αύξησε τη συμμετοχή της στο 67%, υλοποιώντας εκτεταμένο επενδυτικό πρόγραμμα αναβάθμισης των υποδομών του λιμένα [19].

Στο πλαίσιο των επενδύσεων, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον τομέα της κρουαζιέρας, με έργα όπως η κατασκευή νέων θέσεων πρόσδεσης μεγάλων κρουαζιερόπλοιων, η επέκταση του επιβατικού σταθμού και η αναβάθμιση των υπηρεσιών υποδοχής και διακίνησης επιβατών. Οι παρεμβάσεις αυτές έχουν στόχο την ενίσχυση του homeporting, το οποίο αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη για την πόλη και την τοπική αγορά, καθώς οι ταξιδιώτες πραγματοποιούν δαπάνες σε διαμονή, εστίαση και άλλες υπηρεσίες πριν και μετά την επιβίβασή τους.

Το 2024 ο Πειραιάς υποδέχθηκε περισσότερους από 1,7 εκατομμύριο επιβάτες κρουαζιέρας, καταγράφοντας υψηλό βαθμό δραστηριοποίησης τόσο ως homeport όσο και ως transit port. Ωστόσο, τα οικονομικά οφέλη που μένουν στην πόλη παραμένουν περιορισμένα, παρά την αυξημένη επισκεψιμότητα.

Έρευνες δείχνουν ότι σημαντικό ποσοστό των επιβατών που αποβιβάζονται στο λιμάνι του Πειραιά δεν παραμένουν στην πόλη, αλλά επιλέγουν να μεταβούν άμεσα στην Αθήνα για επισκέψεις σε μνημεία, όπως η Ακρόπολη και το Μουσείο της Ακρόπολης. Το γεγονός αυτό δημιουργεί αυτή δημιουργεί μια αναντιστοιχία: ο Πειραιάς υποδέχεται μεγάλο αριθμό επισκεπτών, χωρίς όμως να αποκομίζει τα αντίστοιχα οφέλη του πολιτιστικού τουρισμού που αναπτύσσεται σε πολύ μικρή απόσταση [20].

Παρά τη συνεχή αύξηση της επιβατικής κίνησης, ο Πειραιάς εξακολουθεί να λειτουργεί κυρίως ως λιμένας διέλευσης, με την πλειονότητα των επισκεπτών να κατευθύνεται άμεσα προς την Αθήνα, χωρίς να συνδεθεί με την τοπική πολιτιστική εμπειρία. Την ίδια στιγμή, ο Πειραιάς διαθέτει σημαντικούς πολιτιστικούς πόρους που παραμένουν σε μεγάλο βαθμό υποαξιοποιημένοι, όπως το Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά και μνημεία της αρχαιότητας που διασώζονται στην πόλη. Η νεότερη πολιτιστική του ταυτότητα αποτυπώνεται επίσης σε νεοκλασικά κτίρια και σε χώρους πολιτισμού, όπως το Δημοτικό Θέατρο. Παράλληλα, η ολοκλήρωση των έργων μετρό και τραμ έχει ενισχύσει την προσβασιμότητα και έχει μειώσει σημαντικά τον χρόνο μετάβασης από και προς το κέντρο της Αθήνας. Η απουσία ολοκληρωμένης στρατηγικής προβολής και διασύνδεσης των πόρων αυτών με τη ροή της κρουαζιέρας οδηγεί σε χαμένη ευκαιρία για τη βιώσιμη ενίσχυση της τουριστικής και οικονομικής δραστηριότητας της πόλης.



Εικόνα 13: Το Λιοντάρι του Πειραιά. Το κεντρικό τοπόσημο του λιμένα και πηγή έμπνευσης της εφαρμογής "The Sleeping Lion". Πηγή: nourou.gr.



Εικόνα 14: Η χρήση των έξυπνων συσκευών (smartphones) ως κύριο μέσο καταγραφής της τουριστικής εμπειρίας. (Φωτογραφία της γράφουσας).

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία προτείνει τη δημιουργία εφαρμογής για κινητές συσκευές τύπου city-game, η οποία αξιοποιεί παιγνιώδη στοιχεία και διαδραστικές αποστολές με στόχο την ενεργή συμμετοχή των επιβατών της κρουαζιέρας στην εξερεύνηση του πολιτισμού και του χαρακτήρα της πόλης. Μέσα από μια διαδραστική εμπειρία περιήγησης, οι επισκέπτες αλληλεπιδρούν με μνημεία και τοπόσημα του Πειραιά, ολοκληρώνοντας θεματικές αποστολές σχετικές με την ιστορία, το εμπόριο και τη ναυτική ταυτότητα της πόλης.

Στο τελικό στάδιο της εμπειρίας, οι συμμετέχοντες έχουν -αν το επιθυμούν- τη δυνατότητα να αποκτήσουν ένα προσωποποιημένο αναμνηστικό, βασισμένο σε τρισδιάστατα μοντέλα εκθεμάτων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά. Τα αναμνηστικά αυτά παράγονται μέσω 3D εκτύπωσης από θεσμικούς ή τοπικούς φορείς, ενισχύοντας τόσο την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς όσο και την τοπική οικονομία. Με αυτόν τον τρόπο, ο Πειραιάς δεν αποτελεί μόνο σημείο διέλευσης, αλλά μετατρέπεται σε έναν τόπο που αξίζει πραγματικά να ανακαλύψει κανείς.

Κεφάλαιο 3 Πολιτισμός, Ψηφιακές Εμπειρίες Τουρισμού (Smart Tourism) και Παιγνιώδεις Προσεγγίσεις (Gamification & City-Games) στον Πειραιά

3.1 Η πόλη του Πειραιά: ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα

Ο Πειραιάς αποτελεί τη σημαντικότερη θαλάσσια πύλη της ελληνικής επικράτειας και το τρίτο μεγαλύτερο αστικό κέντρο της χώρας, διαμορφώνοντας μια ιδιαίτερη ταυτότητα στενά συνδεδεμένη με τη θάλασσα, το εμπόριο και τη ναυτική ισχύ της Αθήνας. Η περιοχή κατοικείται από τη Νεολιθική περίοδο, ωστόσο η μεγάλη ακμή της ξεκινά κατά την Κλασική εποχή, όταν ο Θεμιστοκλής εισήγαγε τη στρατηγική αξιοποίηση των φυσικών λιμενικών σχηματισμών της χερσονήσου. Το 493-482 π.Χ. ξεκινά η κατασκευή των Μακρών Τειχών, τα οποία συνέδεαν τον Πειραιά με την Αθήνα, εξασφαλίζοντας ασφαλή πρόσβαση και διακίνηση εμπορίου και ναυτικών δυνάμεων ακόμη και σε περιόδους πολεμικών συγκρούσεων.

Η αρχαία πόλη αναπτύχθηκε γύρω από τρία φυσικά λιμάνια: τον Κάνθαρο, τη Ζέα και τη Μουνιχία, τα οποία αποτέλεσαν βασικούς πυλώνες της ναυτικής κυριαρχίας της Δημοκρατικής Αθήνας. Η εγκατάσταση ναυστάθμων, αποθηκών και εκτεταμένων λιμενικών υποδομών μετέτρεψαν τον Πειραιά σε διεθνή κόμβο της Ανατολικής Μεσογείου κατά τον 5ο και 4ο αιώνα π.Χ. Τα Μακρά Τείχη, παρότι σωζόμενα αποσπασματικά σήμερα, εξακολουθούν να αποτελούν εμβληματικό μνημείο και κεντρικό στοιχείο της ταυτότητας της πόλης.

Η σύγχρονη αναγέννηση του Πειραιά ξεκινά τον 19ο αιώνα, με τη σύσταση του Δήμου Πειραιά το 1835 και την εισροή πληθυσμών από τον ελλαδικό χώρο, κυρίως ναυτικών κοινοτήτων όπως οι Υδραίοι και οι Χιώτες. Η ανάπτυξη των μεταφορών, η σιδηροδρομική σύνδεση με την Αθήνα το 1869, η εγκατάσταση βιομηχανικών μονάδων και η δημιουργία υποδομών στο λιμάνι συνέβαλαν καθοριστικά στη μετατροπή του Πειραιά σε οικονομικό, εμπορικό και αστικό κέντρο της χώρας.

Ιδιαίτερα μετά την εγκατάσταση προσφύγων από τη Μικρά Ασία το 1922 και την ανοικοδόμηση που ακολούθησε τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η πόλη απέκτησε την πολυπολιτισμική σύσταση που τη χαρακτηρίζει μέχρι σήμερα.

Στη σύγχρονη εποχή, ο Πειραιάς αναγνωρίζεται διεθνώς ως ένα από τα μεγαλύτερα επιβατικά λιμάνια της Ευρώπης και διαθέτει ένα σύνολο πολιτιστικών πόρων που αποτυπώνουν τη μακρά ιστορία του: την Ηπειώνεια Πύλη, τα Μακρά Τείχη, το Αρχαίο Θέατρο της Ζέας, ναυτικά τοπόσημα, καθώς και ιστορικές προσφυγικές γειτονιές όπως το Τουρκολίμανο και το Χατζηκυριάκειο, οι οποίες διατήρησαν έντονη τη συλλογική μνήμη της προσφυγικής εγκατάστασης και ανέδειξαν πολιτισμικά ρεύματα όπως το ρεμπέτικο τραγούδι. Το Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά κατέχει κομβική θέση σε αυτή την πολιτιστική συνέχεια, καθώς φιλοξενεί μία από τις σημαντικότερες συλλογές αρχαίων χάλκινων αγαλμάτων διεθνώς —όπως τον Απόλλωνα, την Αθηνά και την Άρτεμη— καθώς και μαρμάρινων γλυπτών, αγγείων, ειδωλίων και άλλων εκθεμάτων που συνδέονται με τη ναυτική και εμπορική ιστορία της πόλης.

Παρά τη σημασία των παραπάνω στοιχείων, η πολιτιστική ταυτότητα του Πειραιά παραμένει σε μεγάλο βαθμό αθέατη για τους επισκέπτες που φθάνουν στο λιμάνι -ιδίως μέσω της κρουαζιέρας- καθώς η εμπειρία τους συχνά περιορίζεται στη σύντομη διέλευση με προορισμό την Αθήνα. Η περιορισμένη επαφή των επισκεπτών με την πόλη υπογραμμίζει την ανάγκη αξιοποίησης ψηφιακών και παιγνιώδων εργαλείων που ενισχύουν την ενεργή ανακάλυψη του Πειραιά ως πολιτιστικού προορισμού.

3.2 Το παιχνίδι ως πολιτιστικό φαινόμενο – Homo Ludens

Το παιχνίδι αποτελεί μία από τις αρχαιότερες και πιο θεμελιώδεις εκφάνσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς, με ρίζες που προηγούνται της οργανωμένης κοινωνικής δομής και του πολιτισμού. Ο Johan Huizinga, στο εμβληματικό έργο του *Homo Ludens* (1938) [21], υποστηρίζει ότι ο πολιτισμός δεν γεννά το παιχνίδι, αλλά «ο πολιτισμός αναδύεται από το παιχνίδι», καθώς

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:
ο Δήμος Πειραιά

πολλές κοινωνικές, τελετουργικές και καλλιτεχνικές πρακτικές διαμορφώνονται από λογικές που προηγουμένως εμφανίστηκαν στο παιχνίδι. Έτσι, το παιχνίδι δεν αποτελεί απλώς τρόπο ψυχαγωγίας, αλλά μια θεμελιώδη ανθρωπολογική λειτουργία.

Σύμφωνα με τον Huizinga, το παιχνίδι χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα δομικά στοιχεία: είναι ελεύθερη και εθελοντική δραστηριότητα, λαμβάνει χώρα σε ορισμένο χώρο και χρόνο, καθορίζεται από κανόνες και συγκροτείται εντός ενός πλαισίου διαφορετικού από την καθημερινότητα, ενός «μαγικού κύκλου» όπου δημιουργούνται νέες μορφές νοήματος και κοινωνικής δράσης. Αν και προσφέρει ευχαρίστηση, διακρίνεται από πειθαρχία, στόχους και κοινωνική διάδραση, στοιχεία που το καθιστούν βασική διαδικασία μάθησης και κοινωνικοποίησης.

Ο Roger Caillois στο έργο του «Τα παιχνίδια και οι άνθρωποι» (1958) [22], εμβάθυνε στη μελέτη του παιχνιδιού, ταξινομώντας το σε τέσσερις βασικές μορφές: το Agon (ανταγωνισμός), το Alea (τύχη), το Mimicry (προσποίηση) και το Ilixa (ίλιγγος). Επιπλέον, εισάγει την κλίμακα ανάμεσα στο *paidia* (αυθόρμητο, ανεξέλεγκτο παιχνίδι) και το *ludus* (παιχνίδι με αυστηρούς κανόνες), αναδεικνύοντας την παιγνιώδη δημιουργικότητα που διαπερνά κάθε πολιτισμό.

Το παιχνίδι αποτελεί, συνεπώς, μηχανισμό διάδρασης, ανακάλυψης και δημιουργίας εμπειριών. Ο παίκτης αναλαμβάνει πρωτοβουλίες, επιλύει προβλήματα, εξερευνά και αλληλεπιδρά με άλλους συμμετέχοντες, στοιχεία ιδιαίτερα σημαντικά και στον τουρισμό: ο σύγχρονος ταξιδιώτης δεν αναζητά μόνο πληροφορία, αλλά βίωμα, αφήγηση και δραστηριότητες που του επιτρέπουν να συνδεθεί με τον τόπο.

Στις σύγχρονες πρακτικές ψηφιακού πολιτισμού, ο «μαγικός κύκλος» επεκτείνεται πέρα από τη φανταστική σφαίρα και εισέρχεται στον πραγματικό χώρο μέσω κινητών συσκευών και διαδραστικών τεχνολογιών. Έτσι, η πόλη μπορεί να μετατραπεί σε πεδίο παιχνιδιού, όπου ο επισκέπτης συμμετέχει ενεργά στην ανακάλυψη της πολιτιστικής ταυτότητας ενός τόπου, όπως προτείνεται στην παρούσα εργασία για την περίπτωση του Πειραιά.

3.3 Από το επιτραπέζιο στο ψηφιακό παιχνίδι

Η πορεία του παιχνιδιού από παραδοσιακές μορφές στις ψηφιακές εμπειρίες αποτελεί εξέλιξη στενά συνδεδεμένη με την πρόοδο των τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής. Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 εμφανίζονται οι πρώτες ηλεκτρονικές διαδραστικές συσκευές, οι οποίες θέτουν τις βάσεις για τη μελλοντική βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών. Το 1958, ο William Higginbotham παρουσιάζει το *Tennis for Two*, ένα από τα πρώτα ηλεκτρονικά παιχνίδια που χρησιμοποιεί οθόνη και χειριστήριο για την προσομοίωση ενός παιχνιδιού αντισφαίρισης [23]. Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων που ακολούθησε επέτρεψε την ανάπτυξη νέων τύπων παιχνιδιών με διαφορετικές δομές στόχων, μηχανισμών και μορφών αλληλεπίδρασης.

Από τη δεκαετία του 1970, τα παιχνίδια μεταφέρονται σε arcade¹⁰ μηχανές και αργότερα σε οικιακές κονσόλες, καθιστώντας το βιντεοπαιχνίδι εμπορικά προσβάσιμο και διαδεδομένο. Στη δεκαετία του 1990, η είσοδος του διαδικτύου οδηγεί στη ραγδαία ανάπτυξη των online multiplayer παιχνιδιών, όπου η κοινωνική διάδραση γίνεται κεντρικό στοιχείο του σχεδιασμού. Η ενσωμάτωση φορητών συσκευών, αισθητήρων κίνησης και τεχνολογιών εντοπισμού θέσης (GPS¹¹), μεταφέρει το παιχνίδι έξω από την οθόνη, στην καθημερινότητα του χρήστη.

Το αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης είναι τα διάχυτα παιχνίδια (pervasive games)¹², στα οποία ο πραγματικός και ο ψηφιακός κόσμος αλληλεπικαλύπτονται. Το παιχνίδι δεν περιορίζεται

¹⁰ Τα arcade είναι αυτόνομες ηλεκτρονικές παιχνιδομηχανές δημόσιων χώρων, συνήθως σε καμπίνα με οθόνη και χειριστήρια, σχεδιασμένες για σύντομα και άμεσα παιχνίδια. <https://www.museumofplay.org/blog/coin-op-century-a-brief-history-of-the-american-arcade/>

¹¹ Το GPS (Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης) αναπτύχθηκε αρχικά από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και σήμερα χρησιμοποιείται παγκοσμίως για τον υπολογισμό θέσης και κίνησης μέσω ειδικών δορυφορικών σημάτων.

¹² Διάχυτα παιχνίδια ή pervasive games, βασίζονται στο συνδυασμό υβριδικών διεπαφών, συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS), κινητών συσκευών, ασύρματων επικοινωνιών και τεχνολογίες επίγνωσης πλαισίου (η ικανότητα ενός συστήματος να ερμηνεύει, να συμπεράνει και να αξιοποιεί πληροφορίες που λαμβάνει από το περιβάλλον που βρίσκεται). Μια από τις πιο διάσημες δωρεάν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για συσκευές iOS και Android Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά

πλέον σε μια καθορισμένη οθόνη, αλλά εκτυλίσσεται στον φυσικό χώρο, ενισχύοντας την αίσθηση εξερεύνησης και συμμετοχής. Τα στοιχεία αυτά ενισχύονται περαιτέρω με την εξάπλωση των έξυπνων κινητών συσκευών, οι οποίες μετατρέπονται σε πλατφόρμες αλληλεπίδρασης με τον χώρο και τους ανθρώπους.



Εικόνα 15: Το παιχνίδι "Tennis for Two" (1958) σε παλμογράφο (oscilloscope). Αποτελεί ένα από τα πρώτα παραδείγματα ηλεκτρονικής ψυχαγωγίας και προάγγελο της σύγχρονης βιομηχανίας των βιντεοπαιχνιδιών. Πηγή: Brookhaven National Laboratory (bnl.gov).



Εικόνα 16: Το παιχνίδι "Pokémon GO" (Niantic, 2016). Αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα παιχνιδιού τοποθεσίας (Location-based Game) με χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), το οποίο μετέτρεψε τον δημόσιο χώρο σε πεδίο ψηφιακής διάδρασης. Πηγή: nytimes.com / Niantic.

Αυτή η μετάβαση από το παραδοσιακό παιχνίδι στον πραγματικό χώρο του αστικού περιβάλλοντος αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη διαδραστικών παιχνιδιών πόλης και ψηφιακών εμπειριών εξερεύνησης στον τουρισμό. Μέσω των τεχνολογιών κινητών συσκευών, η πόλη μπορεί να μετατραπεί σε "πεδίο παιχνιδιού", επιτρέποντας στον επισκέπτη να εμπλακεί ενεργά στη διαδικασία ανακάλυψης και κατανόησης της πολιτιστικής ταυτότητας ενός τόπου. Έτσι, η λογική του παιχνιδιού βρίσκει εφαρμογή στην τουριστική εμπειρία, ανοίγοντας τον δρόμο για προσεγγίσεις όπως αυτή που αναπτύσσεται στην παρούσα εργασία για την περίπτωση του Πειραιά. Ταυτόχρονα, η ενσωμάτωση στοιχείων παιχνιδιού σε ψηφιακά περιβάλλοντα οδήγησε στην ανάπτυξη της παιχνιδοποίησης (gamification) ως κοινωνικοτεχνολογικού φαινομένου, το οποίο συμπληρώνει τις παιγνιώδεις εμπειρίες που πραγματοποιούνται στον φυσικό χώρο.

3.4 Φτάνοντας στην εποχή της παιχνιδοποίησης (Gamification)

Η ανάπτυξη του Διαδικτύου και των ψηφιακών τεχνολογιών κατέστησε εφικτό τον μετασχηματισμό του παιχνιδιού σε πιο σύνθετες και αλληλεπιδραστικές μορφές εμπειρίας. Μετά τη διάλυση του συστήματος ARPANET¹³ τη δεκαετία του 1990 και την εμφάνιση του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web)¹⁴, η επικοινωνία απέκτησε παγκόσμια διάσταση και ο χρήστης αναδείχθηκε σε ενεργό μέλος της ψηφιακής κοινότητας. Σε αυτές τις πρώιμες φάσεις παρατηρείται μια παιγνιώδης διάθεση στην κοινωνική δικτύωση και στην αυτοέκφραση, η οποία σταδιακά εξελίχθηκε σε οργανωμένα ψηφιακά περιβάλλοντα υψηλής συμμετοχικότητας¹⁵.

που κυκλοφόρησε το 2016 ήταν το "Pokémon Go". Το παιχνίδι έδινε τη δυνατότητα στους παίκτες να πιάνουν εικονικά πλάσματα, τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη του κινητού και αποτυπώνονταν μέσω κάμερας τον φανταστικό κόσμο.

¹³ Το ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) ήταν ένα πειραματικό δίκτυο υπολογιστών που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1960 από την ARPA των ΗΠΑ και αποτέλεσε τον πρόδρομο του σύγχρονου Διαδικτύου.

¹⁴ Ο Παγκόσμιος Ιστός δημιουργήθηκε το 1989 από τον Tim Berners-Lee, με στόχο την εύκολη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ερευνητών, και εξελίχθηκε στο βασικό μέσο πρόσβασης στην πληροφορία παγκοσμίως. Είναι ένα σύστημα διασυνδεδεμένων ιστοσελίδων που λειτουργεί μέσω του διαδικτύου και επιτρέπει την πρόσβαση και ανταλλαγή ψηφιακής πληροφορίας.

¹⁵ Δ. Δράγωνα. Η παιγνιοποίηση-και από-παιγνιοποίηση του διαδικτύου.

Πολιτικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:

ο Δήμος Πειραιά

Η έννοια της «παιγνιοποίησης» (gamification)¹⁶ εμφανίζεται για πρώτη φορά το 2008 και καθιερώνεται διεθνώς μετά το 2010, περιγράφοντας τη διαδικασία ενσωμάτωσης στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών (game-design elements) σε μη παιγνιώδη περιβάλλοντα. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν συχνά πόντους (points), εμβλήματα (badges), πίνακες κατάταξης (leaderboards), δομές ανταμοιβής (reward mechanics) και επαναλαμβανόμενους ρόλους ή αποστολές. Η παιχνιδοποίηση αξιοποιεί γνώσεις από την ψυχολογία και τη συμπεριφορική οικονομική¹⁷ για να δημιουργεί κίνητρα συμμετοχής, να ενισχύει την αφοσίωση και να καθοδηγεί συμπεριφορές που οδηγούν σε δράση.

Οι πρακτικές αυτές έχουν εφαρμοστεί ευρέως στο μάρκετινγκ, στην εκπαίδευση και στις υπηρεσίες, ενώ τα τελευταία χρόνια επεκτείνονται δυναμικά στον τουριστικό και πολιτιστικό τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, η παιχνιδοποίηση μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή του επισκέπτη, λειτουργώντας συμπληρωματικά σε διαδραστικά μοντέλα εξερεύνησης, καθώς ενεργοποιεί κίνητρα συμμετοχής και προωθεί μια πιο εστιασμένη, προσωπική σύνδεση με τον τόπο.

3.4.1 Οι ψηφιακοί παίκτες και η εξέλιξη της αγοράς των παιχνιδιών – επιδράσεις στην πολιτιστική εμπειρία

Η βιομηχανία των ψηφιακών παιχνιδιών αποτελεί σήμερα έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους της δημιουργικής οικονομίας. Το 2023 καταγράφηκαν πάνω από 3,4 δισεκατομμύρια παίκτες παγκοσμίως, οι οποίοι δαπάνησαν περισσότερα από 187,7 δισ. δολάρια σε παιχνίδια [24]. Η διάδοση των κινητών συσκευών και η συνεχής βελτίωση των ψηφιακών υποδομών έχουν καταστήσει το παιχνίδι προσβάσιμο σε ένα εξαιρετικά ευρύ κοινό, το οποίο δεν περιορίζεται πλέον στις νεαρές ηλικίες. Οι Millennials¹⁸ και η Generation Z¹⁹, έχοντας εξοικειωθεί με τα ψηφιακά περιβάλλοντα, ενσωματώνουν το παιχνίδι με φυσικό τρόπο στην καθημερινή τους ζωή και στις μορφές κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Η πανδημία COVID-19 επιτάχυνε ακόμη περισσότερο αυτές τις τάσεις. Η αναστολή κοινωνικών δραστηριοτήτων οδήγησε σε αύξηση κατά 20% των ενεργών χρηστών και σε μεγάλη άνοδο της ζήτησης για ψηφιακή ψυχαγωγία. Τα παιχνίδια κινητών τηλεφώνων πλέον αντιπροσωπεύουν πάνω από το 50% των παγκόσμιων εσόδων της αγοράς.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών εμβύθισης, όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)²⁰ [25], οδηγεί στην εξάπλωση των διάχυτων παιχνιδιών (pervasive games), τα οποία επεκτείνουν την παιγνιακή δράση στον πραγματικό χώρο και συνδέουν τον χρήστη με το «έξω» περιβάλλον. Η τάση αυτή δείχνει πώς τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι βιώνουν και γνωρίζουν έναν τόπο, προσφέροντας πιο ζωντανές εμπειρίες εξερεύνησης και ανακάλυψης.

