



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Σχεδιασμός και υλοποίηση location-based εκπαιδευτικού παιχνιδιού «κρυμμένου θησαυρού» επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για την ενίσχυση της εμπλοκής κοινού και της κοινοτικής εξωστρέφειας πολιτιστικών οργανισμών Design and Implementation of a Location-Based Augmented Reality (AR) Educational “Treasure Hunt” Game to Enhance Engagement and Community Outreach of Cultural Organizations
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Ιωάννης-Πάρις Κετιπίδης
Πατρώνυμο	Σωκράτης
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ2330
Επιβλέπουσα	Δρ. Αριστέα Κοντογιάννη, Διδάσκουσα ΠΜΣ

Ημερομηνία Παράδοσης **Μάρτιος 2026**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Δρ. Αριστέα Κοντογιάννη
Διδάσκουσα ΠΜΣ

Δρ. Επαμεινώνδας Τσίγκας
Διδάσκων ΠΜΣ

Δρ. Εμμανουήλ Σκόνδρας
Διδάσκων ΠΜΣ

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες» του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα, Δρ. Αριστέα Κοντογιάννη, καθώς και τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, Δρ. Επαμεινώνδα Τσίγκα και Δρ. Εμμανουήλ Σκόνδρα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στο Ίδρυμα Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή, μέσα από τον επαγγελματικό μου ρόλο στη Διαχείριση Ψηφιακών Μέσων και τη μακρόχρονη συνεργασία μου. Ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη και τη συνολική στήριξη την Πρόεδρο του Δ.Σ. Fleurette Π. Καραδόντη, τον Διευθυντή Κυριάκο Κουτσομάλλη, την Υπεύθυνη Διοίκησης Βίβιαν Κουτσομάλλη-Κανιάρη και την Υπεύθυνη Συλλογής Μαρία Κουτσομάλλη-Moreau. Ευχαριστώ επίσης για τις ιδέες, το feedback και τη συνεργασία την Υπεύθυνη Επικοινωνίας & Προβολής Κατερίνα Βούσουρα και τον γραφίστα Παναγιώτη Τσιρώνη, καθώς και τις συναδέλφους Κέλλυ Σκαφτούρου, Κατερίνα Μαρκαδάκη, Κατερίνα Γεωργοπούλου και Μαρία Χατζημανωλιδάκη για την υποστήριξη και την κατανόηση κατά τη διάρκεια μιας απαιτητικής περιόδου εργασίας και συγγραφής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους για την έμπρακτη παρουσία, την υπομονή και τη σταθερή ενθάρρυνση.

Τέλος, ένα ευχαριστώ αξίζει και σε εκείνες τις άγνωστες παρέες στην πλατεία Χαλανδρίου, στις 3 το πρωί, τον Σεπτέμβριο του 2025, που νόμιζαν ότι τους έβγαζα φωτογραφίες, καθώς δοκίμαζα τους μηχανισμούς γεωεντοπισμού και τοποθέτησης της εφαρμογής. Είδατε τελικά; Όντως την εφαρμογή δοκίμαζα.

Γιάννης Κετιπίδης

Αθήνα, Μάρτιος 2026

Περιεχόμενα

Περίληψη	8
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	9
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Υπόβαθρο & Συναφή Παραδείγματα	11
2.1 AR σε κινητές συσκευές	11
2.1.1 Βασικά στοιχεία της AR.....	12
2.1.2 Mobile AR.....	12
2.2 Location-Based / GPS-Guided AR εφαρμογές	12
2.2.1 Location-based εμπειρίες & αστική εξερεύνηση	13
2.2.2 Location-based AR & πολιτιστικό περιεχόμενο	13
2.2.3 Από την πλοήγηση στο παιχνίδι.....	13
2.3 Serious Games, Gamification & μαθησιακή εμπλοκή	13
2.4 Επαυξημένη πραγματικότητα στον πολιτισμό.....	14
2.5 Μουσείο & τοπική κοινότητα.....	15
2.6 Συναφείς εφαρμογές & παραδείγματα	16
2.6.1 Avebury Portal.....	16
2.6.2 Streetmuseum.....	17
2.6.3 Urban Augmented Reality (UAR).....	18
2.6.4 Pokémon GO	18
Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός & Απαιτήσεις.....	20
3.1 Κοινό-στόχος & στόχοι εμπειρίας	20
3.2 Περιγραφή σεναρίου χρήσης	20
3.3 Επιλογή έργων & σημείων.....	21
3.3.1 Κριτήρια επιλογής έργων	21
3.3.2 Κριτήρια επιλογής σημείων (POIs)	22
3.3.3 Σύνδεση έργων, σημείων & ηχητικού περιβάλλοντος.....	23
3.4 Σχεδιασμός παιχνιδιού (Game Design)	24
3.4.1 Κανόνες & μηχανισμοί παιχνιδιού	24
3.4.2 Ροή παιχνιδιού	24
3.4.3 Μαθησιακό περιεχόμενο & αφήγηση	25
3.5 Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης & διεπαφής χρήστη (UI)	25
3.5.1 Βασική δομή διεπαφής & tabs πλοήγησης	26
3.5.2 Πρόσθετα στοιχεία αλληλεπίδρασης	30
3.6 Απαιτήσεις συστήματος	31
3.6.1 Λειτουργικές απαιτήσεις	31
3.6.2 Μη-λειτουργικές απαιτήσεις	31

Κεφάλαιο 4: Υλοποίηση	32
4.1 Τεχνολογική στοίβα (Tech Stack)	32
4.1.1 Μηχανή ανάπτυξης	32
4.1.2 Πλαίσιο επαυξημένης πραγματικότητας	33
4.1.3 Πλατφόρμα στόχος.....	33
4.1.4 Γλώσσα προγραμματισμού.....	34
4.1.5 Αισθητήρες συσκευής	34
4.1.6 Χαρτογραφικό υπόβαθρο.....	34
4.1.7 Εξωτερικά πακέτα	34
4.1.8 Εργαλεία δημιουργίας & επεξεργασίας περιεχομένου	35
4.2 Μηχανισμοί εγγύτητας & τοποθέτησης	35
4.2.1 Λογική POIs & γεωγραφικών συντεταγμένων	35
4.2.2 Υπολογισμός απόστασης & κατεύθυνσης.....	35
4.2.3 Επιλογή ενεργού στόχου.....	36
4.2.4 Ζώνες απόστασης & κλιμακωτή ενεργοποίηση	36
4.2.5 Geospatial Tracking & τοποθέτηση περιεχομένου	37
4.2.6 ProximityRules & κανόνες εγγύτητας.....	38
4.3 Μηχανισμοί ανακάλυψης & κατάστασης	38
4.3.1 Κατάσταση στόχων	38
4.3.2 Μηχανισμός ανακάλυψης & ξεκλειδώματος.....	39
4.3.3 Διεπαφή ενεργοποιούμενη από την κατάσταση.....	39
4.3.4 Διατήρηση προόδου & καταγραφή ανακαλύψεων	41
4.4 Περιεχόμενο & πολυμέσα	42
4.4.1 TargetProfile ως δοχείο δεδομένων ανά έργο.....	42
4.4.2 3D μοντέλα & σύνδεση με GeoAppearHybridPlus.....	43
4.4.3 Ιεραρχία prefab, mesh & ειδική περίπτωση	44
4.4.4 Materials & textures	45
4.4.5 Εικόνες, κείμενα & μεταδεδομένα ανά έργο.....	45
4.4.6 Ακουστικές ξηναγήσεις ανά έργο.....	46
4.4.7 Μουσική ως ατμοσφαιρικό στοιχείο ανά έργο.....	46
4.5 AR φωτογράφιση & προσωπικό αρχείο χρήση	46
4.5.1 Ενεργοποίηση Camera Mode	46
4.5.2 ARCaptureManager	46
4.5.3 Αποθήκευση αρχείου	47
4.5.4 PhotoGalleryPanel	47
4.6 Χαρτογραφική αναπαράσταση	47
4.6.1 MapPanelActivator.....	47
4.6.2 MapPanelController	48
4.6.3 Δεδομένα χάρτη	48
Κεφάλαιο 5: Αξιολόγηση	49
5.1 Στόχοι αξιολόγησης	49

5.2 Μεθοδολογία αξιολόγησης.....	50
5.3 Αποτελέσματα.....	51
5.3.1 Περιγραφικά στοιχεία δείγματος & δείκτες πλαισίου	51
5.3.2 Χρησιμότητα – SUS (System Usability Scale).....	51
5.3.3 Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement) (RQ1)	52
5.3.4 Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning) (RQ2).....	53
5.3.5 Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach) (RQ3)	54
5.3.6 Ανοικτές ερωτήσεις	54
5.4 Συζήτηση επιπτώσεων για Engagement & Outreach	56
5.4.1 Χρησιμότητα ως σταθερή βάση της εμπειρίας.....	56
5.4.2 Εμπλοκή κοινού	56
5.4.3 Αντιλαμβανόμενη μάθηση	56
5.4.4 Κοινωνική εξωστρέφεια & αστικός χώρος.....	57
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα & Μελλοντική Εργασία.....	58
6.1 Συμπεράσματα	58
6.1.1 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ1 (Museum Engagement)	58
6.1.2 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ2 (Micro-learning).....	58
6.1.3 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ3 (Community Outreach)	59
6.2 Περιορισμοί της μελέτης	59
6.3 Μελλοντικές επεκτάσεις	60
6.3.1 Τεχνική ωρίμανση & επέκταση πλατφορμών	60
6.3.2 Εμπλουτισμός περιεχομένου & κλίμακας εμπειρίας	60
6.3.3 Ενίσχυση game loop, ολοκλήρωσης & κοινωνικής διάστασης ..	60
6.3.4 Επέκταση μεθοδολογίας αξιολόγησης	60
6.4 Επίλογος.....	61
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	62
Ηλεκτρονικές πηγές	64
Παραρτήματα	65
Παράρτημα Α: Πίνακας μεταδεδομένων & περιεχομένου POIs.....	65
Παράρτημα Β: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εφαρμογής.....	66
Οδηγίες προς συμμετέχοντες.....	66
Α. Δημογραφικά & πλαίσιο συμμετοχής	66
Β. Χρησιμότητα – SUS (System Usability Scale)	66
Γ. Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement).....	67
Δ. Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning)	67
Ε. Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach).....	67
ΣΤ. Ανοικτές ερωτήσεις	67

Παράρτημα Γ: Απαντήσεις αξιολόγησης εφαρμογής.....	68
Α. Δημογραφικά & πλαίσιο συμμετοχής	68
Β. Χρηστικότητα – SUS (System Usability Scale)	68
Γ. Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement)	69
Δ. Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning)	69
Ε. Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach).....	70
ΣΤ. Ανοικτές ερωτήσεις	71

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή διερευνά τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την πιλοτική αξιολόγηση μιας location-based εμπειρίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR) τύπου «treasure hunt», με τίτλο ARtSCAPE, η οποία αξιοποιεί έργα της Συλλογής του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή σε ένα σενάριο αστικού περιπάτου στη γειτονιά του Παγκρατίου. Η έρευνα καθοδηγείται από τρία ερευνητικά ερωτήματα: (RQ1) ενίσχυση εμπλοκής του κοινού με το μουσείο, (RQ2) αποτελεσματική παράδοση micro-learning «εν κινήσει» και (RQ3) υποστήριξη κοινοτικής εξωστρέφειας μέσω της εξερεύνησης του αστικού χώρου. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στο Unity 6.2 για Android, αξιοποιώντας AR Foundation και ARCore Geospatial API για γεωχωρική τοποθέτηση 3D περιεχομένου, μηχανισμούς εγγύτητας/ανακάλυψης (locked/unlocked) και πολυμεσικό υλικό ανά έργο (κείμενο, εικόνα, ακουστική ξενάγηση), καθώς και λειτουργίες AR φωτογράφισης και χάρτη με υπόβαθρο OpenStreetMap. Η αξιολόγηση με 12 συμμετέχοντες (SUS και κλίμακες για engagement, αντιλαμβανόμενη μάθηση και outreach, με δύο ανοικτές ερωτήσεις) έδειξε καλή χρηστικότητα (SUS 75,6/100) και συνολικά θετικές ενδείξεις ως προς τους τρεις στόχους. Συμπεραίνεται ότι μια location-based AR εμπειρία αστικού περιπάτου μπορεί να λειτουργήσει ως ελκυστικό μέσο σύνδεσης μουσείου, περιεχομένου και πόλης, με σαφείς κατευθύνσεις για περαιτέρω βελτιστοποίηση και επέκταση.

Λέξεις κλειδιά

επαυξημένη πραγματικότητα, ψηφιακός πολιτισμός, εφαρμογή android, μουσεία, εμπλοκή, βιωματική μάθηση, κοινοτική εξωστρέφεια, παιχνίδι σοβαρού σκοπού, πολιτιστική κληρονομιά

Abstract

This MSc thesis investigates the design, implementation, and pilot evaluation of a location-based augmented reality (AR) “treasure hunt” titled ARtSCAPE, which recontextualises selected artworks from the Basil & Elise Goulandris Foundation Collection into an urban walk in Pangrati, Athens. The study addresses three research questions: (RQ1) enhancing museum engagement, (RQ2) delivering effective micro-learning “on the move”, and (RQ3) supporting community outreach through urban exploration. The application was developed in Unity 6.2 for Android using AR Foundation and the ARCore Geospatial API for geospatial anchoring of 3D content, alongside proximity-driven discovery (locked/unlocked), per-artwork multimedia (text, images, audio guides), an AR snapshot gallery, and a map view based on OpenStreetMap. A pilot study with 12 participants (SUS plus custom Likert scales and two open-ended questions) reported good usability (SUS 75.6/100) and overall positive signals aligned with RQ1–RQ3. The thesis concludes that a location-based AR urban walk can provide a viable and compelling bridge between museum content and the city, while highlighting clear directions for further refinement and expansion.

Keywords

augmented reality, digital culture, android application, museums, engagement, experiential learning, community outreach, serious game, gamification, cultural heritage

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Τα μουσεία και οι πολιτιστικοί οργανισμοί καλούνται σήμερα να επαναπροσδιορίσουν τον ρόλο τους μέσα σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο κοινωνικό, τεχνολογικό και αστικό περιβάλλον. Πέρα από τη διαφύλαξη και παρουσίαση της πολιτιστικής κληρονομιάς, ο σύγχρονος μουσειακός οργανισμός επιδιώκει ενεργά τη διεύρυνση του κοινού του, την ενίσχυση της εμπλοκής (engagement) των επισκεπτών και την ουσιαστική σύνδεση με την τοπική κοινότητα και τον αστικό χώρο στον οποίο εντάσσεται.

Παράλληλα, παρατηρείται μια στροφή προς δράσεις που εκτείνονται «έξω από το μουσείο», αναγνωρίζοντας ότι ο αστικός χώρος και η γειτονιά μπορούν να λειτουργήσουν ως προέκταση της μουσειακής εμπειρίας. Ο δημόσιος χώρος δεν αποτελεί απλώς ουδέτερο πλαίσιο μετακίνησης, αλλά δύναται να μετατραπεί σε πεδίο αφήγησης, μάθησης και πολιτιστικής ανακάλυψης, ενισχύοντας τη σύνδεση του μουσείου με την καθημερινότητα των κατοίκων και των επισκεπτών της πόλης.

Σε αυτό το πλαίσιο, η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) έχει αναδειχθεί ως τεχνολογία με ιδιαίτερη δυναμική για πολιτιστικές εφαρμογές, καθώς επιτρέπει τον εμπλουτισμό του φυσικού περιβάλλοντος με ψηφιακά στοιχεία, πληροφορίες και αφηγήσεις, χωρίς να αποσπά τον χρήστη από τον χώρο στον οποίο βρίσκεται. Ιδιαίτερα οι location-based εφαρμογές AR, που αξιοποιούν τεχνολογίες γεωεντοπισμού και αισθητήρων κινητών συσκευών, έχουν δείξει ότι μπορούν να υποστηρίξουν μορφές βιωματικής μάθησης και εξερεύνησης στον αστικό χώρο.

Ωστόσο, παρά την αυξανόμενη υιοθέτηση ψηφιακών εργαλείων από μουσεία, παραμένει ένα κενό όσον αφορά τον συστηματικό σχεδιασμό εμπειριών που να συνδέουν άμεσα το πολιτιστικό περιεχόμενο με τον χώρο γύρω από το μουσείο, και να αξιοποιούν ψηφιοποιημένα έργα και υλικό των συλλογών, στοχεύοντας πρωτίστως στην ενίσχυση της εμπλοκής του κοινού, και όχι απλώς στην παροχή πληροφορίας.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η πιλοτική αξιολόγηση μιας location-based εκπαιδευτικής εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας τύπου «κρυμμένου θησαυρού» (treasure hunt), με στόχο την ενίσχυση της εμπλοκής του κοινού με έναν πολιτιστικό οργανισμό. Ειδικότερα, η εργασία επιδιώκει να διερευνήσει πώς μια εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας στον αστικό χώρο μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά προς το μουσείο, να εξετάσει τον ρόλο της βιωματικής εξερεύνησης και του παιχνιδιού στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της προσοχής του κοινού, και να αξιολογήσει, σε πιλοτικό επίπεδο, τη χρηστικότητα, την εμπλοκή, την αντιλαμβανόμενη μάθηση και την εμπειρία χρήσης μιας τέτοιας εφαρμογής.

Η εφαρμογή ARtSCAPE αξιοποιεί τη λογική του εκπαιδευτικού παιχνιδιού τύπου «treasure hunt», καλώντας τους χρήστες να περιηγηθούν στη γειτονιά γύρω από το Μουσείο του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή στην Αθήνα και να ανακαλύψουν ψηφιακά τοποθετημένα έργα της Συλλογής του. Με τον τρόπο αυτό, η πολιτιστική εμπειρία μετατοπίζεται από τον κλειστό εκθεσιακό χώρο στον ανοικτό αστικό ιστό, χωρίς να αποκόπτεται από τον θεσμικό και αφηγηματικό πυρήνα του μουσείου.

Με βάση τα παραπάνω, διατυπώνονται τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία καθοδηγούν τόσο τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής ARtSCAPE, όσο και τη μεθοδολογία αξιολόγησης: που παρουσιάζεται στα επόμενα κεφάλαια:

- **ΕΡΩΤΗΜΑ RQ1:**

Πώς ένα location-based εκπαιδευτικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας τύπου «treasure hunt» μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή (engagement) του κοινού με ένα μουσείο ή έναν πολιτιστικό οργανισμό;

- **ΕΡΩΤΗΜΑ RQ2:**

Πώς μπορεί να οργανωθεί και να παραδοθεί αποτελεσματικά εκπαιδευτικό περιεχόμενο μικρής κλίμακας (micro-learning) στο πλαίσιο μιας εμπειρίας αστικού περιπάτου;

- **ΕΡΩΤΗΜΑ RQ3:**

Σε ποιον βαθμό μια τέτοια εμπειρία μπορεί να υποστηρίξει μορφές κοινοτικής εξωστρέφειας (community outreach) και να ενισχύσει τη σύνδεση του μουσείου με τη γειτονιά και τον αστικό του περίγυρο;

Η παρούσα εργασία συμβάλλει στο πεδίο των ψηφιακών πολιτιστικών εφαρμογών και της επαυξημένης πραγματικότητας, προτείνοντας και διερευνώντας μια εναλλακτική προσέγγιση για την ενίσχυση της εμπλοκής του κοινού με ένα μουσείο, μέσω μιας εμπειρίας που εκτυλίσσεται στον αστικό χώρο γύρω από αυτό. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας σχεδιάζεται και αναπτύσσεται μια εφαρμογή (application) επαυξημένης πραγματικότητας για έξυπνες κινητές συσκευές. Η πρωτοτυπία της εφαρμογής έγκειται στη συστηματική σύνδεση σχεδιασμού, τεχνολογικής υλοποίησης και πολιτιστικού στόχου, με επίκεντρο το museum engagement και, σε δεύτερο επίπεδο, την κοινοτική εξωστρέφεια.

Η διατριβή διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια:

- Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται το πλαίσιο της έρευνας, η προβληματική που πραγματεύεται η εργασία, οι στόχοι και τα ερευνητικά ερωτήματα, καθώς και η συνεισφορά και οι περιορισμοί της.
- Στο Κεφάλαιο 2 αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο, εστιάζοντας στην επαυξημένη πραγματικότητα και στη σύνδεσή της με τον πολιτισμό, στις location-based εφαρμογές, στα παιχνίδια σοβαρού σκοπού (serious games) και στη σχέση μουσείου και τοπικής κοινότητας. Παρουσιάζονται, επιπλέον, συναφείς εφαρμογές και παραδείγματα.
- Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της εφαρμογής ARtSCAPE, συμπεριλαμβανομένου του σεναρίου χρήσης, του game design και των στόχων εμπειρίας.
- Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφονται η τεχνική υλοποίηση της εφαρμογής, οι τεχνολογικές επιλογές και τα επιμέρους λειτουργικά στοιχεία.
- Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται και αναλύεται η πιλοτική αξιολόγηση της εφαρμογής, τόσο σε ποσοτικό όσο και σε ποιοτικό επίπεδο.
- Στο Κεφάλαιο 6, τέλος, συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα και εξέλιξη της εφαρμογής.

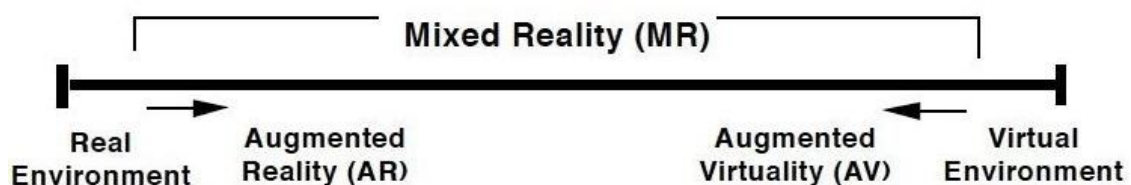
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Υπόβαθρο & Συναφή Παραδείγματα

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο της διατριβής, εστιάζοντας στις τεχνολογικές, σχεδιαστικές και μουσειολογικές έννοιες που πλαισιώνουν την ανάπτυξη και αξιολόγηση της εφαρμογής ARtSCAPE. Στόχος του κεφαλαίου είναι η συστηματική τεκμηρίωση των βασικών εννοιών και των θεωριών που σχετίζονται άμεσα με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας.