Η αυξανόμενη σημασία των ψηφιακών παιχνιδιών αναγνωρίζεται πλέον και σε θεσμικό επίπεδο. Στην Ελλάδα, το ισχύον νομικό πλαίσιο -όπως διαμορφώθηκε με τον Ν. 4487/2017 [26] και τροποποιήθηκε με τον Ν. 4704/2020 [27] - αναγνωρίζει το ψηφιακό παιχνίδι ως αυτοτελές οπτικοακουστικό έργο και υποστηρίζει την παραγωγή του μέσω χρηματοδοτικών μηχανισμών. Η θεσμική αυτή αναγνώριση ενισχύει τον ρόλο του κλάδου τόσο στην πολιτιστική όσο και στην οικονομική ανάπτυξη. Συνολικά, η ευρεία διάδοση των ψηφιακών παιχνιδιών, η συμμετοχή ολόένα και περισσότερων ανθρώπων και η παρουσία παιγνιωδών πρακτικών στην

¹⁶ Στην ελληνική βιβλιογραφία ο όρος gamification εμφανίζεται και ως "παιχνιδοποίηση" (ludification) όμως ο όρος αυτός διαφοροποιείται από την "παιγνιοποίηση", καθώς αναφέρεται τόσο στο δομημένο όσο και στο αδόμητο παιχνίδι. Ο όρος "παιχνιδοποίηση" (ludification) χρησιμοποιήθηκε από τον Raessens για να περιγράψει τον έντονο ρόλο που αποκτούσαν τα ψηφιακά παιχνίδια στον πολιτισμό και την κοινωνία.

¹⁷ Η συμπεριφορική οικονομική είναι ένας σχετικά νέος κλάδος που συνδυάζει στοιχεία της κλασικής οικονομικής επιστήμης και της ψυχολογίας για να κατανοήσει τον λόγο και τον τρόπο που σκέφτονται οι άνθρωποι κατά τη λήψη οικονομικών αποφάσεων.

¹⁸ Γνωστοί και ως Generation Y, είναι όσοι έχουν γεννηθεί περίπου από το 1981-1996, μεγάλωσαν στη μετάβαση από τον αναλογικό στον ψηφιακό κόσμο.

¹⁹ Όσοι έχουν γεννηθεί περίπου από το 1997 έως το 2012, μεγάλωσαν σε εξ ολοκλήρου ψηφιακό περιβάλλον.

²⁰ Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR): Η τεχνολογία που επιτρέπει την προβολή ψηφιακών πληροφοριών (όπως εικόνες, βίντεο ή τρισδιάστατα μοντέλα) πάνω στον φυσικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο, συνήθως μέσω της οθόνης ενός smartphone ή ειδικών γυαλιών, εμπλουτίζοντας την αντίληψη του χρήστη για το περιβάλλον του.

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:

ο Δήμος Πειραιά

καθημερινότητα ανοίγουν νέους δρόμους για σύγχρονες μορφές πολιτιστικής εμπειρίας, μέσα από φορητές συσκευές και διαδραστικό σχεδιασμό.

3.5 Ψηφιακός τουρισμός, κινητές συσκευές και σύγχρονες τουριστικές εμπειρίες

Η ραγδαία ψηφιακή εξέλιξη έχει αλλάξει ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι σχεδιάζουν, βιώνουν και μοιράζονται τις ταξιδιωτικές τους εμπειρίες. Οι φορητές συσκευές αποτελούν πλέον αναπόσπαστο εργαλείο του ταξιδιώτη, καθώς παρέχουν άμεση πρόσβαση σε πληροφόρηση, ψηφιακές υπηρεσίες και περιεχόμενο που σχετίζεται με τον προορισμό. Η μετάβαση σε ένα περιβάλλον διαρκούς κινητής συνδεσιμότητας έχει ενισχύσει τον ενεργό ρόλο του επισκέπτη, ο οποίος συμμετέχει πιο ουσιαστικά στην ανακάλυψη του τόπου και στη διαμόρφωση της προσωπικής του εμπειρίας.

Τα τελευταία χρόνια, το περιεχόμενο που δημιουργείται από τους ίδιους τους χρήστες (user-generated content) έχει αναδειχθεί σε βασική πηγή ταξιδιωτικής πληροφόρησης. Πλατφόρμες και εφαρμογές όπως το TripAdvisor²¹, το Google Maps²² και το Booking²³ χρησιμοποιούνται συστηματικά για τον σχεδιασμό του ταξιδιού, την επιλογή σημείων ενδιαφέροντος και την αξιολόγηση υπηρεσιών. Οι κινητές συσκευές καλύπτουν πλέον όλα τα στάδια της ταξιδιωτικής εμπειρίας, από τον προγραμματισμό και την κράτηση έως την επιτόπια εξερεύνηση, τις ψηφιακές ξεναγήσεις και την κοινοποίηση εμπειριών στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Στο πλαίσιο αυτό, ο αστικός χώρος μετασχηματίζεται σε ένα δυναμικό περιβάλλον πληροφορίας, το οποίο ενεργοποιείται σε σχέση με τη θέση και την κίνηση του χρήστη. Η αξιοποίηση τεχνολογιών όπως το GPS και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality) συνδέει τη φυσική περιήγηση με ψηφιακό και διαδραστικό περιεχόμενο, προσδίδοντας νέα διάσταση στην εμπειρία του επισκέπτη. Η διεθνής βιβλιογραφία αναγνωρίζει ότι η μετάβαση από τον παθητικό στον ενεργό, εμπλεκόμενο επισκέπτη αποτελεί μία από τις βασικές τάσεις του σύγχρονου τουρισμού.

Μέσα σε αυτό το ευρύτερο πλαίσιο ψηφιακού και διαδραστικού τουρισμού, η παιχνιδοποίηση αποτελεί μία από τις προσεγγίσεις που αξιοποιούν στοιχεία σχεδιασμού παιχνιδιών, όπως η πρόκληση, η αφήγηση, η ανακάλυψη και η επιβράβευση, με στόχο την ενίσχυση της συμμετοχής και της συναισθηματικής εμπλοκής του ταξιδιώτη. Η ενσωμάτωση τέτοιων μηχανισμών μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της εμπειρίας ξενάγησης, στην ενθάρρυνση της εξερεύνησης λιγότερο προβλεπόμενων περιοχών και στη δημιουργία πιο ουσιαστικής σχέσης του επισκέπτη με τον προορισμό.

Σύμφωνα με σχετικές έρευνες, οι ψηφιακές εφαρμογές που αξιοποιούν παιχνιδιώδη στοιχεία μπορούν να ενισχύσουν την ικανοποίηση των επισκεπτών, τη μνήμη και τη βιωματική απήχηση της εμπειρίας, καθώς και την ενεργή συμμετοχή κατά την επίσκεψη σε αξιοθέατα. Παράλληλα, η δυνατότητα προσωποποίησης και προσαρμογής στις προτιμήσεις του χρήστη καθιστά τις ψηφιακές εμπειρίες ιδιαίτερα ελκυστικές για νεότερες ηλικιακές ομάδες, οι οποίες παρουσιάζουν αυξημένη εξοικείωση με τα ψηφιακά μέσα.

Η παιχνιδοποίηση, επομένως, δεν λειτουργεί απλώς ως εργαλείο ψυχαγωγίας, αλλά ως μηχανισμός ενίσχυσης της πολιτιστικής εμπειρίας, διευκολύνοντας τον επισκέπτη να αναπτύξει ουσιαστική σύνδεση με την ιστορία, τον χώρο και τις αφηγήσεις ενός τόπου. Για προορισμούς που επιδιώκουν να εμπλουτίσουν και να διαφοροποιήσουν το τουριστικό τους προϊόν, οι

²¹ Το TripAdvisor Inc. είναι μία εταιρία ταξιδιών και εστιατορίων που ιδρύθηκε το 2000 και παρουσιάζει αναθεωρήσεις ταξιδιών και εστιατορίων, κρατήσεις καταλυμάτων και άλλο ταξιδιωτικό περιεχόμενο, περιλαμβάνει επίσης διαδραστικά ταξιδιωτικά φόρουμ.

<https://www.tripadvisor.com.gr/>

²² Το Google Maps είναι μια ψηφιακή υπηρεσία χαρτών και πλοήγησης της Google.

²³ Το Booking.com είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα κρατήσεων ταξιδιωτικών υπηρεσιών. Επιτρέπει στους χρήστες να αναζητούν, να συγκρίνουν και να κλείνουν καταλύματα, αλλά και ενοικιάσεις αυτοκινήτων ή εμπειρίες, προσφέροντας πληροφορίες όπως τιμές, διαθεσιμότητα, παροχές και αξιολογήσεις επισκεπτών.

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:

ο Δήμος Πειραιά

παιγνιώδεις και διαδραστικές πρακτικές μπορούν να αποτελέσουν στρατηγικό μέσο βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης.

Κεφάλαιο 4 Ψηφιακή Τεκμηρίωση και Πολιτιστική Κληρονομιά

4.1 Ο ρόλος και η εξέλιξη του μουσείου

Η έννοια του μουσείου συνδέεται διαχρονικά με την ανθρώπινη ανάγκη να συλλέγει, να διαφυλάσσει και να ερμηνεύει τα υλικά τεκμήρια του παρελθόντος. Ήδη από τη ρωμαϊκή περίοδο, Ο όρος «μουσείον»²⁴ χρησιμοποιούνταν για να περιγράψει χώρους αφιερωμένους στις Μούσες, όπου πραγματοποιούνταν φιλοσοφικές και πνευματικές δραστηριότητες. Ως θεσμός, το μουσείο γεννιέται κατά την Αναγέννηση, όταν ευγενείς και λόγιοι της Ιταλίας του 15ου αιώνα συγκεντρώνουν αντικείμενα σπάνιας αξίας και φυσικής περιέργειας στα λεγόμενα “Cabinets of Curiosities”²⁵. Οι συλλογές αυτές είχαν διπλό χαρακτήρα: από τη μία υπηρετούσαν την επιστημονική παρατήρηση και τη μελέτη του φυσικού κόσμου, από την άλλη αποτελούσαν μέσο κοινωνικής προβολής και επίδειξης κύρους.

Κατά τον 17ο και 18ο αιώνα, η συλλεκτική αυτή πρακτική εξελίχθηκε σε δημόσιο θεσμό. Οι ιδιωτικές συλλογές μετατράπηκαν σταδιακά σε εθνικά μουσεία, αντανakλώντας τις αξίες της νεωτερικότητας και τον εκπαιδευτικό ρόλο του πολιτισμού. Η Γαλλική Επανάσταση (1789–1804) υπήρξε καθοριστική για τον «εκδημοκρατισμό» των μουσείων, καθώς οδήγησε στη μετατροπή βασιλικών ή αριστοκρατικών συλλογών σε δημόσια αγαθά, με αποστολή τη διάδοση της γνώσης και την ενίσχυση της συλλογικής ταυτότητας. Από τον 19ο αιώνα και εξής, τα μουσεία παγιώνονται ως ιδρύματα κοινωνικής εκπαίδευσης και πολιτιστικής ανάπτυξης, αποτελώντας έναν από τους βασικούς μηχανισμούς συγκρότησης της εθνικής μνήμης.

Κατά τον 20ό αιώνα, το μουσείο εξελίσσεται σε πολυδιάστατο οργανισμό που δεν περιορίζεται στη φύλαξη και έκθεση αντικειμένων, αλλά επεκτείνει τον ρόλο του στην εκπαίδευση, την έρευνα, την ψυχαγωγία και τη συμμετοχή του κοινού [28]. Το Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων (ICOM)²⁶ ορίζει από το 2007, με τελευταία επικαιροποίηση το 2022, το μουσείο ως: «έναν μη κερδοσκοπικό, μόνιμο θεσμό στην υπηρεσία της κοινωνίας, ανοιχτό στο κοινό, ο οποίος ερευνά, συλλέγει, συντηρεί, ερμηνεύει και εκθέτει την υλική και άυλη πολιτιστική κληρονομιά, με σκοπό την εκπαίδευση, τη μάθηση, τη στοχαστική απόλαυση και την κοινωνική ανάπτυξη» [29].

Ο ορισμός αυτός υπογραμμίζει την κοινωνική και συμμετοχική διάσταση του μουσείου, το οποίο πλέον αντιμετωπίζεται όχι ως στατικός χώρος φύλαξης, αλλά ως δυναμικό περιβάλλον ανταλλαγής εμπειριών, γνώσης και πολιτισμικού διαλόγου.

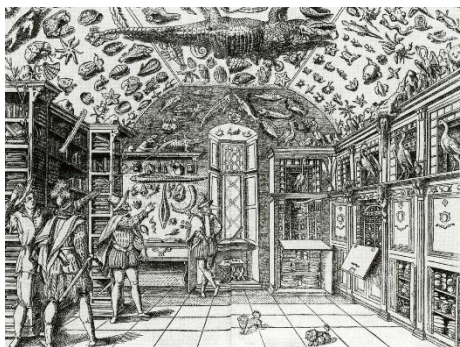
Στην Ελλάδα, το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας των μουσείων ορίζεται από το άρθρο 45 του Ν. 3028/2002 [30] «Για την Προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς». Σύμφωνα με τον νόμο αυτό, ως μουσείο νοείται κάθε οργανισμός ή υπηρεσία μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα που αποκτά, διαφυλάσσει, συντηρεί, τεκμηριώνει, ερευνά και εκθέτει συλλογές αρχαιολογικών, καλλιτεχνικών, εθνολογικών ή άλλων υλικών τεκμηρίων του ανθρώπου και του περιβάλλοντός του, με σκοπό τη μελέτη, την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία. Ο νόμος διακρίνει τα μουσεία σε δημόσια και ιδιωτικά, εντάσσοντάς τα σε ένα ενιαίο θεσμικό πλαίσιο πολιτιστικής προστασίας και προβολής.

²⁴ Ναός των Μουσών

²⁵ Τα “Cabinets of Curiosities” ήταν ιδιωτικές συλλογές της πρώιμης νεότερης περιόδου (16ος–18ος αι.), που συγκέντρωναν σπάνια και ετερόκλητα αντικείμενα και θεωρούνται οι πρόδρομοι των σύγχρονων μουσείων.

²⁶ Πρόκειται για έναν διεθνή, μη κερδοσκοπικό οργανισμό που ιδρύθηκε το 1946 και αποτελεί τον βασικό θεσμικό φορέα για τα μουσεία και τους επαγγελματίες τους παγκοσμίως.

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:
ο Δήμος Πειραιά



Εικόνα 17: Το "Δωμάτιο των Θαυμάτων" (Wunderkammer) του Ferrante Imperato, Νάπολη (1599). Αποτελεί έναν από τους πρώτους καταγεγραμμένους χώρους έκθεσης φυσικών και αρχαιολογικών ευρημάτων, προαναγγέλλοντας τη γέννηση του σύγχρονου μουσείου. Πηγή: Dell'Historia Naturale / Wikipedia.



Εικόνα 18: Sleeping in the Rijksmuseum, 2017. Η μετάβαση στο «Βιωματικό Μουσείο». Η δράση στο Rijksmuseum ανατρέπει το παραδοσιακό μοντέλο της παθητικής θέασης, μετατρέποντας τον μουσειακό χώρο σε πεδίο προσωπικής εμπειρίας και διανυκτέρευσης. Πηγή: bbc.com.

Η ιστορική αυτή εξέλιξη καταδεικνύει πως το μουσείο αποτελεί ζωντανό οργανισμό που αντανακλά τις κοινωνικές, πολιτικές και τεχνολογικές μεταβολές κάθε εποχής. Από τα πρώτα "Cabinets of Curiosities" της Αναγέννησης μέχρι τα σημερινά διασυνδεδεμένα, ψηφιακά μουσεία, ο θεσμός παραμένει πρωταρχικός φορέας συλλογικής μνήμης και πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά και πεδίο συνεχούς επαναδιαπραγμάτευσης ανάμεσα στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον.

4.2 Μουσεία στη σύγχρονη εποχή: από τη διατήρηση στη συμμετοχή

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από βαθιές κοινωνικές, οικονομικές και τεχνολογικές μεταβολές που επηρεάζουν ουσιαστικά τον ρόλο των μουσείων. Από θεσμοί φύλαξης και διατήρησης των τεκμηρίων του παρελθόντος, τα μουσεία μετασχηματίζονται σε δυναμικούς χώρους κοινωνικής αλληλεπίδρασης, συμμετοχής και εμπειρίας. Οι προκλήσεις της βιωσιμότητας, η αύξηση του αριθμού των μουσείων και η εμφάνιση νέων μορφών πολιτιστικής κατανάλωσης καθιστούν αναγκαίο τον επαναπροσδιορισμό της αποστολής και των στρατηγικών τους.

Στο σύγχρονο περιβάλλον, τα μουσεία καλούνται να λειτουργήσουν με όρους πολιτιστικής διαχείρισης (cultural management), ενσωματώνοντας αρχές αποτελεσματικής διοίκησης, επικοινωνίας και ανάπτυξης κοινού. Η έννοια του «επισκέπτη» μετασχηματίζεται σε ενεργό συμμετέχοντα, ο οποίος δεν περιορίζεται στην παθητική θέαση, αλλά επιζητάει αλληλεπίδραση, μάθηση και εμπειρία. Στο πλαίσιο αυτό, οι επικοινωνιακές πρακτικές, η εμπλοκή των κοινοτήτων και η έννοια της συν-δημιουργίας περιεχομένου αποτελούν πλέον αναπόσπαστα στοιχεία της μουσειακής πολιτικής.

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η μετάβαση από το παραδοσιακό μοντέλο του «ναού των τεχνών» προς ένα συμμετοχικό και πολυλειτουργικό μουσείο έχει ήδη συντελεστεί. Εμβληματικά παραδείγματα, όπως το Tate Modern [31] στο Λονδίνο, που εγκαινιάστηκε το 2000, ενίσχυσαν αυτή τη μετατόπιση, προβάλλοντας ένα νέο πρότυπο μουσείου ως πολιτιστικού, κοινωνικού και ψυχαγωγικού κόμβου.

Σήμερα, το μουσείο επιδιώκει να προσφέρει πολλαπλές εμπειρίες -από την ερμηνεία των συλλογών έως τη δημιουργία χώρων συνάντησης, αναψυχής και δημόσιου διαλόγου- ώστε να διατηρήσει την κοινωνική του συνάφεια και να ενισχύσει τη βιωσιμότητά του.

Η τεχνολογική επανάσταση των τελευταίων δεκαετιών επιτάχυνε αυτή τη διαδικασία. Οι νέες τεχνολογίες, τα ψηφιακά μέσα και η διάδοση του διαδικτύου επέτρεψαν στα μουσεία να επεκτείνουν τη φυσική τους παρουσία στον ψηφιακό χώρο, να προσεγγίσουν νέα κοινά και να δημιουργήσουν διαδραστικές εμπειρίες που ενισχύουν τη συμμετοχή και τη συναισθηματική

εμπλοκή του επισκέπτη. Η πανδημία COVID-19 αποτέλεσε καταλυτικό γεγονός, επιταχύνοντας τον ψηφιακό μετασχηματισμό των μουσείων, καθώς η αδυναμία φυσικής πρόσβασης οδήγησε στην ανάπτυξη διαδικτυακών εκθέσεων, εικονικών περιηγήσεων και ψηφιακών δράσεων επικοινωνίας.

Ο «εκδημοκρατισμός» των μουσείων δεν αφορά μόνο την τεχνολογία, αλλά και μια αλλαγή παραδείγματος στην αντίληψη για τον ρόλο του μουσείου. Από χώρος αυθεντίας, το μουσείο μετατρέπεται σε χώρο διαλόγου και συμμετοχής, όπου η γνώση συνδιαμορφώνεται μέσα από τη διάδραση με το κοινό. Η επιτυχία του σύγχρονου μουσείου εξαρτάται πλέον από την ικανότητά του να ενσωματώνει τεχνολογικές και κοινωνικές καινοτομίες, να δημιουργεί συναισθηματικούς δεσμούς και να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες ενός κοινού που ζητά αυθεντικές, βιωματικές και συμμετοχικές εμπειρίες.

4.3 Ψηφιακός μετασχηματισμός και πολιτιστική κληρονομιά

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των μουσείων και των πολιτιστικών οργανισμών συνιστά μία από τις σημαντικότερες εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών. Οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών δεν αποτελούν πλέον απλώς εργαλεία τεκμηρίωσης, αλλά μέσα αναδιαμόρφωσης του ίδιου του ρόλου του πολιτιστικού θεσμού, μετατοπίζοντας το μουσείο από χώρο φύλαξης σε χώρο ψηφιακής διάδρασης και συν-δημιουργίας γνώσης.

Η διεθνής πολιτιστική πολιτική άρχισε να αναγνωρίζει την αξία της ψηφιακής πολιτιστικής πληροφορίας ήδη από τις αρχές του 21ου αιώνα. Το 2003, η Χάρτα της UNESCO²⁷ για την Ψηφιακή Κληρονομιά καθιέρωσε τον όρο “Digital Heritage”, υπογραμμίζοντας ότι τα ψηφιακά τεκμήρια αποτελούν πλέον μέρος της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και πρέπει να προστατεύονται, να τεκμηριώνονται και να διατηρούνται με θεσμικά κατοχυρωμένο τρόπο. Η Χάρτα αυτή σηματοδότησε τη διεύρυνση της έννοιας της κληρονομιάς, συμπεριλαμβάνοντας όχι μόνο υλικά αντικείμενα αλλά και πολιτιστικά δεδομένα που παράγονται, αποθηκεύονται και διαδίδονται ψηφιακά [32].

Στην Ευρώπη, οι σχετικές πολιτικές ενισχύθηκαν μετά το 2007, με την απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη δημιουργία της Europeana [33], της ψηφιακής ευρωπαϊκής βιβλιοθήκης και πλατφόρμας πολιτιστικού περιεχομένου. Η Europeana εγκαινιάστηκε το 2008, συγκεντρώνοντας σε μία διαδικτυακή πύλη ψηφιακές συλλογές από μουσεία, βιβλιοθήκες και αρχεία των κρατών-μελών, με στόχο την προσβασιμότητα, τη διαλειτουργικότητα και τη διάδοση της ευρωπαϊκής πολιτιστικής κληρονομιάς. Σήμερα, φιλοξενεί περισσότερα από 50 εκατομμύρια τεκμήρια και λειτουργεί ως βασική υποδομή για την ανάπτυξη ερευνητικών, εκπαιδευτικών και τουριστικών εφαρμογών.

Η πανδημία COVID-19 επιτάχυνε τον ψηφιακό μετασχηματισμό των μουσείων, μετατρέποντας την ψηφιοποίηση από στρατηγική επιλογή σε αναγκαιότητα επιβίωσης. Η αδυναμία φυσικής πρόσβασης οδήγησε στην εκρηκτική αύξηση εικονικών εκθέσεων, διαδικτυακών δράσεων και ψηφιακών ξεναγήσεων. Παρότι η «ψηφιακή στροφή» δημιούργησε οργανωτικές και οικονομικές προκλήσεις, ανέδειξε νέες δυνατότητες για καινοτομία, εκπαίδευση και κοινωνική συμμετοχή στον πολιτισμό.

Αναγνωρίζοντας αυτές τις εξελίξεις, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε στα τέλη του 2021 νέα Σύσταση²⁸ για την Ψηφιοποίηση και τη Διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, καλώντας τα κράτη-μέλη να επιταχύνουν τις εθνικές τους στρατηγικές. Στο κείμενο αυτό τονίζεται ότι η πανδημία λειτούργησε ως «καταλύτης» για τον ψηφιακό μετασχηματισμό, ενώ παράλληλα

²⁷ UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) είναι ο Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών για την εκπαίδευση, την επιστήμη και τον πολιτισμό. Ιδρύθηκε το 1945 έχοντας ως στόχο να υπηρέτησι τις πανανθρώπινες αξίες, με σκοπό την ευημερία του ανθρώπου σε ένα ειρηνικό κόσμο.

²⁸ Βασίστηκε στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διαβούλευσης που σχετίζονταν με την πραγματοποίηση της προηγούμενης σύστασης

(<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32011H0711>), η οποία αφορούσε την ψηφιοποίηση και την επιγραμμική πρόσβαση στο πολιτιστικό υλικό και στη μακροχρόνια διαφύλαξη του.

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά

ανέδειξε την ανάγκη συντονισμού, ενίσχυσης των ψηφιακών δεξιοτήτων και δημιουργίας ενιαίου Ευρωπαϊκού Χώρου Δεδομένων για τον Πολιτισμό (European Data Space for Cultural Heritage).



Εικόνα 19: Χρήση 3D σάρωσης και εκτύπωσης για την αποκατάσταση δυο αγαλμάτων από την Παλμύρα. Ρώμη, 2017.
Πηγή: [archaeology.wiki](https://www.archaeology.wiki/).



Εικόνα 20: CultLab3D : αυτοματοποιημένη διαδικασία ψηφιοποίησης πολιτιστικής κληρονομιάς. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη μαζική και ακριβή ψηφιοποίηση μουσειακών εκθεμάτων. Πηγή: [European Heritage Awards / Fraunhofer IGD](https://www.european-heritage-awards.com/).

Η Σύσταση προτρέπει τα κράτη-μέλη να ψηφιοποιήσουν έως το 2030 τα πολιτιστικά αντικείμενα που βρίσκονται σε κίνδυνο ή είναι επισκέψιμα στο κοινό, να αξιοποιήσουν τεχνολογίες αιχμής όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, τα ψηφιακά δίδυμα (digital twins)²⁹ και το blockchain³⁰, και να διασφαλίσουν την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων, καθώς και την ανοικτή πρόσβαση στα ψηφιακά πολιτιστικά δεδομένα³¹.

Στο πλαίσιο αυτό, το 2023 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προχώρησε στη δημιουργία του “European Collaborative Cloud for Cultural Heritage”^[34], ενός «συνεργατικού υπολογιστικού νέφους» για πολιτιστικά ιδρύματα, ερευνητές και δημιουργούς. Ο στόχος είναι η ενίσχυση της συνεργασίας, η ανάπτυξη κοινών τεχνολογικών προτύπων και η υποστήριξη μικρότερων και περιφερειακών φορέων με πρόσβαση σε υποδομές αιχμής.

Την ίδια χρονιά, εγκαινιάστηκε η εκστρατεία “Twin It! 3D for Europe’s Culture” ^[35], που καλεί κάθε κράτος-μέλος να υποβάλει τουλάχιστον ένα τρισδιάστατο ψηφιακό τεκμήριο της εθνικής του πολιτιστικής κληρονομιάς στο κοινό ευρωπαϊκό αποθετήριο της Europeana. Η πρωτοβουλία αυτή προωθεί τη χρήση της τρισδιάστατης τεχνολογίας για την τεκμηρίωση, τη συντήρηση και τη διάχυση της πολιτιστικής πληροφορίας, ενθαρρύνοντας παράλληλα την εκπαίδευση και τη μεταφορά τεχνογνωσίας στα μουσεία και τους πολιτιστικούς οργανισμούς.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός, επομένως, δεν αφορά μόνο την τεχνολογική καινοτομία, αλλά μια πολιτιστική και θεσμική μετάβαση, όπου η πρόσβαση, η διατήρηση και η συμμετοχή επαναπροσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο η πολιτιστική κληρονομιά βιώνεται και αξιοποιείται. Η υιοθέτηση ψηφιακών πολιτικών και η αξιοποίηση των τεχνολογιών 3D, της εικονικής πραγματικότητας και της τεχνητής νοημοσύνης προσφέρουν νέα εργαλεία για την προστασία, την ερμηνεία και τη βιωματική πρόσληψη του πολιτισμού, εντάσσοντας τον θεσμό του μουσείου σε ένα νέο, συμμετοχικό και δικτυωμένο περιβάλλον.

²⁹ Ένα digital twin είναι ένα ψηφιακό μοντέλο που αναπαριστά και προσομοιώνει ένα φυσικό αντικείμενο ή διαδικασία, επιτρέποντας παρακολούθηση, ανάλυση και δοκιμές χωρίς παρέμβαση στο πραγματικό.

³⁰ Το blockchain είναι μια τεχνολογία όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα κοινό αρχείο που αναπαράγεται και ελέγχεται από πολλούς κόμβους, διασφαλίζοντας διαφάνεια και ακεραιότητα της πληροφορίας.

³¹ Ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η χρήση προηγμένων τεχνολογιών βρίσκονται στο πρόγραμμα “Πορεία προς την ψηφιακή δεκαετία” που έχει υιοθετήσει η Ε.Ε. θέτοντας συγκεκριμένους ψηφιακούς στόχους μέχρι το τέλος του 2030 (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_el)

4.4 Από την ψηφιοποίηση στην τρισδιάστατη τεκμηρίωση

Η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς δεν περιορίζεται πλέον στη δισδιάστατη αποτύπωση εικόνων ή εγγράφων, αλλά εξελίσσεται σε ολιστική διαδικασία τρισδιάστατης τεκμηρίωσης, η οποία αποδίδει με ακρίβεια τη γεωμετρία, την υφή και τα υλικά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου. Οι τρισδιάστατες τεχνολογίες επιτρέπουν τη δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων των πολιτιστικών αντικειμένων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς τεκμηρίωσης, συντήρησης, έρευνας, εκπαίδευσης και επικοινωνίας με το κοινό.

Η εξέλιξη των τεχνικών σάρωσης και της φωτογραμμετρίας έχει αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο τα μουσεία και οι πολιτιστικοί φορείς διαχειρίζονται τις συλλογές τους. Η τρισδιάστατη σάρωση (3D scanning) επιτρέπει τη συλλογή εκατομμυρίων σημείων (point clouds) από την επιφάνεια του αντικειμένου, με ακρίβεια της τάξης του εκατοστού ή και του χιλιοστού. Η αυξημένη χρήση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης σε αυτά τα στάδια βελτιώνει τη διαδικασία ευθυγράμμισης, καθαρισμού και ένωσης (fusion) των νεφών σημείων, παράγοντας μοντέλα υψηλής γεωμετρικής και χρωματικής ακρίβειας.

Η διαδικασία αυτή οδηγεί στη δημιουργία ενός τρισδιάστατου πλέγματος (3D mesh), το οποίο μπορεί να εμπλουτιστεί με υφές και φωτορεαλιστική απεικόνιση (texture mapping), καθιστώντας το κατάλληλο για εικονικές εκθέσεις, διαδραστικές εφαρμογές και επιστημονική μελέτη. Η τρισδιάστατη τεκμηρίωση επιτρέπει επίσης την καταγραφή φθορών, την παρακολούθηση της κατάστασης διατήρησης και την προσομοίωση επεμβάσεων συντήρησης χωρίς φυσική παρέμβαση στο πρωτότυπο αντικείμενο.

Η τρισδιάστατη αποτύπωση μπορεί να συνδυάζεται με τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης (rapid prototyping)³², μέσω των οποίων τα ψηφιακά μοντέλα μετατρέπονται σε φυσικά αντίγραφα μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D printing). Η τρισδιάστατη εκτύπωση, ως υποσύνολο της προσθετικής κατασκευής (additive manufacturing), βασίζεται στη διαδοχική απόθεση υλικού σε στρώσεις (layer-by-layer), χρησιμοποιώντας πλαστικά νήματα (PLA, ABS, PETG), ρητίνες ή ακόμα και μεταλλικά κράματα, ανάλογα με την επιθυμητή εφαρμογή. Η τεχνολογία αυτή, η οποία αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 με την εισαγωγή της μεθόδου στερεολιθογραφίας (SLA)³³ από τον Charles Hull [36] και αρχικά αξιοποιήθηκε κυρίως από τη βιομηχανία, έχει πλέον εξελιχθεί σε βασικό εργαλείο για την αναπαραγωγή, αποκατάσταση και εκπαίδευση στα μουσεία και τα ερευνητικά κέντρα.

Στον χώρο της πολιτιστικής κληρονομιάς, ο συνδυασμός πρακτικών τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης συμβάλλει ουσιαστικά στη διατήρηση και διάδοση της γνώσης, επιτρέποντας την αναπαραγωγή ευρημάτων, τη δημιουργία απτικών εμπειριών για άτομα με οπτική αναπηρία, και την ενίσχυση της μουσειακής εμπειρίας μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων και διαδραστικών εκθεμάτων. Παράλληλα, η ανοικτή διάθεση τρισδιάστατων μοντέλων σε ψηφιακές πλατφόρμες, όπως το Sketchfab³⁴ ή η Europeana, ενισχύει τη συμμετοχή της κοινότητας, εντάσσοντας το κοινό σε διαδικασίες συν-δημιουργίας και διάδοσης της πολιτιστικής πληροφορίας.

Έτσι, η τρισδιάστατη τεκμηρίωση δεν αποτελεί απλώς τεχνική διαδικασία, αλλά μια ευρύτερη πολιτιστική πρακτική, που ενώνει την επιστήμη, την τέχνη και την εκπαίδευση, μετασχηματίζοντας τον τρόπο με τον οποίο η πολιτιστική κληρονομιά τεκμηριώνεται, αναπαρίσταται και βιώνεται.

Κεφάλαιο 5 Νομοθετικό και οικονομικό πλαίσιο της πολιτιστικής παραγωγής και των αντιγράφων στην Ελλάδα

³² Στη βιβλιογραφία ο όρος πρωτοτυποποίηση αναφέρεται και ως προτυποποίησή.

³³ Η στερεολιθογραφία είναι μια μέθοδος τρισδιάστατης εκτύπωσης κατά την οποία υγρό φωτοευαίσθητο υλικό στερεοποιείται σταδιακά με υπεριώδες φως, σχηματίζοντας ένα τρισδιάστατο αντικείμενο στρώση προς στρώση.

³⁴ Το Sketchfab αποτελεί διαδικτυακή πλατφόρμα φιλοξενίας και οπτικοποίησης τρισδιάστατων μοντέλων, υποστηρίζοντας τη διαδραστική προβολή γεωμετρικών και χρωματικών δεδομένων, με ευρεία χρήση στον τομέα της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς και της εκπαίδευσης.

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:
ο Δήμος Πειραιά

5.1 Ο ΟΔΑΠ και η παραγωγή αντιγράφων και αναμνηστικών

Η παραγωγή και διάθεση αντιγράφων αρχαιοτήτων στην Ελλάδα συνδέεται θεσμικά με το Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων (ΤΑΠ), το οποίο ιδρύθηκε με τον Ν. 736/1977³⁵ ως νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου, υπαγόμενο στο Υπουργείο Πολιτισμού. Από το 2020, σύμφωνα με τον Ν. 4761/2020, το ΤΑΠ μετονομάστηκε σε Οργανισμό Διαχείρισης και Ανάπτυξης Πολιτιστικών Πόρων (ΟΔΑΠ), με την αγγλική επωνυμία Hellenic Organization of Cultural Resources Development (HOCRED). Ο ΟΔΑΠ αποτελεί πλέον τον κεντρικό δημόσιο φορέα διαχείρισης, προβολής και οικονομικής αξιοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, λειτουργώντας ως συνδεδειγμένος κρίκος ανάμεσα στο Υπουργείο Πολιτισμού και την αγορά πολιτιστικών προϊόντων.

Κύριος σκοπός του ΟΔΑΠ είναι η αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται στους επισκέπτες των μουσείων, των αρχαιολογικών και ιστορικών χώρων και των μνημείων της χώρας, καθώς και η ενίσχυση των οικονομικών πόρων που προέρχονται από τη λειτουργία τους. Οι οικονομικοί αυτοί πόροι επανεπενδύονται για τη συντήρηση, αποκατάσταση και ανάδειξη μνημείων, την εκτέλεση έργων προστασίας, τη βελτίωση των υποδομών και τη δημιουργία φυσικών και ψηφιακών πωλητηρίων.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η αρμοδιότητα του ΟΔΑΠ στην παραγωγή εκμαγείων, ακριβών αντιγράφων και αναμνηστικών, καθώς και στη χορήγηση αδειών για την παραγωγή ή εμπορική αξιοποίηση εικόνων, αποτυπώσεων και ψηφιακών αναπαραστάσεων αρχαιοτήτων. Η διαδικασία αυτή ρυθμίζεται από το άρθρο 46 του Ν. 3028/2002 [37] «Για την Προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς», το οποίο προβλέπει ότι η παραγωγή αντιγράφων και η διάθεση απεικονίσεων μνημείων (φωτογραφικών, τρισδιάστατων ή άλλων) επιτρέπεται μόνο κατόπιν άδειας του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού, η οποία εκδίδεται μέσω του ΟΔΑΠ.

Με την Υπουργική Απόφαση 436630/2023 (ΦΕΚ 5591/Β/21-9-2023) [38] επικαιροποιήθηκαν οι όροι χορήγησης αδειών παραγωγής απεικονίσεων μνημείων, εισάγοντας για πρώτη φορά τον σαφή ορισμό της «τρειςδιάστατης σάρωσης» ως επίσημης μεθόδου καταγραφής και ψηφιακής τεκμηρίωσης («δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου μέσω σάρωσης με χρήση laser, φωτογραμμετρικών ή συναφών τεχνολογιών»). Η διάταξη αυτή αποτελεί θεσμική αναγνώριση των νέων τεχνολογιών ψηφιοποίησης και της σημασίας τους για την προστασία και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Τα ακριβή αντίγραφα κατασκευάζονται στα εργαστήρια του ΟΔΑΠ ή ανατίθενται σε εξωτερικούς αναδόχους υπό την επίβλεψή του. Διατίθενται στα πωλητήρια των δημοσίων μουσείων και αρχαιολογικών χώρων, καθώς και μέσω του ηλεκτρονικού καταστήματος του ΟΔΑΠ (e-shop), συμβάλλοντας στη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς και στη βιώσιμη χρηματοδότηση των μουσείων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το Διοικητικό Συμβούλιο του ΟΔΑΠ δύναται να εγκρίνει τη διάθεση αντιγράφων και από ιδιώτες εμπόρους, με καθορισμένο τίμημα και υπό την προϋπόθεση ότι δεν φέρουν τη σφραγίδα του ΟΔΑΠ.

Η άδεια παραγωγής ή εμπορικής αξιοποίησης απλών αντιγράφων από τα ακριβή πρότυπα του ΟΔΑΠ παρέχεται έναντι τέλους, το ύψος του οποίου καθορίζεται από κοινή υπουργική απόφαση (ΥΠΟΙΚ – ΥΠΠΟΑ). Το πλαίσιο αυτό εξασφαλίζει τον έλεγχο της πιστότητας, της δεοντολογίας και των πνευματικών δικαιωμάτων των πολιτιστικών αντικειμένων, διασφαλίζοντας παράλληλα τη βιωσιμότητα της πολιτιστικής παραγωγής μέσω ενός δημόσιου μηχανισμού διαχείρισης.

Η θεσμική αυτή ρύθμιση έχει ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, καθώς καθορίζει τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η παραγωγή και διάθεση αναμνηστικών αντικειμένων που προέρχονται από ψηφιακή αποτύπωση έργων πολιτιστικής κληρονομιάς. Ένα τέτοιο προϊόν, όταν σχεδιάζεται με σεβασμό στη δεοντολογία, την αισθητική και την τεχνική ποιότητα, μπορεί να μεταφέρει πολιτιστική αξία και μνήμη, συμβάλλοντας παράλληλα στη βιωσιμότητα των μουσείων.

³⁵ Ο Νόμος 736/1977 τροποποίησε και συμπλήρωσε το άρθρο. 16 παρ. 1 του Ν.Δ. 4177/1961 το οποίο είχε μετονομάσει το άρθρο 6 του Νόμου 4212/1929.

5.2 Πολιτιστικά προϊόντα και αναμνηστικά: η σημασία τους στη μουσειακή εμπειρία

Το πολιτιστικό προϊόν και το αναμνηστικό αντικείμενο συνδέονται με τη μνήμη, την ταυτότητα και την εμπειρία του επισκέπτη. Το αναμνηστικό δεν είναι απλώς ένα εμπορικό προϊόν, αλλά μια υλική ανάμνηση που βοηθά τον επισκέπτη να θυμάται τον τόπο, το μουσείο και τα συναισθήματα της επίσκεψης.

Τα αναμνηστικά λειτουργούν ως υλικές εκφράσεις της εμπειρίας και ως μέσα πολιτισμικής ταύτισης, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση προσωπικών αλλά και συλλογικών αφηγήσεων γύρω από τον πολιτισμό και την ιστορική μνήμη. Στο πλαίσιο της λεγόμενης οικονομίας της εμπειρίας (experience economy)³⁶, όπου η αξία μετατοπίζεται από το ίδιο το προϊόν στην εμπειρία του επισκέπτη, το αναμνηστικό αποκτά έναν διττό ρόλο: αφενός παρατείνει το βίωμα πέρα από τη χρονική στιγμή της επίσκεψης και αφετέρου το μετατρέπει σε αντικείμενο, επιτρέποντας την υλική διατήρηση και τεκμηρίωση της ανάμνησης [39].

Τα σύγχρονα μουσεία, αναγνωρίζοντας τη σημασία του ρόλου των αναμνηστικών στη μουσειακή εμπειρία, εντάσσουν την παραγωγή και τη διάθεση τους στη συνολική τους στρατηγική. Τα πωλητήρια (museum shops) δεν λειτουργούν μόνο ως οικονομικές δομές, αλλά και ως μέσα επικοινωνίας, καθώς προβάλλουν τις συλλογές, ενισχύουν τη σχέση του κοινού με τον φορέα και καλλιεργούν έναν πιο προσωπικό δεσμό ανάμεσα στον επισκέπτη και τα εκθέματα.

Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και το προτεινόμενο τρισδιάστατο αναμνηστικό της παρούσας μελέτης, το οποίο αντιμετωπίζεται όχι ως απλό αντίγραφο, αλλά ως φορέας πολιτιστικής μνήμης και εμπειρίας. Αν και δεν αποσκοπεί στην απόλυτη πιστότητα του πρωτοτύπου, η αξία του έγκειται στη συμβολική του σημασία και στη σαφή, τεκμηριωμένη σύνδεσή του με το αυθεντικό έκθεμα. Η ένταξη του αναμνηστικού σε μια ψηφιακή εμπειρία παιχνιδιού πόλης, όπου ο επισκέπτης συλλέγει εμπειρίες και «πολιτιστικά ίχνη» κατά τη διάρκεια της περιήγησής του, μετατρέπει το αντικείμενο σε φυσική συνέχεια της ψηφιακής και βιωματικής εμπειρίας.

Ακόμη και αν το τελικό αντικείμενο διαφέρει σε μέγεθος ή χρωματισμό από το πρωτότυπο, διατηρεί τη σύνδεσή του με το αυθεντικό έκθεμα και το τεκμηριωμένο πλαίσιο δημιουργίας του. Με αυτόν τον τρόπο, λειτουργεί όχι απλώς ως αναμνηστικό, αλλά ως γέφυρα ανάμεσα στο παιχνίδι, την ψηφιακή εμπειρία και την υλική μνήμη, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενός συμμετοχικού και βιώσιμου μοντέλου πολιτιστικού τουρισμού για τον Πειραιά.

5.3 Πολιτιστικοί και Δημιουργικοί Τομείς: θεσμικό πλαίσιο και σύγχρονες τάσεις

Οι Πολιτιστικοί και Δημιουργικοί Τομείς (ΠΔΤ) αποτελούν σήμερα έναν από τους πλέον δυναμικούς πυλώνες της ευρωπαϊκής και εθνικής οικονομίας, συνδυάζοντας την πολιτιστική αξία με την καινοτομία και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Με την πρόοδο των ψηφιακών τεχνολογιών και τη διάδοση του διαδικτύου, η πολιτιστική παραγωγή και κατανάλωση μετασχηματίστηκαν ριζικά, δημιουργώντας νέα πρότυπα πρόσβασης, δημιουργίας και συμμετοχής.

Οι ΠΔΤ περιλαμβάνουν δραστηριότητες που βασίζονται στη δημιουργική έκφραση και τις πολιτιστικές αξίες, από τα μουσεία, τις τέχνες και την αρχιτεκτονική, έως τον κινηματογράφο, τα πολυμέσα, τα βιντεοπαιχνίδια και τον σχεδιασμό. Η UNESCO, ορίζει τις πολιτιστικές βιομηχανίες ως εκείνες που «παράγουν και διανέμουν πολιτιστικά αγαθά ή υπηρεσίες» [40] πρόκειται δηλαδή για τομείς που παράγουν συμβολικά αγαθά με κοινωνική και οικονομική σημασία.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η στρατηγική ενίσχυσης των ΠΔΤ ξεκίνησε τη δεκαετία του 1990 και κορυφώθηκε με προγράμματα όπως το «Πολιτισμός 2007–2013» [41] και το «Δημιουργικοί Ευρώπη 2014–2020»³⁷, τα οποία ανέδειξαν τη συμβολή του πολιτισμού στην απασχόληση, την

³⁶ Η οικονομία της εμπειρίας (experience economy) είναι ένα οικονομικό μοντέλο που υποστηρίζει ότι η αξία δεν προκύπτει πλέον μόνο από προϊόντα ή υπηρεσίες, αλλά από τις εμπειρίες που βιώνει ο άνθρωπος.

³⁷ Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφθείτε την ιστοσελίδα της Ε.Ε.:

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης:
ο Δήμος Πειραιά

καινοτομία και την κοινωνική συνοχή. Η τρέχουσα φάση «Δημιουργική Ευρώπη 2021–2027»³⁸ δίνει έμφαση στην ψηφιακή μετάβαση, την πράσινη ανάπτυξη και τη συμπερίληψη, ενθαρρύνοντας τις πολιτιστικές επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες αιχμής για τη διάχυση της πολιτιστικής κληρονομιάς και τη δημιουργία νέων εμπειριών.

Στην Ελλάδα, οι ΠΔΤ αποκτούν ιδιαίτερη σημασία λόγω του ισχυρού πολιτιστικού αποθέματος και του τουριστικού προφίλ της χώρας. Ωστόσο, σύμφωνα με τη μελέτη της διαΝΕΟσις (2022) [42], ο τομέας παραμένει υποχρηματοδοτούμενος, κατακερματισμένος και εξαρτημένος από ευρωπαϊκά προγράμματα, με χαμηλές δημόσιες δαπάνες (λιγότερο από 0,06% του κρατικού προϋπολογισμού το 2023). Παρά τις δυσκολίες, οι νέες τεχνολογίες, όπως η τρισδιάστατη σάρωση, η τρισδιάστατη εκτύπωση και η παιγνιοποίηση, ανοίγουν δυνατότητες για καινοτόμα πολιτιστικά προϊόντα που ενισχύουν την τοπική οικονομία και επαναπροσδιορίζουν τη σχέση του κοινού με την πολιτιστική κληρονομιά.

Στο πλαίσιο αυτό, η προτεινόμενη εφαρμογή και το 3D αναμνηστικό της παρούσας μελέτης συνδέονται άμεσα με την ευρωπαϊκή στρατηγική των ΠΔΤ, καθώς συνδυάζουν πολιτιστική εμπειρία, τεχνολογία και τοπική ανάπτυξη, προτείνοντας ένα παράδειγμα βιώσιμης, συμμετοχικής και δημιουργικής πολιτιστικής οικονομίας στον Πειραιά.

Κεφάλαιο 6 Πλαίσιο Μελέτης: Το Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά και τα Εκθέματα που Ψηφιοποιήθηκαν

6.1 Ιστορική εξέλιξη και φυσιογνωμία του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά

Η Αρχαιολογική Συλλογή του Πειραιά δημιουργήθηκε στο πλαίσιο των πρώτων συστηματικών προσπαθειών διάσωσης και συγκέντρωσης αρχαιοτήτων στην περιοχή. Ο αρχικός της πυρήνας σχηματίστηκε από επιτύμβιες στήλες του βόρειου νεκροταφείου της αρχαίας πόλης, οι οποίες είχαν συγκεντρωθεί στον κήπο του αρχαιόφιλου συλλέκτη Ιωάννη Μελετόπουλου, στην οδό Θηβών [43]. Στη συνέχεια, η συλλογή εμπλουτίστηκε με ευρήματα που εντοπίζονταν κατά την ανοικοδόμηση της σύγχρονης πόλης.

Κατά τις ανασκαφές του Ιάκωβου Δραγάτη για την Αρχαιολογική Εταιρεία, σημαντικά αντικείμενα μεταφέρθηκαν στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, ενώ τα πρώτα εκθέματα στεγάστηκαν προσωρινά στο Γυμνάσιο της Πλατείας Κοραή, όπου οργανώθηκε η πρώτη δημόσια παρουσίαση της συλλογής.

Το τοπικό μουσείο ιδρύθηκε το 1935 και ανεγέρθηκε στον χώρο του αρχαίου θεάτρου της Ζέας, επάνω σε ερείπια παλαιοχριστιανικής βασιλικής [44]. Το αρχικό κτήριο, τριών αιθουσών, με εκλεκτικιστική πρόσοψη προς την οδό Φιλελλήνων, πλαισιώθηκε από δύο μαρμάρινα λιοντάρια προερχόμενα από ταφικό περίβολο των Ταμπουριών [43].

Μετά την αναδιοργάνωση της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας τη δεκαετία του 1960, το Μουσείο Πειραιά αποτέλεσε το κεντρικό μουσείο της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων, συγκεντρώνοντας ευρήματα από τον Πειραιά, τη Σαλαμίνα, το Μοσχάτο, την Καλλιθέα και τη νότια παραλιακή ζώνη [44]. Η συλλογή ενισχύθηκε με δωρεές, όπως των Νομίδου, Βαλσαμάκη και Γερουλάνου.

Η ανακάλυψη των Χάλκινων Αγαλμάτων του Πειραιά το 1959 αποτέλεσε σταθμό στην ιστορία του μουσείου και οδήγησε στην ανέγερση νέου κτηρίου, το οποίο εγκαινιάστηκε το 1981 [43]. Το 1998 προστέθηκαν νέες αίθουσες αφιερωμένες στον ιδιωτικό βίο και στον ρόλο του Πειραιά ως ναυστάθμου και εμπορικού κέντρου.

<https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/creative-europe-programme-2014-to-2020.html>

³⁸ Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφθείτε την ιστοσελίδα της Ε.Ε.:

<https://www.consilium.europa.eu/el/policies/creative-europe-2021-2027/>

Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης.

ο Δήμος Πειραιά

Σήμερα, το Μουσείο παρουσιάζει εκθέματα που αναδεικνύουν την ιστορία, τη θρησκεία και την τέχνη της αρχαίας πόλης και διαδραματίζει ενεργό ρόλο στη μελέτη και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς της Αττικής. Διοικητικά υπάγεται στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων του ΥΠΠΟΑ [44].