Αρχικά, εξετάζεται η επαυξημένη πραγματικότητα σε κινητές συσκευές, με έμφαση στις δυνατότητες και στους περιορισμούς της σε πραγματικά περιβάλλοντα χρήσης. Στη συνέχεια, αναλύονται οι location-based και GPS-guided εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, αλλά και ο ρόλος τους στην αστική εξερεύνηση και στην in situ μάθηση (Höllerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999): (Dunleavy, Dede, & Mitchell, Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning, 2009). Ακολουθεί η διερεύνηση των serious games, του gamification και της έννοιας της εμπλοκής (engagement), ως θεωρητικού πλαισίου που συνδέει το παιχνίδι με τη μάθηση και την πολιτιστική εμπειρία, καθώς και η συζήτηση γύρω από τη σχέση μουσείου και τοπικής κοινότητας (Falk & Dierking, 2013). Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση συναφών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, με έμφαση στον πολιτισμό.

2.1 AR σε κινητές συσκευές

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) αναφέρεται σε τεχνολογίες που εμπλουτίζουν τον φυσικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία, όπως τρισδιάστατα αντικείμενα, κείμενο, ήχο, εικόνα ή πολυμεσικό περιεχόμενο, τα οποία συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με το φυσικό περιβάλλον του χρήστη (Azuma, 1997). Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality – VR), όπου ο χρήστης απομονώνεται σε πλήρως ψηφιακά περιβάλλοντα, η AR διατηρεί τη συνέχεια με τον φυσικό χώρο, εντασσόμενη στο συνεχές της μικτής πραγματικότητας (Mixed Reality – MR) (Milgram & Kishino, 1994), γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για πολιτιστικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές (βλ. Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1. Το συνεχές της μικτής πραγματικότητας (Mixed Reality – MR) κατά Milgram. (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Milgrams-Reality-Virtuality-Continuum_fig1_29487174)

Στη διεθνή βιβλιογραφία ο όρος της μικτής πραγματικότητας (Mixed Reality – MR) διακρίνεται από αυτόν της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality – AR), καθώς περιλαμβάνει πιο σύνθετες μορφές αλληλεπίδρασης και χωρικής κατανόησης του περιβάλλοντος. Στην παρούσα εργασία ο όρος AR χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια της υπέρθεσης ψηφιακού περιεχομένου στον φυσικό κόσμο μέσω κινητών συσκευών, όπως αυτή υιοθετείται σε μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας της mobile AR (Billinghurst, Clark, & Lee, 2015).

2.1.1 Βασικά στοιχεία της AR

Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας βασίζονται σε τρία βασικά στοιχεία (Azuma, 1997)· (Billinghurst, Clark, & Lee, 2015):

- Tracking, δηλαδή ο εντοπισμός της θέσης και του προσανατολισμού της συσκευής στον χώρο.
- Registration, δηλαδή η σωστή ευθυγράμμιση των ψηφιακών αντικειμένων με το φυσικό περιβάλλον.
- Rendering περιεχομένου, δηλαδή η οπτική και ακουστική απόδοση των ψηφιακών στοιχείων.

Στις κινητές συσκευές, τα παραπάνω επιτυγχάνονται μέσω συνδυασμού αισθητήρων (GPS, γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο), της κάμερας και υπολογιστικών αλγορίθμων, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση της AR χωρίς εξειδικευμένο εξοπλισμό, αλλά ταυτόχρονα εισάγει περιορισμούς ακρίβειας και σταθερότητας (Schmalstieg & Höllerer, 2016).

2.1.2 Mobile AR

Η διάδοση του smartphone και του tablet έχει καταστήσει την επαυξημένη πραγματικότητα εύκολα προσβάσιμη στο ευρύ κοινό, με χαμηλό κόστος, σε καθημερινή βάση και σε οικείο περιβάλλον αλληλεπίδρασης (Radu, 2014).

Για τον πολιτιστικό τομέα, η mobile AR επιτρέπει τη δημιουργία εμπειριών που δεν περιορίζονται σε εσωτερικούς χώρους, αλλά εκτείνονται στον αστικό ιστό, σε αρχαιολογικούς χώρους ή σε πολιτιστικές διαδρομές, ενισχύοντας τη βιωματική διάσταση της πολιτιστικής εμπειρίας (Falk & Dierking, 2013).

Παρά τα πλεονεκτήματα, η επαυξημένη πραγματικότητα σε κινητές συσκευές συνοδεύεται από σημαντικούς περιορισμούς. Η ακρίβεια του γεωεντοπισμού, ιδιαίτερα σε αστικά περιβάλλοντα, οι μεταβαλλόμενες συνθήκες φωτισμού, καθώς και η γνωστική επιβάρυνση του χρήστη αποτελούν κρίσιμες προκλήσεις που έχουν καταγραφεί εκτενώς στη βιβλιογραφία (Radu, 2014)· (Schmalstieg & Höllerer, 2016).

Επιπλέον, η χρήση της AR σε εξωτερικό χώρο εγείρει ζητήματα ασφάλειας και προσοχής του χρήστη στον φυσικό κόσμο, καθιστώντας αναγκαίο έναν προσεκτικό σχεδιασμό εμπειρίας, όπου η τεχνολογία υποστηρίζει την αφήγηση και τη μάθηση χωρίς να κυριαρχεί εις βάρος τους (Klopfer, 2008)· (Dunleavy & Dede, Augmented Reality Teaching and Learning, 2014)· (Langlotz, et al., 2011).

2.2 Location-Based / GPS-Guided AR εφαρμογές

Οι location-based εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν μια υποκατηγορία της mobile AR, στην οποία η θέση του χρήστη στον φυσικό χώρο αποτελεί βασικό παράγοντα ενεργοποίησης και οργάνωσης του ψηφιακού περιεχομένου (Höllerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999). Σε αυτές τις εφαρμογές, το περιεχόμενο συνδέεται με συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος (Points of Interest – POIs), γεωγραφικές ζώνες (geofencing) ή προκαθορισμένες διαδρομές, ενσωματώνοντας τον χώρο στον πυρήνα της εμπειρίας.

Σε αντίθεση με εφαρμογές που βασίζονται αποκλειστικά στην οπτική αναγνώριση αντικειμένων, οι location-based εμπειρίες αντιμετωπίζουν τον φυσικό χώρο ως ενεργό στοιχείο της αλληλεπίδρασης, μετατρέποντας τη μετακίνηση του χρήστη σε αναπόσπαστο μέρος της αφήγησης και της εμπειρίας μάθησης (Pérez-Sanagustín, Parra, Verdugo, García-Galleguillos, & Nussbaum, 2016).

2.2.1 Location-based εμπειρίες & αστική εξερεύνηση

Στον αστικό χώρο, οι location-based AR εφαρμογές υποστηρίζουν μορφές εξερεύνησης, περιπάτου και ανακάλυψης, όπου η πόλη λειτουργεί ως «σκηνικό» μάθησης. Η έννοια του αστικού περιπάτου επαναπροσδιορίζεται, καθώς η πληροφορία δεν παρέχεται κεντρικά, αλλά αποκαλύπτεται σταδιακά, ανάλογα με τη θέση και τις επιλογές του χρήστη.

Αυτή η προσέγγιση έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική σε πολιτιστικά και εκπαιδευτικά πλαίσια, καθώς ευνοεί τη βιωματική μάθηση και τη σύνδεση γνώσης και τόπου (in situ learning) (Falk & Dierking, 2013)· (Pérez-Sanagustín, Parra, Verdugo, García-Galleguillos, & Nussbaum, 2016).

2.2.2 Location-based AR & πολιτιστικό περιεχόμενο

Στον τομέα του πολιτισμού, οι location-based εφαρμογές επιτρέπουν την παρουσίαση περιεχομένου εκεί όπου αυτό αποκτά νόημα, δηλαδή στον φυσικό χώρο στον οποίο σχετίζεται ιστορικά, κοινωνικά ή αισθητικά. Η σύνδεση ψηφιακού αντικειμένου και τοποθεσίας ενισχύει την αίσθηση αυθεντικότητας και διαφοροποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα από απλές ψηφιακές ξεναγήσεις (Economou & Meintani, 2011).

Η βιβλιογραφία δείχνει ότι τέτοιες εφαρμογές μπορούν να υποστηρίξουν τόσο την πολιτιστική εκπαίδευση όσο και την ενεργή συμμετοχή του κοινού, ιδιαίτερα όταν ενσωματώνουν μηχανισμούς παιχνιδιού και ανακάλυψης (Anastasiadis, Lampropoulos, & Siakas, 2018)· (Sylaiou, Mania, Karoulis, & White, 2010).

2.2.3 Από την πλοήγηση στο παιχνίδι

Σημαντική διάκριση πρέπει να γίνει μεταξύ location-based εφαρμογών που λειτουργούν κυρίως ως εργαλεία πλοήγησης και εκείνων που ενσωματώνουν gameful ή παιχνιδιακά στοιχεία. Στη δεύτερη περίπτωση, η μετακίνηση στον χώρο δεν αποτελεί απλώς μέσο πρόσβασης στην πληροφορία, αλλά μετατρέπεται σε βασικό μηχανισμό του παιχνιδιού (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011).

Η προσέγγιση αυτή αποτελεί τη βάση για εφαρμογές τύπου «treasure hunt», όπου η ανακάλυψη, η πρόοδος και η ανταμοιβή συνδέονται άμεσα με τη φυσική κίνηση του χρήστη στον χώρο. Το μοντέλο αυτό έχει εφαρμοστεί επιτυχώς σε πολιτιστικά και εκπαιδευτικά πλαίσια, ενισχύοντας την εμπλοκή και μετατρέποντας τον χρήστη σε ενεργό εξερευνητή του πολιτιστικού τοπίου (Shakouri & Tian, 2018).

2.3 Serious Games, Gamification & μαθησιακή εμπλοκή

Η αξιοποίηση παιχνιδιακών μηχανισμών σε εκπαιδευτικά και πολιτιστικά πλαίσια έχει απασχολήσει εκτενώς τη βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα μέσα από τις έννοιες των serious games και του gamification. Τα serious games ορίζονται ως ψηφιακά παιχνίδια που έχουν ως πρωταρχικό στόχο τη μάθηση, την εκπαίδευση ή την αλλαγή στάσεων και συμπεριφορών, χωρίς ωστόσο να παραμερίζουν το στοιχείο της ψυχαγωγίας (Michael & Chen, 2006). Σε αντίθεση με τα καθαρά ψυχαγωγικά παιχνίδια, η εκπαιδευτική τους αξία αποτελεί βασικό κριτήριο τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην αξιολόγησή τους.

Το gamification, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται στη χρήση επιμέρους στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών (game design elements) σε μη παιχνιδιακά περιβάλλοντα, με στόχο την ενίσχυση της συμμετοχής και της παρακίνησης των χρηστών (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Σημαντική είναι η διάκριση μεταξύ gamification και gameful design, καθώς στη δεύτερη περίπτωση δεν πρόκειται για επιφανειακή προσθήκη μηχανισμών, όπως πόντοι ή ανταμοιβές,

αλλά για ολιστικό σχεδιασμό εμπειρίας που αντλεί από τη λογική και τη δομή του παιχνιδιού (Nicholson, 2015).

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η εφαρμογή ARtSCAPE τοποθετείται πιο κοντά στη λογική των *serious games*, καθώς συνδυάζει έναν σαφή εκπαιδευτικό στόχο, δηλαδή τη γνωριμία με έργα τέχνης και καλλιτέχνες, με μηχανισμούς παιχνιδιού, ανακάλυψης και προόδου στον φυσικό χώρο.

Κεντρική έννοια που συνδέει τις παραπάνω προσεγγίσεις είναι η εμπλοκή (engagement). Η εμπλοκή έχει οριστεί στη βιβλιογραφία ως μια πολυδιάστατη έννοια που περιλαμβάνει συμπεριφορικές, συναισθηματικές και γνωστικές διαστάσεις (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004)· (O'Brien & Toms, 2008). Στα ψηφιακά πολιτιστικά περιβάλλοντα, η εμπλοκή δεν περιορίζεται στη διάρκεια ή τη συχνότητα χρήσης μιας εφαρμογής, αλλά επεκτείνεται στο κατά πόσο ο χρήστης βιώνει ενδιαφέρον, νόημα και ενεργή συμμετοχή στην εμπειρία, στοιχεία που συνδέονται με την αίσθηση παρουσίας και απόλαυσης (O'Brien & Toms, 2008)· (Sylaiou, Mania, Karoulis, & White, 2010).

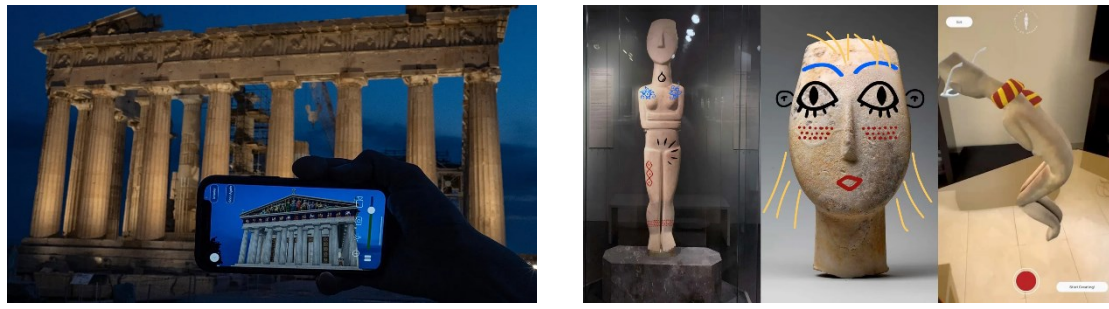
Στην παρούσα διατριβή, ο όρος εμπλοκή (engagement) χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια πολυδιάστατη κατάσταση ενεργής σχέσης του χρήστη με την εμπειρία, η οποία περιλαμβάνει συμπεριφορικές, συναισθηματικές και γνωστικές διαστάσεις (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004). Όροι όπως ενδιαφέρον (interest), απόλαυση (enjoyment) ή συμμετοχή (involvement) δεν χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα του engagement, αλλά αντιμετωπίζονται ως επιμέρους εκφάνσεις ή δείκτες των παραπάνω διαστάσεων. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η εμπλοκή επιχειρησιακοποιείται μέσω συνδυασμού ποσοτικών και ποιοτικών δεικτών, με σαφή διάκριση μεταξύ χρηστικότητα και εμπλοκής. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιείται το ερωτηματολόγιο SUS αποκλειστικά για την αξιολόγηση της χρηστικότητας (Brooke, 1996), ενώ η εμπλοκή και η αντιλαμβανόμενη μάθηση μετρώνται μέσω προσαρμοσμένων ερωτήσεων, όπως αναλύεται στο Κεφάλαιο 5.

2.4 Επαυξημένη πραγματικότητα στον πολιτισμό

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει υιοθετηθεί εκτενώς στον χώρο του πολιτισμού και της πολιτιστικής κληρονομιάς ως μέσο ενίσχυσης της ερμηνείας, της αφήγησης και της συμμετοχικότητας. Σε μουσειακά και πολιτιστικά πλαίσια, οι εφαρμογές AR επιτρέπουν την υπέρθεση ψηφιακών πληροφοριών, αναπαραστάσεων και αφηγήσεων πάνω στον φυσικό χώρο ή στα εκθέματα, εμπλουτίζοντας την εμπειρία του επισκέπτη χωρίς να αντικαθιστούν το υλικό αντικείμενο ή τον χώρο (Siountri, Skondras, Vergados, & Anagnostopoulos, 2018)· (Economou & Meintani, 2011).

Στη βιβλιογραφία, οι χρήσεις της AR στον πολιτισμό μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ορισμένες βασικές λειτουργικές κατηγορίες. Μία από τις σημαντικότερες αφορά την αφηγηματική και ερμηνευτική ενίσχυση (storytelling & interpretation), όπου η AR αξιοποιείται για την παροχή πολυεπίπεδων αφηγήσεων και ερμηνευτικών πλαισίων που δεν είναι δυνατόν να παρουσιαστούν μέσω συμβατικών εκθεσιακών μέσων (Paragiannakis, et al., 2018). Παράλληλα, η AR χρησιμοποιείται συχνά για ανακατασκευή και οπτικοποίηση μη ορατών ή χαμένων στοιχείων, όπως ιστορικές φάσεις μνημείων (βλ. **Εικόνα 2.4.α**), κατεστραμμένα αντικείμενα ή αφηρημένες έννοιες, λειτουργώντας ως εργαλείο νοηματοδότησης του πολιτιστικού περιεχομένου (Bekele, Pierdicca, Frontoni, Malinverni, & Gain, 2018)· (Dyulicheva, Malakhatko, & Mladenović, 2022).

Μια τρίτη κατηγορία αφορά την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης, όπου ο χρήστης δεν λειτουργεί ως παθητικός δέκτης πληροφορίας αλλά ως ενεργός εξερευνητής, επιλέγοντας, ενεργοποιώντας και συνδυάζοντας διαφορετικά ψηφιακά στρώματα περιεχομένου (βλ. **Εικόνα 2.4.β**). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν, τέλος, οι εφαρμογές AR που υλοποιούνται σε ανοικτούς και υπαίθριους πολιτιστικούς χώρους, όπου η εμπειρία εκτείνεται στον αστικό ιστό ή στο τοπίο και η μάθηση πραγματοποιείται *in situ*, σε άμεση σύνδεση με τον χώρο (Falk & Dierking, 2013)· (Kontogianni & Alepis, 2020).



Εικόνα 2.4.α. Με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας Cosmote «Chronos» οι επισκέπτες μπορούν να δουν την Ακρόπολη της Αθήνας ανακατασκευασμένη, όπως ήταν στα μέσα του 5ου αιώνα π.Χ. (copyright: Petros Giannakouris/AP Photo. πηγή: <https://www.independent.co.uk/news/ap-greek-visitors-greece-tourists-b2426033.html>)

Εικόνα 2.4.β. Μέσα από την εφαρμογή «Cycladic AR» του Μουσείου Κυκλαδικής Τέχνης τα παιδιά ανακαλύπτουν, επεξεργάζονται και φωτογραφίζουν με τα Κυκλαδικά ειδώλια στους χώρους του Μουσείου. (πηγή: <https://cycladic.gr/cycladic-ar/>)

Σε τέτοια περιβάλλοντα, η AR λειτουργεί ως μέσο «situated interpretation», καθώς το πολιτιστικό περιεχόμενο αποκτά νόημα σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και ενεργοποιείται μέσω της φυσικής παρουσίας και κίνησης του χρήστη στον χώρο. Έρευνες δείχνουν ότι η σύνδεση ψηφιακού περιεχομένου, τοποθεσίας και δράσης μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή των χρηστών, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με μηχανισμούς ανακάλυψης και προόδου (Jung, tom Dieck, Lee, & Chung, 2016).

Οι παραπάνω λειτουργίες της AR στον πολιτισμό (αφήγηση, ανακατασκευή, αλληλεπίδραση και situated ερμηνεία) αποτελούν το εννοιολογικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσονται οι εφαρμογές που παρουσιάζονται στην Ενότητα 2.6.

2.5 Μουσείο & τοπική κοινότητα

Τα σύγχρονα μουσεία καλούνται ολοένα και περισσότερο να λειτουργήσουν ως ενεργοί κοινωνικοί και πολιτιστικοί φορείς, αναπτύσσοντας σχέσεις με την τοπική κοινότητα πέρα από τα όρια του εκθεσιακού χώρου. Στο πλαίσιο αυτό, ο όρος community outreach αναφέρεται σε δράσεις που στοχεύουν στην προσέγγιση και την ενδυνάμωση διαφορετικών ομάδων κοινού, συχνά μέσω δραστηριοτήτων που υλοποιούνται εκτός των «τοιχών» του μουσείου (NEMO - Network of European Museum Organisations, 2023).

Η έννοια του outreach διακρίνεται από την έννοια του engagement, καθώς το πρώτο συχνά περιγράφεται ως δράση διάχυσης ή προσέγγισης κοινού, ενώ το δεύτερο υποδηλώνει πιο αμφίδρομες, συμμετοχικές και διαρκείς σχέσεις με το κοινό (Simon, 2010)· (NEMO - Network of European Museum Organisations, 2023). Στο πλαίσιο αυτό, στρατηγικές «beyond-the-walls» επιχειρούν να γεφυρώσουν τη διάκριση αυτή, μεταφέροντας τη μουσειακή εμπειρία στον δημόσιο χώρο και ενθαρρύνοντας μορφές ενεργής συμμετοχής.

Αστικοί περίπατοι και πολιτιστικές διαδρομές αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων στρατηγικών, καθώς επανασυνδέουν το μουσείο με το καθημερινό περιβάλλον των κατοίκων και εντάσσουν την πολιτιστική εμπειρία στον αστικό ιστό. Οι πρακτικές αυτές δεν αποσκοπούν απαραίτητα στην αντικατάσταση της φυσικής επίσκεψης στο μουσείο, αλλά στη διεύρυνση των τρόπων με τους οποίους το κοινό έρχεται σε επαφή με το πολιτιστικό περιεχόμενο.