6.2 Τα Χάλκινα Αγάλματα του Πειραιά

Το καλοκαίρι του 1959, κατά τη διάρκεια έργων αποχέτευσης στη γωνία των οδών Βασιλέως Γεωργίου Α΄ και Φίλωνος, εντοπίστηκαν τέσσερα χάλκινα αγάλματα και ένα τραγικό προσωπείο, μαζί με δύο ερμαϊκές στήλες και ένα μικρό αγαλματίδιο ανατολίζουσας Αρτέμιδος [45]. Τα τρία από τα τέσσερα αγάλματα (ο Απόλλωνας, η Μεγάλη Άρτεμις και η Μικρή Άρτεμις), καθώς και το τραγικό προσωπείο, βρέθηκαν θαμμένα μαζί σε έναν αποθέτη. Η θέση και ο τρόπος εύρεσής τους δείχνουν ότι είχαν αποθηκευτεί προσωρινά με σκοπό τη φυγάδευση και καταχώθηκαν, πιθανότατα, κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς που κατέστρεψε τον χώρο.

Λίγο μετά την εύρεσή τους, τα αγάλματα μεταφέρθηκαν για συντήρηση στα εργαστήρια του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου, όπου παρέμειναν έως το 1983, πριν επιστραφούν στον Πειραιά. Η εξαιρετική κατάσταση διατήρησης των αγαλμάτων επέτρεψε την αναλυτική παρατήρηση της τεχνικής χύτευσης και συναρμολόγησης, προσφέροντας πολύτιμα δεδομένα για την κατανόηση των μεθόδων κατασκευής της αρχαίας χαλκοπλαστικής [45]. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών συντήρησης, εκτίθενται στο Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά, στο πλαίσιο της μόνιμης έκθεσής του.

Τα χάλκινα του Πειραιά αποτελούν ένα από τα ελάχιστα σωζόμενα σύνολα αρχαίων χάλκινων αγαλμάτων. Αντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικούς καλλιτεχνικούς ορίζοντες: αφενός τον αρχαϊκό Απόλλωνα και αφετέρου τις θεότητες του 4ου αιώνα π.Χ., που μαρτυρούν τη μετάβαση από την αυστηρότητα στην εκφραστικότητα [43].



Εικόνα 21: Τα χάλκινα αγάλματα του Πειραιά (Μικρή Άρτεμις, άγαλμα Απόλλωνα, Μεγάλη Άρτεμις). © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. Φωτογραφική επεξεργασία της γράφουσας.

6.2.1 Χάλκινο άγαλμα Απόλλωνα

Ο Απόλλωνας του Πειραιά είναι χυτό άγαλμα μεγάλων διαστάσεων και αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα σωζόμενα έργα τύπου κούρου της αρχαϊκής περιόδου [43]. Βρέθηκε σε αποθήκη μαζί με δύο μεταγενέστερα χάλκινα αγάλματα και σώζεται σχεδόν ακέραιο, αν και η επιφάνειά του παρουσιάζει φθορές και ρωγμές.

Η μορφή του θεού αναγνωρίζεται από τα εμβλήματα του, τα οποία διακρίνονται ακόμη στα χέρια του: στο αριστερό κρατούσε τόξο, ενώ στο δεξί πιθανόν φιάλη. Ο θεός προβάλλει το δεξί πόδι, σε αντιστροφή του τυπικού αρχαϊκού προτύπου των κούρων, και γέρνει ελαφρά τη κεφαλή προς τα δεξιά και κάτω, εγκαταλείποντας την αυστηρή μετωπικότητα [43].

Το άγαλμα διακρίνεται για την αναπτυγμένη πλαστικότητα και τη χαλάρωση του αρχαϊκού σχήματος, ενώ τα μαλλιά αποδίδονται με φυσιοκρατική διάθεση, δεμένα με ταινία και σχηματίζοντας σπειροειδείς βοστρύχους στο μέτωπο.

Η τεχνική χύτευσης φανερώνει τη χρήση της μεθόδου του «χαμένου κεριού» (*cire perdue*), όπως μαρτυρούν τα παχιά τοιχώματα και τα υπολείμματα του πήλινου πυρήνα [45]. Η εξαιρετική του διατήρηση επέτρεψε την αναλυτική μελέτη της διαδικασίας χύτευσης και συναρμολόγησης, συμβάλλοντας ουσιαστικά στη γνώση της αρχαίας χαλκοπλαστικής.

Το έργο αποδίδεται σε εργαστήριο της βορειοανατολικής Πελοποννήσου, περιοχή που υπήρξε κέντρο ανάπτυξης της χαλκοπλαστικής στο β' μισό του 6ου αιώνα π.Χ., και θεωρείται σημαντικός κρίκος στη μετάβαση από το αυστηρό αρχαϊκό πρότυπο προς τη φυσικότερη απόδοση της κίνησης και της μορφής [43].

6.2.2 Χάλκινο άγαλμα Αρτέμιδος ή Μεγάλη Άρτεμις

Η Μεγάλη Άρτεμις του Πειραιά είναι μεγάλο χυτό άγαλμα νεαρής γυναίκας, που ταυτίζεται με τη θεά Άρτεμη και σώζεται σχεδόν ακέραιο, αποτελώντας ένα από τα καλύτερα διατηρημένα έργα του συνόλου.

Η θεά αποδίδεται όρθια, με το βάρος του σώματος στο δεξί πόδι και το αριστερό ελαφρά λυγισμένο προς τα πίσω, στάση τυπική για λατρευτικά αγάλματα. Φορεί νεανικό αττικό πέπλο και τα μαλλιά της είναι μαζεμένα σε κοτσίδα γύρω από την κορυφή της κεφαλής. Στην πλάτη διακρίνονται ίχνη στερέωσης φαρέτρας [43].

Το άγαλμα χαρακτηρίζεται από όλα τα γνωρίσματα της ύστερης κλασικής πλαστικής: ισορροπία, εσωτερική γαλήνη, ρεαλιστική απόδοση του ενδύματος και αίσθηση μνημειακότητας. Η πλούσια πτύχωση του πέπλου ακολουθεί ρευστά το σώμα, ενώ η ήπια στροφή της κεφαλής και το συγκρατημένο βλέμμα υποδηλώνουν τη μεταφυσική ηρεμία που συνδέεται με τις απεικονίσεις της θεάς.

Η απόδοση της μορφής και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αγάλματος επιτρέπουν την απόδοσή του σε εργαστήριο της βορειοανατολικής Πελοποννήσου, πιθανότατα σχετιζόμενο με τον Ευφράνορα ή τη σχολή του, γεγονός που το εντάσσει στα εξαιρετικά παραδείγματα λατρευτικών χάλκινων αγαλμάτων του τέλους του 4ου αιώνα π.Χ.

6.2.3 Χάλκινο άγαλμα Αρτέμιδος ή Μικρή Άρτεμις

Η Μικρή Άρτεμις είναι χυτό άγαλμα, το οποίο δεν σώζεται σε καλή κατάσταση, καθώς έχει υποστεί προχωρημένη οξειδωση, που σε ορισμένα σημεία έχει προκαλέσει παραμορφώσεις της επιφάνειας. Παριστά τη θεά σε τύπο γνωστό κυρίως από αττικά ανάγλυφα του δεύτερου μισού του 4ου αιώνα π.Χ.

Η θεά φορεί αττικό πέπλο, ψηλά ζωσμένο, και ιμάτιο τυλιγμένο γύρω από τους ώμους και περασμένο μπροστά μέσα από τη ζώνη, ενώ στην πλάτη της κρέμεται φαρέτρα. Παρά την έντονη φθορά της επιφάνειας [45], διακρίνεται η επιμελημένη απόδοση λεπτομερειών, όπως ο τελαμώνας και τα σανδάλια της, τα οποία έχουν κατασκευαστεί σε εμπίεστη τεχνική, αποδεικνύοντας την υψηλή δεξιότητα του δημιουργού [43].

Η πλαστική απόδοση της μορφής, με τον συνδυασμό ρεαλισμού, απλότητας και νεανικής χάρης, μαρτυρεί τη μετατόπιση της ύστερης κλασικής τέχνης προς πιο φυσιοκρατικές και εκφραστικές απεικονίσεις. Η Μικρή Άρτεμις, παρά τη φθορά της, αποτελεί σημαντικό τεκμήριο της ελληνικής χαλκοπλαστικής και της εξέλιξης της αναπαράστασης των θεοτήτων κατά τον 4ο αιώνα π.Χ.

6.3 Οι Επιτύμβιες Στήλες της Συλλογής

Οι επιτύμβιες στήλες του Μουσείου Πειραιά αποτελούν σημαντικά τεκμήρια της αττικής ταφικής γλυπτικής και αντικατοπτρίζουν την κοινωνική ταυτότητα, τις αξίες και το αισθητικό ιδεώδες των κλασικών χρόνων [43].



Εικόνα 22: Επιλεγμένα λίθινα εκθέματα από τη συλλογή του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά. Νικήσω, ο Ηθοποιός με τη μάσκα, Χαιρέδημος και Λυκαίας. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ. Φωτογραφική επεξεργασία της γράφουσας.

6.3.1 Η Στήλη της Νικησώς

Η Στήλη της Νικησώς (420 - 410 π.Χ.) και ανήκει στον τύπο της ανθεμωτής επιτύμβιας στήλης. Απεικονίζει μια νεαρή παιδίσκη που κρατά μια χήνα. Η απλότητα της σκηνής, σε συνδυασμό με την απαλή πλαστικότητα της μορφής και την ήρεμη στάση, αποδίδει με ιδιαίτερη τρυφερότητα το θέμα της παιδικής αθωότητας και της οικείας σχέσης ανάμεσα στο παιδί και το ζώο [43]. Στη συγκεκριμένη σύνθεση, που διατηρεί τον παραδοσιακό τύπο της ανθεμωτής στήλης, η μορφή προβάλλει ελαφρά μπροστά από το φόντο, ενώ το κεφάλι της εισέρχεται στο ανθέμιο, υπερβαίνοντας το αυστηρό πλαίσιο της στήλης, γεγονός που την εντάσσει στη μεταβατική φάση της ώριμης κλασικής τέχνης [43].

6.3.2 Η Στήλη του Χαιρέδημου και του Λυκαία

Η επιτύμβια στήλη του Χαιρέδημου και του Λυκαία προέρχεται από τη Σαλαμίνα και χρονολογείται στα χρόνια του Πελοποννησιακού πολέμου (περ. 430–420 π.Χ.). Αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα δείγματα αττικής ταφικής γλυπτικής του 5ου αιώνα π.Χ. και είχε χρησιμοποιηθεί ως σήμα για τον τάφο δύο οπλιτών, πιθανότατα πεσόντων στην ίδια μάχη [43].

Η στήλη έχει ορθογώνιο σχήμα και στην ανάγλυφη επιφάνειά της εικονίζονται οι δύο νέοι όρθιοι, ο ένας δίπλα στον άλλο, φέροντας τον οπλισμό του οπλίτη. Κρατούν ασπίδες στο αριστερό χέρι και στηρίζουν δόρατα στους ώμους τους. Ο νέος στα δεξιά φορεί κοντό χιτώνα, ενώ ο άλλος είναι γυμνός, με το ιμάτιο ριγμένο χαλαρά στους ώμους του. Η απόδοση των σωμάτων χαρακτηρίζεται από έντονη πλαστικότητα [43].

Η επιγραφή στην επίστεψη φέρει τα ονόματα των δύο νέων, Χαιρέδημος και Λυκαίας, και υποδηλώνει τη στενή μεταξύ τους σχέση, πιθανότατα αδελφική ή συντροφική, καθώς και τη συμμετοχή τους σε κοινό ηρωικό πεπρωμένο. Η στήλη ανήκει στις λίγες σωζόμενες παραστάσεις μεμονωμένων πολεμιστών του ύστερου 5ου αιώνα π.Χ., καθώς οι περισσότεροι πεσόντες των μαχών τιμούνταν με συλλογικά ταφικά μνημεία [43].

6.3.3 Η Στήλη του Ηθοποιού με τη Μάσκα

Η Επιτύμβια Στήλη του Ηθοποιού με τη Μάσκα, που χρονολογείται γύρω στα μέσα του 4ου αιώνα π.Χ., αποτελεί ένα από τα πιο ιδιαίτερα και εικονογραφικά πρωτότυπα δείγματα της αττικής ταφικής γλυπτικής. Απεικονίζει έναν νεαρό άνδρα που κρατά στο δεξί του χέρι μια τραγική μάσκα, την οποία αντικρίζει με περισυλλογή [43].

Η επιλογή θεατρικού θέματος για ταφικό μνημείο είναι ιδιαίτερα σπάνια, γεγονός που προσδίδει στο έργο ξεχωριστή σημασία. Σύμφωνα με την ερμηνεία της βιβλιογραφίας, η παράσταση ενδέχεται υποδηλώνει έναν μεταφορικό διάλογο ανάμεσα στη ζωή, την τέχνη και τον θάνατο. Η στήλη τεκμηριώνει επίσης την υψηλή κοινωνική και οικονομική θέση των ηθοποιών στην Αθήνα του 4ου αιώνα π.Χ., περίοδο κατά την οποία το θέατρο είχε καθιερωθεί ως κεντρικός θεσμός της δημόσιας ζωής [43].

6.4 Κριτήρια Επιλογής και Πλαίσιο Ψηφιοποίησης των Εκθεμάτων

Η επιλογή των εκθεμάτων που αποτέλεσαν αντικείμενο της τρισδιάστατης αποτύπωσης προέκυψε μέσα από συνδυασμό των αρχικών προτάσεων της γράφουσας και των υποδείξεων του επιστημονικού προσωπικού του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά [44]. Στο πλαίσιο αυτό εγκρίθηκε η ψηφιοποίηση τριών χάλκινων αγαλμάτων (του Απόλλωνα, της Μεγάλης Αρτέμιδος και Μικρής Αρτέμιδος) και της επιτύμβιας στήλης της Νικησώς, ενώ η επιτύμβια στήλη των Χαιρέδημου και Λυκαία και η στήλη του Ηθοποιού με τη Μάσκα επιλέχθηκαν από την Υπηρεσία.

Η τρισδιάστατη αποτύπωση πραγματοποιήθηκε κατόπιν επίσημης άδειας της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων (ΥΠΠΟΑ) και υλοποιήθηκε σε δύο προγραμματισμένες επισκέψεις στο Μουσείο, στις 11 Ιουνίου και 2 Ιουλίου 2024. Για τις ανάγκες τις εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι φορητοί σαρωτές Artec Leo και Artec Spider, η συμπληρωματική τεχνολογία των οποίων επέτρεψε την προσαρμογή στις ποικίλες διαστάσεις και τις επιφανειακές ιδιότητες των αντικειμένων (τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αναλύονται διεξοδικά στο Κεφάλαιο 8.)

Η επιλογή των εκθεμάτων δεν αφορούσε αποκλειστικά την καλλιτεχνική ή ιστορική τους σημασία, αλλά συνδέθηκε και με το ευρύτερο πλαίσιο της εργασίας, η οποία περιλάμβανε τον θεωρητικό και εννοιολογικό σχεδιασμό μιας ψηφιακής διαδραστικής εμπειρίας πόλης (city-game), με στόχο την πολιτιστική και τουριστική αξιοποίηση των ψηφιακών δεδομένων. Η ψηφιακή αποτύπωση των συγκεκριμένων εκθεμάτων αποτέλεσε τη βάση για τη δημιουργία αναμνηστικών υψηλής πιστότητας, τα οποία ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να επιλέγει και να παραγγέλλει. Η διαδραστική εμπειρία πόλης (city-game), είναι σχεδιασμένη σε θεωρητικό επίπεδο και με αναφορά σε αρχές gamification [11], [46] αποκλειστικά ως εννοιολογικό πλαίσιο. Η παραγωγή αναμνηστικών που βασίζονται σε αυθεντικά μουσειακά αντικείμενα λειτουργεί ως γέφυρα ανάμεσα στην ψηφιακή εμπειρία και τη φυσική παρουσία του επισκέπτη στον μουσειακό χώρο, ενισχύοντας την ενεργή συμμετοχή του.

Παρά τις πρακτικές δυσκολίες που σχετίζονται με τις συνθήκες του εκθεσιακού χώρου (όπως περιορισμένες γωνίες πρόσβασης, η έντονη ανακλαστικότητα ορισμένων επιφανειών ή οι συνθήκες φωτισμού), η διαδικασία ψηφιοποίησης ολοκληρώθηκε επιτυχώς για όλα τα αντικείμενα. Τα παραγόμενα τρισδιάστατα μοντέλα διαθέτουν την απαραίτητη ακρίβεια για μορφολογική μελέτη, εκπαιδευτική αξιοποίηση, εικονική αναπαράσταση και παραγωγή εκτυπώσιμων αντιγράφων.

Η συγκεκριμένη ενότητα αποτελεί τη γέφυρα προς το επόμενο κεφάλαιο, όπου παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία ψηφιοποίησης, οι τεχνικές ρυθμίσεις, οι συνθήκες σάρωσης στο μουσείο, καθώς και τα επιμέρους στάδια επεξεργασίας των δεδομένων.

Κεφάλαιο 7 Μεθοδολογία

7.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η μεθοδολογική προσέγγιση της παρούσας εργασίας βασίστηκε στον συνδυασμό θεωρητικών και εφαρμοσμένων εργαλείων, με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στην πολιτιστική κληρονομιά, τις ψηφιακές τεχνολογίες και τον τουρισμό κρουαζιέρας. Η εργασία ακολουθεί μια εφαρμοσμένη και διεπιστημονική λογική, στην οποία η θεωρητική διερεύνηση συνδέεται άμεσα με την πρακτική εμπειρία πεδίου και την παραγωγή απτών ψηφιακών και υλικών αποτελεσμάτων.

Στο πλαίσιο αυτό, η μεθοδολογία οργανώθηκε γύρω από επιμέρους αλλά αλληλένδετα σκέλη. Κεντρικό ρόλο κατέχει η τρισδιάστατη ψηφιοποίηση επιλεγμένων αρχαιολογικών εκθεμάτων, η οποία αποτέλεσε τη βάση τόσο για την πειραματική διερεύνηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης όσο και για τον θεωρητικό και εννοιολογικό σχεδιασμό μιας ψηφιακής διαδραστικής εμπειρίας πόλης (city-game). Η ψηφιακή εμπειρία προσεγγίζεται ως εννοιολογικός σχεδιασμός, ο οποίος αντλεί από τη βιβλιογραφία του gamification [11], [46] χωρίς να αποσκοπεί στην ανάπτυξη εφαρμοσμένου συστήματος παιχνιδιοποίησης.

Στο αρχικό στάδιο της εργασίας πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στον χώρο του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά, με στόχο την κατανόηση των συνθηκών του εκθεσιακού χώρου και των απαιτήσεων της ψηφιακής αποτύπωσης [43]. Μέσα από την επιτόπια παρατήρηση και την επικοινωνία με το επιστημονικό προσωπικό του μουσείου διαμορφώθηκε μια ρεαλιστική και τεχνικά τεκμηριωμένη πρόταση ψηφιοποίησης, η οποία οδήγησε στην υποβολή και έγκριση του σχετικού αιτήματος από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων (ΥΓΠΠΟΑ).

Μετά την έγκριση της άδειας υλοποιήθηκε η τρισδιάστατη ψηφιοποίηση των εκθεμάτων, κατά τη διάρκεια της οποίας συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα ψηφιακής αποτύπωσης. Η παρούσα ενότητα θέτει το γενικό πλαίσιο της μεθοδολογικής προσέγγισης που ακολουθήθηκε, ενώ τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας και οι τεχνικές επιλογές αναλύονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου.

7.2 Δομή και Στόχοι της Εργασίας

Η εργασία οργανώνεται γύρω από τον κεντρικό στόχο να διερευνηθεί πώς η τρισδιάστατη ψηφιοποίηση και οι ψηφιακές διαδραστικές εμπειρίες πόλης μπορούν να συμβάλουν στην ανάδειξη του Πειραιά ως πολιτιστικού προορισμού. Ειδικότερα, επιδιώκεται να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο η ψηφιακή τεκμηρίωση πολιτιστικών εκθεμάτων μπορεί να ενισχύσει τη βιωματική σχέση του κοινού με την πολιτιστική κληρονομιά και να υποστηρίξει νέες μορφές συμμετοχικής περιήγησης στον αστικό χώρο.

Η δομή της εργασίας αναπτύσσεται σε τρία διακριτά αλλά αλληλένδετα επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αφορά το θεωρητικό και ιστορικό πλαίσιο, την πολιτιστική φυσιογνωμία του Πειραιά, τον ρόλο του μουσείου στη σύγχρονη κοινωνία, καθώς και τις τάσεις του πολιτιστικού τουρισμού και της χρήσης ψηφιακών μέσων. Το δεύτερο επίπεδο εστιάζει στο τεχνικό σκέλος της εργασίας και περιλαμβάνει την επιλογή των εκθεμάτων, την τρισδιάστατη αποτύπωσή τους, την επεξεργασία των ψηφιακών μοντέλων και την παραγωγή φυσικών αντιγράφων μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης. Το τρίτο επίπεδο αφορά τη σύνδεση των ψηφιακών αποτελεσμάτων με τον εννοιολογικό σχεδιασμό μιας ψηφιακής διαδραστικής εμπειρίας πόλης (city-game), η οποία λειτουργεί ως παράδειγμα δημιουργικής αξιοποίησης των τρισδιάστατων δεδομένων στον δημόσιο χώρο.

Συνολικά, η εργασία επιδιώκει να συνθέσει θεωρία και εφαρμοσμένη πρακτική, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να υποστηρίξουν

σύγχρονες πολιτιστικές στρατηγικές και να προτείνουν νέες μορφές βιωματικού και συμμετοχικού τουρισμού.

7.3 Πηγές και Μέσα Συλλογής Δεδομένων

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας αξιοποιήθηκε συνδυασμός πρωτογενών και δευτερογενών πηγών. Οι δευτερογενείς πηγές περιλάμβαναν βιβλιογραφία σχετική με τα μουσεία, την πολιτιστική διαχείριση, τον τουρισμό, τον ψηφιακό μετασχηματισμό, την τρισδιάστατη τεκμηρίωση και τη θεωρητική προσέγγιση του gamification, καθώς και τεχνικά εγχειρίδια που αφορούν τη σάρωση και την επεξεργασία νεφών σημείων. Το θεωρητικό αυτό υπόβαθρο λειτούργησε ως πλαίσιο κατανόησης τόσο των τεχνικών διαδικασιών όσο και των σύγχρονων διεθνών πρακτικών στον χώρο της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς.

Οι πρωτογενείς πηγές προήλθαν από την επιτόπια εργασία στο Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά και τη συνεργασία με το εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό του μουσείου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των φορητών σαρωτών Artec Leo και Artec Spider και συμπληρώθηκε από αναλυτικές σημειώσεις πεδίου, στις οποίες καταγράφηκαν πρακτικές δυσκολίες, συνθήκες φωτισμού, περιορισμοί πρόσβασης και τεχνικές ιδιαιτερότητες των εκθεμάτων.

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Artec Studio [47], το οποίο υποστήριξε τα στάδια ευθυγράμμισης, σύντηξης και δημιουργίας υψής των τρισδιάστατων μοντέλων. Συμπληρωματικά χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία όπως το Meshmixer [49] για τη βελτιστοποίηση των μοντέλων και την προετοιμασία τους για τρισδιάστατη εκτύπωση. Η εκτύπωση υλοποιήθηκε σε υλικό PLA³⁹, επιτρέποντας την πρακτική αξιολόγηση της γεωμετρίας και της καταλληλότητας των μοντέλων για υλική αναπαραγωγή.

7.4 Περιορισμοί και Δεοντολογικές Παράμετροι της Εργασίας

Η εργασία εκπονήθηκε μετά από επίσημη άδεια της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων και ακολούθησε αυστηρά τις κατευθύνσεις και τους περιορισμούς του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά. Τα εκθέματα δεν μετακινήθηκαν από τις βάσεις τους, γεγονός που περιορίσε τις γωνίες ψηφιακής αποτύπωσης, ιδιαίτερα στην περίπτωση αντικειμένων μεγάλου ύψους. Επιπλέον, οι συνθήκες φωτισμού και οι ανακλαστικές επιφάνειες των επιτύμβιων στηλών κατέστησαν αναγκαίες προσαρμογές στις ρυθμίσεις των φωτιστικών πηγών και των σαρωτών, ενώ ο περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος επέβαλε προσεκτικό σχεδιασμό της ροής εργασίας.

Σε δεοντολογικό επίπεδο τηρήθηκαν πλήρως οι κανόνες προστασίας των μνημείων και οι διαδικασίες του Υπουργείου Πολιτισμού. Η ψηφιοποίηση πραγματοποιήθηκε με μη επεμβατικές τεχνικές και χωρίς καμία φυσική επαφή με τα αντικείμενα [30]. Η διαχείριση των ψηφιακών δεδομένων έγινε με σεβασμό στα πνευματικά δικαιώματα του αρμόδιου φορέα, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 3028/2002 και το ισχύον πλαίσιο του ΟΔΑΠ για την παραγωγή και χρήση ψηφιακών απεικονίσεων [38].

Η εργασία αναγνωρίζει ότι τα παραγόμενα τρισδιάστατα μοντέλα επηρεάζονται από τους πρακτικούς περιορισμούς του χώρου, του εξοπλισμού και των συνθηκών σάρωσης και ότι ορισμένες επιφάνειες ενδέχεται να εμφανίζουν μικρές αποκλίσεις. Οι παράγοντες αυτοί λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

7.5 Συνολική Μεθοδολογική Ροή

Η συνολική μεθοδολογία της παρούσας εργασίας συγκροτεί μια σειρά εργασιών που εκτείνεται από τη θεωρητική επεξεργασία έως την παραγωγή και αξιοποίηση ψηφιακών και υλικών αποτελεσμάτων. Αφετηρία αποτέλεσε η βιβλιογραφική μελέτη, η οποία πλαισιώθηκε από την

³⁹ Θερμοπλαστικό υλικό βιολογικής προέλευσης που χρησιμοποιείται ευρέως στην τρισδιάστατη εκτύπωση Πολιτιστικά Προϊόντα και Δράσεις στα Κρουαζιερόπλοια. Μελέτη Περίπτωσης: ο Δήμος Πειραιά

επιτόπια προετοιμασία στο μουσείο και τη συνεργασία με το εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό για την επιλογή των εκθεμάτων.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω δύο επισκέψεων για τρισδιάστατη σάρωση, ενώ η επεξεργασία τους οδήγησε στη δημιουργία ολοκληρωμένων τρισδιάστατων μοντέλων και φυσικών αντιγράφων μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης. Τα παραγόμενα ψηφιακά και υλικά αποτελέσματα αξιοποιήθηκαν στη συνέχεια στον εννοιολογικό σχεδιασμό μιας ψηφιακής διαδραστικής εμπειρίας πόλης, η οποία συνδέει την ψηφιακή τεκμηρίωση με την πολιτιστική ερμηνεία και τον τουριστικό σχεδιασμό.

Το μεθοδολογικό αυτό πλαίσιο αποτυπώνει τη μετάβαση από τη θεωρητική επεξεργασία στην εφαρμοσμένη δημιουργία, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες λειτουργούν ως εργαλεία κατανόησης, προβολής και βιωματικής ανάδειξης της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Κεφάλαιο 8 Εφαρμοσμένη Μεθοδολογία Τρισδιάστατης Σάρωσης και Εκτύπωσης

Η διαδικασία της τρισδιάστατης ψηφιοποίησης ξεκινά με τη σάρωση του αντικειμένου, κατά την οποία πραγματοποιείται η ψηφιακή καταγραφή της γεωμετρίας και της επιφανειακής του μορφής. Τα δεδομένα που προκύπτουν αποτελούν το πρωτογενές υλικό τεκμηρίωσης και περιλαμβάνουν τόσο τη μορφολογική πληροφορία όσο και τις χρωματικές ιδιότητες της επιφάνειας (texture data).

Σε επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε καθαρισμός των δεδομένων, με απομάκρυνση θορύβου (outlier removal) και ανεπιθύμητων τμημάτων που δεν ανήκουν στο αντικείμενο, όπως στοιχεία του περιβάλλοντος σάρωσης ή ασταθή γεωμετρικά δεδομένα. Ο καθαρισμός αυτός είναι απαραίτητος για τη βελτίωση της ποιότητας των σαρώσεων πριν από την περαιτέρω γεωμετρική τους επεξεργασία.

Ακολουθεί η ευθυγράμμιση των επιμέρους σαρώσεων (alignment), κατά την οποία πραγματοποιείται η αρχική αντιστοίχιση και σχετική τοποθέτηση των δεδομένων μεταξύ τους. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την καθολική ευθυγράμμιση (global registration) των σαρώσεων σε κοινό σύστημα αναφοράς [47], διασφαλίζοντας τη γεωμετρική συνοχή και τη συνολική μετρολογική ακρίβεια του μοντέλου.

Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της σύντηξης των δεδομένων (fusion), με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ενιαίου πολυγωνικού πλέγματος (mesh), το οποίο αποτυπώνει τη συνολική μορφή του αντικειμένου. Το πλέγμα υποβάλλεται σε στάδιο μετά-επεξεργασίας (mesh post-processing), που περιλαμβάνει διόρθωση οπών (hole filling), αντιμετώπιση περιοχών non-manifold, εξομάλυνση επιφανειών και βελτιστοποίησης της τοπολογίας του πλέγματος, με στόχο τη βελτίωση της γεωμετρικής ποιότητας και της λειτουργικής σταθερότητας του μοντέλου.

Όταν απαιτείται, κυρίως για την παραγωγή ψηφιακών assets (ψηφιακών πόρων), εφαρμόζεται χαρτογράφηση υφής (texture mapping), κατά την οποία οι χρωματικές πληροφορίες αντιστοιχίζονται στη γεωμετρία του μοντέλου, ενισχύοντας την οπτική του απόδοση. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την εξαγωγή των τελικών τρισδιάστατων μοντέλων σε κατάλληλες μορφές αρχείων (όπως STL για εκτύπωση και OBJ για ψηφιακή χρήση), ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους για ψηφιακή τεκμηρίωση, περαιτέρω επεξεργασία ή φυσική αναπαραγωγή.

Η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ξεκινά με την προετοιμασία του τρισδιάστατου μοντέλου, κατά την οποία πραγματοποιείται έλεγχος της γεωμετρικής ακεραιότητας και προσαρμογή του μοντέλου σε στεγανή μορφή (watertight mesh), ώστε να είναι κατάλληλο για φυσική αναπαραγωγή. Στο στάδιο αυτό εξετάζονται παράμετροι που σχετίζονται με τη δομή, τη σταθερότητα και τη δυνατότητα εκτύπωσης του αντικειμένου, ενώ πραγματοποιούνται οι απαραίτητες διορθώσεις όπου απαιτείται.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο τεμαχισμός του μοντέλου και η ρύθμιση των παραμέτρων εκτύπωσης (slicing & printing settings). Κατά τη φάση αυτή το τρισδιάστατο μοντέλο μετατρέπεται σε διαδοχικά στρώματα και παράγεται ο κώδικας εντολών G-code. Καθορίζονται βασικές

παράμετροι, όπως η ανάλυση εκτύπωσης (layer height), ο προσανατολισμός του αντικειμένου και η χρήση υποστηρικτικών δομών (supports), οι οποίες επηρεάζουν τόσο την ποιότητα όσο και τη σταθερότητα της εκτύπωσης.

Ακολουθεί η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, κατά την οποία το αντικείμενο παράγεται μέσω προσθετικής κατασκευής (additive manufacturing), με διαδοχική εναπόθεση υλικού σύμφωνα με τις παραμέτρους που έχουν οριστεί στο στάδιο του τεμαχισμού (slicing).

Μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης εφαρμόζεται στάδιο μετά-επεξεργασίας, το οποίο περιλαμβάνει την αφαίρεση των υποστηρικτικών δομών, τον καθαρισμό του αντικειμένου και, όπου απαιτείται, την τελική επιφανειακή επεξεργασία. Το στάδιο αυτό συμβάλλει στη βελτίωση της αισθητικής και της λειτουργικής ποιότητας του εκτυπωμένου αντικειμένου.

Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την παραγωγή του τελικού αντικειμένου, το οποίο αποτελεί τη φυσική αναπαραγωγή του ψηφιακού μοντέλου και είναι κατάλληλο για παρουσίαση, δοκιμή ή περαιτέρω χρήση, σύμφωνα με τους στόχους της εφαρμογής.

Για την επεξεργασία των δεδομένων τρισδιάστατης σάρωσης και τη δημιουργία των ψηφιακών μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά Artec Studio 18 [47] και Autodesk Meshmixer [49], ενώ για την προετοιμασία των αρχείων και τη ρύθμιση των παραμέτρων εκτύπωσης αξιοποιήθηκαν τα προγράμματα FlashPrint 5 και CreatWare 7.1.0. Οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις υλοποιήθηκαν στους εκτυπωτές Flashforge Creator 3 Pro και CreatBot D600 Pro, σύμφωνα με τις απαιτήσεις κλίμακας και λεπτομέρειας κάθε εκθέματος.

Στις επόμενες υποενότητες παρουσιάζονται η επιλογή των εκθεμάτων, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η επιλογή του εξοπλισμού (Πίνακες 1 & 2), η διαδικασία σάρωσης, η ροή εργασίας επεξεργασίας των δεδομένων και η μεθοδολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης. Οι αναλυτικές τεχνικές παράμετροι ανά έκθεμα παρατίθενται στο Παράρτημα, συνοδευόμενες από συγκεντρωτικούς πίνακες.

8.1 Ροή Εργασίας 3D Σάρωσης και Χαρακτηριστικά Συστημάτων Artec

Σε συνέχεια της εγκεκριμένης αίτησης από την ΕΦΑΠΝ και της επιλογής των έξι αντικειμένων που προαναφέρθηκαν, η διαδικασία επικεντρώθηκε στην τεχνική τους τεκμηρίωση. Η επιλογή αντικειμένων από δύο διαφορετικά υλικά, λίθο και χαλκό, επέτρεψε τη συγκριτική αποτίμηση της απόδοσης της τρισδιάστατης σάρωσης σε επιφάνειες με διαφορετικά οπτικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως η υφή, η ανακλαστικότητα και η γεωμετρική πολυπλοκότητα.

Η ψηφιακή αποτύπωση πραγματοποιήθηκε χωρίς μετακίνηση, επέμβαση ή φυσική επαφή με τα αντικείμενα, τηρώντας τις αρχές της τεκμηρίωσης με μη επεμβατικές (non-invasive) τεχνικές [30]. Η χρήση της τεχνολογίας targetless tracking [48] υπήρξε καθοριστική για τη διασφάλιση της ακεραιότητας των εκθεμάτων, σύμφωνα με τους όρους της χορηγηθείσας άδειας και τις οδηγίες του αρμόδιου προσωπικού του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά και της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων. Η φωτογραμμετρία είχε αρχικά εγκριθεί ως συμπληρωματική μέθοδος ψηφιακής καταγραφής. Ωστόσο, η στερέωση των επιτύμβιων στηλών στον τοίχο δεν επέτρεπε την περιμετρική προσέγγιση που απαιτείται για την πλήρη κάλυψη των επιφανειών τους. Αντιθέτως, τα χάλκινα αγάλματα, τοποθετημένα σε βάθρα, παρείχαν μεγαλύτερη ελευθερία κίνησης και επέτρεψαν την πραγματοποίηση στοχευμένων τμηματικών σαρώσεων. Παρ' όλα αυτά, τελικά κρίθηκε σκόπιμη η μη εφαρμογή της φωτογραμμετρίας, καθώς η υψηλή πιστότητα και η ταχύτητα των σαρωτών Artec Leo και Spider [48] κάλυψαν πλήρως τις απαιτήσεις της μελέτης.

Για την ορθή ψηφιοποίηση των εκθεμάτων υιοθετήθηκε μια υβριδική ροή εργασίας (Hybrid Capture Workflow) [47]. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στο συνδυασμό δύο διαφορετικών αισθητήρων της εταιρείας Artec 3D (Artec Leo και Spider), ώστε να διασφαλιστεί η γεωμετρική ακρίβεια του συνόλου (global accuracy) παράλληλα με την καταγραφή λεπτομερειών υψηλής ανάλυσης [48]. Οι τεχνικές προδιαγραφές και η συμπληρωματική λειτουργία των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα του Παραρτήματος.

Ο Artec Leo αποτελεί ένα πλήρως αυτόνομο σύστημα τρισδιάστατης σάρωσης, το οποίο βασίζεται στον συνδυασμό δομημένου υπέρυθρου φωτός (VCSEL) και αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης [48], ενώ ενσωματώνει οθόνη προεπισκόπησης για τον άμεσο έλεγχο των δεδομένων. Είναι κατάλληλος για αντικείμενα μεγάλης κλίμακας και για περιβάλλοντα όπου η ελευθερία κίνησης του χειριστή είναι κρίσιμη. Το ευρύ πεδίο σάρωσης (Field of View) και η ταχύτητα λήψης τον καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικό για την αποτύπωση της συνολικής γεωμετρίας.

Ο Artec Spider είναι ένας ενσύρματος σαρωτής υψηλής ανάλυσης, ο οποίος βασίζεται στην τεχνολογία δομημένου μπλε φωτός [48]. Διαθέτει εξειδικευμένο πεδίο σάρωσης που επιτρέπει την πιστή καταγραφή λεπτών μορφολογικών χαρακτηριστικών, όπως ανάγλυφα και εγχάρακτες λεπτομέρειες, που συχνά διαφεύγουν από σαρωτές γενικής χρήσης. Λόγω της υψηλής μετρολογικής του ακρίβειας⁴⁰, αποτελεί το πλέον κατάλληλο εργαλείο για περιπτώσεις που απαιτούν εξειδικευμένα και ιδιαίτερα λεπτομερή αποτύπωση σύνθετων επιφανειών.

Η μεθοδολογική αιτιολόγηση της επιλογής του κάθε συστήματος ανάλογα με τις απαιτήσεις της ψηφιοποίησης συνοψίζεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Μεθοδολογική προσέγγιση και κριτήρια επιλογής εξοπλισμού ανάλογα με τις απαιτήσεις ψηφιοποίησης των μουσειακών αντικειμένων.

Παράμετρος	Εφαρμογή στη Ψηφιοποίηση Εκθεμάτων	Σκοπός Χρήσης
Ακρίβεια (Accuracy)	Καταγραφή λεπτομερειών επιφάνειας	Artec Spider: Υψηλή λεπτομέρεια
Εμβέλεια (FOV)	Ταχεία κάλυψη μεγάλων όγκων και επιφανειών	Artec Leo: Γεωμετρικός σκελετός
Targetless Tracking	Δυνατότητα σάρωσης χωρίς επαφή, σπρέι ή αυτοκόλλητους δείκτες	Κοινό: Προστασία αρχαιοτήτων
Φωτισμός (VCSEL)	Σάρωση σε συνθήκες μεταβαλλόμενου φωτός μουσείου	Artec Leo: Ευελιξία περιβάλλοντος
Ευελιξία (Wireless)	Ελευθερία κίνησης 360° γύρω από το έκθεμα	Artec Leo: Μείωση χρόνου εργασίας

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Artec Studio 18, το οποίο υποστηρίζει ολόκληρη τη ροή εργασίας από τα ακατέργαστα δεδομένα σάρωσης έως το τελικό τρισδιάστατο μοντέλο. Στο περιβάλλον του λογισμικού πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των δεδομένων, η ευθυγράμμιση επιμέρους λήψεων (frames) και σαρώσεων μέσω καθολικής ευθυγράμμισης (Global Registration), ο καθαρισμός ανεπιθύμητης γεωμετρίας και θορύβου, καθώς και η διαδικασία σύντηξης (fusion) για τη δημιουργία πολυγωνικού πλέγματος. Συμπληρωματικά, χρησιμοποιήθηκε το Meshmixer της Autodesk για τη βελτίωση της τοπολογίας, την εξομάλυνση επιφανειών, τη συμπλήρωση κενών και απλοποίηση (decimation) της γεωμετρίας, με στόχο την προσαρμογή των μοντέλων στις απαιτήσεις της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

8.2 Διαδικασία Σάρωσης των Εκθεμάτων

Η διαδικασία τρισδιάστατης σάρωσης προσαρμόστηκε στις ιδιαιτερότητες των εκθεμάτων και στις συνθήκες του μουσειακού χώρου, με στόχο τη συλλογή δεδομένων υψηλής ποιότητας. Πριν από

⁴⁰ Ο όρος προσδιορίζει την ικανότητα του σαρωτή να παράγει δεδομένα υψηλής πιστότητας, κατάλληλα για επίσημες βιομηχανικές μετρήσεις και ποιοτικό έλεγχο, όπου οι αποκλίσεις από το πραγματικό αντικείμενο είναι ελάχιστες και εντός καθορισμένων ορίων.

την έναρξη της διαδικασίας σάρωσης εξετάζονταν ο διαθέσιμος φωτισμός, οι επιτρεπόμενες διαδρομές κίνησης και οι περιορισμοί πρόσβασης εντός των εκθεσιακών χώρων.

Τα χάλκινα αγάλματα, τοποθετημένα σε βάθρα, επέτρεψαν την περιμετρική αποτύπωση της συνολικής γεωμετρίας με σαρωτή Artec Leo και τη συμπληρωματική καταγραφή λεπτομερειών με τον Artec Spider [48]. Σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω του ύψους τους, κρίθηκε αναγκαία η χρήση σκάλας, γεγονός που απαιτούσε αυξημένη προσοχή στη σταθερότητα της κίνησης και στη διατήρηση σταθερής εστιακής απόστασης (working distance) από το έκθεμα.

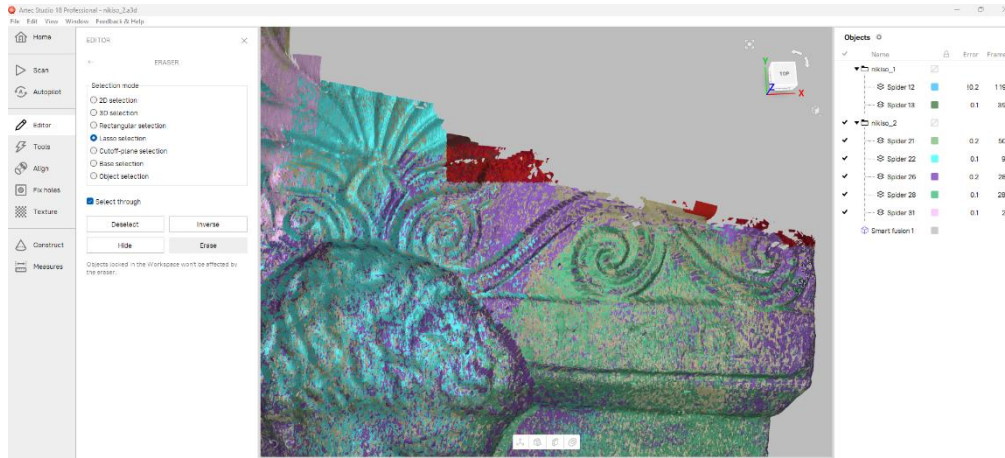
Οι επιτύμβιες στήλες, στερεωμένες στον τοίχο, δεν επέτρεπαν την πλήρη περιμετρική προσέγγιση. Για το λόγο αυτό, η σάρωση πραγματοποιήθηκε με επαναλαμβανόμενα περάσματα από επιτρεπόμενες γωνίες και αυξημένη επικάλυψη λήψεων (overlap), ώστε να διασφαλιστεί η πληρότητα του νέφους σημείων και να αποφευχθούν απώλειες γεωμετρικής πληροφορίας σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο. Σε μία περίπτωση, το αυξημένο ύψος της στήλης κατέστησε απαραίτητη τη χρήση σκάλας, γεγονός που απαιτήσε ιδιαίτερη προσοχή στη σταθερότητα της κίνησης και το χειρισμό του σαρωτή. Σε όλα τα εκθέματα η διαδικασία πραγματοποιήθηκε χωρίς καμία μετακίνηση ή επέμβαση, σύμφωνα με τις οδηγίες του μουσείου [30].



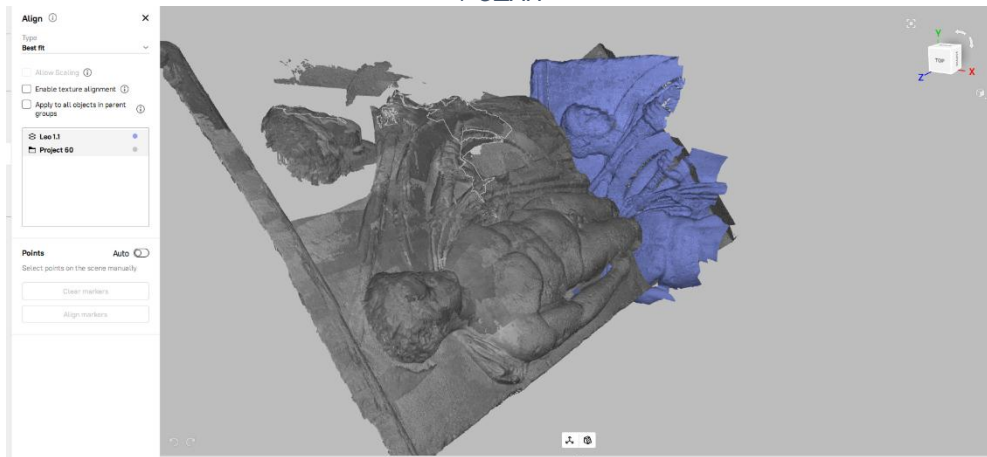
Εικόνα 23: Στιγμιότυπα από την επιτόπια τρισδιάστατη σάρωση των εκθεμάτων με τη χρήση των σαρωτών Artec Leo και Spider. (Φωτογραφίες της γράφουσας). © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ

8.3 Επεξεργασία Δεδομένων Σάρωσης

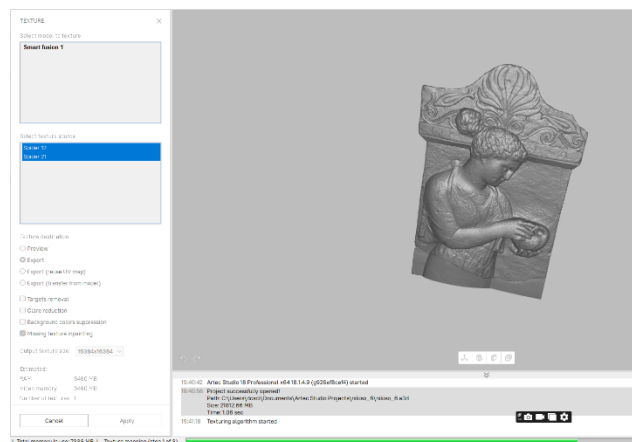
Η επεξεργασία των δεδομένων σάρωσης αποτέλεσε βασικό στάδιο για τη δημιουργία αξιόπιστων τρισδιάστατων μοντέλων. Στο λογισμικό Artec Studio πραγματοποιήθηκαν ο έλεγχος ποιότητας, ο καθαρισμός ανεπιθύμητης γεωμετρίας και θορύβου, η ευθυγράμμιση των frames και η τελική καταχώρηση (Global Registration) σε κοινό σύστημα αναφοράς [47]. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την εφαρμογή αλγορίθμου Fusion για τη δημιουργία ενός ομοιογενούς πολυγωνικού πλέγματος και την επακόλουθη χαρτογράφηση υφής (texture mapping).



Εικόνα 24: Το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού Artec Studio 18 Professional κατά τη διαδικασία καθαρισμού του ψηφιακού μοντέλου. Διακρίνεται η χρήση του εργαλείου "Eraser" (Lasso selection) για την αφαίρεση του ψηφιακού θορύβου και των πλεοναζόντων δεδομένων. © ΥΓΠΟ / ΕΦΑΓΠΝ / ΟΔΑΠ

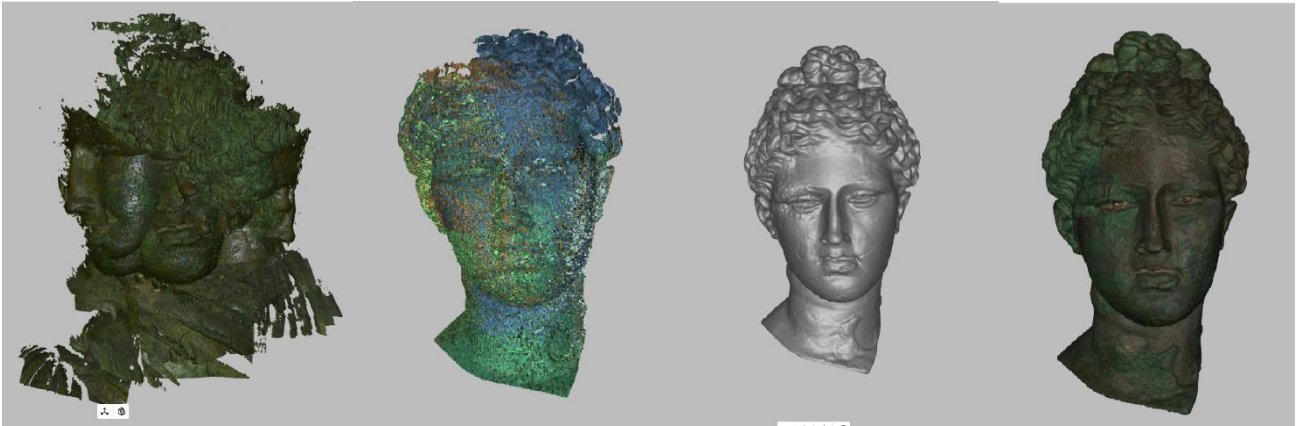


Εικόνα 25: Διαδικασία ευθυγράμμισης (Align) πολλαπλών σαρώσεων στο Artec Studio. Τα επιμέρους τμήματα του ψηφιακού μοντέλου ενώονται για τη δημιουργία της τελικής γεωμετρίας του αντικειμένου. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΓΠΟ / ΕΦΑΓΠΝ / ΟΔΑΠ



Εικόνα 26: Διαδικασία εφαρμογής υφής (Texture mapping) στο Artec Studio. Το λογισμικό συνδυάζει τις πληροφορίες χρώματος από τις επιμέρους λήψεις για την παραγωγή ενός φωτορεαλιστικού τρισδιάστατου μοντέλου υψηλής πιστότητας. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΓΠΟ / ΕΦΑΓΠΝ / ΟΔΑΠ

Μέσω της χαρτογράφησης υφής αποδόθηκαν τα χρώματα και οι οπτικές λεπτομέρειες των εκθεμάτων. Η διαδικασία αυτή βελτίωσε την πιστότητα των ψηφιακών μοντέλων ως προς την πραγματική τους εμφάνιση και εξυπηρέτησε σκοπούς ψηφιακής τεκμηρίωσης και μελλοντικής αξιοποίησης στον εννοιολογικό σχεδιασμό του παιχνιδιού πόλης.