Στην παρούσα διατριβή, η αξιοποίηση του αστικού χώρου και της γειτονιάς δεν αντιμετωπίζεται ως αυτόνομος ή ισότιμος στόχος, αλλά ως πλαίσιο που υποστηρίζει και ενισχύει την εμπλοκή του κοινού με το μουσείο. Η κοινοτική εξωστρέφεια (community outreach) προκύπτει ως δευτερογενές αποτέλεσμα της ενεργής εμπλοκής, καθώς η πολιτιστική εμπειρία μεταφέρεται στον δημόσιο χώρο και επανασυνδέεται με το καθημερινό περιβάλλον των κατοίκων. Η λογική

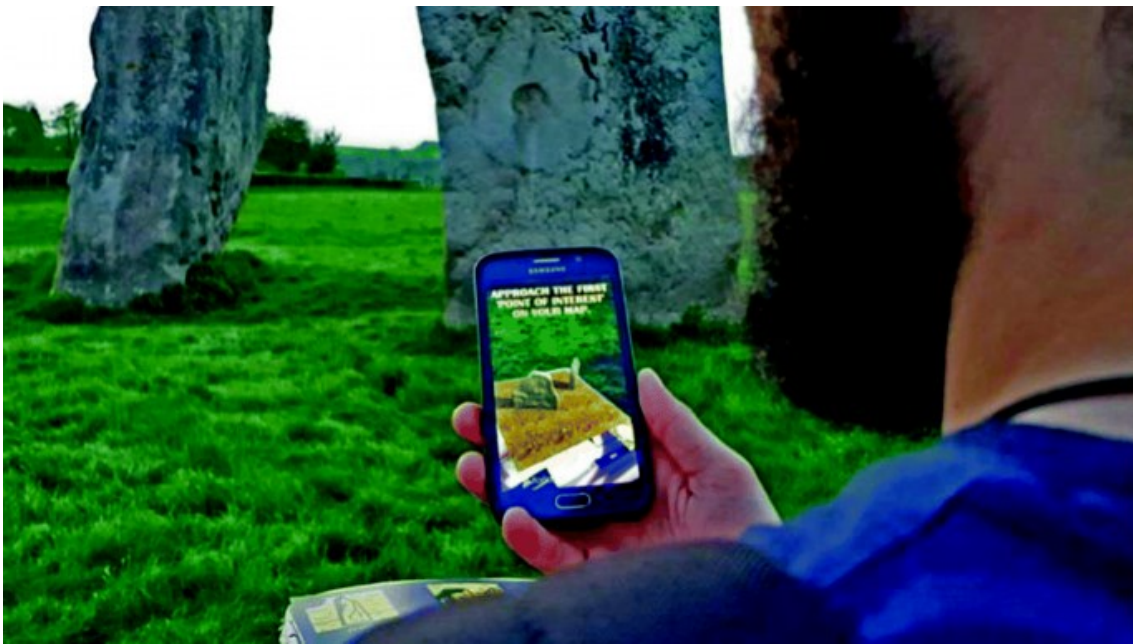
αυτή καθοδηγεί τις σχεδιαστικές αποφάσεις της εφαρμογής ARtSCAPE, οι οποίες παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

2.6 Συναφείς εφαρμογές & παραδείγματα

Η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει πληθώρα εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικά, μουσειακά και εκπαιδευτικά πλαίσια, οι οποίες προσφέρουν χρήσιμα παραδείγματα για τον σχεδιασμό εμπειριών που εκτείνονται πέρα από τον παραδοσιακό εκθεσιακό χώρο. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται επιλεγμένες εφαρμογές με έμφαση στα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά τους και στα στοιχεία που είναι συναφή με τον σχεδιασμό της εφαρμογής ARtSCAPE.

2.6.1 Avebury Portal

Ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελεί το Avebury Portal, μια location-based εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας που αναπτύχθηκε για την ανάδειξη του προϊστορικού τοπίου του Avebury στο Ηνωμένο Βασίλειο (Shakouri & Tian, 2018). Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να περιηγηθούν στον αρχαιολογικό χώρο και να αποκτήσουν πρόσβαση σε ψηφιακές αναπαραστάσεις, να βρουν στοιχεία και να λύσουν γρίφους, χρησιμοποιώντας αφηγήσεις και ερμηνευτικό υλικό, το οποίο ενεργοποιείται σε συγκεκριμένα σημεία του τοπίου (βλ. **Εικόνα 2.6.1**).



Εικόνα 2.6.1. Το Avebury Portal λαμβάνει τα δεδομένα θέσης του χρήστη όταν πλησιάζει το σημείο ενδιαφέροντος (POI). (πηγή: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23712-7_7)

Το Avebury Portal δεν αντιμετωπίζει τον χώρο ως ουδέτερο υπόβαθρο, αλλά ως φορέα νοήματος, ενισχύοντας τη σύνδεση γνώσης και τόπου και προάγοντας μορφές in situ μάθησης. Η προσέγγιση αυτή έχει αναδειχθεί ως ιδιαίτερα αποτελεσματική για την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς ενισχύει την αίσθηση παρουσίας και τη βιωματική κατανόηση του χώρου.

- Στόχος: Ερμηνεία και ανάδειξη του προϊστορικού τοπίου του Avebury μέσω in situ ψηφιακού περιεχομένου.

- Μηχανισμός: Location-based ενεργοποίηση αφηγήσεων και ψηφιακών αναπαραστάσεων σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου.
- Πλαίσιο χρήσης: Υπαίθριος αρχαιολογικός χώρος.
- Τι αξιοποιείται στο ARtSCAPE: Η αντίληψη του χώρου ως φορέα νοήματος και η σύνδεση γνώσης και τοποθεσίας μέσω φυσικής κίνησης.

2.6.2 Streetmuseum

Στο πεδίο των αστικών μουσειακών εφαρμογών, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή Streetmuseum του Μουσείου του Λονδίνου (Museum of London, 2010), η οποία αξιοποιούσε την επαυξημένη πραγματικότητα για την προβολή ιστορικών φωτογραφιών και αρχειακού υλικού σε πραγματικές τοποθεσίες της πόλης (βλ. **Εικόνα 2.6.2**).



Εικόνα 2.6.2. Χρήση της εφαρμογής Streetmuseum έξω από τον σταθμό Covent Garden του υπόγειου σιδηρόδρομου του Λονδίνου. (πηγή: <https://edition.cnn.com/videos/tech/2014/03/07/pkg-uk-dunnakey-street-museum-app.cnn>)

Μέσω της χρήσης κινητών συσκευών, το μουσείο επεκτείνεται στον δημόσιο χώρο, μετατρέποντας την πόλη σε ένα «μουσείο χωρίς τοίχους» και επιτρέποντας στο κοινό να έρθει σε επαφή με την πολιτιστική κληρονομιά στο φυσικό της περιβάλλον (Parry, 2013) (Economou & Meintani, 2011): (DREEm - Digital, Regeneration and Experience Economy modelling).

- Στόχος: Μεταφορά της μουσειακής εμπειρίας στον αστικό χώρο, επανασύνδεση με το ιστορικό παρελθόν της πόλης και προσέλκυση κοινού.
- Μηχανισμός: Υπέρθωση ιστορικών φωτογραφιών και αρχειακού υλικού σε πραγματικές τοποθεσίες μέσω κινητών συσκευών και συγκριτική AR προβολή παρελθόντος-παρόντος.
- Πλαίσιο χρήσης: Αστικός δημόσιος χώρος.
- Τι αξιοποιείται στο ARtSCAPE: Η έννοια του «μουσείου χωρίς τοίχους» και η ελεύθερη, εξατομικευμένη περιήγηση.

2.6.3 Urban Augmented Reality (UAR)

Ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή Urban Augmented Reality (UAR), η οποία αναπτύχθηκε από το Ολλανδικό Ινστιτούτο Αρχιτεκτονικής (NAI - Netherlands Architecture Institute, 2010) σε συνεργασία με το Δήμο του Ρότερνταμ, και εστιάζει στην παρουσίαση αρχιτεκτονικών δεδομένων και τρισδιάστατων μοντέλων στον αστικό χώρο (βλ. **Εικόνα 2.6.3**).



Εικόνα 2.6.3. Χρήση της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας Urban Augmented Reality (UAR). (πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UAR_NAI_Best_Practice_Poster.jpg)

Η UAR επιτρέπει στους χρήστες να δουν πώς ήταν, πώς θα μπορούσαν να είναι ή πώς σχεδιάζεται να είναι κτίρια στον φυσικό τους χώρο, καθιστώντας το αρχιτεκτονικό και αρχαιολογικό περιεχόμενο προσβάσιμο εκτός των ορίων του μουσείου (UAR, n.d.) (Ouwkerk, 2011).

- Στόχος: Ανάδειξη αρχιτεκτονικού και αρχαιολογικού υλικού στον αστικό χώρο.
- Μηχανισμός: Προβολή τρισδιάστατων μοντέλων που απεικονίζουν παρελθοντικές, εναλλακτικές ή μελλοντικές εκδοχές κτιρίων.
- Πλαίσιο χρήσης: Αστικός δημόσιος χώρος.
- Τι αξιοποιείται στο ARtSCAPE: Η παρουσίαση μη ορατών πληροφοριών in situ.

2.6.4 Pokémon GO

Σε διαφορετικό πλαίσιο, αλλά με ιδιαίτερη σημασία για τον σχεδιασμό location-based εμπειριών, μπορεί να αναφερθεί και το Pokémon GO (Niantic, Inc., 2016), ένα από τα πλέον διαδεδομένα παραδείγματα παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζεται στην αστική εξερεύνηση και τη φυσική μετακίνηση των χρηστών. Παρότι δεν σχετίζεται με τον πολιτισμό ή τα μουσεία, το

Pokémon GO ανέδειξε τη δυναμική των location-based AR treasure hunt μηχανισμών στην ενίσχυση της εμπλοκής, της κινητοποίησης και της παρατεταμένης χρήσης στον δημόσιο χώρο (βλ. **Εικόνα 2.6.4**).



Εικόνα 2.6.4. Χρήση του παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας Pokémon GO.

(πηγή: <https://extendedreality.news/pokemon-go-turn-your-ordinary-smartphone-into-an-augmented-reality-device-a-new-trend/>)

Οι μηχανισμοί αυτοί, όπως η ανακάλυψη σημείων ενδιαφέροντος, η πρόοδος και η ανταμοιβή, αποτελούν σημαντικό σχεδιαστικό προηγούμενο για πολιτιστικές εφαρμογές που επιδιώκουν να ενισχύσουν την ενεργή συμμετοχή του κοινού (Pokémon GO, n.d.).

- Στόχος: Μαζική εμπλοκή χρηστών μέσω location-based παιχνιδιακών μηχανισμών.
- Μηχανισμός: AR treasure hunt με πρόοδο, ανταμοιβές και φυσική μετακίνηση στον χώρο.
- Πλαίσιο χρήσης: Αστικός και ημιαστικός χώρος.
- Τι αξιοποιείται στο ARtSCAPE: Οι μηχανισμοί ανακάλυψης, προόδου και κινητοποίησης μέσω φυσικής κίνησης, ως σχεδιαστικό προηγούμενο για πολιτιστικές εφαρμογές.

Η συγκριτική αποτίμηση των παραπάνω εφαρμογών αναδεικνύει ορισμένα επαναλαμβανόμενα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά: τη σαφή σύνδεση περιεχομένου και τόπου, την αποφυγή υπερφόρτωσης πληροφορίας και την ισορροπία μεταξύ καθοδήγησης και ελευθερίας εξερεύνησης. Τα χαρακτηριστικά αυτά, σε συνδυασμό με την επιλεκτική ενσωμάτωση παιχνιδιακών μηχανισμών, αξιοποιούνται στον σχεδιασμό της εφαρμογής ARtSCAPE, όπως παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός & Απαιτήσεις

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι απαιτήσεις και ο σχεδιασμός της εφαρμογής ARtSCAPE, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Στόχος του κεφαλαίου είναι να αποτυπώσει τον τρόπο με τον οποίο οι θεωρητικές έννοιες που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 2, και ιδίως η εμπλοκή (engagement), η in situ μάθηση και οι location-based εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας, μετασχηματίζονται σε συγκεκριμένες σχεδιαστικές αποφάσεις και λειτουργικές επιλογές. Η ανάλυση επικεντρώνεται στο κοινό-στόχο και στους στόχους εμπειρίας, στο σενάριο χρήσης, στον σχεδιασμό του παιχνιδιού (game design), της αλληλεπίδρασης και της διεπαφής χρήστη (UI), καθώς και στις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής.

3.1 Κοινό-στόχος & στόχοι εμπειρίας

Το ARtSCAPE απευθύνεται σε ένα ευρύ και ετερογενές κοινό, το οποίο περιλαμβάνει τόσο επισκέπτες του μουσείου όσο και άτομα που κινούνται ή κατοικούν στην ευρύτερη περιοχή του Παγκρατίου. Ως πρωτεύον κοινό-στόχος μπορούν να θεωρηθούν οι επισκέπτες του μουσείου και οι τουρίστες που ενδιαφέρονται για πολιτιστικές εμπειρίες, ενώ ως δευτερεύον κοινό οι κάτοικοι της περιοχής, οι φοιτητές και οι νεότερες ηλικιακές ομάδες που είναι εξοικειωμένες με τη χρήση κινητών συσκευών και παιχνιδιακών εφαρμογών.

Κεντρικός στόχος της εμπειρίας είναι η ενίσχυση της εμπλοκής (engagement) του κοινού με το μουσείο και τη Συλλογή του, μέσω μιας ενεργής, βιωματικής και χωρικά εντοπισμένης εμπειρίας. Η εφαρμογή επιδιώκει να μετατρέψει τον χρήστη από παθητικό αποδέκτη πληροφορίας σε ενεργό εξερευνητή, ο οποίος κινείται στον χώρο, αναζητά, ανακαλύπτει και αλληλεπιδρά με το πολιτιστικό περιεχόμενο.

Σε επίπεδο εμπειρίας, το ARtSCAPE στοχεύει:

- στην καλλιέργεια αίσθησης εξερεύνησης και ανακάλυψης,
- στην παροχή micro-learning περιεχομένου για τα έργα και τους καλλιτέχνες,
- στη δημιουργία συναισθηματικής και γνωστικής σύνδεσης με τη Συλλογή,
- και στη διακριτική επανασύνδεση του μουσείου με τον αστικό του περίγυρο.

Η αξιοποίηση της γειτονιάς και του αστικού περιπάτου αντιμετωπίζεται ως πλαίσιο που υποστηρίζει την εμπλοκή, προσφέροντας ένα αυθεντικό και καθημερινό περιβάλλον μέσα στο οποίο η πολιτιστική εμπειρία αποκτά νόημα. Η κοινοτική εξωστρέφεια προκύπτει έτσι ως ένα δευτερογενές αποτέλεσμα της ενεργούς εμπλοκής του χρήστη με το πολιτιστικό περιεχόμενο.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί περισσότερο σε μια πιλοτική αποτίμηση της εμπειρίας χρήσης, παρά σε μια εκτενή ή γενικεύσιμη ποσοτική αξιολόγηση. Ο σχεδιασμός της εφαρμογής επιτρέπει ωστόσο τον ορισμό και την αποτίμηση ενδεικτικών δεικτών επιτυχίας, όπως είναι ο βαθμός του αντιλαμβανόμενου ενδιαφέροντος του χρήστη για το Μουσείο και η αντιλαμβανόμενη κατανόηση του περιεχομένου. Οι δείκτες αυτοί συνδέονται άμεσα με τους στόχους εμπλοκής και μάθησης και αξιοποιούνται στο πλαίσιο της πιλοτικής αξιολόγησης που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 5, μέσω συνδυασμού ερωτηματολογίων χρηστικότητας, εμπλοκής, αντιλαμβανόμενης μάθησης και κοινοτικής εξωστρέφειας.

3.2 Περιγραφή σεναρίου χρήσης

Το ARtSCAPE είναι μια location-based εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, σχεδιασμένη ως ένας αστικός περίπατος εξερεύνησης και ανακάλυψης γύρω από το Μουσείο του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή στο Παγκράτι. Οι χρήστες καλούνται να περιηγηθούν στη γειτονιά χρησιμοποιώντας την κάμερα της κινητής τους συσκευής, με στόχο τον εντοπισμό και το

«ξεκλείδωμα» πέντε ψηφιακά τοποθετημένων τρισδιάστατων μοντέλων επιλεγμένων έργων της Συλλογής του Ιδρύματος.

Συγκεκριμένα, πέντε γλυπτά έργα τέχνης έχουν τοποθετηθεί εικονικά σε ισάριθμα σημεία ενδιαφέροντος (Points of Interest – POIs) στον αστικό ιστό του Παγκρατίου, τα οποία επιλέχθηκαν τόσο με κριτήρια προσβασιμότητας όσο και με βάση την εννοιολογική σύνδεση μεταξύ έργου και τοποθεσίας. Ενδεικτικά, το «Κεφάλι τραγικής Μούσας» του Auguste Rodin τοποθετήθηκε μπροστά από το Παναθηναϊκό Στάδιο, παραπέμποντας στον αρχαίο ελληνικό πολιτισμό, το «Άλογο στην ποτίστρα» του Edgar Degas τοποθετήθηκε στο Άλσος Παγκρατίου, ενώ η «Μικρή χορεύτρια δεκαεσσάρων ετών» του Edgar Degas τοποθετήθηκε στην πλατεία Αγίου Σπυριδώνα, σε άμεση γειτνίαση με το μουσείο, λειτουργώντας ως εμβληματικό σημείο της εμπειρίας.

Η πλοήγηση του χρήστη υποστηρίζεται από έναν δυναμικό μηχανισμό καθοδήγησης προς τα έργα μέσω ενδείξεων απόστασης και κατεύθυνσης προς το πλησιέστερο μη ανακαλυμμένο έργο. Οι ενδείξεις απόστασης και κατεύθυνσης προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να επιβάλλουν προκαθορισμένη διαδρομή, διατηρώντας έτσι το στοιχείο της ελεύθερης εξερεύνησης. Καθώς ο χρήστης πλησιάζει σε ένα σημείο ενδιαφέροντος, η εφαρμογή ενεργοποιεί σταδιακά διαφορετικά επίπεδα πληροφόρησης και ανατροφοδότησης. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις παρέχονται γενικές ενδείξεις και μηνύματα καθοδήγησης, ενώ όταν ο χρήστης φτάσει σε πολύ κοντινή απόσταση και εντοπίσει οπτικά το ψηφιακό μοντέλο μέσω της κάμερας, τότε το έργο «ξεκλειδώνεται».

Με την ανακάλυψη ενός έργου, ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε βασικές πληροφορίες για το έργο και τον δημιουργό του, καθώς και σε ακουστικό υλικό ξενάγησης. Παράλληλα, δίνεται πρόσβαση σε λειτουργία Camera Mode, η οποία είναι διαθέσιμη μόνο εντός συγκεκριμένης ακτίνας από το σημείο ενδιαφέροντος, δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα να φωτογραφίσει το ψηφιακό έργο στο φυσικό περιβάλλον και να αποθηκεύσει τις εικόνες αυτές στην συσκευή του. Με τον τρόπο αυτό, η αλληλεπίδραση με το πολιτιστικό περιεχόμενο παραμένει άρρηκτα συνδεδεμένη με τη φυσική παρουσία στον χώρο, ενισχύοντας τη βιωματική διάσταση της εφαρμογής. Η εμπειρία ολοκληρώνεται όταν ο χρήστης ανακαλύψει και τα πέντε έργα, οπότε και εμφανίζεται σχετική ένδειξη ολοκλήρωσης.

Το σενάριο χρήσης του ARtSCAPE δεν προϋποθέτει συγκεκριμένη σειρά επίσκεψης των σημείων, επιτρέποντας ελευθερία εξερεύνησης. Ωστόσο, η εφαρμογή παρέχει πάντοτε καθοδήγηση προς το πλησιέστερο μη ανακαλυμμένο έργο, εξασφαλίζοντας ισορροπία μεταξύ αυτονομίας και υποστήριξης της πλοήγησης.

3.3 Επιλογή έργων & σημείων

Η επιλογή των έργων τέχνης και των σημείων τοποθέτησής τους στον αστικό χώρο αποτέλεσε κρίσιμο στάδιο στον σχεδιασμό της εφαρμογής ARtSCAPE, καθώς στο σημείο αυτό συναντώνται η πολιτιστική τεκμηρίωση, η χωρική αφήγηση και η εμπειρία του χρήστη. Σε αντίθεση με εφαρμογές που αντιμετωπίζουν τον χώρο ως ουδέτερο υπόβαθρο, το ARtSCAPE υιοθετεί μια προσέγγιση κατά την οποία τα έργα, οι τοποθεσίες και η διαδρομή συνδιαμορφώνουν ένα ενιαίο νοηματικό και βιωματικό πλαίσιο.

Η γειτονιά του Παγκρατίου αντιμετωπίζεται ως προέκταση της μουσειακής εμπειρίας και ως ενεργό πολιτιστικό τοπίο. Η επιλογή των έργων και των σημείων δεν στοχεύει απλώς στη γεωγραφική διασπορά περιεχομένου, αλλά στη δημιουργία μιας χωρικής αφήγησης που ενθαρρύνει την εξερεύνηση, την παρατήρηση και τη σταδιακή οικοδόμηση νοήματος.

3.3.1 Κριτήρια επιλογής έργων






Η επιλογή των έργων της Συλλογής του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή βασίστηκε σε συνδυασμό καλλιτεχνικών, νομικών και τεχνικών κριτηρίων.

Τα POIs διαμορφώνουν μια περιπατητική διαδρομή εντός της γειτονιάς, χωρίς αυστηρή προκαθορισμένη σειρά, αλλά με λογική χωρική συνέχεια, ευθυγραμμιζόμενη με τον παιγνιώδη χαρακτήρα της εφαρμογής.

3.3.3 Σύνδεση έργων, σημείων & ηχητικού περιβάλλοντος

Πέρα από την επιλογή έργων και σημείων, ιδιαίτερη σημασία δόθηκε και στο ηχητικό περιβάλλον της εμπειρίας. Για κάθε έργο επιλέχθηκε ξεχωριστό μουσικό κομμάτι από την πλατφόρμα Free Music Archive (<https://freemusicarchive.org>), με την προϋπόθεση να είναι ελεύθερο πνευματικών δικαιωμάτων. Η μουσική λειτουργεί ως συμπληρωματικό αφηγηματικό στοιχείο, ενισχύοντας τη συναισθηματική εμπλοκή και τη μετάβαση του χρήστη στον «χώρο» του έργου.

Η αντιστοίχιση έργου–σημείου–μουσικής δεν ακολουθεί αυστηρά αφηγηματικά σχήματα, αλλά διαμορφώνει ένα ήπιο, ατμοσφαιρικό πλαίσιο που συνοδεύει την εξερεύνηση χωρίς να την κατευθύνει υπερβολικά. Στον **Πίνακα 3.6.4** παρουσιάζεται συνοπτικά η αντιστοίχιση των έργων με τα σημεία τοποθέτησης και τα μουσικά κομμάτια που επιλέχθηκαν. Ο πλήρης αναλυτικός πίνακας με πρόσθετα μεταδεδομένα (αναλυτικά στοιχεία έργων, συντεταγμένες, φράσεις hints κ.α.) παρατίθεται στο Παράρτημα Α (βλ. **Παράρτημα Α, Πίνακας Α1**).

	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΡΓΟΥ	ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΗΣ & ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΜΟΥΣΙΚΗ
1		Auguste Rodin (1840-1917), Κεφάλι τραγικής Μούσας	Παναθηναϊκό Στάδιο	Lloyd Rodgers - On Matters of Consequence (Act I)
2		Edgar Degas (1834-1917), Μικρή χορεύτρια δεκατεσσάρων ετών	Πλατεία Αγίου Σπυριδώνα	Lloyd Rodgers - One Questions of Discipline and the Naivete of Flowers (Act I)
3		Auguste Rodin (1840-1917), Η αιώνια άνοιξη	Πλατεία Βαρνάβα	Lloyd Rodgers - On Questions of Responsibility (Act II)
4		Edgar Degas (1834-1917), Άλογο στην ποτίστρα	Άλσος Παγκρατίου	Lloyd Rodgers - Garden of Untamed Roses (Act II)
5		Paul Gauguin (1848-1903), Κύλινδρος διακοσμημένος με παράσταση της Hina	Πλατεία Μεσολογγίου	Lloyd Rodgers - Golden Riddles, Echoes and Points (Act II)

Πίνακας 3.6.4. Συνοπτική αντιστοίχιση έργων, σημείων τοποθέτησης και μουσικών κομματιών.

3.4 Σχεδιασμός παιχνιδιού (Game Design)

Ο σχεδιασμός του παιχνιδιού στο ARtSCAPE βασίζεται σε μια location-based λογική, όπου η κίνηση του χρήστη στον φυσικό χώρο αποτελεί βασικό μηχανισμό αλληλεπίδρασης και προόδου. Το παιχνίδι στηρίζεται σε μηχανισμούς εξερεύνησης, ανακάλυψης και σταδιακής αποκάλυψης περιεχομένου, οι οποίοι έχουν στόχο την ενίσχυση της εμπλοκής και της βιωματικής μάθησης, ενώ απουσιάζει το στοιχείο του ανταγωνισμού και της χρονικής πίεσης.

Το game design του ARtSCAPE διαμορφώνεται γύρω από σαφείς κανόνες, απλή αλλά συνεπή ροή παιχνιδιού και ενσωμάτωση του μαθησιακού περιεχομένου εντός της εμπειρίας, χωρίς να διακόπτεται η φυσική κίνηση του χρήστη στον αστικό χώρο.

3.4.1 Κανόνες & μηχανισμοί παιχνιδιού

Βασικός μηχανισμός του παιχνιδιού είναι η ανακάλυψη ψηφιακών έργων τέχνης στον φυσικό χώρο μέσω γεωεντοπισμού και οπτικής επιβεβαίωσης. Κάθε έργο συνδέεται με ένα συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος (POI) και ακολουθεί την ίδια λογική ενεργοποίησης και ξεκλειδώματος.

Η πρόοδος του χρήστη ρυθμίζεται μέσω distance-based thresholds, τα οποία λειτουργούν ως «πύλες» (gates) πληροφορίας και ανατροφοδότησης. Συγκεκριμένα:

- σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 μέτρων από οποιοδήποτε μη ανακαλυμμένο έργο, ο χρήστης λαμβάνει μόνο γενικές ενδείξεις κατεύθυνσης και ένα σύντομο hint,
- σε αποστάσεις μικρότερες των 100 μέτρων ενεργοποιούνται μηνύματα καθοδήγησης και ηχητικά στοιχεία,
- σε αποστάσεις μικρότερες των 30 μέτρων το ψηφιακό μοντέλο του έργου γίνεται ορατό,
- σε αποστάσεις μικρότερες των 10 μέτρων, μετά από οπτική επαφή μέσω της κάμερας, το έργο «ξεκλειδώνεται».

Η διαδικασία του ξεκλειδώματος συνοδεύεται από οπτική και ηχητική ανατροφοδότηση, ενισχύοντας τη συναισθηματική ανταμοιβή και την αίσθηση επιτυχίας. Μετά το ξεκλείδωμα, το έργο καταγράφεται μόνιμα στην πρόοδο του χρήστη και παραμένει διαθέσιμο σε επόμενες χρήσεις της εφαρμογής.

Το παιχνίδι ολοκληρώνεται όταν ο χρήστης ανακαλύψει και τα πέντε έργα. Η επίτευξη του στόχου συνοδεύεται από ειδική οθόνη ολοκλήρωσης, η οποία λειτουργεί ως τελική επιβεβαίωση της εμπειρίας, δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να συνεχίσει την περιήγηση του μετά το πέρας του παιχνιδιού, επιστρέφοντας στα σημεία που ανακάλυψε.

3.4.2 Ροή παιχνιδιού

Η ροή του παιχνιδιού στο ARtSCAPE έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι γραμμική ως προς τον στόχο, αλλά μη γραμμική ως προς τη διαδρομή, επιτρέποντας στον χρήστη να επιλέξει τη σειρά με την οποία θα επισκεφθεί τα σημεία ενδιαφέροντος. Η βασική ροή της εμπειρίας μπορεί να περιγραφεί στα ακόλουθα στάδια:

1. Onboarding:

Ο χρήστης εισέρχεται στην εφαρμογή.

2. Exploration:

Ο χρήστης κινείται στον αστικό χώρο, καθοδηγούμενος από ενδείξεις κατεύθυνσης και απόστασης προς το πλησιέστερο μη ανακαλυμμένο έργο.

3. Discovery:

Καθώς ο χρήστης πλησιάζει σε ένα σημείο ενδιαφέροντος (POI), ενεργοποιούνται σταδιακά μηνύματα, ήχοι και οπτικά στοιχεία που κορυφώνονται με την εμφάνιση της οθόνης επιτυχίας (Success Splash Panel) και το ξεκλείδωμα του έργου.

4. Engagement & Learning:

Μετά την ανακάλυψη, ο χρήστης έχει πρόσβαση σε πληροφοριακό και ακουστικό περιεχόμενο για το έργο.

5. Continuation:

Το παιχνίδι επιστρέφει στη φάση εξερεύνησης μέχρι να ανακαλυφθούν όλα τα έργα.

6. Completion:

Μετά την ανακάλυψη και του τελευταίου έργου, εμφανίζεται οθόνη νίκης (Win Splash Panel).

Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην ανατροφοδότηση που λαμβάνει ο χρήστης από τη στιγμή που εισέρχεται στην εμβέλεια ενός έργου (100 μ.) έως ότου το ξεκλειδώσει. Οι αποστάσεις, τα μηνύματα και η σταδιακή αποκάλυψη του περιεχομένου έχουν σχεδιαστεί ώστε να αποφεύγεται τόσο η βαρεμάρα όσο και η απογοήτευση.

3.4.3 Μαθησιακό περιεχόμενο & αφήγηση

Το μαθησιακό περιεχόμενο του ARtSCAPE ενσωματώνεται οργανικά στο gameplay και δεν παρουσιάζεται ως ξεχωριστό εκπαιδευτικό στάδιο. Κάθε έργο λειτουργεί ως αυτόνομη μονάδα μάθησης, προσφέροντας πληροφορίες για το ίδιο το έργο και τον δημιουργό του.

Η πληροφορία παρέχεται σε μικρές, διαχειρίσιμες δόσεις (micro-learning), κυρίως μετά την επιτυχή ανακάλυψη του έργου, όταν ο χρήστης έχει ήδη επιτύχει έναν στόχο. Με τον τρόπο αυτό, η μάθηση συνδέεται με την ανταμοιβή και την εμπλοκή, χωρίς να διακόπτεται η ροή της εξερεύνησης.

Η αφήγηση είναι μη δεσμευτική, και παραμένει διαρκώς διαθέσιμη μετά την ανακάλυψη, επιτρέποντας στον χρήστη να καταναλώσει το περιεχόμενο στον δικό του ρυθμό. Παρότι τα έργα δεν συνδέονται μέσω μιας αυστηρής γραμμικής ιστορίας, η συνολική εμπειρία συγκροτεί μια ερμηνευτική διαδρομή που συνδέει το μουσείο με τη γειτονιά, αναδεικνύοντας τον αστικό χώρο ως φορέα πολιτιστικού νοήματος.

Με τον τρόπο αυτό, το ARtSCAPE επιτυγχάνει τον βασικό του στόχο: να συνδυάσει το παιχνίδι, την εξερεύνηση και τη μάθηση σε μια ενιαία εμπειρία, όπου η γνώση αποκτά νόημα μέσα από την κίνηση, την ανακάλυψη και την ενεργή συμμετοχή.

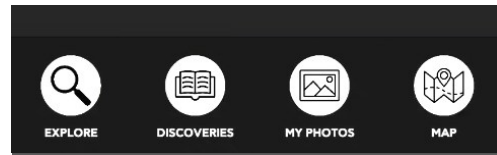
3.5 Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης & διεπαφής χρήστη (UI)

Ο σχεδιασμός αλληλεπίδρασης και διεπαφής χρήστη (Interaction Design & UI) της εφαρμογής ARtSCAPE αντιμετωπίστηκε ως κεντρικό στοιχείο της συνολικής εμπειρίας και όχι ως απλή τεχνική υλοποίηση. Η διεπαφή σχεδιάστηκε με κριτήρια τη χρήση σε εξωτερικό αστικό περιβάλλον, τη συνεχή κίνηση του χρήστη και την ελαχιστοποίηση του γνωστικού και οπτικού φορτίου κατά τη διάρκεια της εμπειρίας.

Σε αντίθεση με παραδοσιακές μουσειακές εφαρμογές που βασίζονται σε πλούσιες οθόνες πληροφορίας και εκτενή μενού, το ARtSCAPE υιοθετεί μια προσέγγιση «διακριτικής διεπαφής», όπου το UI λειτουργεί υποστηρικτικά προς την εξερεύνηση και την ανακάλυψη, χωρίς να αποσπά την προσοχή από τον φυσικό χώρο.

3.5.1 Βασική δομή διεπαφής & tabs πλοήγησης

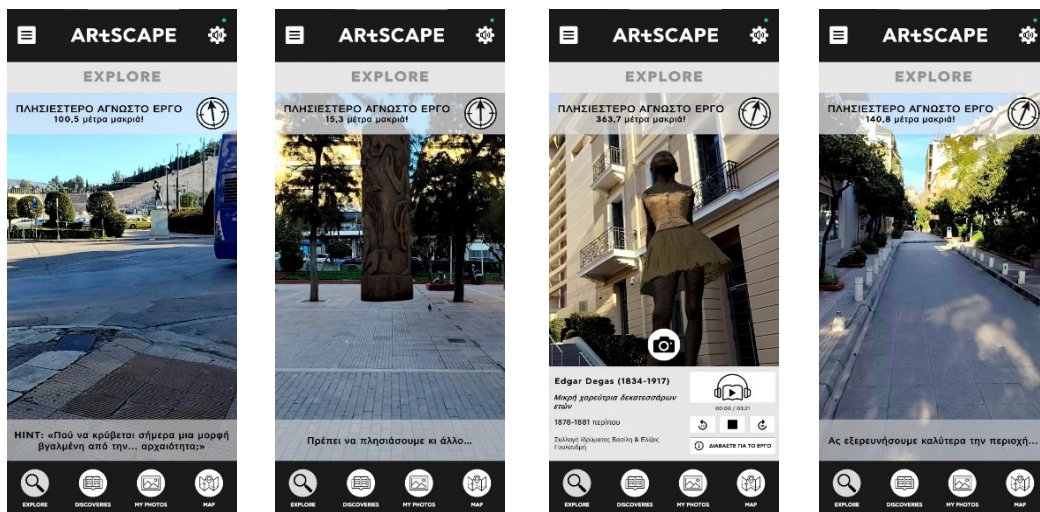
Η εφαρμογή οργανώνεται γύρω από τέσσερις βασικές καρτέλες (tabs), οι οποίες είναι μόνιμα προσβάσιμες στο κάτω μέρος της οθόνης και επιτρέπουν στον χρήστη να εναλλάσσεται μεταξύ τεσσάρων διαφορετικών τρόπων εμπειρίας (βλ. **Εικόνα 3.5.1**).



Εικόνα 3.5.1. Οι τέσσερις βασικές καρτέλες (tabs) πλοήγησης της εφαρμογής ARtSCAPE.

- **EXPLORE:**

Η καρτέλα EXPLORE αποτελεί το πρωτεύον περιβάλλον χρήσης της εφαρμογής και την οθόνη όπου εκτυλίσσεται το βασικό gameplay της εμπειρίας. Σε αυτήν την οθόνη ο χρήστης χρησιμοποιεί την κάμερα της συσκευής του για να εξερευνήσει τον χώρο, να εντοπίσει ψηφιακά έργα και να λάβει ενδείξεις κατεύθυνσης και απόστασης. Όλες οι κρίσιμες πληροφορίες που αφορούν την πλοήγηση, τα hints και την ανατροφοδότηση εμφανίζονται εδώ με τρόπο διακριτικό και άμεσο (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α1**, **Εικόνα 3.5.1.α2**, **Εικόνα 3.5.1.α3**, **Εικόνα 3.5.1.α4**). Η οθόνη της καρτέλας EXPLORE αποτελείται από ένα σύνολο δυναμικών panel, τα οποία εμφανίζονται και συμπεριφέρονται ανάλογα με το στάδιο της εμπειρίας και τη θέση του χρήστη στον χώρο.



Εικόνα 3.5.1.α1. Η καρτέλα EXPLORE, πριν ο χρήστης μπει σε ακτίνα 100 μέτρων από ένα μη ανακαλυμμένο έργο. Στο κάτω μέρος της οθόνης διακρίνεται η φράση HINT του έργου.

Εικόνα 3.5.1.α2. Η καρτέλα EXPLORE, σε κοντινή απόσταση από ένα μη ανακαλυμμένο έργο. Στο κάτω μέρος της οθόνης διακρίνεται γενική φράση καθοδήγησης προς τον στόχο.

Εικόνα 3.5.1.α3. Η καρτέλα EXPLORE, σε κοντινή απόσταση από ένα ανακαλυμμένο έργο. Στο κάτω μέρος της οθόνης διακρίνεται panel με πληροφορίες για το ξεκλειδωμένο έργο, audio player ξενάγησης, κουμπί για είσοδο σε λειτουργία Camera Mode (📷), καθώς και κουμπί για περισσότερες πληροφορίες (ℹ️ ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ).

Εικόνα 3.5.1.α4. Η καρτέλα EXPLORE, κατά την απομάκρυνση από ένα ανακαλυμμένο έργο. Στο κάτω μέρος της οθόνης διακρίνεται γενική φράση καθοδήγησης.

abs

- **Distance - Direction Panel:**

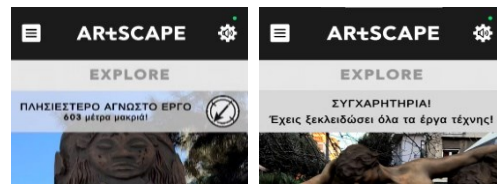
Το Distance - Direction Panel αποτελεί το βασικό εργαλείο καθοδήγησης. Παρέχει απλές, ευανάγνωστες ενδείξεις απόστασης και γενικής κατεύθυνσης προς το πλησιέστερο μη ανακαλυμμένο έργο (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α5**). Όταν έχουν ανακαλυφθεί όλα τα έργα, το panel σταματάει να λειτουργεί, εμφανίζοντας ένδειξη ολοκλήρωσης του παιχνιδιού (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α6**).

- **Hint Text Panel:**

Το panel εμφάνισης hint ενεργοποιείται στο κάτω μέρος της οθόνης όταν ο χρήστης βρίσκεται σε ακτίνα μεγαλύτερη των 100 μέτρων από το πλησιέστερο, μη ανακαλυμμένο έργο, και λειτουργεί ως ένας βασικός αφηγηματικός και καθοδηγητικός μηχανισμός προς το έργο αυτό. Τα μηνύματα είναι σύντομα, περιγραφικά και προσαρμοσμένα στο κάθε έργο και το αντίστοιχο σημείο ενδιαφέροντος (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α1**, **Εικόνα 3.5.1.α7**). Όταν ο χρήστης πλησιάσει σε ακτίνα μικρότερη των 100 μ., τα μηνύματα αυτά αντικαθίστανται από γενικές φράσεις καθοδήγησης, οι οποίες εναλλάσσονται διαρκώς ανάλογα με τον χρόνο και την απόσταση από τον στόχο (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α2**).

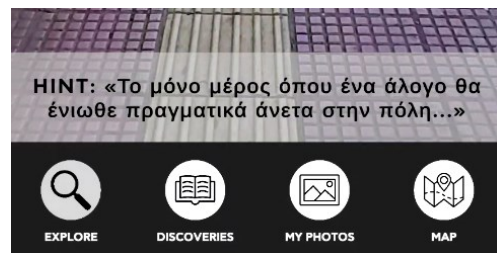
- **Success Splash & Win Splash Panel:**

Η επιτυχής ανακάλυψη ενός έργου ενεργοποιεί την οθόνη επιτυχίας, Success Splash Panel. Το Success Splash Panel καταλαμβάνει ολόκληρη την οθόνη, εμφανίζοντας τις βασικές πληροφορίες και την φωτογραφία του έργου που μόλις ανακαλύφθηκε (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α8**). Όταν ανακαλυφθεί και το τελευταίο έργο της εφαρμογής, το κλείσιμο του τελευταίου Success Splash Panel ενεργοποιεί μια δεύτερη, αντίστοιχη οθόνη, η οποία σηματοδοτεί την ολοκλήρωση της εμπειρίας, το Win Splash Panel. Το Win Splash Panel καταλαμβάνει επίσης ολόκληρη την οθόνη, εμφανίζοντας τις φωτογραφίες και των πέντε έργων της εφαρμογής, τα οποία έχουν όλα πλέον ανακαλυφθεί (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α9**).

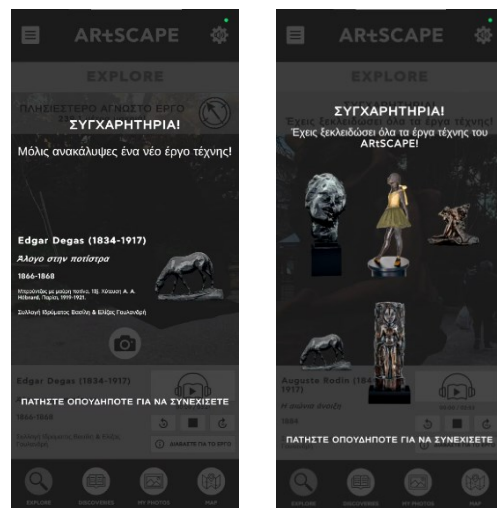


Εικόνα 3.5.1.α5. Το Distance - Direction Panel εμφανίζει ανά πάσα στιγμή την απόσταση και την κατεύθυνση προς το κοντινότερο μη ανακαλυμμένο έργο.

Εικόνα 3.5.1.α6. Το Distance - Direction Panel παύει να λειτουργεί όταν έχουν ανακαλυφθεί όλα τα έργα.



Εικόνα 3.5.1.α7. Το Hint Text Panel με το σύντομο μήνυμα του έργου «Άλογο στην ποτίστρα» του Edgar Degas, το οποίο είναι τοποθετημένο στο Άλσος Παγκρατίου.



Εικόνα 3.5.1.α8. Η οθόνη επιτυχίας, Success Splash Panel, που συνοδεύει μια ανακάλυψη.

Εικόνα 3.5.1.α9. Η οθόνη ολοκλήρωσης του παιχνιδιού, Win Splash Panel.

○ **Unlocked Info Panel:**

Το panel πληροφοριών έργου ενεργοποιείται μετά το ξεκλείδωμα ενός έργου και παραμένει ενεργό σε ακτίνα 50 μέτρων από αυτό. Περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία του έργου, καθώς και audio player με εκτενή ακουστική ξενάγηση για την δημιουργία και την ιστορία του (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α10**).

Στο Unlocked Info Panel περιλαμβάνονται δυο ακόμη διεπαφές, μέσω των οποίων ο χρήστης μπορεί να μεταβεί σε δυο διαφορετικές οθόνες, η μια για ενεργοποίηση της λειτουργίας φωτογραφικής μηχανής «Camera Mode» (κουμπί «📷»), και η άλλη για περισσότερες πληροφορίες για το έργο, ενεργοποιώντας στο More Info Panel (κουμπί «ℹ️ ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ»):

- **Camera Mode:**

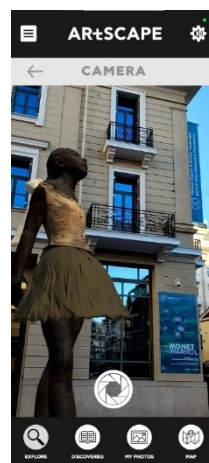
Η λειτουργία φωτογραφικής μηχανής «Camera Mode» αποτελεί μια ξεχωριστή οθόνη στην οποία ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση μόνο μέσω του Unlocked Info Panel. Η φωτογράφιση λοιπόν, όπως και το ίδιο το Unlocked Info Panel, είναι διαθέσιμη αποκλειστικά σε εμβέλεια έως 50 μέτρων από οποιοδήποτε ξεκλειδωμένο έργο. Στο «Camera Mode», το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης είναι απελευθερωμένο από όλα τα περιττά panels, κρατώντας μόνο την διεπαφή φωτογράφισης χαμηλά στο κέντρο, με την οποία ο χρήστης μπορεί να τραβήξει φωτογραφίες των έργων στον φυσικό χώρο και να τις αποθηκεύσει στην συσκευή του (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α11**). Ο χρήστης μπορεί να επιστρέψει στην προηγούμενη οθόνη της καρτέλας EXPLORE μέσω της διεπαφής επιστροφής που υπάρχει στην πάνω αριστερή γωνία.

- **More Info Panel:**

Όπως και η λειτουργία «Camera Mode», το More Info Panel είναι διαθέσιμο μόνο σε εμβέλεια έως 50 μέτρων από ένα ξεκλειδωμένο έργο. Το panel καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης, παρέχοντας τα πλήρη στοιχεία του έργου, την φωτογραφία του έργου, το πλήρες κείμενο ξενάγησης, καθώς και ένα σύνδεσμο προς την ιστοσελίδα του έργου στο goulandrfs.gr, για περισσότερες πληροφορίες και σχετικό υλικό (βλ. **Εικόνα 3.5.1.α12**). Ο χρήστης μπορεί να επιστρέψει στην προηγούμενη οθόνη της καρτέλας EXPLORE μέσω της διεπαφής επιστροφής πάνω αριστερά.



Εικόνα 3.5.1.α10. Το Artwork Info Panel.



Εικόνα 3.5.1.α11. Camera Mode.



Εικόνα 3.5.1.α12. More Info Panel.