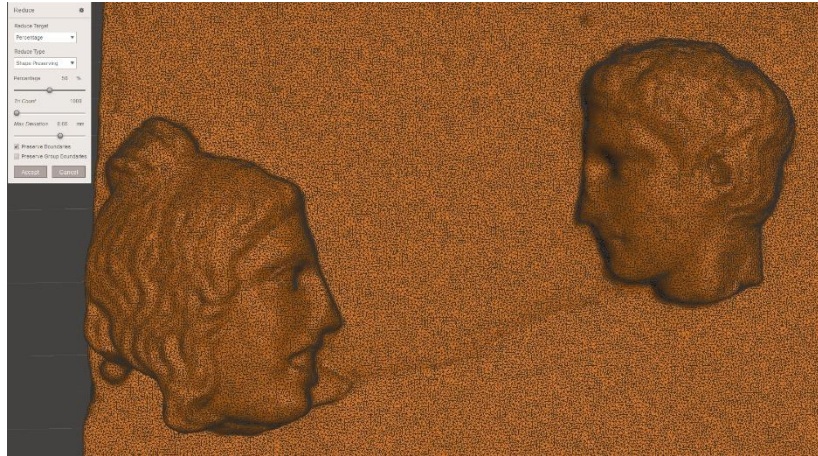


Εικόνα 27: Στάδια ψηφιακής επεξεργασίας (post-processing) στο λογισμικό Artec Studio. Από αριστερά προς τα δεξιά: α) Ακατέργαστα δεδομένα σάρωσης (raw scans), β) Ευθυγράμμιση και νέφος σημείων (point cloud), γ) Πολυγωνικό πλέγμα υψηλής ανάλυσης (high-poly mesh), δ) Τελικό μοντέλο με φωτορεαλιστική υφή (texture model). Πηγή: Ίδια επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ

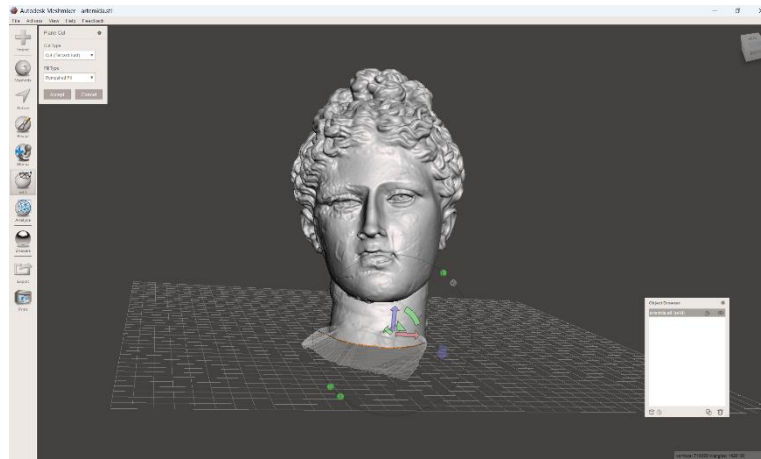
Ο έλεγχος ποιότητας βασίστηκε στον συνδυασμό οπτικής αξιολόγησης και ελέγχου της γεωμετρικής συνέπειας. Σε περιπτώσεις τοπικών ελλείψεων εφαρμόστηκαν ήπιες διαδικασίες συμπλήρωσης μικρής κλίμακας, σύμφωνα με διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες για την ψηφιακή τεκμηρίωση πολιτιστικών αντικειμένων [32], αποφεύγοντας την αυθαίρετη ανακατασκευή μορφολογικών στοιχείων.

Η τελική βελτιστοποίηση πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό Meshmixer [49]. Στην περίπτωση των επιτύμβιων στηλών, η αδυναμία σάρωσης της πίσω όψης οδήγησε στην παραγωγή ανοικτών επιφανειακών πλεγμάτων (open, non-watertight meshes). Για την προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της τρισδιάστατης εκτύπωσης, εφαρμόστηκαν στοχευμένες παρεμβάσεις μετατροπής τους σε στερεά μέσω εντολών Extrude και Offset, δημιουργώντας ένα τεχνητό βάθος που καθιστά το μοντέλο εκτυπώσιμο χωρίς να αλλοιώνει την εμπρόσθια αρχαιολογική πληροφορία.

Παράλληλα, διορθώθηκαν γεωμετρικές ασυνέχειες τύπου non-manifold με τη χρήση εντολών όπως Fill Holes, ενώ σε τελικό στάδιο εφαρμόστηκε ελεγχόμενη απλοποίηση (Reduce) για τη μείωση της υπολογιστικής πολυπλοκότητας του πλέγματος [49]. Οι παρεμβάσεις παρέμειναν ήπιες και δεν αλλοίωσαν τη μορφολογία ή τις αναλογίες των αντικειμένων. Μέσω της παραπάνω ροής εργασίας, τα αρχικά αποσπασματικά πλέγματα μετατράπηκαν σε λειτουργικά και κλειστά στερεά (watertight solids), έτοιμα για παραγωγή φυσικών αντιγράφων.



Εικόνα 28: Διαδικασία μείωσης πολυγωνικού πλέγματος (Reduse) στο Meshmixer. Η βελτιστοποίηση είναι απαραίτητη για την ομαλή εισαγωγή του μοντέλου στον 3D εκτυπωτή και την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Πηγή: Ιδία επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ



Εικόνα 29: Χρήση του εργαλείου "Plane Cut" στο Meshmixer για τη δημιουργία επίπεδης βάσης, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα του μοντέλου κατά την 3D εκτύπωση. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ

8.4 Πειραματικές Εκτυπώσεις και Έλεγχος Εκτύπωσης των Μοντέλων

Πριν την υλοποίηση των τελικών εκτυπώσεων πραγματοποιήθηκε σειρά πειραματικών δοκιμών, με στόχο την αξιολόγηση της δυνατότητας εκτύπωσης των τρισδιάστατων μοντέλων και την επιβεβαίωση της γεωμετρικής τους πληρότητας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο επιτραπέζιος εκτυπωτής Wanhao i3 Mini, ο οποίος κρίθηκε κατάλληλος για γρήγορες προκαταρκτικές εκτυπώσεις χαμηλής πιστότητας (Low-fidelity prototyping).

Τα δοκίμια εκτυπώθηκαν σε κλίμακα 5–20% του αρχικού μεγέθους, ώστε να ελεγχθεί η συμπεριφορά των μοντέλων σε φυσική μορφή χωρίς σημαντική κατανάλωση υλικού ή χρόνου εκτύπωσης. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τον οπτικό και απτικό έλεγχο της ομοιομορφίας των πλεγμάτων, της καθαρότητας των ακμών και της πληρότητας των κλειστών όγκων, επιβεβαιώνοντας ότι τα μοντέλα ανταποκρίνονται στις βασικές απαιτήσεις της προσθετικής κατασκευής.

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών εντοπίστηκαν, σε ορισμένα μοντέλα, τοπικές ασυνέχειες του πλέγματος και περιοχές γεωμετρίας τύπου non-manifold, οι οποίες δεν ήταν εμφανείς στο περιβάλλον επεξεργασίας των λογισμικών, αλλά αναδείχθηκαν στο στάδιο του τεμαχισμού (slicing). Τα ζητήματα αυτά αντιμετωπίστηκαν με στοχευμένες διορθώσεις στο λογισμικό

Meshmixer, μέσω εργαλείων επιδιόρθωσης (Analysis / Inspector), κλεισίματος κενών (hole filling) και τοπικής εξομάλυνσης της γεωμετρίας.

Η επιτυχής ολοκλήρωση των πειραματικών εκτυπώσεων επιβεβαίωσε ότι τα επεξεργασμένα μοντέλα μπορούν να παραχθούν χωρίς σφάλματα σε μεγαλύτερη κλίμακα και ότι πληρούν τις απαιτήσεις ακρίβειας, σταθερότητας και αξιοπιστίας. Η διαδικασία αυτή λειτούργησε ως κρίσιμο ενδιάμεσο στάδιο διασφάλισης ποιότητας (Quality Assurance) μεταξύ της ψηφιακής επεξεργασίας και της τελικής εκτύπωσης.



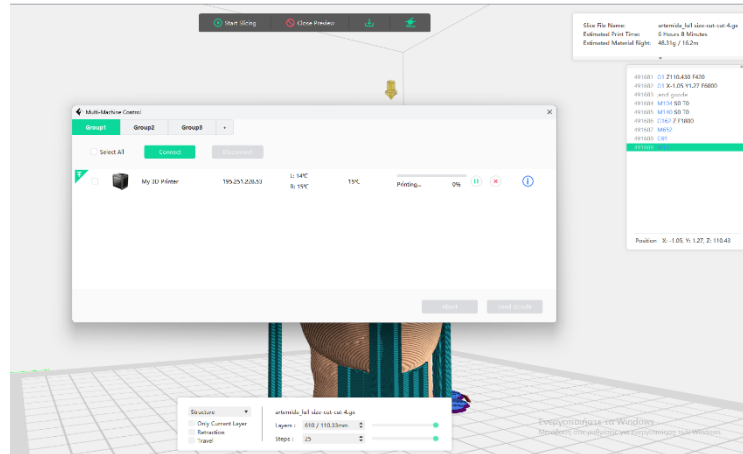
Εικόνα 30: Πρώτη δοκιμαστική εκτύπωση για τον έλεγχο της ορθότητας του πλέγματος (watertight mesh) και την επαλήθευση της δυνατότητας τρισδιάστατης παραγωγής του. (Φωτογραφία της γράφουσας). © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ

8.5 Τρισδιάστατη Εκτύπωση των Ψηφιακών Μοντέλων

Η τρισδιάστατη εκτύπωση αποτέλεσε το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας. Η εκτύπωση πραγματοποιήθηκε με δύο εκτυπωτές τεχνολογίας FDM/FFF, τον Flashforge Creator 3 Pro [51] και τον CreatBot D600 Pro [52]. Η επιλογή τους βασίστηκε στην αξιόπιστη απόδοσή τους, στον μεγάλο όγκο εκτύπωσης και στη δυνατότητα χρήσης συστημάτων διπλής εξώθησης για τη διαχείριση σύνθετων υποστηρικτικών δομών.

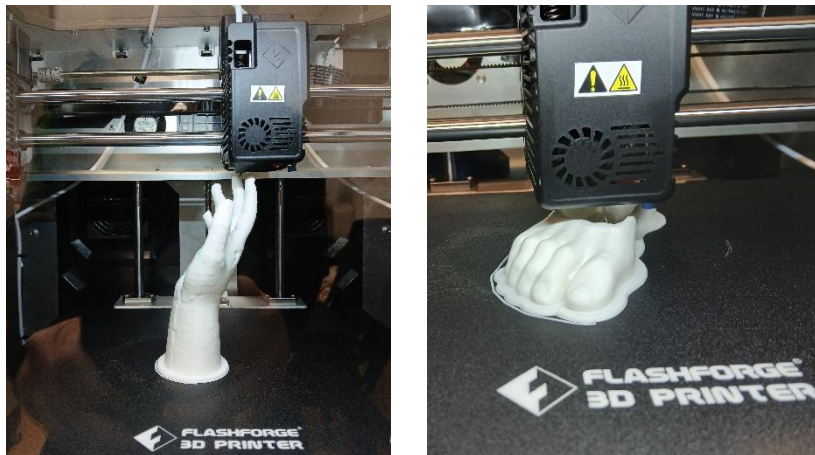
Ως υλικό εκτύπωσης χρησιμοποιήθηκε PLA (Polylactic Acid), βιοδιασπώμενο θερμοπλαστικό υλικό με καλή διαστασιακή σταθερότητα (dimensional stability)⁴¹. Η προετοιμασία των μοντέλων πραγματοποιήθηκε στα λογισμικά FlashPrint 5 και CreatWare 7.1.0 [50], όπου εφαρμόστηκε η διαδικασία τεμαχισμού (slicing) και παρήχθη ο κώδικας εντολών G-code. Καθορίστηκε ο προσανατολισμός εκτύπωσης (print orientation), προστέθηκαν δομές στήριξης (supports) και ρυθμίστηκε η πυκνότητα πλήρωσης (infill density) με μοτίβα που εξασφαλίζουν βέλτιστη αναλογία βάρους και αντοχής.

⁴¹ Η ικανότητα ενός αντικειμένου ή υλικού να διατηρεί τις διαστάσεις του (μήκος, πλάτος, ύψος, γεωμετρία) χωρίς να παραμορφώνεται με την πάροδο του χρόνου ή υπό την επίδραση εξωτερικών παραγόντων.



Εικόνα 31: Τελικό στάδιο προετοιμασίας στο λογισμικό FlashPrint 5. Έλεγχος παραμέτρων εκτύπωσης του μοντέλου. Πηγή: Ίδια επεξεργασία. . © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΠ / ΟΔΑΠ

Ο προσανατολισμός των αντικειμένων στην επιφάνεια εκτύπωσης (build plate) επιλέχθηκε με στόχο την ισορροπία μεταξύ γεωμετρικής ακρίβειας και δομικής σταθερότητας. Η διατήρηση των επιφανειακών λεπτομερειών επιτεύχθηκε μέσω ρυθμίσεων του ύψους στρώσης (layer height), της θερμοκρασίας εξώθησης και της ταχύτητας εκτύπωσης. Μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης, τα υποστηρίγματα αφαιρέθηκαν με μη επεμβατικές τεχνικές, διατηρώντας την επιφανειακή ακεραιότητα των αντικειμένων.

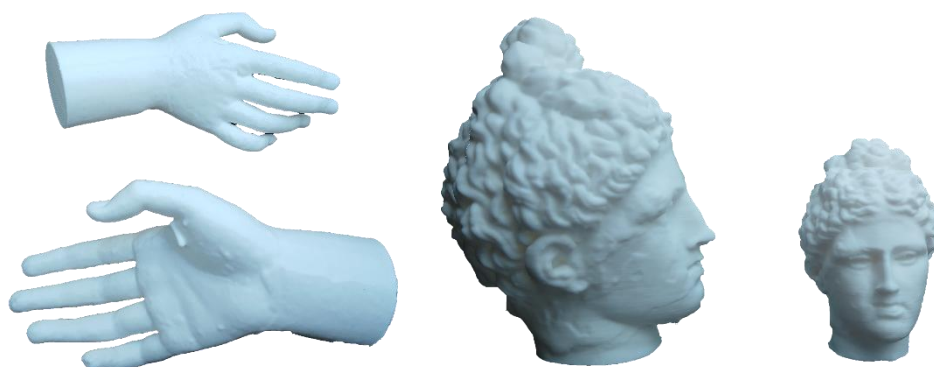


Εικόνα 32: Στιγμιότυπα κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης στον εκτυπωτή Flashforge. Πηγή: Φωτογραφία της γράφουσας. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΠ / ΟΔΑΠ.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση επέτρεψε τον τελικό έλεγχο της ομοιομορφίας των πολυγωνικών πλεγμάτων και της πληρότητας των κλειστών όγκων (watertightness). Μέσα από τη φυσική αναπαραγωγή κατέστη δυνατή η αξιολόγηση της ποιότητας των ψηφιακών δεδομένων και η επιβεβαίωση της δυνατότητας εκτύπωσης των μοντέλων ως λειτουργικών προτύπων για την παραγωγή τρισδιάστατων αναμνηστικών υψηλής πιστότητας.



Εικόνα 33: Τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντίγραφα των λίθινων επιτύμβιων στηλών. © ΥΓΠΟ / ΕΦΑΓΠΝ / ΟΔΑΠ. (Εκτύπωση και Φωτογράφιση: της γράφουσας).



Εικόνα 34: Τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντίγραφα. Παρουσιάζονται λεπτομέρειες των χάλκινων αγαλμάτων (κεφαλή Μικρής Άρτεμις, πόδια Απόλλωνα, χέρι Μεγάλης Άρτεμις) σε διαφορετικές κλίμακες εκτύπωσης. © ΥΓΠΟ / ΕΦΑΓΠΝ / ΟΔΑΠ. (Εκτύπωση και Φωτογράφιση: της γράφουσας).

Πίνακας 3: Τεχνικά Δεδομένα Εκτύπωσης Εκθεμάτων

Όνομασία Εκθέματος	Μοντέλο Εκτυπωτή	Υλικό	Ύψος Στρώσης (mm)	Στηρίγματα (Supports)	Infill (%)	Χρόνος
ΜΠ264/ Επιτύμβια στήλη Νικησώς	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	ΟΧΙ	-	6h 30m
ΜΠ385/ Επιτύμβια στήλη Χαιρέδημου και Λυκέα	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	ΟΧΙ	5%	6h 20m

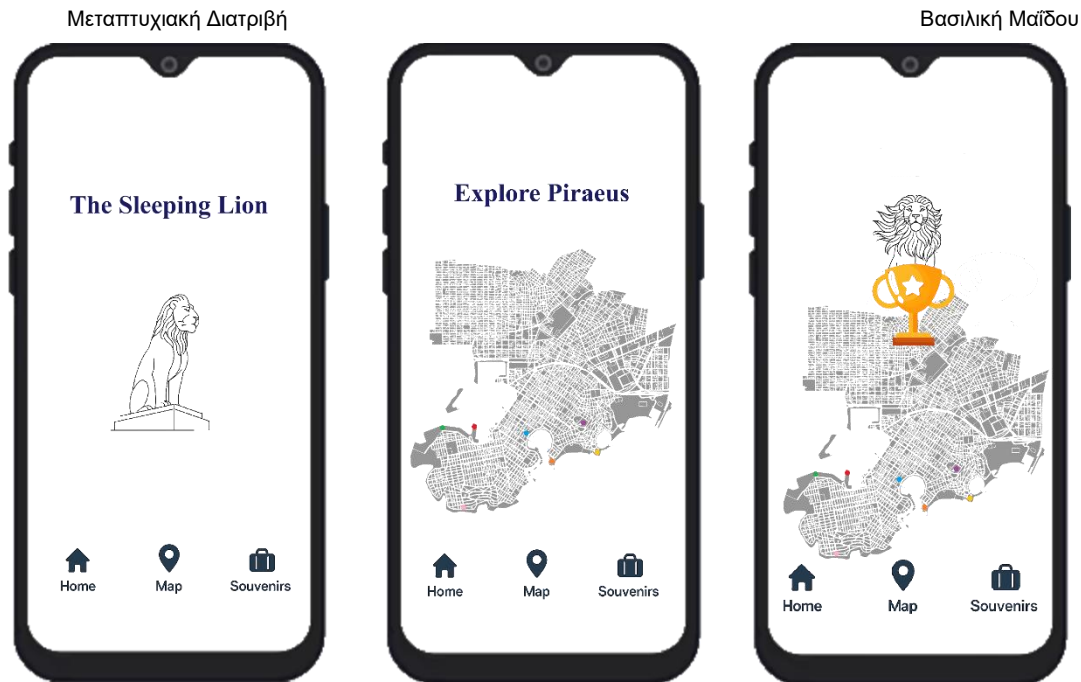
ΜΠ4229/ Επιτύμβια στήλη ηθοποιού	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	NAI	10%	5h 21m
ΜΠ4647/ Χάλκινο Άγαλμα Μεγάλης Αρτέμιδος	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	NAI	-	5h 28m
ΜΠ4648/ Χάλκινο Άγαλμα Μικρής Αρτέμιδος	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	NAI	10%	6h 8m
ΜΠ4645/ Χάλκινος Κούρος- Απόλλων	Flashforge Creator 3 Pro*	PLA	0.2mm	OXI	10%	5h 11m

*Σημείωση: Ο αρχικός έλεγχος για τη δυνατότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης και τη γεωμετρική ορθότητα των ψηφιακών αρχείων (watertight mesh) πραγματοποιήθηκε στον εκτυπωτή Wanhao i3 Mini. Στη συνέχεια διενεργήθηκαν δοκιμές στον CreatBot D600 Pro, όμως η τελική εκτύπωση υλοποιήθηκε στον Flashforge Creator 3 Pro. Η επιλογή της συγκεκριμένης κλίμακας και του εκτυπωτή, κρίθηκε σκόπιμη για τη βελτιστοποίηση του χρόνου παραγωγής (≈5-7 ώρες ανά πρωτότυπο), καθιστώντας εφικτή την πλήρη επίβλεψη της διαδικασίας. Αντίθετα, η εκτύπωση σε μεγαλύτερη κλίμακα θα απαιτούσε χρονικά διαστήματα άνω των 11 ωρών ανά αντικείμενο.

Κεφάλαιο 9 Μεθοδολογία Εννοιολογικού Σχεδιασμού Διαδραστικής Εμπειρίας Πόλης με Στοιχεία Παιχνιδιού (City - Game)

9.1 Στόχος και Εννοιολογικό Πλαίσιο του City - Game (Conceptual Design)

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται ο εννοιολογικός σχεδιασμός ενός *city-game* για κινητές συσκευές, σχεδιασμένου ειδικά για επιβάτες κρουαζιερόπλοιων που επισκέπτονται τον Πειραιά για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Η πρόταση εξετάζει πώς η περιήγηση στην πόλη μπορεί να γίνει ενεργή και βιωματική, μετατρέποντας τον επισκέπτη από παθητικό θεατή σε ενεργό συμμετοχό (active participant) [10]. Το εννοιολογικό πλαίσιο βασίζεται στη θεωρία του *Homo Ludens* [21] και στις αρχές της παιχνιδοποίησης (gamification), όπου το παιχνίδι λειτουργεί ως εργαλείο εξερεύνησης και μάθησης [11], [46]. Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών της επίσκεψής τους, η εμπειρία σχεδιάζεται ως μια σύντομη, σαφής και εύκολα προσβάσιμη γέφυρα ανάμεσα στην ψηφιακή πληροφορία και τη φυσική περιήγηση [9].



Εικόνα 35: Εννοιολογικός σχεδιασμός (Conceptual UI) της εφαρμογής "The Sleeping Lion". Από αριστερά προς τα δεξιά: Οθόνη υποδοχής, Διαδραστικός χάρτης περιήγησης και Οθόνη συλλογής ψηφιακών εκθεμάτων (Souvenirs). Πηγή: Ίδια σχεδίαση.

9.2 Αρχές Σχεδιασμού και Ροή Χρήστη (UX Flow)

Κεντρική αρχή του σχεδιασμού αποτελεί η μετατροπή της επίσκεψης σε εμπειρία ενεργής ανακάλυψης (active discovery). Ο χρήστης δεν ακολουθεί απλώς έναν χάρτη, αλλά συμμετέχει σε μικρές αποστολές (quests) με σαφή στόχο και άμεση ανατροφοδότηση (immediate feedback) [11]. Η ροή χρήστη (User Flow) σχεδιάζεται για μια διαδρομή διάρκειας 45-60 λεπτών, όπου κάθε στάση ενεργοποιείται μόνο μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης, διασφαλίζοντας την αίσθηση προόδου.

Ο «Λέων του Πειραιά» ενσωματώνεται ως αφηγηματικός οδηγός (narrative guide), προσφέροντας καθοδήγηση και ιστορικό πλαίσιο χωρίς να αποσπά την προσοχή από τον φυσικό χώρο. Με την ολοκλήρωση κάθε αποστολής, ο επισκέπτης ξεκλειδώνει πρόσβαση σε ένα αντίστοιχο τρισδιάστατο μοντέλο (ψηφιακό αντίγραφο), το οποίο λειτουργεί ως ψηφιακό έπαθλο (reward) και κίνητρο για τη συνέχιση της διαδρομής [46].

9.3 Σχεδιαστική Λογική Διεπαφής και Προσβασιμότητα (UI & Inclusion)

Η διεπαφή υιοθετεί μιναλιστική αισθητική (minimalist UI) με καθαρή δομή και υψηλή αντίθεση, ώστε να παραμένει λειτουργική σε εξωτερικούς χώρους με έντονο φωτισμό (high glare conditions). Η εμπειρία αποφεύγει τη γνωστική υπερφόρτωση (cognitive overload), εμφανίζοντας πληροφορίες με φειδώ και χρησιμοποιώντας διαισθητικές χειρονομίες (intuitive gestures) για την αλληλεπίδραση με τα 3D μοντέλα. Λαμβάνοντας υπόψη την ετερογένεια των επισκεπτών, ο σχεδιασμός ενσωματώνει αρχές συμπερίληψης:

Οπτική προσβασιμότητα: Υψηλή αντίθεση, δυνατότητα μεγέθυνσης κειμένου και αποφυγή προβληματικών χρωματικών συνδυασμών.

Γλωσσική προσβασιμότητα: Πολυγλωσσική υποστήριξη και απλουστευμένη διατύπωση χωρίς τεχνική ορολογία.