- **DISCOVERIES:**

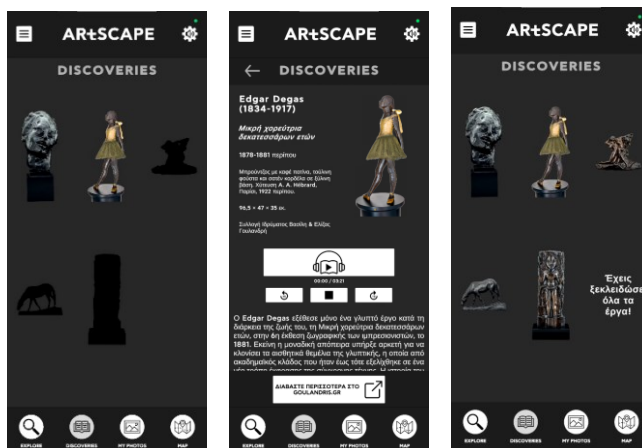
Η καρτέλα DISCOVERIES λειτουργεί ως χώρος αναστοχασμού και ανάκλησης, περιλαμβάνοντας μια gallery των έργων που έχουν ανακαλυφθεί μέχρι στιγμής (βλ. **Εικόνα 3.5.1.β1**).

Τα μη ανακαλυμμένα έργα εμφανίζονται στην gallery ως μαύρες «σκιές», ενώ όταν ξεκλειδωθούν, η «σκιά» αντικαθίστανται μόνιμα από τις φυσικές φωτογραφίες. Τα εικονίδια των ανακαλυμμένων έργων αποτελούν διεπαφές που επιτρέπουν την πρόσβαση στο εκτενές προφίλ του έργου (βλ. **Εικόνα 3.5.1.β2**).

Η λειτουργία αυτή δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να επανέλθει ανά πάσα στιγμή σε πληροφορίες και περιεχόμενο, αντίστοιχο με αυτό που εμφανίζεται στο More Info Panel, χωρίς όμως την χρονική ή χωρική πίεση των 50 μέτρων. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν το παιχνίδι έχει πλέον ολοκληρωθεί, στην gallery της καρτέλας DISCOVERIES εμφανίζεται μήνυμα το οποίο ενημερώνει τον χρήστη ότι έχει ξεκλειδώσει όλα τα έργα (βλ. **Εικόνα 3.5.1.β3**).

- **MY PHOTOS:**

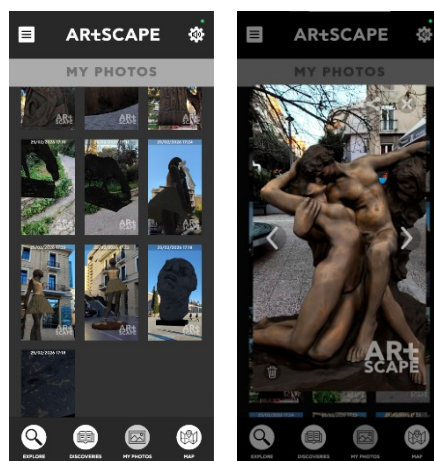
Η καρτέλα MY PHOTOS συγκεντρώνει τις φωτογραφίες που έχουν τραβηχτεί, με τα ψηφιακά έργα ενταγμένα στον φυσικό χώρο, ενισχύοντας την προσωποποίηση της εμπειρίας και μετατρέποντας τον χρήστη από απλό καταναλωτή περιεχομένου σε συνδημιουργό μνήμης. Στην gallery της καρτέλας, οι μικρογραφίες των φωτογραφιών εμφανίζονται σε αντίστροφη χρονολογική σειρά (από την νεότερη στην παλαιότερη) και στοιχίζονται σε πλέγμα (βλ. **Εικόνα 3.5.1.γ1**). Πατώντας, κάθε φωτογραφία μπορεί να προβληθεί σε πλήρη οθόνη (βλ. **Εικόνα 3.5.1.γ2**), όπου επιτρέπεται η περιήγηση σε επόμενη και προηγούμενη αποθηκευμένη καταχώρηση, χρησιμοποιώντας τα βελάκια στο δεξί και αριστερό μέρος της προβολής. Στην



Εικόνα 3.5.1.β1. Η gallery της καρτέλας DISCOVERIES με δυο ανακαλυμμένα έργα (ενεργοποιημένες διεπαφές).

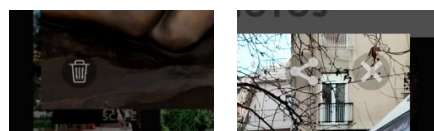
Εικόνα 3.5.1.β2. Το εκτενές προφίλ ενός ανακαλυμμένου έργου.

Εικόνα 3.5.1.β3. Η gallery της καρτέλας DISCOVERIES όταν έχουν ανακαλυφθεί όλα τα έργα.



Εικόνα 3.5.1.γ1. Η gallery φωτογραφιών της καρτέλας MY PHOTOS.

Εικόνα 3.5.1.γ2. Η προβολή πλήρους οθόνης. Στο δεξί και αριστερό μέρος της προβολής διακρίνονται οι διεπαφές-βελάκια περιήγησης.



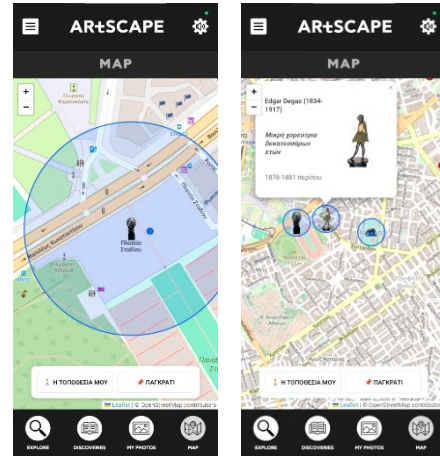
Εικόνα 3.5.1.γ3. Η διεπαφή διαγραφής στην κάτω αριστερή γωνία της πλήρους προβολής.

Εικόνα 3.5.1.γ4. Η πάνω δεξιά γωνία της πλήρους προβολής με τις διεπαφές κοινοποίησης και κλεισίματος.

προβολή πλήρους οθόνης, δίνεται επίσης η δυνατότητα στον χρήστη να διαγράψει φωτογραφίες, χρησιμοποιώντας την διεπαφή κάτω αριστερά (βλ. **Εικόνα 3.5.1.γ3**), αλλά και να τις κοινοποιήσει στα κοινωνικά δίκτυα, μέσω της διεπαφής πάνω δεξιά (βλ. **Εικόνα 3.5.1.γ4**). Τέλος, ο χρήστης μπορεί να εξέλθει από την προβολή πλήρους οθόνης, είτε πατώντας οπουδήποτε έξω από την φωτογραφία, είτε χρησιμοποιώντας την διεπαφή κλεισίματος στην πάνω δεξιά γωνία (βλ. **Εικόνα 3.5.1.γ4**).

- **MAP:**

Η καρτέλα MAP λειτουργεί υποστηρικτικά, προσφέροντας στον χρήστη έναν συνοπτικό χωρικό προσανατολισμό, αλλά και την αίσθηση της ανακάλυψης και της προόδου. Στην λειτουργία χάρτη εμφανίζονται, και ενημερώνονται διαρκώς, το στίγμα του χρήστη καθώς και τα στίγματα των έως τώρα ανακαλυμμένων έργων, στα οποία ο χρήστης μπορεί να πατήσει για να δει συνοπτικά στοιχεία και πληροφορίες (βλ. **Εικόνα 3.5.1.δ1**, **Εικόνα 3.5.1.δ2**). Ο χάρτης διαθέτει διεπαφές αυξομείωσης του zoom («+/-»), πάνω αριστερά, ενώ στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχουν διεπαφές για εστίαση στην εκάστοτε θέση του χρήστη («Η ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΜΟΥ») και στην περιοχή της ευρύτερης γειτονιάς του Παγκρατίου («ΠΑΓΚΡΑΤΙ»), στην οποία περιλαμβάνονται οι τοποθεσίες όλων των έργων της εφαρμογής.



Εικόνα 3.5.1.δ1. Ο χάρτης εστιασμένος στην τοποθεσία του χρήστη.

Εικόνα 3.5.1.δ2. Ο χάρτης εστιασμένος στην περιοχή του Παγκρατίου, με αναπτυγμένα τα στοιχεία ενός έργου.

3.5.2 Πρόσθετα στοιχεία αλληλεπίδρασης

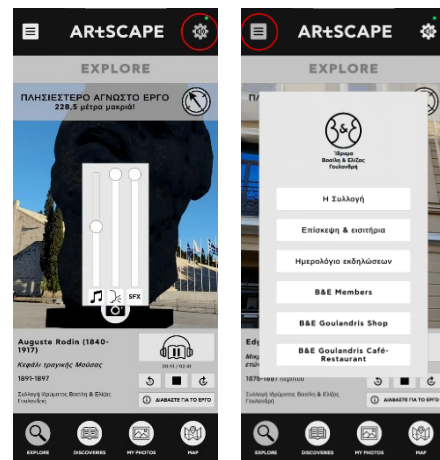
Πέρα από τη δομή των tabs, η εφαρμογή διαθέτει δυο σταθερές διεπαφές οι οποίες είναι πάντα διαθέσιμες στο πάνω μέρος της οθόνης. Οι διεπαφές αυτές ανοίγουν τα δυο παρακάτω panel:

- **Volume Controller Panel:**

Η διεπαφή με το σύμβολο «ρυθμίσεων ήχου» στην πάνω δεξιά γωνία της οθόνης, ενεργοποιεί το Volume Controller Panel (βλ. **Εικόνα 3.5.2.α**), όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει ξεχωριστά τις εντάσεις της μουσικής, των ακουστικών ξεναγήσεων, και των ηχητικών εφέ της εφαρμογής. Ο χρήστης μπορεί να κλείσει το panel πατώντας οπουδήποτε έξω από αυτό.

- **Link Menu Panel:**

Το Burger Menu στην πάνω αριστερή γωνία της οθόνης, ενεργοποιεί το Link Menu Panel (βλ. **Εικόνα 3.5.2.β**). Το panel συγκεντρώνει χρήσιμους συνδέσμους προς το website του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή (<https://goulandris.gr>), όπου ο χρήστης μπορεί να βρει πληροφορίες σχετικά με τη Συλλογή του Ιδρύματος, τις εκδηλώσεις και τις δράσεις του. Ο χρήστης μπορεί να κλείσει το panel πατώντας οπουδήποτε έξω από αυτό.



Εικόνα 3.5.2.α. Το Volume Controller Panel όπου ο χρήστης μπορεί να ρυθμίζει ξεχωριστά τις διαφορές εντάσεις. Με κόκκινο κύκλο στην πάνω δεξιά γωνία σημειώνεται η διεπαφή ενεργοποίησης του panel.

Εικόνα 3.5.2.β. Το Link Menu Panel όπου ο χρήστης μπορεί να μεταβεί σε χρήσιμους συνδέσμους. Με κόκκινο κύκλο στην πάνω αριστερά γωνία σημειώνεται η διεπαφή «Burger Menu» η οποία ενεργοποιεί το panel.

3.6 Απαιτήσεις συστήματος

Η παρούσα ενότητα συνοψίζει τις βασικές λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής ARiSCAPE, όπως αυτές προκύπτουν από τους στόχους εμπειρίας, το σενάριο χρήσης και τις σχεδιαστικές επιλογές που αναλύθηκαν. Οι απαιτήσεις αυτές διατυπώνονται σε υψηλό επίπεδο (high-level), χωρίς αναφορά σε συγκεκριμένες τεχνικές υλοποίησης, οι οποίες πρόκειται να εξεταστούν αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

3.6.1 Λειτουργικές απαιτήσεις

Σε λειτουργικό επίπεδο, η εφαρμογή οφείλει να υποστηρίζει μια location-based εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας, κατά την οποία ο χρήστης:

- αλληλεπιδρά με ψηφιακά έργα τέχνης που αντιστοιχίζονται σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος (POIs) στον αστικό χώρο,
- λαμβάνει διακριτική καθοδήγηση προς τα σημεία αυτά μέσω ενδείξεων απόστασης, κατεύθυνσης και σύντομων hints,
- ξεκλειδώνει το περιεχόμενο κάθε έργου αποκλειστικά μέσω φυσικής εγγύτητας και οπτικής επιβεβαίωσης στον πραγματικό χώρο,
- αποκτά πρόσβαση σε πολυμεσικό πολιτιστικό περιεχόμενο (βασικές πληροφορίες, ακουστική ξενάγηση, εικόνες) μετά την ανακάλυψη κάθε έργου,
- καταγράφει την πρόδοό του σε επίπεδο ανακαλυμμένων έργων και μπορεί να επιστρέφει σε αυτά σε μεταγενέστερο χρόνο,
- εξερευνά τα σημεία ενδιαφέροντος χωρίς προκαθορισμένη γραμμική σειρά, διατηρώντας ελευθερία επιλογής και κίνησης.

3.6.2 Μη-λειτουργικές απαιτήσεις

Παράλληλα, η εφαρμογή οφείλει να ικανοποιεί μια σειρά από μη λειτουργικές απαιτήσεις που σχετίζονται με την ποιότητα της εμπειρίας και τη χρήση σε πραγματικό αστικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα:

- η εμπειρία πρέπει να είναι κατάλληλη για χρήση σε εξωτερικό χώρο, λαμβάνοντας υπόψη μεταβαλλόμενες συνθήκες φωτισμού, κίνησης και αισθητηριακού θορύβου,
- η διεπαφή οφείλει να είναι ευανάγνωστη και λειτουργική κατά την κίνηση του χρήστη, με περιορισμένο γνωστικό φορτίο,
- η αλληλεπίδραση πρέπει να είναι σύντομη, σαφής και να μην απαιτεί συνεχή προσήλωση στην οθόνη,
- το σύστημα πρέπει να είναι ανεκτικό σε ανακρίβειες γεωεντοπισμού, υιοθετώντας λογική ακτίνων εγγύτητας και σταδιακής αποκάλυψης περιεχομένου,
- η εμπειρία πρέπει να υποστηρίζει αποσπασματικές και επαναλαμβανόμενες συνεδρίες χρήσης, χωρίς απώλεια προόδου,
- η ασφάλεια του χρήστη και η επίγνωση του φυσικού περιβάλλοντος να αποτελούν πρωταρχική σχεδιαστική προτεραιότητα.

Συνολικά, οι παραπάνω απαιτήσεις διαμορφώνουν το πλαίσιο αναφοράς της τεχνικής υλοποίησης της εφαρμογής και καθοδηγούν τις τεχνολογικές και αρχιτεκτονικές επιλογές που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4: Υλοποίηση

Το παρόν κεφάλαιο τεκμηριώνει την υλοποίηση της εφαρμογής ARtSCAPE σε επίπεδο αρχιτεκτονικής Unity (MonoBehaviours/ScriptableObjects), ροών δεδομένων και συσχέτισης UI-κατάστασης. Η ανάλυση χαρτογραφεί τις κρίσιμες λειτουργίες στα αντίστοιχα scripts (ενδεικτικά: ProximityDirector, GeoAppearHybridPlus, SuccessVisibilityWatcher, DiscoveryStore, MapEvents, PhotoStore, MapPanelController), περιγράφοντας τα βασικά serialized πεδία, τα κριτήρια ενεργοποίησης και τα σημεία αποθήκευσης προόδου.

Αρχικά παρουσιάζεται η τεχνολογική στοίβα και αιτιολογείται η επιλογή των εργαλείων ανάπτυξης σε σχέση με τον χαρακτήρα της εφαρμογής ως location-based εμπειρίας AR σε εξωτερικό αστικό περιβάλλον. Στη συνέχεια αναλύεται η λογική γεωεντοπισμού και η τοποθέτηση του ψηφιακού περιεχομένου στον φυσικό χώρο, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο η εμπειρία οργανώνεται γύρω από ακτίνες ενεργοποίησης και σταδιακή αποκάλυψη, ώστε να παραμένει λειτουργική υπό συνθήκες αβεβαιότητας των αισθητήρων. Στις επόμενες ενότητες τεκμηριώνονται οι μηχανισμοί ανακάλυψης και διαχείρισης κατάστασης (locked/unlocked), η ενσωμάτωση πολυμεσικού πολιτιστικού περιεχομένου ανά έργο, καθώς και οι δύο συμπληρωματικές λειτουργίες που υποστηρίζουν και ολοκληρώνουν την εμπειρία: η AR φωτογράφιση και αποθήκευση των φωτογραφιών στο προσωπικό αρχείο του χρήστη, και η χαρτογραφική αναπαράσταση του στίγματος του χρήστη και των ανακαλυμμένων έργων.

4.1 Τεχνολογική στοίβα (Tech Stack)

Η υλοποίηση της εφαρμογής ARtSCAPE βασίστηκε σε μια τεχνολογική στοίβα σχεδιασμένη ειδικά για την ανάπτυξη location-based εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε εξωτερικό αστικό περιβάλλον. Η επιλογή των επιμέρους τεχνολογιών δεν έγινε με γνώμονα τη μέγιστη τεχνική πολυπλοκότητα, αλλά με στόχο τη σταθερότητα, τη συμβατότητα με σύγχρονες κινητές συσκευές, την αξιοπιστία του γεωεντοπισμού και τη δυνατότητα ενσωμάτωσης πολυμεσικού περιεχομένου σε ένα ενιαίο περιβάλλον ανάπτυξης.

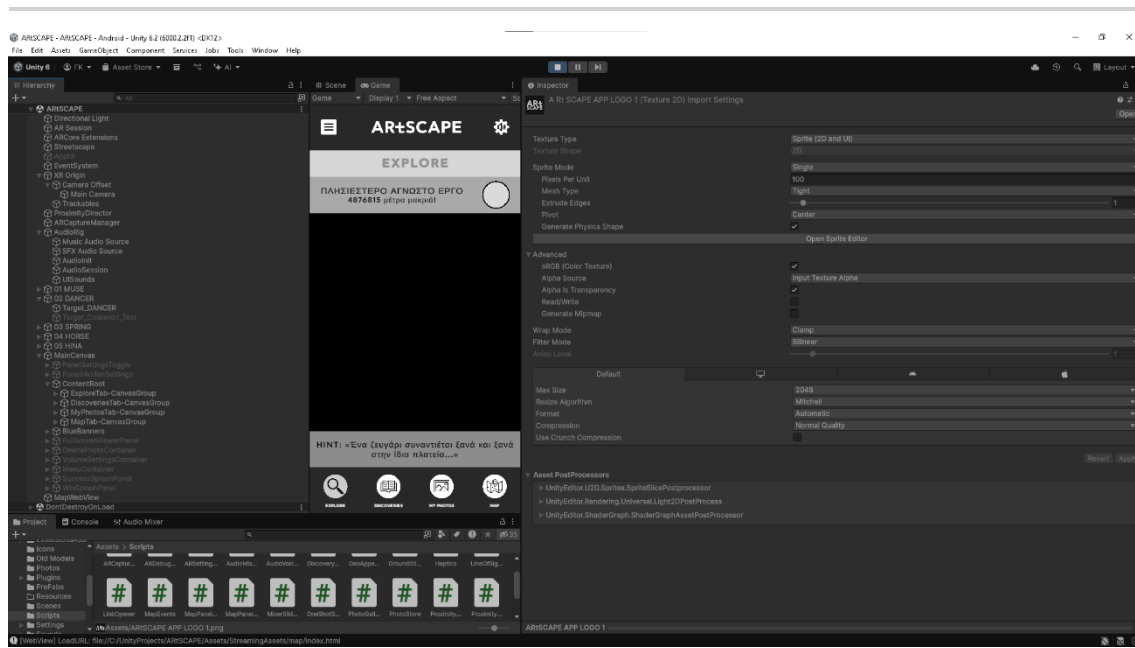
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα βασικά εργαλεία και τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και η αιτιολόγηση της επιλογής τους.

4.1.1 Μηχανή ανάπτυξης

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στην μηχανή Unity (έκδοση Unity 6.2 - 6000.2.2f1), η οποία διατίθεται δωρεάν στην διεύθυνση: <https://unity.com/download>.

Η επιλογή της μηχανής αυτής αιτιολογείται από τη δυνατότητά της να υποστηρίζει ολοκληρωμένες εμπειρίες τρισδιάστατου περιεχομένου, επαυξημένης πραγματικότητας, διεπαφής χρήστη και πολυμέσων μέσα σε ένα ενιαίο αναπτυξιακό περιβάλλον. Επιπλέον, η Unity διαθέτει ώριμη υποστήριξη XR (Extended Reality) τεχνολογιών, εκτενή τεκμηρίωση και μεγάλη κοινότητα χρηστών, γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για ερευνητικά και ακαδημαϊκά έργα επαυξημένης πραγματικότητας.

Η Unity επιτρέπει τη διαχείριση 3D αντικειμένων (GameObjects), τη χωρική τοποθέτησή τους σε πραγματικές συντεταγμένες, τη δημιουργία πολυεπίπεδου UI και την ενσωμάτωση custom scripts σε C#, τα οποία διαχειρίζονται τη λογική της εμπειρίας (βλ. **Εικόνα 4.1.1**).



Εικόνα 4.1.1. Το περιβάλλον εργασίας του Unity κατά την υλοποίηση της εφαρμογής ARtSCAPE.

4.1.2 Πλαίσιο επαυξημένης πραγματικότητας

Για την υλοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιήθηκε το Unity Package AR Foundation (Google for Developers, n.d.) (Unity, n.d.). Το AR Foundation λειτουργεί ως abstraction layer μεταξύ της Unity και των επιμέρους πλατφορμών AR, επιτρέποντας την υλοποίηση κοινής λογικής ανεξαρτήτως λειτουργικού συστήματος. Η επιλογή του AR Foundation επιτρέπει την διαχείριση AR sessions, την αξιοποίηση της κάμερας της συσκευής, world tracking και anchor management, καθώς και μελλοντική επεκτασιμότητα σε άλλες πλατφόρμες (π.χ. iOS).

Ως υποκείμενο runtime framework χρησιμοποιήθηκε το Google ARCore XR Plugin (Unity, n.d.), το οποίο παρέχει τη βασική λειτουργικότητα επαυξημένης πραγματικότητας σε Android συσκευές. Το ARCore διαχειρίζεται το motion tracking, την εκτίμηση θέσης της συσκευής στον χώρο και τη σταθερή απόδοση τρισδιάστατων αντικειμένων στο πραγματικό περιβάλλον.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η χρήση του ARCore Extensions – Geospatial API (Google for Developers, n.d.), το οποίο επιτρέπει την τοποθέτηση ψηφιακών αντικειμένων σε πραγματικές γεωγραφικές συντεταγμένες (latitude/longitude/altitude) και τη σύνδεσή τους με το Earth coordinate system. Η χρήση του Geospatial API είναι καθοριστική για τον location-based χαρακτήρα της εφαρμογής, καθώς επιτρέπει τη χωρικά συνεπή τοποθέτηση των έργων στον αστικό χώρο. Συγκεκριμένα, το Geospatial API καθιστά δυνατή την αντιστοίχιση κάθε έργου τέχνης σε συγκεκριμένο Point of Interest (POI), τη δημιουργία geospatial anchors, τη διαχείριση Earth tracking states (Tracking, Limited, None), και την υβριδική αξιοποίηση GPS και Visual Positioning System (VPS).

Τέλος, η ενεργοποίηση και διαχείριση των XR subsystems πραγματοποιήθηκε μέσω του XR Plugin Manager της Unity, ο οποίος επιτρέπει τη διαμόρφωση του ARCore ως ενεργού XR provider για το Android build.

4.1.3 Πλατφόρμα στόχος

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για το λειτουργικό σύστημα Android, με ελάχιστο επίπεδο API το Android 7.0 (Nougat) – API Level 24. Η επιλογή αυτή αιτιολογείται από την ευρεία διάδοση των

συγκεκριμένων συσκευών, την πλήρη υποστήριξη ARCore και την σταθερή υποστήριξη geospatial λειτουργιών, την ευκολότερη διαχείριση πιλοτικών δοκιμών σε πολλαπλές συσκευές, και την αποφυγή περιορισμών που επιβάλλουν άλλα λειτουργικά συστήματα σε ερευνητικά έργα.

4.1.4 Γλώσσα προγραμματισμού

Όλη η λογική της εφαρμογής υλοποιήθηκε στο περιβάλλον του Microsoft Visual Studio 2026 (<https://visualstudio.microsoft.com/downloads/>) χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού C#, η οποία αποτελεί την εγγενή γλώσσα scripting της Unity. Η χρήση της C# επέτρεψε τον υπολογισμό αποστάσεων και κατευθύνσεων (bearing), τη διαχείριση καταστάσεων (state management), τη διαχείριση προόδου χρήστη, και την ενοποίηση UI, πολυμέσων και geospatial μηχανισμών.

4.1.5 Αισθητήρες συσκευής

Η λειτουργία της εφαρμογής βασίζεται στη συνδυαστική αξιοποίηση των ακόλουθων αισθητήρων κινητής συσκευής:

- GPS (γεωγραφική θέση),
- Compass (κατεύθυνση),
- Gyroscope (προσανατολισμός),
- Κάμερα (οπτική αναπαράσταση και AR rendering).

Η εμπειρία σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα του GPS σε αστικό περιβάλλον, τις πιθανές αποκλίσεις κατεύθυνσης και τις μεταβαλλόμενες συνθήκες φωτισμού.

4.1.6 Χαρτογραφικό υπόβαθρο

Για τη χαρτογραφική αναπαράσταση της θέσης του χρήστη και των σημείων ενδιαφέροντος χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>). Το OpenStreetMap αποτελεί ανοικτή, συνεργατική βάση γεωγραφικών δεδομένων, η οποία επιτρέπει την ελεύθερη χρήση και ενσωμάτωση χαρτογραφικών υποβάθρων. Η επιλογή του OSM ευθυγραμμίζεται με τη φιλοσοφία ανοικτών δεδομένων και παρέχει επαρκή ακρίβεια για την αστική περιοχή εφαρμογής (βλ. **Ενότητα 4.6**).

4.1.7 Εξωτερικά πακέτα

Για την αποθήκευση των φωτογραφιών επαυξημένης πραγματικότητας στη native gallery της συσκευής χρησιμοποιήθηκε το πακέτο «NativeGallery for Android & iOS» (Unity Asset Store: <https://assetstore-fallback.unity.com/packages/tools/integration/native-gallery-for-android-ios-112630>). Το πακέτο αυτό επιτρέπει την αποθήκευση εικόνων στο τοπικό storage της συσκευής, τη διαχείριση permissions πρόσβασης, και τη διασύνδεση της Unity εφαρμογής με το λειτουργικό σύστημα (βλ. **Ενότητα 4.5**).

Ακόμη, για την κοινοποίηση των φωτογραφιών που έχει αποθηκεύσει ο χρήστης στην gallery χρησιμοποιήθηκε το πακέτο «Share for iOS and Android» (Unity Asset Store: <https://assetstore-fallback.unity.com/packages/tools/integration/share-for-ios-and-android-309744>).

4.1.8 Εργαλεία δημιουργίας & επεξεργασίας περιεχομένου

Πέρα από το περιβάλλον ανάπτυξης, χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα εργαλεία για την παραγωγή και βελτιστοποίηση του ψηφιακού περιεχομένου:

- Adobe Photoshop v27.4 (<https://www.adobe.com/products/photoshop.html>): για επεξεργασία εικόνων έργων, textures και UI στοιχείων.
- Blender 4.0 (<https://www.blender.org/download/releases/4-0/>): για μικρές επεξεργασίες των τρισδιάστατων μοντέλων (κλίμακα, pivot adjustments, διορθώσεις).
- Avid Pro Tools M-Powered Essential 8 (<https://www.avid.com/pro-tools>): για επεξεργασία ηχητικών ξεναγήσεων, sound effects και μουσικού υλικού.

Η χρήση εξειδικευμένων εργαλείων για την προετοιμασία πολυμεσικού περιεχομένου συνέβαλε στη βελτιστοποίηση της απόδοσης της εφαρμογής και στη διατήρηση υψηλής ποιότητας οπτικοακουστικού υλικού.

4.2 Μηχανισμοί εγγύτητας & τοποθέτησης

Η εφαρμογή ARTSCAPE υλοποιεί μια location-based εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας, όπου η πρόσβαση στο ψηφιακό περιεχόμενο προϋποθέτει φυσική μετακίνηση και προσέγγιση συγκεκριμένων σημείων ενδιαφέροντος στον αστικό χώρο. Οι μηχανισμοί εγγύτητας και τοποθέτησης της εφαρμογής υλοποιούνται ως σύνολο αλληλεπιδρώντων MonoBehaviour components στο Unity, με κεντρικό συντονιστή το ProximityDirector.cs. Το σύστημα βασίζεται σε: (α) οργάνωση των POIs σε γεωγραφικά ορισμένους στόχους (TargetProfile), (β) συνεχή υπολογισμό απόστασης και κατεύθυνσης μεταξύ χρήστη και στόχου, (γ) πολιτική επιλογής ενεργού στόχου (active target), (δ) σύστημα κανόνων εγγύτητας (ProximityRules ως ScriptableObject) και (ε) γεωχωρική τοποθέτηση (geospatial placement) του τρισδιάστατου περιεχομένου από τον μηχανισμό GeoAppearHybridPlus, όταν το geospatial tracking θεωρείται επαρκώς αξιόπιστο.

4.2.1 Λογική POIs & γεωγραφικών συντεταγμένων

Κάθε έργο/στόχος ορίστηκε ως Point of Interest (POI), δηλαδή ως σημείο στον πραγματικό χώρο προσδιορισμένο με γεωγραφικό πλάτος και μήκος στο σύστημα αναφοράς WGS84. Οι συντεταγμένες λειτουργούν ως σταθερή «χωρική ταυτότητα» του στόχου και αποτελούν τη βάση τόσο για την πλοήγηση (απόσταση/κατεύθυνση) όσο και για την τοποθέτηση του αντίστοιχου 3D περιεχομένου.

Η πληροφορία αυτή οργανώθηκε σε προφίλ στόχου (TargetProfile), τα οποία περιλαμβάνουν μοναδικό αναγνωριστικό, γεωγραφικές συντεταγμένες, μεταδεδομένα και κρίσιμες παραμέτρους συμπεριφοράς (ακτίνες ενεργοποίησης, ορατότητα, όριο επιτυχίας). Με αυτό τον σχεδιασμό, κάθε έργο αντιμετωπίζεται ως λειτουργικός κόμβος που συνδυάζει χωρικά και εμπειρικά χαρακτηριστικά, επιτρέποντας παραμετροποίηση και συνεπή συμπεριφορά σε όλους τους στόχους.

4.2.2 Υπολογισμός απόστασης & κατεύθυνσης

Η βασική μεταβλητή που ρυθμίζει τη ροή εμπειρίας είναι η απόσταση μεταξύ χρήστη και στόχου. Κατά την εκτέλεση της εφαρμογής, ο υπολογισμός της απόστασης πραγματοποιείται επαναληπτικά από το script ProximityDirector.cs με χρήση σφαιρικής γεωμετρίας (Haversine), ώστε το αποτέλεσμα να εκφράζεται σε μέτρα (m).

Η απόσταση χρησιμοποιείται:

- Στον προσδιορισμό εισόδου σε ζώνες ενεργοποίησης.

- Στον έλεγχο επιτυχίας (success gate).
- Στην ενεργοποίηση ηχητικών και οπτικών σημάτων εγγύτητας.

Παράλληλα, η πλοήγηση ενισχύεται με κατευθυντική πληροφορία, ώστε ο χρήστης να γνωρίζει όχι μόνο «πόσο μακριά» βρίσκεται από έναν στόχο, αλλά και «προς τα πού» πρέπει να κινηθεί. Από τον ProximityDirector αξιοποιείται:

- Ο προσανατολισμός της συσκευής (heading), όπως προκύπτει από το γεωχωρικό pose του συστήματος.
- Η κατεύθυνση από τη θέση του χρήστη προς τον στόχο (bearing), υπολογισμένη από τις συντεταγμένες.

Η γωνιακή διαφορά heading–bearing αποδίδεται ως οπτική ένδειξη (pointer), η οποία περιστρέφεται ομαλά. Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα λειτουργική σε αστικό περιβάλλον, όπου η «απόσταση» από μόνη της δεν αρκεί για να κατανοηθεί η σωστή πορεία, ενώ οι στροφές δρόμων και τα εμπόδια κάνουν την προσέγγιση λιγότερο προφανή.

4.2.3 Επιλογή ενεργού στόχου

Η εμπειρία καθοδηγείται από την έννοια του ενεργού στόχου (active target): σε κάθε χρονική στιγμή, η εφαρμογή επιλέγει έναν στόχο ως σημείο αναφοράς, πάνω στον οποίο «κουμπώνουν» οι έλεγχοι εγγύτητας, η κατευθυντική καθοδήγηση και οι συνθήκες επιτυχίας. Η επιλογή «ενεργού στόχου» υλοποιείται κεντρικά στο ProximityDirector.cs ως switching policy που βασίζεται στην απόσταση (Haversine) και στην κατάσταση κάθε στόχου.

Σε πραγματικές συνθήκες πόλης, μικρές διακυμάνσεις θέσης μπορούν να οδηγήσουν σε συχνές εναλλαγές του «πλησιέστερου» στόχου, ειδικά όταν υπάρχουν πολλαπλά κοντινά POIs. Για τον λόγο αυτό, η αλλαγή active target δεν γίνεται άμεσα με την ελάχιστη διακύμανση του «πλησιέστερου», αλλά ρυθμίζεται από δύο ρητές παραμέτρους: (α) απαιτείται ένα ελάχιστο προβάδισμα απόστασης (minLeadMetersToSwitch) για να θεωρηθεί ότι ο νέος υποψήφιος στόχος υπερέχει ουσιαστικά, και (β) επιβάλλεται μια ελάχιστη χρονική σταθερότητα (activeSwitchDebounce) πριν επιτραπεί η εναλλαγή. Επιπλέον, εφαρμόζεται «sticky» συμπεριφορά μέσω ενός περιθωρίου (_stickyDistMargin), ώστε ο τρέχων στόχος να διατηρείται όσο ο χρήστης παραμένει εντός λειτουργικού εύρους από αυτόν.

Η προσέγγιση αυτή προστατεύει την εμπειρία από «νευρικές» μεταβολές καθοδήγησης μεταξύ κοντινών POIs σε θορυβώδεις συνθήκες GNSS και διατηρεί σαφή προσανατολισμό, ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται ότι η εφαρμογή τον καθοδηγεί σταθερά προς συγκεκριμένο στόχο, αντί να μεταβάλλει διαρκώς το ζητούμενο.

4.2.4 Ζώνες απόστασης & κλιμακωτή ενεργοποίηση

Για να μετατραπεί ο γεωεντοπισμός σε ομαλή εμπειρία, η εφαρμογή οργανώθηκε σε ζώνες απόστασης, οι οποίες καθορίζουν διαφορετικά επίπεδα λειτουργίας: καθοδήγηση, προετοιμασία αποκάλυψης και τελική επιτυχία. Οι ακτίνες των ζωνών αυτών ορίζονται ανά στόχο στο TargetProfile ως serialized πεδία και διαβάζονται σε κάθε κύκλο από τον ProximityDirector.

Σε επίπεδο Target Profile, υιοθετήθηκαν οι εξής παράμετροι (ενδεικτικά ανά στόχο):

- attentionRadiusMeters = 100 m: εντός αυτής της ακτίνας ο στόχος θεωρείται «ενεργός υποψήφιος» (active target) και η εφαρμογή ενισχύει την καθοδήγηση προς αυτόν.
- musicStartMeters / musicStopMeters = 100 m: όριο εκκίνησης/παύσης ηχητικού layer που λειτουργεί ως πρόσθετο σήμα εγγύτητας και ατμόσφαιρας.
- lockedVisibleMeters / unlockedVisibleMeters = 50 m: ακτίνα ορατότητας του περιεχομένου όταν ο στόχος βρίσκεται σε κατάσταση locked και unlocked αντίστοιχα.

Ενδεικτικά έχουν επιλεγθεί ίδιες τιμές και στις δύο καταστάσεις δίνοντας έμφαση στη σταθερότητα και στη συνέπεια της εμπειρίας.

- `successGateMeters = 10 m`: όριο επιτυχίας, που διασφαλίζει ότι η ολοκλήρωση της ανακάλυψης προϋποθέτει πραγματική φυσική εγγύτητα στο σημείο.

Το σχήμα αυτό δημιουργεί μια προοδευτική μετάβαση: στα 100 m ενισχύεται η «προσέγγιση» (καθοδήγηση/σήματα εγγύτητας), στα 50 m ανοίγει το παράθυρο πιθανής εμφάνισης/παρουσίας του περιεχομένου, ενώ στα 10 m ενεργοποιείται το κριτήριο ολοκλήρωσης. Στην πράξη, το distance-based σύστημα λειτουργεί συμπληρωματικά με τον μηχανισμό αξιοπιστίας του geospatial tracking (βλ. Υποενότητα 4.2.5), ώστε η εμφάνιση να πραγματοποιείται μόνο όταν η απόσταση και οι συνθήκες tracking είναι κατάλληλες.

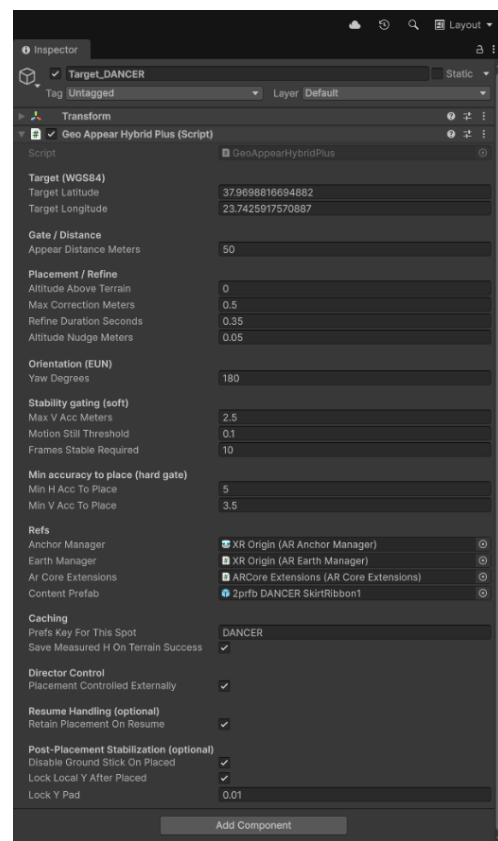
4.2.5 Geospatial Tracking & τοποθέτηση περιεχομένου

Η τοποθέτηση του 3D περιεχομένου δεν πραγματοποιείται απλώς ως «εμφάνιση ενός μοντέλου», αλλά ως διαδικασία γεωχωρικού δεσίματος (anchoring) που εξαρτάται από την αξιοπιστία του tracking. Η γεωχωρική τοποθέτηση υλοποιείται από το `GeoAppearHybridPlus.cs`, το οποίο λειτουργεί ως placement component που «δένει» ένα αντικείμενο σε γεωγραφική αναφορά (WGS84 latitude/longitude και προσανατολισμό), αξιοποιώντας το ARCore Extensions – Geospatial API. Το component δέχεται γεωγραφικό πλάτος/μήκος από το `TargetProfile` και επιχειρεί anchoring μόνο όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένα κριτήρια αξιοπιστίας του geospatial pose.

Σε outdoor αστικό περιβάλλον, η αβεβαιότητα του GPS και οι αποκλίσεις προσανατολισμού/κίνησης είναι αναμενόμενες, ενώ το geospatial tracking επηρεάζεται από παράγοντες όπως φωτισμός, υφές και ποιότητα οπτικής πληροφορίας. Για το λόγο αυτό, η ενεργοποίηση του placement δεν εξαρτάται μόνο από την απόσταση, αλλά ελέγχεται από την κατάσταση Earth tracking (μέσω ARCore Extensions) και από μετρήσιμα όρια ακρίβειας/σταθερότητας του geospatial pose. Συγκεκριμένα, πριν γίνει αποδεκτή μια τοποθέτηση, εφαρμόζονται thresholds ακρίβειας (`minHAccToPlace`, `minVAccToPlace`) και συνθήκες σταθερότητας σε διαδοχικά frames (`framesStableRequired`, `motionStillThreshold`), ενώ επιπλέον χρησιμοποιείται αυστηρότερο όριο κατακόρυφης αξιοπιστίας κατά τη φάση σταθεροποίησης (`maxVAccMeters`).

Σε επίπεδο παραμετροποίησης του `GeoAppearHybridPlus` (βλ. Εικόνα 4.2.5), ως θεωρητικό παράθυρο ενεργοποίησης τοποθέτησης ορίστηκε η ακτίνα `appearDistanceMeters = 50 m` από τον στόχο, ενώ για τα όρια ακρίβειας/σταθερότητας χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές:

- **Hard gates (όριο ακρίβειας τοποθέτησης):** `minHAccToPlace = 5 m` και `minVAccToPlace = 3.5 m`.
- **Soft gates (συνθήκες σταθερότητας τοποθέτησης):** `framesStableRequired = 10`,



Εικόνα 4.2.5. Παραμετροποιήσεις για ένα από τα POIs στο Inspector του `GeoAppearHybridPlus` στο Unity.

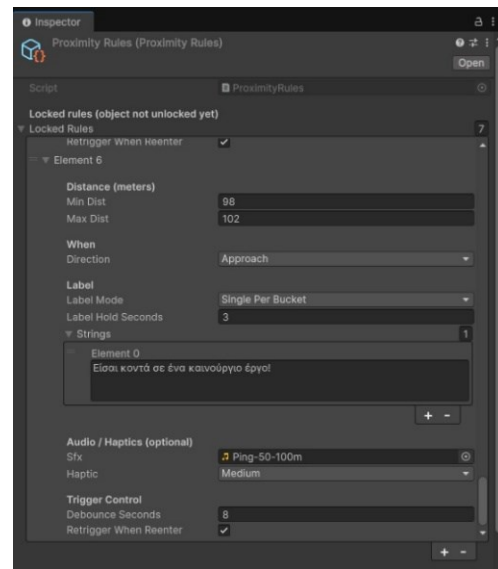
motionStillThreshold = 0.1 και maxVAccMeters = 2.5 m.

Η παραπάνω λογική των πυλών ακρίβειας/σταθερότητας καθορίζει πότε επιτρέπεται η τοποθέτηση και εξηγεί ένα κρίσιμο εμπειρικό εύρημα: παρότι το παράθυρο ενεργοποίησης placement έχει οριστεί στα 50 m (appearDistanceMeters = 50 m), στην πράξη η ορατή εμφάνιση του περιεχομένου παρατηρείται συχνότερα σε απόσταση κάτω από ~30 m. Αυτό δεν αντιμετωπίζεται ως αστοχία, αλλά ως λειτουργικό όριο εμφάνισης. Σε πραγματικές αστικές συνθήκες τα κριτήρια ακρίβειας και σταθερότητας τείνουν να ικανοποιούνται πλησιέστερα στον στόχο, άρα η εφαρμογή «επιλέγει» να εμφανίσει περιεχόμενο όταν είναι πιο πιθανό να είναι χωρικά πειστικό.

4.2.6 ProximityRules & κανόνες εγγύτητας

Πέρα από τα σταθερά κατώφλια, η εφαρμογή ενσωματώνει ένα σύστημα κανόνων εγγύτητας μέσω του ProximityRules.cs. Κάθε κανόνας συνδέει ένα εύρος απόστασης και μια συνθήκη κίνησης (π.χ. προσέγγιση/απομάκρυνση) με συγκεκριμένο τρόπο ανατροφοδότησης προς τον χρήστη, όπως σύντομα μηνύματα, καθώς και προαιρετικά ηχητικά ή απτικά σήματα (βλ. Εικόνα 4.2.6).

Η αξιολόγηση των κανόνων πραγματοποιείται από το ProximityDirector, το οποίο εφαρμόζει μηχανισμό debounce ώστε να αποτρέπεται η επαναλαμβανόμενη ενεργοποίηση του ίδιου κανόνα σε πυκνά χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 4.2.6. Εγγραφή ενός κανόνα στο Inspector του ProximityRules στο Unity.

4.3 Μηχανισμοί ανακάλυψης & κατάστασης

Η εμπειρία του ARtSCAPE οργανώνεται ως διαδικασία «ανακάλυψης» γεωχωρικών στόχων, όπου κάθε έργο/σημείο ενδιαφέροντος (POI) μπορεί να βρίσκεται σε μία από δύο βασικές καταστάσεις: κλειδωμένο (locked) ή ξεκλειδωμένο (unlocked). Η διάκριση αυτή δεν λειτουργεί μόνο ως ένδειξη προόδου, αλλά ως λειτουργικό κριτήριο που καθορίζει: (α) ποιος στόχος προβάλλεται ως ενεργός (active target), (β) πότε ενεργοποιούνται οι συνθήκες επιβεβαίωσης επιτυχίας, και (γ) πώς αποθηκεύεται και ανακαλείται η εξέλιξη του χρήστη σε επόμενες συνεδρίες. Στην υλοποίηση, τον ρόλο του κεντρικού ενορχηστρωτή αναλαμβάνει ο ProximityDirector, ο οποίος συνδέει τα δεδομένα στόχων (TargetProfile), τη λογική εγγύτητας, τους μηχανισμούς οπτικής επιβεβαίωσης (SuccessVisibilityWatcher) και τη διατήρηση προόδου (DiscoveryStore / PlayerPrefs).