Κινητική ευελιξία: Δυνατότητα παράκαμψης σημείων ή επιλογής εναλλακτικών, συντομευμένων διαδρομών.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη λειτουργία offline-first, καθώς πολλοί επιβάτες κρουαζιέρας στερούνται δεδομένων περιαγωγής (roaming) [9]. Ο χάρτης, οι αποστολές και τα τρισδιάστατα μοντέλα είναι διαθέσιμα χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, διασφαλίζοντας μια αδιάλειπτη εμπειρία χρήσης.

9.4 Εννοιολογική Αρχιτεκτονική (Conceptual Architecture)

Η εμπειρία δομείται σε τρεις λειτουργικούς άξονες που αλληλεπιδρούν:

Καθοδήγηση (Navigation): Τοπική χαρτογράφηση και οπτικά σημεία προσανατολισμού στον αστικό ιστό.

Αφήγηση (Storytelling Progression): Σταδιακή εξέλιξη της ιστορίας μέσω δραστηριοτήτων που συνδέουν τις στάσεις [10].

Διαχείριση Ψηφιακού Περιεχομένου (Asset Management): Προβολή και εξερεύνηση των 3D μοντέλων.

Η αρχιτεκτονική αυτή συνδέει τον ψηφιακό κόσμο με το φυσικό αντικείμενο, καθώς παρέχεται η δυνατότητα εκδήλωσης ενδιαφέροντος για την απόκτηση ενός φυσικού τρισδιάστατου αναμνηστικού, ολοκληρώνοντας τον κύκλο της μελέτης από την αρχική σάρωση στην εκτύπωση και την τελική βιωματική αξιοποίηση [38].

9.5 Συνοπτική Αποτίμηση Κεφαλαίου

Το προτεινόμενο *city-game* λειτουργεί ως εννοιολογική γέφυρα ανάμεσα στην πολιτιστική κληρονομιά και τον σύγχρονο επισκέπτη. Μέσα από τη διακριτική ψηφιακή υποστήριξη και τη σταδιακή αποκάλυψη των 3D μοντέλων, η περιήγηση αποκτά χαρακτήρα ανακάλυψης. Η σύνδεση της ψηφιακής εμπειρίας με την παραγωγή φυσικών αντιγράφων μετατρέπει το αναμνηστικό σε φορέα πολιτιστικής μνήμης, ενισχύοντας τη θέση του Πειραιά ως ενός σύγχρονου, ανοιχτού και τεχνολογικά καινοτόμου πολιτιστικού προορισμού [10], [39].

Κεφάλαιο 10: Αποτελέσματα και Αξιολόγηση

10.1 Τεχνικά Αποτελέσματα και Proof of Concept

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας ανέδειξε ότι ο συνδυασμός τρισδιάστατης σάρωσης, ψηφιακής επεξεργασίας και προσθετικής κατασκευής οδηγεί στην παραγωγή γεωμετρικά ακριβών μοντέλων, ακόμη και σε απαιτητικές συνθήκες μουσειακού περιβάλλοντος. Η ψηφιοποίηση των έξι αρχαιολογικών εκθεμάτων λειτούργησε ως απόδειξη ορθότητας (Proof of Concept), τεκμηριώνοντας την πρακτική εφαρμογή της μεθοδολογίας και την ικανότητα παραγωγής αξιόπιστων δεδομένων παρά τις ιδιαιτερότητες υλικού και φωτισμού.

Σε επίπεδο σάρωσης, επιβεβαιώθηκε η συμπληρωματική λειτουργία των σαρωτών Artec Leo και Artec Spider. Τα χάλκινα αγάλματα παρουσίασαν βέλτιστη απόδοση λόγω της πατίνας τους, η οποία παρείχε επαρκή χαρακτηριστικά σημεία (features) για σταθερή παρακολούθηση (tracking). Αντίθετα, οι λίθινες στήλες απαίτησαν αυξημένη επικάλυψη λήψεων (overlap) λόγω των μεγάλων λείων επιφανειών τους. Η επιτυχής αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων επιβεβαιώνει τη λειτουργικότητα της μεθοδολογίας σε πραγματικές συνθήκες μουσειακής τεκμηρίωσης.

10.2 Ποιοτική Αξιολόγηση και Προτυποποίηση (Prototyping)

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας της πρωτοτυποποίησης (Prototyping) επέτρεψε την επιτυχή αξιολόγηση της πρότασης ως επιστημονικού και σχεδιαστικού μοντέλου.

Γεωμετρική Πιστότητα: Τα παραγόμενα ψηφιακά μοντέλα ανταποκρίνονται σε διεθνώς αποδεκτές πρακτικές (όπως τα πρότυπα 3D-ICONS, Euroreana), αποδίδοντας με συνέπεια τις αναλογίες και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των πρωτοτύπων.

Διασφάλιση Ποιότητας (QA): Οι δοκιμαστικές εκτυπώσεις μικρής κλίμακας (5-20%) υπήρξαν καθοριστικές για τον εντοπισμό σφαλμάτων τοπολογίας (non-manifold), επιτρέποντας στοχευμένες διορθώσεις στο Meshmixer.

Μετάβαση στο Φυσικό Περιβάλλον: Η επιτυχής εκτύπωση σε υλικό PLA επιβεβαίωσε τη δυνατότητα μετατροπής της ψηφιακής πληροφορίας σε ποιοτικά τρισδιάστατα αναμνηστικά, με σεβασμό στους δεοντολογικούς περιορισμούς προστασίας των αρχαιοτήτων.

10.3 Αποτίμηση Εννοιολογικού Σχεδιασμού (Conceptual Design)

Το προτεινόμενο μοντέλο εμπειρίας πόλης (city-game) αξιολογήθηκε ως ένα βιώσιμο σχεδιαστικό πρότυπο που συνδέει τα πολιτιστικά προϊόντα με τον τουρισμό κρουαζιέρας.

UX & Προσβασιμότητα: Η δομή της εμπειρίας χαρακτηρίζεται από χαμηλή γνωστική επιβάρυνση, καθιστώντας την περιήγηση προσβάσιμη σε χρήστες με διαφορετικά επίπεδα ψηφιακής εξοικείωσης.

Σύνδεση με τον Τόπο: Η σταδιακή αποκάλυψη των 3D μοντέλων λειτουργεί ως κίνητρο συμμετοχής, συνδέοντας την τοπική ιστορία με σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες.

Τεχνική Ρεαλιστικότητα: Η στρατηγική offline-first καθιστά την πρόταση ρεαλιστική για τις ανάγκες των επισκεπτών κρουαζιέρας, διασφαλίζοντας την αδιάλειπτη ροή της εμπειρίας στον αστικό χώρο.

10.4 Μετασχηματισμός της Πολιτιστικής Εμπειρίας

Η ψηφιακή τεκμηρίωση αναδεικνύεται από απλό μέσο καταγραφής σε εργαλείο συμμετοχικής και βιωματικά προσανατολισμένης πολιτιστικής εμπειρίας. Η ενσωμάτωση των τρισδιάστατων εκτυπώσεων προσφέρει έναν απόφορέα μνήμης (tangible souvenir), ο οποίος:

Ενισχύει τη συναισθηματική σύνδεση του επισκέπτη με τον Πειραιά και την τοπική πολιτιστική ταυτότητα.

Παρατείνει την επαφή με το πολιτιστικό περιεχόμενο και μετά το πέρας της επίσκεψης, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη και ελκυστική εμπειρία.

10.5 Συνολική Αποτίμηση Μεθοδολογίας

Συνολικά, η παρούσα εργασία καταδεικνύει ότι η τρισδιάστατη ψηφιοποίηση μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για δημιουργικές και βιώσιμες πολιτιστικές εφαρμογές. Η ολοκληρωμένη προσέγγιση «Σάρωση – Επεξεργασία – Εκτύπωση – City-Game» αποδείχθηκε τεχνικά αξιόπιστη και προσαρμόσιμη σε πραγματικές συνθήκες. Η προτεινόμενη μεθοδολογία προσφέρει εφαρμόσιμες λύσεις για την ανάδειξη του Πειραιά ως πολιτιστικού προορισμού, δημιουργώντας μια σταθερή βάση για μελλοντική πιλοτική εφαρμογή και περαιτέρω ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 11 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα και Συμπεράσματα

11.1 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να εστιάσει αρχικά στην πιλοτική εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου, μέσα από μια υλοποίηση του city-game σε πραγματικές συνθήκες. Μια τέτοια πιλοτική δράση, ενδεχομένως σε συνεργασία με τοπικούς πολιτιστικούς ή τουριστικούς φορείς, θα επέτρεπε να αξιολογηθούν στην πράξη η λειτουργικότητα της εφαρμογής, η εμπειρία

των χρηστών (User Experience – UX) και ο βαθμός στον οποίο το παιχνίδι μπορεί να ενισχύσει την τοπική συμμετοχή των επισκεπτών.

Ένα δεύτερο πεδίο μελλοντικής διερεύνησης αφορά την περιβαλλοντικά βιώσιμη παραγωγή των τρισδιάστατων αναμνηστικών. Η χρήση υλικών χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος, όπως ανακυκλωμένο PET ή νήματα που παράγονται από θαλάσσια απορρίμματα της περιοχής (Circular Economy), μπορεί να προσδώσει στα αντικείμενα μια πρόσθετη συμβολική και οικολογική αξία, ενισχύοντας την ταυτότητα του του Πειραιά ως «πράσινου» προορισμού.

Σε κοινωνικό επίπεδο, θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθεί πώς τα βιώσιμα και τοπικά παραγόμενα αναμνηστικά επηρεάζουν την εμπειρία του επισκέπτη και αν συμβάλλουν στην ενίσχυση της σχέσης του με τον Πειραιά. Συνεργασίες ανάμεσα σε δήμους, πολιτιστικούς φορείς και ερευνητικά ιδρύματα μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου παραγωγής και διάθεσης τέτοιων αναμνηστικών.

Επιπλέον, το μοντέλο μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα, όπως νησιωτικούς προορισμούς, ενσωματώνοντας σύγχρονα τοπότητα ή τοπικά προϊόντα στην αφήγηση του παιχνιδιού. Τέλος, η εφαρμογή του μοντέλου σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (STEM) προσφέρει σημαντικές προοπτικές, καθώς η ψηφιοποίηση και η 3D εκτύπωση μπορούν να λειτουργήσουν ως εργαλεία μάθησης που ενισχύουν τη δημιουργικότητα και την εξοικείωση των μαθητών με τις τεχνολογίες αιχμής.

11.2 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η σύνδεση πολιτιστικών προϊόντων με τον τουρισμό κρουαζιέρας, μέσω ενός ολοκληρωμένου μοντέλου εμπειρίας που συνδυάζει την τρισδιάστατη ψηφιοποίηση, την εκτύπωση και τον εννοιολογικό σχεδιασμό μιας παιγνιωδούς εφαρμογής. Στο πλαίσιο της μελέτης περίπτωσης για τον Δήμο Πειραιά, πραγματοποιήθηκε η ψηφιακή αποτύπωση και επεξεργασία έξι αρχαιολογικών εκθεμάτων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά.

Η επιλογή ενός εννοιολογικού (conceptual) μοντέλου αντί ενός ολοκληρωμένου τεχνολογικού προϊόντος επιτρέπει την αξιολόγηση της ιδέας ως επιστημονικής πρότασης και όχι ως εμπορικής εφαρμογής. Στο πλαίσιο της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς, η έννοια του “prototyping” θεωρείται βασική, καθώς λειτουργεί ως πεδίο διερεύνησης νέων μεθόδων εμπλοκής του κοινού, πριν την πλήρη ανάπτυξη ή υλοποίηση ενός συστήματος.

Στόχος της εργασίας είναι να αναδείξει τις ανάγκες και τις προκλήσεις του τουρισμού κρουαζιέρας και να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο η προτεινόμενη προσέγγιση αξιοποιεί τη σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία για την ενίσχυση της πολιτιστικής εμπειρίας του επισκέπτη. Παράλληλα, επιχειρεί να συνδέσει την ψηφιακή τεκμηρίωση με τις σύγχρονες, συμμετοχικές μορφές πολιτιστικής εμπειρίας, όπου ο επισκέπτης δεν είναι παθητικός δέκτης αλλά ενεργός συμμετέχων. Επίσης, αποδεικνύεται ότι η τρισδιάστατη ψηφιοποίηση μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο ως μέσο τεκμηρίωσης, αλλά και ως εργαλείο για την ανάπτυξη δημιουργικών, βιώσιμων και προσανατολισμένων στην εμπειρία του χρήστη πολιτιστικών εφαρμογών. Η συνολική προσέγγιση ανέδειξε νέες δυνατότητες για την παραγωγή πολιτιστικών προϊόντων και για την ενίσχυση της επαφής του επισκέπτη με τον τόπο, προσφέροντας εφαρμόσιμες λύσεις για προορισμούς με δραστηριότητα κρουαζιέρας, ανεξαρτήτως κλίμακας.

Παράρτημα I: Γλωσσάρι Ορολογίας

Πίνακας 4: Πίνακας Ορολογίας

<p>3D Scanning (Τρισδιάστατη σάρωση): Η διαδικασία λήψης της γεωμετρίας ενός φυσικού αντικειμένου μέσω αισθητήρων και η μετατροπή της σε ψηφιακά δεδομένα.</p>
<p>3D Digitization (Τρισδιάστατη ψηφιοποίηση): Η συνολική διεπιστημονική διαδικασία μετατροπής ενός φυσικού αντικειμένου σε πιστό ψηφιακό αντίγραφο, η οποία περιλαμβάνει τη σάρωση, την επεξεργασία και την τεκμηρίωση.</p>
<p>Additive Manufacturing (Προσθετική κατασκευή): Η βιομηχανική μέθοδος παραγωγής αντικειμένων μέσω της διαδοχικής προσθετικής στρώσεων υλικού.</p>
<p>Alignment (Ευθυγράμμιση): Το προκαταρκτικό στάδιο στο λογισμικό Artec Studio, όπου ο χρήστης τοποθετεί τα επιμέρους scans σε κοινή προσανατολισμό, επιτρέποντας στους αλγορίθμους να εντοπίσουν κοινά γεωμετρικά χαρακτηριστικά.</p>
<p>Data Acquisition (Συλλογή δεδομένων): Το αρχικό στάδιο καταγραφής των πρωτογενών δεδομένων (raw data) από τον αισθητήρα του τρισδιάστατου σαρωτή.</p>
<p>Decimation/Reduce (Μείωση Πολυγώνων): Η διαδικασία απλοποίησης του πολυγωνικού πλέγματος ενός τρισδιάστατου μοντέλου, με στόχο τη βελτιστοποίηση του μεγέθους του αρχείου χωρίς σημαντική απώλεια γεωμετρικής πληροφορίας.</p>
<p>Digital Assets: Βελτιστοποιημένα τρισδιάστατα μοντέλα που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων σάρωσης, διαθέτοντας κατάλληλη γεωμετρία (low-poly), υφή και υλικά, ώστε να είναι έτοιμα για ενσωμάτωση σε ψηφιακά περιβάλλοντα (π.χ. game engines).</p>
<p>Digital Twin (Ψηφιακό Δίδυμο): Το ακριβές ψηφιακό ομοίωμα ενός φυσικού αντικειμένου (π.χ. αρχαιολογικό έκθεμα), το οποίο διατηρεί με υψηλή πιστότητα τις γεωμετρικές και οπτικές του ιδιότητες.</p>
<p>Dimensional Stability (Διαστασιακή Σταθερότητα): Η ικανότητα ενός υλικού (π.χ. PLA) να διατηρεί τις ακριβείς διαστάσεις και το σχήμα του κατά τη διάρκεια και μετά τη διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, αποφεύγοντας παραμορφώσεις (warping).</p>
<p>Extrude (Εξώθηση): Λειτουργία των λογισμικών 3D modeling που επιτρέπει τη μετατροπή μιας δισδιάστατης επιφάνειας σε τρισδιάστατο όγκο μέσω της προβολής της στον άξονα Z.</p>
<p>FDM / FFF (Fused Deposition Modeling): Τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης που βασίζεται στην εναπόθεση διαδοχικών στρώσεων λιωμένου θερμοπλαστικού υλικού.</p>
<p>Fill Holes (Πλήρωση Κενών): Αλγοριθμική διαδικασία αυτόματου κλεισίματος οπών στο πλέγμα.</p>
<p>Fusion (Σύντηξη): Η διαδικασία όπου όλα τα επεξεργασμένα frames της σάρωσης ενώνονται για τη δημιουργία ενός ενιαίου πολυγωνικού πλέγματος (Mesh).</p>
<p>Global Registration (Ευθυγράμμιση): Η διαδικασία ευθυγράμμισης όλων των επιμέρους λήψεων (frames) μιας τρισδιάστατης σάρωσης σε ένα κοινό σύστημα συντεταγμένων.</p>
<p>Infill (Πλήρωση): Η εσωτερική δομή του εκτυπωμένου αντικειμένου. Ρυθμίζεται σε ποσοστό (%) και καθορίζει τη στιβαρότητα, το βάρος και τον χρόνο εκτύπωσης του μοντέλου.</p>
<p>Layer Height (Ύψος Στρώσης): Η απόσταση μεταξύ των διαδοχικών επιπέδων εκτύπωσης, η οποία καθορίζει την κατακόρυφη ανάλυση και την ποιότητα της επιφάνειας.</p>

Non-manifold Geometry: Γεωμετρικά σφάλματα στη δομή του πλέγματος (π.χ. ακμές που ανήκουν σε περισσότερες από δύο επιφάνειες) που καθιστούν το μοντέλο μη έγκυρο για τρισδιάστατη εκτύπωση.
OBJ/PLY: Τύποι αρχείων που υποστηρίζουν την αποθήκευση της πληροφορίας χρώματος και υφής (texture), αποτελώντας τα βασικά format εξαγωγής για την ψηφιακή προβολή εκθεμάτων.
Outlier Removal (Αφαίρεση Θορύβου): Διαδικασία καθαρισμού του νέφους σημείων από τυχαία σημεία που προκύπτουν λόγω ανακλάσεων ή περιβάλλοντος φωτισμού κατά τη σάρωση.
PLA (Polylactic Acid): Είναι ένα βιοδιασπώμενο θερμοπλαστικό πολυμερές που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως το άμυλο καλαμποκιού ή ζαχαροκάλαμου. Αποτελεί το πιο διαδεδομένο υλικό στην τρισδιάστατη εκτύπωση.
Point Cloud (Νέφος Σημείων): Το πρωτογενές σύνολο σημείων στον τρισδιάστατο χώρο (X, Y, Z) που προκύπτει από τη σάρωση και περιγράφει την εξωτερική επιφάνεια ενός αντικειμένου.
Polygon Mesh (Πολυγωνικό Πλέγμα): Η δομή που αποτελείται από κορυφές, ακμές και επιφάνειες (συνήθως τρίγωνα), η οποία ορίζει το σχήμα ενός ψηφιακού τρισδιάστατου αντικειμένου.
Post – processing (Ψηφιακή επεξεργασία): Το σύνολο των αλγοριθμικών διαδικασιών που εφαρμόζονται στα ακατέργαστα δεδομένα για τη δημιουργία ενός βελτιστοποιημένου και κλειστού τρισδιάστατου μοντέλου.
Prototyping (Προτυποποίηση): Η δημιουργία προκαταρκτικών μοντέλων (ψηφιακών ή φυσικών) για τη δοκιμή, την αξιολόγηση και τη βελτίωση μιας σχεδιαστικής ιδέας.
Resolution (Χωρική Ανάλυση): Η πυκνότητα των σημείων στο πλέγμα. Υψηλότερη ανάλυση σημαίνει περισσότερη λεπτομέρεια, αλλά και μεγαλύτερο υπολογιστικό φορτίο.
Slicing (Τεμαχισμός): Η διαδικασία προετοιμασίας του μοντέλου για εκτύπωση, όπου το 3D αρχείο μετατρέπεται σε κώδικα G-code (σειρά εντολών που καθοδηγούν τον τρισδιάστατο εκτυπωτή).
STL (Standard Tessellation Language): Μορφή αρχείου για 3D εκτύπωση, η οποία περιγράφει αποκλειστικά τη γεωμετρία του αντικειμένου μέσω τριγώνων.
Support Structures (Υποστηρίγματα): Προσωρινές δομές που εκτυπώνονται για να στηρίξουν μέρη του μοντέλου με μεγάλη κλίση (άνω των 45°), οι οποίες αφαιρούνται μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας.
Texture Mapping (Χαρτογράφηση Υφής): Η διαδικασία «προβολής» της φωτογραφικής πληροφορίας πάνω στο γεωμετρικό μοντέλο για τη φωτορεαλιστική απόδοση του αντικειμένου.
Watertight Mesh (Κλειστό Πλέγμα): Ένα τρισδιάστατο μοντέλο του οποίου η επιφάνεια είναι πλήρως κλειστή, χωρίς κενά, καθιστώντας το έτοιμο για τρισδιάστατη εκτύπωση.

Παράρτημα II: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σαρωτών Artec Spider και Leo

Πίνακας 5: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σαρωτών

Χαρακτηριστικό	Artec Spider	Artec Leo (v2022)
3D Point Accuracy / Ακρίβεια σημείου	0.05 mm	0.1 mm
3D Resolution / Ανάλυση	0.1 mm	0.2 mm
Τεχνολογία (πηγή φωτός)	Blue LED Structured Light	Structured Light (VCSEL-based)
Ταχύτητα Σάρωσης	7.5 FPS	80 FPS
Working Distance	0.2 – 0.3 m	0.35 – 0.12 m
Field of View / Πεδίο σάρωσης	Μικρό (κατάλληλο για μικρά αντικείμενα) 180 x 140 mm (min)	Μεγάλο 800 x 550 mm (max)
Texture Capture	Ναι, έγχρωμο	Ναι, έγχρωμο
Texture Resolution	1.3 mp	2.3 mp
Επεξεργασία Δεδομένων	Εξωτερικός Η/Υ	Ενσωματωμένη GPU/Οθόνη
Συνδεσιμότητα	USB 2.0/0.3	Ασύρματο (Wi-Fi / Μπαταρία)
Φορητότητα	Χρειάζεται υπολογιστή και καλώδιο	Ενσωματωμένος υπολογιστής
Εσωτερική μνήμη/επεξεργασία	Όχι	Ναι
Real-time preview	Ναι, με οθόνη	Μόνο μέσω υπολογιστή
Χρόνος θέρμανσης (warm-up)	10-15 λεπτά (για σταθερή θερμοκρασία)	Ελάχιστος (~1 λεπτό)
Δυνατότητα σάρωσης λεπτών άκρων / μικρών εγχοπών	Εξαιρετική	Μέτρια
Σχέση τιμής/αξίας	Πιο φθηνός, αλλά με υψηλή ακρίβεια	Ακριβός αλλά all-in-one
Βάρος	0.85 kg	2.6 kg
Κατάλληλος	Πολύ μικρά και λεπτομερή αντικείμενα	Μεγάλα ή μεσαία αντικείμενα

Παράρτημα III: Καταγραφή Διαδικασίας Σάρωσης και Τεχνικών Προκλήσεων

Πίνακας 6: Καταγραφή διαδικασίας σάρωσης και τεχνικών προκλήσεων

Έκθεμα	Υλικό	Τεχνικές Προκλήσεις	Λύσεις & Εφαρμοσμένες Τεχνικές
ΜΠ 264 / Επιτύμβια στήλη Νικησώς	Λίθος	<ul style="list-style-type: none"> • Ανάκλαστικότητα υλικού και απώλεια tracking. • Χαμηλός ή έντονος φωτισμός περιβάλλοντος • Περιορισμένη πρόσβαση λόγω εγγύτητας στον τοίχο 	<ul style="list-style-type: none"> • Προσαρμογή ρυθμίσεων φωτισμού. • Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη (overlap) για τη διασφάλιση του tracking.
ΜΠ 385 / Επιτύμβια στήλη Χαιρέδημου και Λυκέα	Λίθος	<ul style="list-style-type: none"> • Πολύ μεγάλο σε μέγεθος. • Λείες, λευκές επιφάνειες που προκαλούσαν ανάκλαση φωτός και απώλεια tracking. • Πολύπλοκη γεωμετρία με πολλά ανάγλυφα • Χαμηλός ή έντονος φωτισμός περιβάλλοντος • Περιορισμένη πρόσβαση λόγω εγγύτητας στον τοίχο • Δυσπρόσιτα ανώτερα τμήματα. 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση σκάλας για την επίτευξη βέλτιστης γωνίας λήψης σάρωση από πολλαπλές πλευρές για πλήρη γεωμετρική κάλυψη και αποφυγή «τυφλών» σημείων (occlusions). • Προσαρμογή ρυθμίσεων φωτισμού. • Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη (overlap) για τη διασφάλιση του tracking.
ΜΠ 4229 / Επιτύμβια στήλη ηθοποιού	Λίθος	<ul style="list-style-type: none"> • Λείες, λευκές επιφάνειες που προκαλούσαν ανάκλαση φωτός και απώλεια tracking. • Χαμηλός ή έντονος φωτισμός περιβάλλοντος • Περιορισμένη πρόσβαση λόγω εγγύτητας στον τοίχο 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση σκάλας για την επίτευξη βέλτιστης γωνίας λήψης σάρωση από πολλαπλές πλευρές για πλήρη γεωμετρική κάλυψη και αποφυγή «τυφλών» σημείων (occlusions). • Προσαρμογή ρυθμίσεων φωτισμού. • Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη (overlap) για τη διασφάλιση του tracking.
ΜΠ4647 / Χάλκινο Άγαλμα Μεγάλης Αρτέμιδος	Μέταλλο	<ul style="list-style-type: none"> • Απώλεια tracking (ιδίως σε μεγάλες ομοιόμορφες επιφάνειες). • Δυσπρόσιτα ανώτερα τμήματα. • Υψηλός όγκος δεδομένων που δημιουργούν καθυστερήσεις στην επεξεργασία. • Πολύπλοκη γεωμετρία 	<ul style="list-style-type: none"> • Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη (overlap) για τη διασφάλιση του tracking. • Χρήση σκάλας για την επίτευξη βέλτιστης γωνίας λήψης σάρωση από πολλαπλές πλευρές για πλήρη γεωμετρική κάλυψη και αποφυγή «τυφλών» σημείων (occlusions).
ΜΠ4648 / Χάλκινο Άγαλμα Μικρής Αρτέμιδος	Μέταλλο	<ul style="list-style-type: none"> • Δυσπρόσιτα ανώτερα τμήματα. • Υψηλός όγκος δεδομένων που δημιουργούν καθυστερήσεις στην επεξεργασία. 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση σκάλας για την επίτευξη βέλτιστης γωνίας λήψης σάρωση από πολλαπλές πλευρές για πλήρη γεωμετρική κάλυψη και αποφυγή «τυφλών» σημείων (occlusions). • Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη

			(overlap) για τη διασφάλιση του tracking.
ΜΠ 4645/ Χάλκινος Κούρος - Απόλλων	Μέταλλο	<ul style="list-style-type: none"> Απώλεια tracking (ιδίως σε μεγάλες ομοιόμορφες επιφάνειες). Υψηλός όγκος δεδομένων που δημιουργούν καθυστερήσεις στην επεξεργασία. 	<ul style="list-style-type: none"> Πολλαπλές τμηματικές σαρώσεις με αυξημένη επικάλυψη (overlap) για τη διασφάλιση του tracking.