4.3.1 Κατάσταση στόχων

Μέσα στο TargetProfile, κάθε στόχος φέρει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (id), καθώς και ένα σύνολο παραμέτρων συμπεριφοράς. Σε αυτό το πλαίσιο, κρίσιμη είναι η κατάσταση ξεκλειδώματος, η οποία αντιμετωπίζεται ως ένα μόνιμο χαρακτηριστικό προόδου.

Η κατάσταση κάθε στόχου υλοποιείται ως δυαδική μεταβλητή (locked/unlocked) η οποία αποθηκεύεται και ανακτάται τοπικά μέσω PlayerPrefs. Όταν ένας στόχος γίνει unlocked, η πρόοδος αποθηκεύεται και η εφαρμογή αναγνωρίζει αυτή την κατάσταση σε κάθε επόμενη

εκτέλεσή της, χωρίς να απαιτείται εγγραφή του χρήστη σε λογαριασμό ή φόρτωση δεδομένων από κάποιο εξωτερικό σύστημα. Η διαχείριση της κατάστασης γίνεται κεντρικά από το ProximityDirector.cs, το οποίο κατά την αρχικοποίηση (Start/OnEnable) ανακτά την αποθηκευμένη τιμή ανά TargetProfile.

Παράλληλα, η κατάσταση του στόχου επηρεάζει άμεσα και το σύνολο κανόνων εγγύτητας (ProximityRules) που εφαρμόζονται από το ProximityDirector. Συγκεκριμένα, το ProximityRules υλοποιείται ως ScriptableObject, το οποίο ομαδοποιεί κανόνες σε δύο διακριτά σύνολα: lockedRules και unlockedRules. Πριν το unlock, οι κανόνες υποστηρίζουν προσανατολισμό και προσμονή, ενώ μετά το unlock περιορίζουν περιπτώσεις επαναλήψεις και διατηρούν την αίσθηση προόδου. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή διαφοροποιεί τη λογική ανατροφοδότησης και καθοδήγησης ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση, διατηρώντας συνεπή και κατανοητή εμπειρία.

4.3.2 Μηχανισμός ανακάλυψης & ξεκλειδώματος

Η μετάβαση από locked σε unlocked υλοποιείται ως συνδυαστικό κριτήριο που απαιτεί τόσο φυσική προσέγγιση όσο και οπτική επιβεβαίωση του ψηφιακού αντικειμένου. Η σχεδιαστική αυτή επιλογή αποσκοπεί στο να διατηρηθεί η «ανακάλυψη» ως πραγματική χωρική εμπλοκή και όχι ως γεγονός που μπορεί να ενεργοποιηθεί από σφάλμα γεωεντοπισμού ή στιγμιαία αστάθεια.

Ο μηχανισμός οπτικής επιβεβαίωσης αναλαμβάνεται από τον SuccessVisibilityWatcher, ο οποίος αξιολογεί την ορατότητα του 3D αντικειμένου μέσα από συνδυασμό ελέγχων:

- ότι το αντικείμενο βρίσκεται εντός του οπτικού πεδίου της κάμερας (frustum),
- ότι καταλαμβάνει ένα ελάχιστο οπτικό μέγεθος στην οθόνη (κατώφλι που ορίζεται ανά στόχο, ώστε να διασφαλίζεται «ουσιαστική» θέαση),
- ότι δεν παρεμβάλλεται εμπόδιο ανάμεσα στην κάμερα και στο αντικείμενο (occlusion check μέσω raycast),
- και ότι η κατάσταση ορατότητας παραμένει σταθερή για μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να αποφεύγονται στιγμιαίες επιβεβαιώσεις λόγω τρεμοπαίγματος.

Όταν επιτευχθεί η οπτική επιβεβαίωση, ο ProximityDirector εφαρμόζει τον τελικό έλεγχο εγγύτητας, με βάση το όριο επιτυχίας (success gate) που έχει οριστεί ανά στόχο (π.χ. 10 m). Αν ο χρήστης βρίσκεται εντός του ορίου, ο στόχος χαρακτηρίζεται unlocked και ενεργοποιείται η ανατροφοδότηση επιτυχίας (οπτική/ηχητική/απτική, όπου προβλέπεται). Αν η οπτική επιβεβαίωση συμβεί εκτός του ορίου εγγύτητας, ο μηχανισμός δεν ολοκληρώνει το unlock και επανεκκινεί τη διαδικασία επιβεβαίωσης, διατηρώντας την αυστηρότητα της ανακάλυψης ως αποτέλεσμα πραγματικής προσέγγισης.

Με αυτό το διπλό φίλτρο (visibility + proximity) η εφαρμογή επιτυγχάνει να ενισχύει την αίσθηση ότι το έργο «ανακαλύφθηκε» όταν πράγματι ο χρήστης το εντόπισε και το παρατήρησε στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα μειώνει τις ψευδώς θετικές επιτυχίες που είναι πιθανόν να παρουσιαστούν λόγω σφάλματος θέσης.

4.3.3 Διεπαφή ενεργοποιούμενη από την κατάσταση

Η μετάβαση ενός στόχου από την κατάσταση locked στην κατάσταση unlocked ενεργοποιεί ένα σύνολο διεπαφών που αντανακλούν τη νέα κατάσταση στο επίπεδο της εμπειρίας του χρήστη.

Σε επίπεδο υλοποίησης, κάθε στόχος συσχετίζεται με συγκεκριμένες διεπαφές μέσω της δομής TargetBinding που περιλαμβάνεται στο ProximityDirector.cs. Το TargetBinding συνδέει ρητά κάθε ένα TargetProfile με αντίστοιχα UI GameObjects, όπως panel bindings, TextMeshPro bindings, image bindings κ.α., για δυναμική πλήρωση περιεχομένου.

Παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία διεπαφών των οποίων η ενεργοποίηση συνδέεται άμεσα με την ανακάλυψη ενός στόχου:

- **SuccessSplashPanel:**

Με την επιτυχή ανακάλυψη ενός στόχου, όπως αυτή ανιχνεύεται από τους μηχανισμούς οπτικής επιβεβαίωσης και εγγύτητας (SuccessVisibilityWatcher και ProximityDirector), ενεργοποιείται άμεσα το SuccessSplashPanel. Το panel αυτό λειτουργεί ως στιγμιαία οθόνη επιβεβαίωσης της μετάβασης κατάστασης και συνοδεύεται από ηχητική ανατροφοδότηση (success fanfare), σηματοδοτώντας στον χρήστη ότι ο συγκεκριμένος στόχος έχει πλέον ξεκλειδωθεί.

Το panel καταλαμβάνει ολόκληρη την οθόνη και το περιεχόμενο του τροφοδοτείται δυναμικά από το αντίστοιχο TargetProfile του ενεργού στόχου, περιλαμβάνοντας βασικά μεταδεδομένα (καλλιτέχνης, τίτλος, χρονολογία), συνοδευόμενα από την φωτογραφία του έργου.

Σχεδιαστικά, το panel καλύπτει πλήρως την οθόνη και λειτουργεί ταυτόχρονα ως κουμπί. Ο χρήστης μπορεί να κάνει tap οπουδήποτε για να το κλείσει. Παρότι στον κώδικα έχει προβλεφθεί χρονικό όριο αυτόματης απενεργοποίησης, η παραμετροποίηση της εφαρμογής επιτρέπει πρακτικά στο panel να παραμένει ενεργό μέχρι ρητής ενέργειας του χρήστη. Η επιλογή αυτή ενισχύει τον τελετουργικό χαρακτήρα της ανακάλυψης και αποφεύγει την αίσθηση βιαστικής μετάβασης.

Κρίσιμο στοιχείο της αρχιτεκτονικής είναι ότι το κλείσιμο του SuccessSplashPanel καλεί τη μέθοδο ελέγχου ολοκλήρωσης (ProximityDirector.OnSuccessSplashClosed), μέσω της οποίας ελέγχεται αν όλοι οι στόχοι βρίσκονται σε κατάσταση unlocked. Με τον τρόπο αυτό, η μετάβαση από την επιμέρους επιτυχία στη συνολική αξιολόγηση της προόδου πραγματοποιείται ελεγχόμενα και όχι αυτόματα τη στιγμή του unlock.

- **unlockedInfoPanel:**

Το unlockedInfoPanel ενεργοποιείται όταν ο χρήστης βρίσκεται εντός ακτίνας 50 m από έναν στόχο που έχει ήδη ξεκλειδωθεί. Πρόκειται για panel εγγύτητας, το οποίο εμφανίζεται ως στοιχείο της καρτέλας EXPLORE μόνο όταν ικανοποιούνται δύο ταυτόχρονες συνθήκες: Ο στόχος να είναι σε κατάσταση unlocked, και ο χρήστης να βρίσκεται εντός της καθορισμένης ακτίνας.

Στο panel αυτό εμφανίζεται περιεχόμενο που τροφοδοτείται δυναμικά από το αντίστοιχο TargetProfile του ενεργού στόχου, περιλαμβάνοντας βασικά μεταδεδομένα (καλλιτέχνης, τίτλος, χρονολογία), και audio player για αναπαραγωγή της ακουστικής ξενάγησης του έργου.

Το panel παρέχει επίσης πρόσβαση σε κουμπί ενεργοποίησης του Camera Mode, μιας λειτουργίας με την οποία ο χρήστης μπορεί να τραβήξει φωτογραφίες των έργων στον φυσικό χώρο (βλ. **Ενότητα 4.5**), αλλά και σε κουμπί πρόσβασης σε εκτενέστερο πληροφοριακό panel.

Το εκτενές panel που ανοίγει μέσω του δεύτερου κουμπιού αντλεί επιπλέον δεδομένα από το TargetProfile (μέσο, διαστάσεις, φωτογραφία έργου, πλήρες κείμενο αφήγησης, σύνδεσμο προς την ιστοσελίδα του έργου στο goulandris.gr). Έτσι, το unlockedInfoPanel λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο πληροφόρησης, το οποίο συνδέει τη χωρική παρουσία με την πολιτιστική τεκμηρίωση.

Η σχεδιαστική επιλογή να εμφανίζεται το panel μόνο εντός ακτίνας εγγύτητας διατηρεί τη σύνδεση ανάμεσα στη φυσική παρουσία και την πληροφοριακή πρόσβαση, αποτρέποντας την αποσύνδεση του περιεχομένου από τον χώρο.

- **unlockedPersistentPanel:**

Παράλληλα με το panel εγγύτητας, κάθε επιτυχής ανακάλυψη ενεργοποιεί και ένα unlockedPersistentPanel, το οποίο παραμένει διαθέσιμο ανεξαρτήτως απόστασης. Το panel αυτό υλοποιείται ως στοιχείο της καρτέλας DISCOVERIES και λειτουργεί ως καταγραφή της προόδου του χρήστη.

Πρόκειται για ένα εικονίδιο του έργου που ανακαλύφθηκε, το οποίο αποτελεί ταυτόχρονα διακόπτη (toggle), μέσω του οποίου ανοίγει εκτενές panel που παρέχει δυνατότητα μεταγενέστερης πρόσβασης σε όλες τις πληροφορίες για το έργο, συμπεριλαμβάνοντας πλήρη στοιχεία, φωτογραφία έργου, δυνατότητα αναπαραγωγής της ακουστικής ξενάγησης, κείμενο αφήγησης, καθώς και σύνδεσμο προς την ιστοσελίδα του έργου στο goulandris.gr.

Το `unlockedPersistentPanel` αποσυνδέει την πληροφορία από την υποχρεωτική φυσική εγγύτητα και επιτρέπει στον χρήστη να επανεξετάσει το περιεχόμενο σε μεταγενέστερο χρόνο, ενισχύοντας τον εκπαιδευτικό και αναστοχαστικό χαρακτήρα της εμπειρίας.

- **WinSplashPanel:**

Η συνολική ολοκλήρωση της εμπειρίας δεν αποτελεί ανεξάρτητο μηχανισμό, αλλά προκύπτει οργανικά από τη διαδοχική ανακάλυψη όλων των στόχων. Μετά από κάθε κλείσιμο του `SuccessSplashPanel`, το σύστημα ελέγχει αν όλοι οι στόχοι βρίσκονται σε κατάσταση `unlocked`. Εάν η συνθήκη αυτή ικανοποιείται, ενεργοποιείται το `WinSplashPanel` συνοδευόμενο από ηχητική ανατροφοδότηση (win fanfare).

Το panel αυτό καταλαμβάνει επίσης ολόκληρη την οθόνη, εμφανίζοντας τις εικόνες και των πέντε έργων της εφαρμογής τα οποία έχουν πλέον όλα ανακαλυφθεί. Όμοια με το `SuccessSplashPanel`, το `WinSplashPanel` λειτουργεί ταυτόχρονα ως κουμπί κλείσιματος, το οποίο ο χρήστης μπορεί να το κλείσει κάνοντας tap οπουδήποτε στην οθόνη του.

Η ενεργοποίησή του `WinSplashPanel` σηματοδοτεί τη μετάβαση της εφαρμογής σε κατάσταση συνολικής ολοκλήρωσης, ενώ παράλληλα καταγράφεται σχετική σημαία ολοκλήρωσης, ώστε η κατάσταση αυτή να διατηρείται μεταξύ συνεδριών χρήσης.

4.3.4 Διατήρηση προόδου & καταγραφή ανακαλύψεων

Η πρόοδος του χρήστη στο ARtSCAPE αποθηκεύεται τοπικά στη συσκευή, χωρίς να απαιτείται δημιουργία λογαριασμού ή σύνδεση σε εξωτερικό σύστημα. Η επιλογή αυτή υπηρετεί τον χαρακτήρα της εφαρμογής ως αυτόνομης και προσωποκεντρικής εμπειρίας περιήγησης, διασφαλίζοντας συνέχεια χρήσης μεταξύ διαφορετικών συνεδριών.

Η αρχιτεκτονική διατήρησης προόδου οργανώνεται σε δύο διακριτά αλλά συμπληρωματικά επίπεδα:

1. **Κατάσταση στόχου (State Persistence):**

Για κάθε στόχο αποθηκεύεται η κατάσταση `locked/unlocked` με χρήση τοπικής αποθήκευσης (`PlayerPrefs`). Με τον τρόπο αυτό, κατά την επόμενη εκκίνηση της εφαρμογής επαναφέρεται άμεσα η κατάσταση κάθε στόχου, ενεργοποιούνται τα αντίστοιχα `persistent panels`, και διατηρείται τυχόν συνολική κατάσταση ολοκλήρωσης. Η αποθήκευση της κατάστασης δεν περιορίζεται σε απλή ένδειξη επιτυχίας, αλλά λειτουργεί ως βασικός μηχανισμός συνέχειας της εμπειρίας. Το σύστημα δεν απαιτεί επαναληπτική ανακάλυψη των ίδιων στόχων και δεν επανεκκινεί τη δομή του παιχνιδιού.

2. **Ιστορικό ανακαλύψεων (Discovery Log):**

Πέρα από τη δυαδική κατάσταση κάθε στόχου, η εφαρμογή καταγράφει αναλυτικό ιστορικό ανακαλύψεων. Κατά τη στιγμή του `unlock` εκπέμπεται γεγονός (`event`) μέσω του `MapEvents.cs`, το οποίο μεταφέρει τα στοιχεία του στόχου, καθώς και πληροφορίες σχετικές με τη γεωγραφική θέση και τη χρονική στιγμή της ανακάλυψης. Το `DiscoveryStore.cs` λαμβάνει το γεγονός και καταγράφει μια εγγραφή ανακάλυψης (π.χ. `id` στόχου, γεωγραφικές συντεταγμένες, χρονική σήμανση), αποθηκεύοντας τη συνολική λίστα τοπικά στα `PlayerPrefs`, ώστε να επαναφορτώνεται κατά την εκκίνηση. Με τον

τρόπο αυτό, η εφαρμογή δεν διατηρεί μόνο την πρόοδο ως αριθμητική μεταβολή, αλλά ως τεκμηριωμένη πορεία χωρικής εμπειρίας.

Η ολοκλήρωση όλων των στόχων καταγράφεται επίσης τοπικά μέσω ειδικής σημαίας κατάστασης. Η αποθήκευση αυτή διασφαλίζει ότι η τελική κατάσταση της εμπειρίας παραμένει ενεργή μετά από επανεκκίνηση, το WinSplashPanel δεν επανενεργοποιείται αυθαίρετα χωρίς νέα πρόοδο, και ότι η εφαρμογή συνεχίζει να αναγνωρίζει ότι η εξερεύνηση έχει ολοκληρωθεί.

4.4 Περιεχόμενο & πολυμέσα

Η ενότητα αυτή τεκμηριώνει τον τρόπο με τον οποίο οργανώθηκε και «δέθηκε» το περιεχόμενο κάθε έργου (στόχου) στο ARtSCAPE. Σε επίπεδο υλοποίησης, το περιεχόμενο δεν αντιμετωπίζεται ως ένα ενιαίο αρχείο (π.χ. ένα 3D μοντέλο), αλλά ως σύνολο από ετερογενή ψηφιακά assets (3D prefab, υφές/materials, εικόνα έργου, κείμενα, audio clips, σύνδεσμοι) τα οποία ομαδοποιούνται σε συνεκτική μονάδα ανά στόχο και τροφοδοτούν τόσο τους μηχανισμούς εμπειρίας (εγγύτητα/ανακάλυψη) όσο και τη διεπαφή χρήστη.

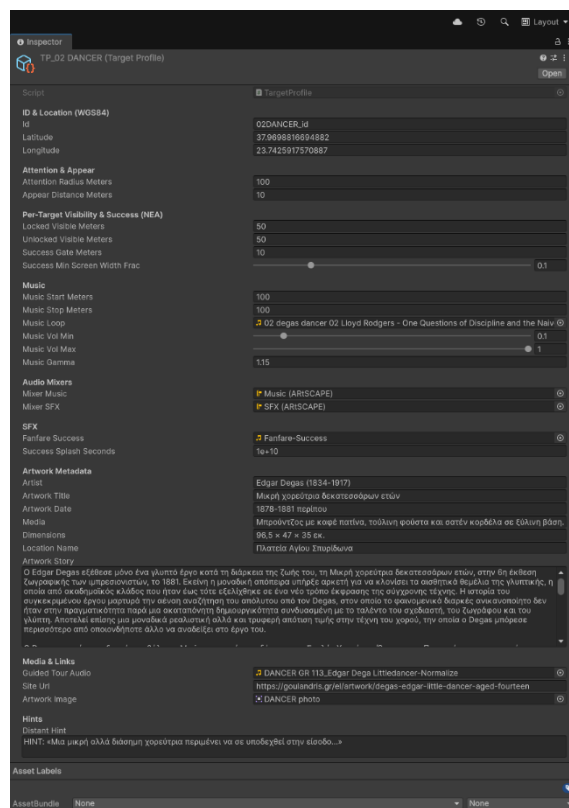
Κεντρικός κόμβος αυτής της οργάνωσης είναι το TargetProfile (ScriptableObject), το οποίο συγκεντρώνει τα μεταδεδομένα και το πολυμεσικό περιεχόμενο ανά έργο, ενώ τα 3D prefabs και η γεωχωρική τοποθέτησή τους ανήκουν στον μηχανισμό GeoAppearHybridPlus (ανά στόχο), ο οποίος συνδέεται στο σύστημα από το ProximityDirector.

4.4.1 TargetProfile ως δοχείο δεδομένων ανά έργο

Το TargetProfile.cs υλοποιείται ως ScriptableObject και λειτουργεί ως ενιαίο δοχείο δεδομένων ανά έργο. Η επιλογή ScriptableObject είναι κρίσιμη για λόγους αρχιτεκτονικής αφού διαχωρίζει τα δεδομένα από τη λογική εκτέλεσης και υποστηρίζει συνεπή επαναχρησιμοποίηση σε διαφορετικά συστήματα (UI panels, audio, success splash, hints), ενώ επίσης επιτρέπει παραμετροποίηση χωρίς αλλαγές κώδικα μέσω του Inspector στο περιβάλλον του Unity. Το TargetProfile οργανώνεται σε θεματικές ομάδες πεδίων (βλ. **Εικόνα 4.4.1**):

- Ταυτοποίηση και γεωχωρικά δεδομένα (WGS84): id, latitude, longitude, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον γεωεντοπισμό και τον υπολογισμό απόστασης (βλ. **Ενότητες 4.2–4.3**), όσο και για την διατήρηση της κατάστασης του στόχου.
- Παράμετροι που συνδέονται με τους μηχανισμούς ορατότητας και επιτυχίας (SuccessVisibilityWatcher) και τη συνολική λογική εγγύτητας:

- attentionRadiusMeters
- lockedVisibleMeters
- unlockedVisibleMeters
- successGateMeters



Εικόνα 4.4.1. Παραμετροποιήσεις για ένα από τα POIs στο Inspector του TargetProfile στο Unity.

-successMinScreenWidthFrac

- Μουσική και ηχητικά εφέ (SFX) ανά έργο: musicLoop, musicStartMeters, musicStopMeters, καθώς και οι παράμετροι κλιμάκωσης έντασης musicVolMin, musicVolMax, musicGamma. Επιπλέον, ορίζεται fanfareSuccess και ο χρόνος εμφάνισης του success splash (successSplashSeconds), ώστε κάθε στόχος να μπορεί να έχει δική του ηχητική/χρονική υπογραφή.
- Μίξη ήχου (Audio Mixer Groups): mixerMusic, mixerSFX, που επιτρέπουν τυποποιημένη δρομολόγηση (routing) του ήχου προς συγκεκριμένα groups μίξης.
- Μεταδεδομένα έργου: artist, artworkTitle, artworkDate, media, dimensions, locationName.
- Κείμενα και αφήγηση: artworkStory (εκτενές κείμενο, TextArea), το οποίο χρησιμοποιείται στο «more info» panel.
- Οπτικό υλικό και σύνδεσμοι: artworkImage (Sprite) και siteUrl.
- Φράσεις-hints: distantHint που προβάλλεται για αποστάσεις μεγαλύτερες του attentionRadiusMeters, όταν ο στόχος είναι ο πλησιέστερος κλειδωμένος.

Με τη δομή αυτή, κάθε έργο αποκτά μία «ατομική καρτέλα περιεχομένου» (profile) που παρέχει ό,τι χρειάζεται για να ενημερωθούν τα UI στοιχεία, να φορτωθούν τα αντίστοιχα audio clips και να διατηρηθεί συνοχή σε όλα τα υποσυστήματα.