Παράρτημα IV: Δεδομένα Σάρωσης και Επεξεργασίας

Πίνακας 7: Δεδομένα σάρωσης και επεξεργασίας

Έκθεμα	Συσκευή Σάρωσης	Πλήθος Scans (Raw)	Σύνολο Frames	Max Error Registration	3D Resolution (Fusion)	Τελικό Πλήθος Πολυγώνων
ΜΠ4648 Χάλκινο Άγαλμα Μικρής Αρτέμιδος	Leo & Spider	13	1.581	0.4*	1	479.278
ΜΠ4647 Χάλκινο Άγαλμα Μεγάλης Αρτέμιδος	Leo & Spider	5	520	0.4	1	197.410
ΜΠ 4645 Χάλκινος Κούρος - Απόλλων	Leo & Spider	14	10.066	0.4	1	2.815.253
ΜΠ 264 Επιτύμβια στήλη Νικησώς	Spider	7	2.786	0.2	0.3	5.901.862
ΜΠ 4229 Επιτύμβια στήλη ηθοποιού	Leo	9	3.253	0.4	1	1.657.692
ΜΠ 385 Επιτύμβια στήλη Χαιρέδημου και Λυκέα	Leo	22	9.649	0.8 **	1	6.467.324

* Εντός των ορίων για συνδυαστική σάρωση Leo/Spider

** Εντός των ορίων για αντικείμενα > 1.5mm

Παράρτημα V: Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστημάτων Προσθετικής Κατασκευής

Πίνακας 8: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων προσθετικής κατασκευής

Χαρακτηριστικό	Flashforge Creator 3 Pro	CreatBot D600 Pro
Τεχνολογία Εκτύπωσης	FDM/FFF	FDM/FFF
Σύστημα Εξώθησης	IDEX (Independent Dual Extruders)	Dual Extruders (Gear Driven)
Όγκος Εκτύπωσης (Build Volume)	300 x 250 x 200 mm	600 x 600 x 600 mm
Μέγιστη Θερμοκρασία Extruder	Έως 320 °C	Έως 420 °C
Μέγιστη Θερμοκρασία Bed	Έως 120 °C	Έως 100 °C (με θερμαινόμενο θάλαμο έως 70 °C)
Ακρίβεια (Resolution)	± 0.2 mm/s	Έως 0.05 mm
Ταχύτητα Εκτύπωσης	10 – 150 mm/s	10-120 mm/s
Λογισμικό Slicing	FlashPrint	CreatWare
Υλικό Εκτύπωσης	PLA	PLA

Παράρτημα VI: Φωτορεαλιστικές Απεικονίσεις Ψηφιακών Αντιγράφων



Εικόνα 36: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος της Μεγάλης Αρτέμιδος.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΓΝ / ΟΔΑΠ.



Εικόνα 37: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος της Μικρής Αρτέμιδος.
Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΓΝ / ΟΔΑΠ.



Εικόνα 38: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος χάλκινου αγάλματος Κούρου-Απόλλωνα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.



Εικόνα 39: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης του Ηθοποίου με τη μάσκα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.



Εικόνα 40: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης της Νικήσω. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.



Εικόνα 41: Φωτορεαλιστική απεικόνιση της επιτύμβιας στήλης Χαιρέδημου και Λυκέα. Πηγή: Ιδία επεξεργασία. © ΥΠΠΟ / ΕΦΑΠΝ / ΟΔΑΠ.

Παράρτημα VII: Άδειες Υπουργείου Πολιτισμού

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ



Πειραιάς, 30/05/2024

Α. Π.: 234277



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ
ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ
ΕΦΟΡΕΙΑ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΝΗΣΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ**

Ταχ. Δ/ση: Αλκιβιάδου 233
Ταχ. Κώδ.: 185 36 Πειραιάς
Πληροφορίες: Ατκ. Παναγοπούλου
Α. Καπετανοπούλου
Τηλέφωνο: 210-45.90.730/704
e-mail: efapn@culture.gr

ΠΡΟΣ:

κ. Μαΐδου Βασιλική
Μηχανολόγος Βιομηχανικού Σχεδιασμού
e-mail: vmaidou@gmail.com

ΚΟΙΝ.:

Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαίων και
Νεωτέρων Μνημείων

Θέμα: Χορήγηση άδειας για φωτογραμμετρία και τρισδιάστατη σάρωση σε έξι εκθέματα του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά.

Σχετ.: α) Ο νόμος 4858/2021 «Κύρωση Κώδικα νομοθεσίας για την προστασία των αρχαιοτήτων και εν γένει της πολιτιστικής κληρονομιάς» (ΦΕΚ 220/Α/19-11-2021).

β) Η υπ' αριθ. πρωτ. ΥΠΠΟΑ/ΓΡΥΠ/136505/3066/15-3-2020 (ΦΕΚ 912/Β/17-3-2020) Απόφαση της Υπουργού Πολιτισμού και Αθλητισμού για τη «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων των Προϊσταμένων Γενικών Διευθύνσεων προς τους Προϊσταμένους των Περιφερειακών Υπηρεσιών αρμοδιότητας της Γενικής Διεύθυνσης Αναστήλωσης, Μουσείων και Τεχνικών Έργων του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με την υπ' αριθ. ΥΠΠΟΑ/ΓΡΥΠ/278212/14.6.2022 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β/3013/16.6.2022).

γ) Η υπ' αριθ. ΥΠΠΟΑ/ΓΔΔΠΚ/ΔΣΑΝΜ/217149/140435/2243/11-04-2017 εγκύκλιος της Γ.Γ. του ΥΠΠΟΑ περί «Χορήγησης αδειών δειγματοληψίας και ανάλυσης κινητών και ακίνητων μνημείων και εν γένει αρχαιολογικού υλικού».

δ) Η υπ' αριθ. ΥΠΠΟ/436630/18-09-2023 Υ.Α. «Όροι, προϋποθέσεις, όργανα και διαδικασία χορήγησης άδειας για την παραγωγή, αναπαραγωγή και διάδοση στο κοινό απεικονίσεων μνημείων που ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο» (ΦΕΚ 5591/Β/21-9-2023).

ε) Τα υπ' αριθμ. ΥΠΠΟ/189797/29-04-2024 και ΥΠΠΟ/189798/29-04-2024 αιτήματα της κ. Βασιλικής Μαΐδου, Μηχανολόγου Βιομηχανικού Σχεδιασμού, Φοιτήτριας του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ψηφιακός Πολιτισμός, του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιά, για ψηφιοποίηση εκθεμάτων με συνημμένο κατάλογο των προτεινόμενων προς εξέταση αρχαίων αντικειμένων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά.

Σε συνέχεια των σχετ. ε) αιτημάτων της κ. Βασιλικής Μαΐδου, για την εφαρμογή των μεθόδων της φωτογραμμετρίας και της τρισδιάστατης σάρωσης σε έξι εκθέματα του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά και την παραγωγή δυο αντιγράφων για το καθένα, σας γνωρίζουμε ότι η Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων δεν έχει αντίρρηση για την ψηφιοποίηση έξι εκθεμάτων του ΑΜΠ με τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Η φωτογραμμετρία και τρισδιάστατη σάρωση των εκθεμάτων θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο εκπόνησης διπλωματικής εργασίας της αιτούσης με θέμα «Πολιτιστικά προϊόντα και δράσεις για κρουαζιερόπλοια. Μελέτη περίπτωσης ο Δήμος του Πειραιά», του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ψηφιακός Πολιτισμός, του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιά, με υπεύθυνο τον Καθηγητή Δ. Βέργαδο.
2. Η επιλογή των προς ψηφιοποίηση αντικειμένων έγινε σε συνεργασία της αιτούσης με την Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων. Συγκεκριμένα θα αποτυπωθούν τα εκθέματα με αριθμούς ευρετηρίου: ΜΠ4648 Χάλκινο Άγαλμα Μικρής Αρτέμιδος, ΜΠ4647 Χάλκινο Άγαλμα Μεγάλης Αρτέμιδος, ΜΠ 4645 Χάλκινος Κούρος -Απόλλων, ΜΠ 385 Επιτύμβια στήλη Χαϊρέδημου και Λυκέα, ΜΠ 264 Επιτύμβια στήλη Νικησός, ΜΠ 4229 Επιτύμβια στήλη ηθοποιού. Σημειώνεται ότι τα χάλκινα αγάλματα δεν θα ψηφιοποιηθούν ολόκληρα αλλά μόνο κατά ένα τμήμα, το οποίο θα επιλεγεί σε συνεννόηση της αιτούσης με της ΕΑΙΠΝ.
3. Τα προς ψηφιοποίηση εκθέματα είναι δημοσιευμένα και προέρχονται από διάφορες τοποθεσίες και ανασκαφές της ΕΑΙΠΝ καθώς και από διαφορετικές χρονολογικές περιόδους, ενώ το υλικό κατασκευής τους είναι λίθος και μέταλλο.
4. Θα χρησιμοποιηθούν α) φωτογραφική μηχανή και κινητό τηλέφωνο για τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας και β) δύο τρισδιάστατοι σαρωτές (laser scanner) χειρός μη επαφής, τύπου Space Spider και Leo της Artec, και ένας φορητός υπολογιστής για τη μέθοδο της τρισδιάστατης σάρωσης.
5. Στα εκθέματα που θα εφαρμοστούν οι μέθοδοι δεν θα γίνει κανενός είδους μετακίνηση, επέμβαση ή προετοιμασία (π.χ. επιφανειακή επεξεργασία με επικαλυπτικά υλικά, απομάκρυνση επιφανειακής προστασίας, ύγρανση κλπ.).
6. Σκοπός της εργασίας είναι η πρόταση για α) τη δημιουργία μιας εφαρμογής (app) παιχνιδιού για κινητές συσκευές η οποία θα απευθύνεται αποκλειστικά σε τουρίστες κρουαζιέρας που φτάνουν στην πόλη του Πειραιά και β) τη δημιουργία πολιτιστικών προϊόντων, τα οποία θα προέρχονται από την ψηφιοποίηση των εκθεμάτων του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά και θα μπορούσαν να παράγονται μέσω τρισδιάστατων εκτυπωτών.
7. Η εφαρμογή της μεθόδου θα γίνει από την αιτούσα με υπεύθυνο τον καθηγητή Δημήτριο Βέργαδο του εργαστηρίου ΜΠΣ «Ψηφιακού Πολιτισμού» του Πανεπιστημίου Πειραιά.
8. Οι μέθοδοι θα εφαρμοστούν κατόπιν συνεννόησης με τις υπεύθυνες αρχαιολόγους του Αρχαιολογικού Μουσείου Πειραιά και το Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης της Εφορείας Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων και παρουσία συντηρητή που θα ορίσει το Τμήμα.
9. Θα παραχθούν δύο τρισδιάστατα αντίγραφα από το κάθε έκθεμα, που θα εκτυπωθούν στους εκτυπωτές του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιά στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας της αιτούσης. Τα εν λόγω αντίγραφα θα παραχθούν αποκλειστικά και μόνο σε διαφορετικό κλίμακα, πολύ μικρότερη από το φυσικό μέγεθος, και σε διαφορετικό χρώμα από τα πρωτότυπα εκθέματα.

10. Τα ψηφιοποιημένα αρχεία και οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις των εκθεμάτων θα παραχθούν μόνο σε δύο αντίγραφα. Ένα αντίγραφο αρχείων και εκτυπώσεων θα παραμείνει στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιά αποκλειστικά και μόνο για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Το δεύτερο αντίγραφο αρχείων και εκτυπώσεων θα κατατεθεί στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων. Σε καμία περίπτωση δεν θα παραχθούν άλλα παράγωγα χωρίς την υποβολή νέου αιτήματος προς εξέταση από την Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων.

11. Το υλικό της ψηφιοποίησης των εκθεμάτων θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά και μόνο για τους λόγους που αναφέρονται στο αίτημα (σχετ. ε). Σε περίπτωση διαφορετικής χρήσης θα πρέπει να κατατεθεί νέο αίτημα στην ΕΑΠΝ.

12. Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, να κατατεθούν στην Εφορεία Αρχαιοτήτων Πειραιώς και Νήσων αντίγραφα των ψηφιοποιημένων αρχείων και των τρισδιάστατων εκτυπώσεων που θα παραχθούν καθώς και αντίγραφο της διπλωματικής εργασίας που θα εκπονηθεί.

Ο αναπληρωτής Διευθυντής της Εφορείας

Ανδρέας Ντάρλας
Αρχαιολόγος

Συνημμένα τα σχετικά ε).

Βιβλιογραφία

[1] Y. N. Harari, *Sapiens: Μια σύντομη ιστορία του ανθρώπου*, μτφρ. Μ. Λαλιώτης. Αθήνα: Αλεξάνδρεια, 2015.

[2] L. Friedländer, *Roman Life and Manners under the Early Empire*. London, UK: Routledge, 1908.

[3] L. Casson, *Travel in the Ancient World*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1994.

[4] J. Towner, "The Grand Tour: A Key Phase in the History of Tourism," *Annals of Tourism Research*, vol. 12, no. 3, pp. 297–333, 1985.

[5] P. Brendon, *Thomas Cook: 150 Years of Popular Tourism*. London, UK: Secker & Warburg, 1991

[6] J. Urry, *The Tourist Gaze*. London, UK: Sage, 1990.

[7] J. Swarbrooke and S. Horner, *Consumer Behaviour in Tourism*, 2nd ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2007

[8] D. Weaver, *Sustainable Tourism*. Oxford, UK: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006.

[9] B. Neuhofer, D. Buhalis, and A. Ladkin, "Technology-Enhanced Tourism Experiences," *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, vol. 26, no. 5, pp. 706–724, 2014.

[10] B. J. Pine and J. H. Gilmore, *The Experience Economy: With a New Preface by the Authors*, Updated ed. Boston, MA: Harvard Business Review Press, 2019.

[11] F. Xu, F. Tian, and D. Buhalis, *Gamification in Tourism*. Cham, Switzerland: Springer, 2022.

[12] K. J. Wu, "The History of the World's First Cruise Ship Built Solely for Luxurious Travel," *Smithsonian Magazine*, 23 Ιουλ. 2021. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.smithsonianmag.com/history/history-worlds-first-cruise-ship-built-solely-luxurious-travel-180978254/>. [Πρόσβαση: 22 Μαρ. 2025].

[13] A. Nalbant, "Traduction des textes grecs," Musée d'Archéologie Nationale, [Online]. Διαθέσιμο στο: https://musee-archeologienationale.fr/sites/archeonat/files/traduction_textes_grec.pdf. [Πρόσβαση: 10 Μαρ. 2025].

[14] "Ναυτιλιακά Ειδήσεις," *Ναυτικά Χρονικά*, τχ. 664, σελ. 26, 15 Δεκ. 1954. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://archive.naftikachronika.gr/issue1954-i664/page-26/>. [Πρόσβαση: 15 Φλεβ. 2025].

[15] "Ναυτιλιακά Ειδήσεις," *Ναυτικά Χρονικά*, τχ. 636, σελ. 7, 1 Δεκ. 1961. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://archive.naftikachronika.gr/issue1961-i97/page-7/>. [Πρόσβαση: 15 Φλεβ. 2025].

- [16] "Ναυτιλιακά Ειδήσεις," *Ναυτικά Χρονικά*, τχ. 636, σελ. 8, 1 Δεκ. 1961. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://archive.naftikachronika.gr/issue1961-i97/page-8/>. [Πρόσβαση: 15 Φλεβ. 2025].
- [17] "Το ελληνικόν κρουαζιερόπλοιο και η θαλασσία περιήγησις εις τον ελληνικόν χώρον," *Ναυτικά Χρονικά*, τχ. 1062, σελ. 15, 1 Σεπ. 1979. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://archive.naftikachronika.gr/issue1979-i159/page-15/>. [Πρόσβαση: 15 Φλεβ. 2025].
- [18] Ένωση Λιμένων Ελλάδος (Ε.ΛΙΜ.Ε.), "Αρχική Σελίδα," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://elime.gr/>. [Πρόσβαση: 18 Φλεβ. 2025].
- [20] Δήμος Πειραιά – Piraeus Business Support Center (PBSC), "Αποτελέσματα 1ης Μελέτης σχετικά με τις συνθήκες, εξελίξεις και τάσεις στο Δήμο Πειραιά," Ιούν. 2021. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://piraeusbsc.gr/wp-content/uploads/2021/06/Αποτελέσματα-1ης-Μελέτης-σχετικά-με-τις-συνθήκες-εξελίξεις-και-τάσεις-στο-Δήμο-Πειραιά.pdf>. [Πρόσβαση: 18 Φλεβ. 2025].
- [21] J. Huizinga, *Homo Ludens: Ο άνθρωπος και το παιχνίδι*, μτφρ. Γ. Λυκιαρδόπουλος και Σ. Ροζάνης. Αθήνα: Γνώση, 1989.
- [22] R. Caillois, *Τα παιχνίδια και οι άνθρωποι*, μτφρ. Ν. Κούρκουλος. Αθήνα: Εκδόσεις του Εικοστού Πρώτου, 2001.
- [23] Brookhaven National Laboratory (BNL), "The First Video Game?," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.bnl.gov/about/history/firstvideo.php>. [Πρόσβαση: 07 Ιαν. 2025].
- [24] Newzoo, "Global Games Market Report 2023," Αύγ. 2023. [Online]. Διαθέσιμο στο: http://www.daelab.cn/wp-content/uploads/2023/09/2023_Newzoo_Free_Global_Games_Market_Report.pdf. [Πρόσβαση: 07 Ιαν. 2025]
- [25] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality," *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, τ. 6, τχ. 4, σελ. 355–385, Αύγ. 1997.
- [26] Νόμος 4487/2017 - ΦΕΚ 116/Α/9-8-2017, "Ηλεκτρονικό Σύστημα Διάθεσης Τηλεοπτικού Διαφημιστικού Χρόνου, Τροποποίηση του ν. 3548/2007, Ενίσχυση της Παραγωγής Οπτικοακουστικών Έργων στην Ελλάδα και Άλλες Διατάξεις," 2017. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/enemerose-tupos-radiophono-teleorase/nomos-4487-2017-fek-116a-9-8-2017.html>. [Πρόσβαση: 21 Ιαν. 2025].
- [27] Νόμος 4704/2020 - ΦΕΚ 133/Α/14-7-2020, "Επιτάχυνση και απλούστευση της ενίσχυσης οπτικοακουστικών έργων, ενίσχυση της ψηφιακής διακυβέρνησης και άλλες διατάξεις," 2020. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/enemerose-tupos-radiophono-teleorase/nomos-4704-2020-phek-133a-14-7-2020.html>. [Πρόσβαση: 21 Ιαν. 2025].
- [28] Μ. Μιχαηλίδου, "Πορεία και προοπτικές προς τον 21ο αιώνα," *Μουσείο*, τ. 4, σελ. 6.
- [29] ICOM-Ελληνικό Τμήμα, *Βασικές έννοιες της μουσειολογίας*, μτφρ. Σ. Λάππας, 2014, σελ. 89–94.
- [30] Νόμος 3028/2002 - ΦΕΚ 153/Α/28-6-2002, "Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς," 2002. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-arxaiotites/n-3028-2002.html>. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].
- [31] Tate, "The Tate Modern Project: Vision," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.tate.org.uk/about-us/projects/tate-modern-project/vision>. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].

[32] UNESCO, "Charter on the Preservation of Digital Heritage," 15 Οκτ. 2003. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/charter-preservation-digital-heritage>. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].

[33] Europeana, "Ανακαλύψτε την ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.europeana.eu/el>. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].

[34] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, "Η Επιτροπή ενώνει τις δυνάμεις της με τα κράτη μέλη για τη δρομολόγηση συνεργατικού νέφους για την πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης," Βρυξέλλες, 20 Ιουν. 2022. [Online]. Διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/IP_22_3855. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].

[35] European Commission, "Commission invites Member States to contribute to a collection of 3D-digitised cultural heritage assets," *Shaping Europe's digital future*, Ιουν. 21, 2023. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-invites-member-states-contribute-collection-3d-digitised-cultural-heritage-assets>. [Πρόσβαση: 28 Ιαν. 2025].

[36] European Patent Office (EPO), "Charles W. Hull (USA): Finalist for the European Inventor Award 2014," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.epo.org/en/news-events/european-inventor-award/meet-the-finalists/charles-w-hull>. [Πρόσβαση: 02 Φλεβ. 2025].

[37] Νόμος 3028/2002 - Άρθρο 46, "Χρήση μνημείων," ΦΕΚ 153/A/28-6-2002. [Online]. Διαθέσιμο στο: <http://elib.aade.gr/elib/view?d=gr/act/2002/3028/art/46>. [Πρόσβαση: 02 Φλεβ. 2025].

[38] Υπουργική Απόφαση 436630/2023 - ΦΕΚ 5591/B/21-9-2023, "Όροι, προϋποθέσεις, όργανα και διαδικασία χορήγησης άδειας για την παραγωγή, αναπαραγωγή και διάδοση στο κοινό απεικονίσεων μνημείων που ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο," 2023. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-arxaiotites/ya-436630-2023.html>. [Πρόσβαση: 02 Φλεβ. 2025].

[39] B. J. Pine II και J. H. Gilmore, *The Experience Economy: Work is Theatre & Every Business a Stage*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1999.

[40] UNESCO Institute for Statistics, *The 2009 UNESCO Framework for Cultural Statistics (FCS)*. Montreal, Canada: UIS, 2009. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191061>. [Πρόσβαση: 23 Ιαν. 2025].

[41] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, "Απόφαση αριθ. 1855/2006/EK σχετικά με τη θέσπιση του προγράμματος «Πολιτισμός» (2007-2013)," *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, L 372, Δεκ. 2006. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/culture-programme-2007-13.html>. [Πρόσβαση: 23 Ιαν. 2025].

[42] διαNEOσις, "Τι είναι η διαNEOσις," [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.dianeosis.org/about/>. [Πρόσβαση: 27 Ιαν. 2025].

[43] Γ. Σταϊνχάουερ, *Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά*. Αθήνα: Ίδρυμα Λάτση / Εκδόσεις Ολκός, 2001. [Online]. Διαθέσιμο στο: https://www.latsis-foundation.org/content/elib/book_9/piraeus_gr.pdf

[44] Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, "Αρχαιολογικό Μουσείο Πειραιά - Πληροφορίες," *Οδυσσεύς*. [Online]. Διαθέσιμο στο: http://odysseus.culture.gr/h/4/gh41.jsp?obj_id=3596

[45] Γ. Βαρουφάκης, "Τα αγάλματα του Πειραιά – Νέα μεταλλουργική μελέτη 50 χρόνια μετά," *Αρχαιολογία & Τέχνες*, τχ. 117, σελ. 65-68, Δεκ. 2010. [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/07/117-9.pdf>

[46] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From game design elements to gamefulness: defining gamification," in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 2011, pp. 9–15.

[47] Artec 3D, "Artec Studio 18 User Guide: Tools and algorithms for 3D scanning and data processing," 2023. [Online]. Available: <https://docs.artec-group.com/>.

[48] Artec 3D, "Artec Leo and Spider: High-precision handheld 3D scanners technical specifications," 2024. [Online]. Available: <https://www.artec3d.com/>.

[49] Autodesk, "Meshmixer". [Online]. Διαθέσιμο: <https://meshmixer.org/>.

[50] Flashforge 3D Technology, *FlashPrint 5 User Manual*, 2023.

[51] Flashforge 3D Technology, *Creator 3 Pro User Manual*, 2022.

[52] CreatBot 3D Printers, *CreatBot D600 Pro User Guide*, 2023.