4.4.2 3D μοντέλα & σύνδεση με GeoAppearHybridPlus

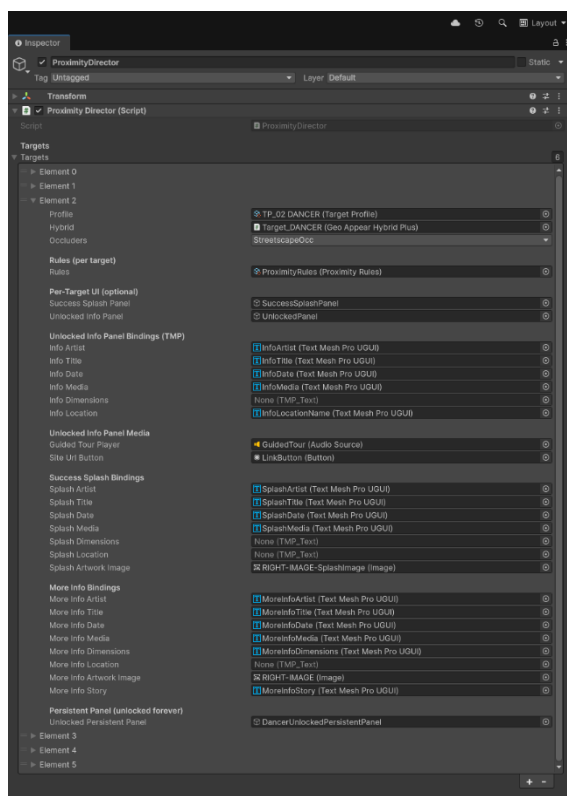
Σε αντίθεση με τα παραπάνω δεδομένα (που συγκεντρώνονται στο TargetProfile), το τρισδιάστατο περιεχόμενο κάθε έργου (δηλαδή το 3D μοντέλο που εμφανίζεται στον φυσικό χώρο) συνδέεται λειτουργικά με τον μηχανισμό γεωχωρικής τοποθέτησης GeoAppearHybridPlus.cs.

Συγκεκριμένα, σε κάθε στόχο υπάρχει ένα GameObject που φέρει component GeoAppearHybridPlus και διαθέτει ένα πεδίο αναφοράς για το prefab που πρόκειται να τοποθετηθεί.

Η σύνδεση στόχου–prefab πραγματοποιείται στο ProximityDirector.cs μέσω της δομής TargetBinding (βλ. **Εικόνα 4.4.2**), όπου για κάθε έργο δηλώνονται μεταξύ άλλων τα αντίστοιχα:

- TargetProfile για την άντληση δεδομένων και πολυμέσων,
- GeoAppearHybridPlus για την τοποθέτηση και εμφάνιση του 3D περιεχομένου,
- LayerMask για τον έλεγχο οπτικής επιβεβαίωσης,
- Οι διάφορες διεπαφές UI που χρησιμοποιούνται για το έργο.

Με τον τρόπο αυτό, ο «κόμβος» ενός στόχου στον ProximityDirector δεν είναι μόνο



Εικόνα 4.4.2. Εγγραφή ενός έργου (POI) στη δομή TargetBinding στο Inspector του ProximityDirector στο Unity.

ένα προφίλ δεδομένων, αλλά μια πλήρης σύνδεση με τον μηχανισμό γεωχωρικής τοποθέτησης GeoAppearHybridPlus.cs που εμφανίζει το 3D περιεχόμενο και τα UI στοιχεία που θα παρουσιάσουν το αντίστοιχο πολυμεσικό υλικό.

4.4.3 Ιεραρχία prefab, mesh & ειδική περίπτωση

Τόσο τα 3d μοντέλα όσο και τα textures που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, αποτελούν παραχώρηση του Ιδρύματος Β&Ε Γουλανδρή. Τα 3d μοντέλα οργανώθηκαν σε prefabs, ώστε να εξασφαλίζεται η επαναληψιμότητα και η καθαρή συνδεσμολογία με το σύστημα. Η ιεραρχία ενός prefab περιλαμβάνει τα renderable meshes (ένα ή περισσότερα), τα materials τους και βοηθητικά components που σχετίζονται με τον μηχανισμό ανακάλυψης (SuccessVisibilityWatcher).

Στην ειδική περίπτωση του μοντέλου του γλυπτού «Μικρή χορεύτρια δεκαεσσάρων ετών» του Edgar Degas, το prefab δεν αποτελείται από ένα ενιαίο mesh. Η ιεραρχία του περιλαμβάνει το κύριο mesh του γλυπτού, το οποίο προέκυψε μέσω φωτογραμμετρίας, καθώς και δύο πρόσθετα meshes (SkirtMesh και RibbonMesh) που αντιστοιχούν στη φούστα και την κορδέλα της χορεύτριας και προστέθηκαν ως ξεχωριστά τρισδιάστατα αντικείμενα.

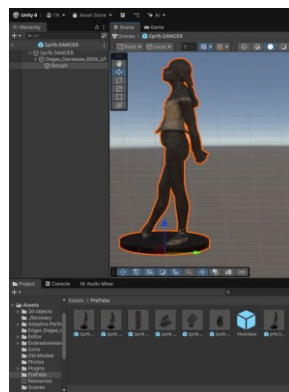
Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα έργα της εφαρμογής, τα οποία υλοποιήθηκαν ως ενιαία τρισδιάστατα μοντέλα μέσω φωτογραμμετρίας, το συγκεκριμένο έργο αποτέλεσε ειδική περίπτωση. Το αυθεντικό γλυπτό, πέρα από το μπρούντζινο σώμα, περιλαμβάνει πρόσθετα υλικά στοιχεία: πραγματική τούλινη φούστα και σατέν κορδέλα στα μαλλιά. Τα στοιχεία αυτά δεν ήταν δυνατόν να αποδοθούν με ικανοποιητική ακρίβεια μέσω της τεχνικής της φωτογραμμετρίας και, για τον λόγο αυτό, κατά την ψηφιοποίηση του έργου από το Ίδρυμα αφαιρέθηκαν. Συνεπώς, το τελικό τρισδιάστατο μοντέλο που παραδόθηκε περιλάμβανε αποκλειστικά το μεταλλικό τμήμα.

Για την πληρέστερη αναπαράσταση του έργου στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η φούστα και η κορδέλα ανακατασκευάστηκαν ξεχωριστά, με χρήση λογισμικού τεχνητής νοημοσύνης, αξιοποιώντας φωτογραφικό υλικό του αυθεντικού γλυπτού. Τα παραγόμενα μοντέλα επεξεργάστηκαν στη συνέχεια στο λογισμικό Blender (βλ. **Εικόνα 4.4.3α**), όπου πραγματοποιήθηκαν διορθώσεις γεωμετρίας, κλίμακας και προσανατολισμού, ώστε να προσαρμοστούν με ακρίβεια στο σώμα της χορεύτριας και να ενσωματωθούν ορθά στο τελικό prefab (βλ. **Εικόνα 4.4.3β, Εικόνα 4.4.3γ**).

Σε επίπεδο αρχιτεκτονικής Unity, η προσέγγιση αυτή παραμένει απολύτως συμβατή με το σύστημα, καθώς το script GeoAppearHybridPlus δεν απαιτεί αντικείμενο ενιαίου mesh: αγκυρώνει (anchor) το root του prefab και όλα τα επιμέρους meshes (childs) ακολουθούν τον ίδιο χωρικό μετασχηματισμό.



Εικόνα 4.4.3α.
Επεξεργασία των μοντέλων της φούστας και της κορδέλας στο Blender.



Εικόνα 4.4.3β, Εικόνα 4.4.3γ. Το prefab του γλυπτού «Μικρή χορεύτρια δεκαεσσάρων ετών» στο Unity, πριν και μετά την προσαρμογή της φούστας και της κορδέλας.



4.4.4 Materials & textures

Για τη ρεαλιστική απόδοση του 3D περιεχομένου σε AR, εφαρμόστηκε υλικο-φωτιστικό μοντέλο βασισμένο σε URP shader.

Ενδεικτικά, στο material του κυρίως μέρους του έργου «Μικρή χορεύτρια δεκατεσσάρων ετών» ορίστηκε:

- Shader: Universal Render Pipeline/Lit
- Workflow Mode: Specular
- Surface Type: Opaque
- Render Face: Front
- ενεργό Receive Shadows

Στο ίδιο material δηλώθηκαν βασικά maps τα οποία παρέχονται επίσης από το Ίδρυμα ως συνοδευτικά του μοντέλου:

- Base Map (diffuse/albedo)
- Specular Map (με Smoothness από alpha, σύμφωνα με το specular workflow)
- Normal Map
- Occlusion Map (με ρύθμιση έντασης στο material)

Η ρύθμιση των textures στο Inspector ακολούθησε προσαρμογές εισαγωγής, δεδομένης της χρήσης για mobile AR:

- Base Map: Texture Type = Default, sRGB = On, Generate Mipmaps = On, Filter Mode = Trilinear, Max Size = 4096, Compression = Normal Quality.
- Normal Map: Texture Type = Normal map, Generate Mipmaps = On, Filter Mode = Trilinear, Max Size = 2048.
- Specular Map: Texture Type = Default, sRGB = On, Alpha Source = Input Texture Alpha, Generate Mipmaps = On, Filter Mode = Trilinear, Max Size = 4096.
- Occlusion Map: Texture Type = Default, sRGB = Off, Generate Mipmaps = On, Filter Mode = Trilinear, Max Size = 1024.

Η επιλογή mipmaps και trilinear filtering συμβάλλει στη σταθερότητα εικόνας όταν ο χρήστης κινείται γύρω από το αντικείμενο και όταν αυτό καταλαμβάνει μικρότερο ποσοστό της οθόνης. Παράλληλα, οι στοχευμένες μειώσεις Max Size (π.χ. occlusion 1024, normal 2048) λειτουργούν ως πρακτικός συμβιβασμός μεταξύ απόδοσης, χρήσης μνήμης και οπτικής ποιότητας σε Android συσκευές.

4.4.5 Εικόνες, κείμενα & μεταδεδομένα ανά έργο

Το UI περιεχόμενο ανά έργο (τίτλος, καλλιτέχνης, χρονολογία, υλικά/τεχνική, διαστάσεις, τοποθεσία, κείμενο αφήγησης, εικόνα έργου) δεν «γράφεται» στα panels χειροκίνητα, αλλά τροφοδοτείται δυναμικά από το TargetProfile μέσω μεθόδου του ProximityDirector, η οποία:

- αντιστοιχίζει TargetProfile.artist, artworkTitle, artworkDate, media, dimensions σε TextMeshPro bindings (π.χ. infoArtist, splashTitle, moreInfoMedia κ.λπ.),
- αντιστοιχίζει TargetProfile.artworkImage σε Image bindings (π.χ. splashArtworkImage, moreInfoArtworkImage),
- αντιστοιχίζει TargetProfile.artworkStory στο εκτενές κείμενο (moreInfoStory)

Αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει το ίδιο TargetProfile να τροφοδοτεί πολλαπλές διεπαφές (Unlocked Info, Success Splash, More Info) χωρίς διπλή καταχώριση δεδομένων, ενώ παράλληλα, μια διεπαφή μπορεί σε διαφορετικές στιγμές να χρησιμοποιείται και να τροφοδοτείται από διαφορετικά TargetProfile, ανάλογα με τις συνθήκες και την πρόοδο του παιχνιδιού.

4.4.6 Ακουστικές ξεναγήσεις ανά έργο

Κάθε έργο διαθέτει ένα ηχητικό αρχείο ακουστικής ξενάγησης, το οποίο παραχωρήθηκε από το Ίδρυμα Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Στην υλοποίηση, το audio clip δεν παίζει αυτόματα ως μέρος του placement, αλλά φορτώνεται σε AudioSource του αντίστοιχου UI panel. Με αυτόν τον τρόπο η διεπαφή μπορεί να ελέγξει την αναπαραγωγή (play/pause/stop) χωρίς να εμπλέκεται ο μηχανισμός geospatial placement. Η επιλογή αυτή είναι συνεπής με τη σχεδίαση «ανά έργο»: ο χρήστης ενεργοποιεί τη ξενάγηση όταν το επιθυμεί, ενώ το audio παραμένει μέρος του περιεχομένου του συγκεκριμένου στόχου.

4.4.7 Μουσική ως ατμοσφαιρικό στοιχείο ανά έργο

Πέρα από την ακουστική ξενάγηση, κάθε στόχος διαθέτει ένα δικό του «μουσικό χαλί» (TargetProfile.musicLoop) που λειτουργεί ως ατμοσφαιρικό layer και συνδέεται με την προσέγγιση του χρήστη. Τα όρια έναρξης/παύσης (musicStartMeters, musicStopMeters) και η κλιμάκωση έντασης (musicVolMin, musicVolMax, musicGamma) αποτελούν παραμετροποιήσιμες μεταβλητές ανά έργο, άρα επιτρέπεται διαφορετική ηχητική ταυτότητα και συμπεριφορά από στόχο σε στόχο.

4.5 AR φωτογράφιση & προσωπικό αρχείο χρήστη

Η εφαρμογή ενσωματώνει λειτουργία λήψης στιγμιότυπων επαυξημένης πραγματικότητας, με στόχο τη δημιουργία ενός προσωπικού αρχείου του χρήστη στην καρτέλα MY PHOTOS. Η υλοποίηση οργανώνεται σε τρία επίπεδα: (α) λήψη και βασική επεξεργασία εικόνας σε πραγματικό χρόνο, (β) αποθήκευση και επίμονη καταγραφή, και (γ) διεπαφή προβολής/διαχείρισης (gallery), συμπεριλαμβανομένης της κοινοποίησης. Κεντρικά scripts της ενότητας είναι τα ARCaptureManager.cs, PhotoStore.cs και PhotoGalleryPanel.cs, ενώ αξιοποιούνται εξωτερικά πακέτα για αποθήκευση στη native gallery της συσκευής (Native Gallery for Android & iOS) και για κοινοποίηση φωτογραφιών (Share for iOS and Android).

4.5.1 Ενεργοποίηση Camera Mode

Η διεπαφή που ενεργοποιεί τη λειτουργία φωτογράφισης (Camera Mode) περιλαμβάνεται στο unlockedInfoPanel (panel που ενεργοποιείται εντός ακτίνας 50 m από έναν unlocked στόχο), επομένως πρόκειται για λειτουργία διαθέσιμη αφού ο χρήστης έχει ξεκλειδώσει έναν στόχο. Σε επίπεδο υλοποίησης, η λήψη πραγματοποιείται από τον ARCaptureManager, ο οποίος καλείται onClick από το κουμπί SnapshotButton, χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή «camera scene» ή ειδικό render pipeline. Κρίσιμη σχεδιαστική επιλογή είναι ότι η λήψη στοχεύει σε καθαρό AR καρτέ (κάμερα + AR αντικείμενα), χωρίς overlays της διεπαφής.

4.5.2 ARCaptureManager

Ο πυρήνας της λειτουργίας υλοποιείται στο ARCaptureManager.cs μέσω διαδοχικών σταδίων:

- **Προσωρινή απόκρυψη διεπαφής:**

Πριν από τη λήψη απενεργοποιούνται προσωρινά τα επιλεγμένα UI canvases για ένα frame, ώστε το στιγμιότυπο να μην περιλαμβάνει UI στοιχεία. Η απόκρυψη γίνεται ελεγχόμενα και συγχρονίζεται με τη λήψη του frame.

- **Crop σε αναλογία 9:16:**

Ακολουθεί κεντρικό crop της εικόνας στη ζητούμενη αναλογία, ώστε το αποτέλεσμα να είναι συνεπές με portrait χρήση. Το format 9:16 είναι τυπική αναλογία για κινητές

συσκευές και κατάλληλη για κοινοποίηση σε πλατφόρμες που υποστηρίζουν δημοσιεύσεις τύπου «stories».

- **Εφαρμογή watermark:**

Στην φωτογραφία εφαρμόζεται υδατογράφημα με το λογότυπο της εφαρμογής κάτω δεξιά.

- **Συμπίεση/encoding:**

Το τελικό αποτέλεσμα κωδικοποιείται σε JPEG, επιλογή που μειώνει το αποθηκευτικό μέγεθος διατηρώντας ικανοποιητική ποιότητα.

4.5.3 Αποθήκευση αρχείου

Μετά το encoding, η εφαρμογή αποθηκεύει το αρχείο στο τοπικό sandbox της εφαρμογής (Application.persistentDataPath). Δημιουργείται φάκελος (αν δεν υπάρχει ήδη) και το αρχείο γράφεται ως JPEG με μοναδικό όνομα βάσει UTC ticks.

Αμέσως μετά, η φωτογραφία καταγράφεται στο PhotoStore, το οποίο αποθηκεύει ως JSON σε PlayerPrefs τη λίστα εγγραφών (filePath, timestamp) για τις φωτογραφίες που έχουν ληφθεί εντός της εφαρμογής. Παράλληλα, πραγματοποιείται και αποθήκευση στη native gallery της συσκευής μέσω του πακέτου «NativeGallery for Android & iOS».

Η επιλογή διπλής αποθήκευσης διαχωρίζει το εσωτερικό αρχείο εφαρμογής (προσπελάσιμο μέσω της gallery της εφαρμογής) από το αρχείο στην εξωτερική βιβλιοθήκη της συσκευής, το οποίο παραμένει εύκολα διαθέσιμο στον χρήστη και διευκολύνει τη γενικότερη διαχείριση και το backup.

4.5.4 PhotoGalleryPanel

Η καρτέλα MY PHOTOS υλοποιείται από το PhotoGalleryPanel.cs, το οποίο φορτώνει και ταξινομεί τις εγγραφές από το PhotoStore.cs σε φθίνουσα χρονική σειρά (πρώτα οι πιο πρόσφατες), αποδίδοντας σε κάθε φωτογραφία εμφανή χρονοσήμανση.

Με tap του χρήστη σε οποιαδήποτε εγγραφή, η φωτογραφία ανοίγει σε full screen viewer. Η προβολή αυτή επιτρέπει περιήγηση σε επόμενη/προηγούμενη φωτογραφία, καθώς και διαγραφή εγγραφών από τον δίσκο, αξιοποιώντας τον διατηρούμενο δείκτη (index) της τρέχουσας φωτογραφίας. Παράλληλα, σε full screen viewer ο χρήστης έχει δυνατότητα κοινοποίησης με χρήση του εξωτερικού πακέτου «Share for iOS and Android».

4.6 Χαρτογραφική αναπαράσταση

Η εφαρμογή περιλαμβάνει λειτουργία προβολής χάρτη στην καρτέλα MAP, με σκοπό την οπτικοποίηση (α) της θέσης του χρήστη και (β) των σημείων που έχουν ήδη ανακαλυφθεί. Η υλοποίηση δεν βασίζεται σε «native» Unity map component, αλλά σε ενσωμάτωση web χάρτη μέσα στο Unity μέσω WebView. Κεντρικά scripts της ενότητας είναι τα MapPanelActivator.cs, MapPanelController.cs και MapEvents.cs, ενώ το χαρτογραφικό περιεχόμενο υλοποιείται ως τοπικό πακέτο HTML/CSS/JavaScript στο StreamingAssets/map και χρησιμοποιεί OpenStreetMap ως χαρτογραφικό υπόβαθρο (μέσω Leaflet).

4.6.1 MapPanelActivator

Το άνοιγμα και κλείσιμο του χάρτη υλοποιείται μέσω ενεργοποίησης/απενεργοποίησης ενός panel, ώστε ο χάρτης να λειτουργεί ως αυτοτελές UI module. Η λογική αυτή κρατά τον έλεγχο

εμφάνισης σε επίπεδο UI, ενώ η κύρια λειτουργία του χάρτη παραμένει συγκεντρωμένη στο MapPanelController.

4.6.2 MapPanelController

Ο MapPanelController δημιουργεί ένα WebView (WebViewObject) και φορτώνει το τοπικό αρχείο map/index.html. Το index.html χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη Leaflet και εμφανίζει υπόβαθρο OpenStreetMap tiles, ενώ το map.js αναλαμβάνει την απόδοση των markers και της θέσης του χρήστη.

Σε επίπεδο αρχιτεκτονικής, ο controller λειτουργεί ως «γέφυρα» Unity–JavaScript: αποστέλλει στο WebView συγκεντρωμένα δεδομένα (π.χ. σε μορφή JSON) και προκαλεί ενημέρωση των στοιχείων του χάρτη χωρίς να απαιτείται επαναφόρτωση της σελίδας.

4.6.3 Δεδομένα χάρτη

Τα δεδομένα που εμφανίζονται στον χάρτη προέρχονται από δύο πηγές:

1. Θέση χρήστη (live update):

Ο MapPanelController στέλνει περιοδικά στο JavaScript ενημέρωση θέσης. Η θέση αντλείται κατά προτεραιότητα από AREarthManager (CameraGeospatialPose) όταν το Earth tracking βρίσκεται σε κατάσταση Tracking. Εναλλακτικά, όταν το Earth tracking δεν είναι διαθέσιμο, υπάρχει fallback στο GPS (Input.location) υπό την προϋπόθεση ότι έχουν δοθεί οι απαιτούμενες άδειες τοποθεσίας.

2. Pins ανακαλύψεων (discovered targets):

Ο χάρτης εμφανίζει σημεία μόνο για στόχους που έχουν ήδη καταγραφεί ως «ανακαλυφθέντες» (unlocked), μέσω του DiscoveryStore (εγγραφές με lat/lon και targetId). Τα pins εμπλουτίζονται με βασικές πληροφορίες (τίτλο/καλλιτέχνη/χρονολογία και εικόνα) αντλώντας δεδομένα από τα αντίστοιχα TargetProfile, ώστε ο χρήστης να αναγνωρίζει ευκολότερα το περιεχόμενο των ανακαλύψεων.

Η ενημέρωση του χάρτη για νέα ανακάλυψη γίνεται με βάση τα γεγονότα (events): όταν ξεκλειδώνεται ένα έργο, εκπέμπεται event μέσω του MapEvents. Μόλις λάβει το event, ο MapPanelController αναδομεί τα δεδομένα και ανανεώνει τα pins στον χάρτη χωρίς να απαιτείται επανεκκίνηση της σελίδας.

Κεφάλαιο 5: Αξιολόγηση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η αξιολόγηση της εφαρμογής ARtSCAPE, η οποία αναπτύχθηκε ως location-based εκπαιδευτικό παιχνίδι τύπου «treasure hunt» επαυξημένης πραγματικότητας, με στόχο την ενίσχυση της εμπλοκής του κοινού με το Μουσείο και, δευτερευόντως, τη σύνδεση της πολιτιστικής εμπειρίας με τον αστικό χώρο της γειτονιάς γύρω από αυτό.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται προκειμένου να συλλεχθούν πρώιμες ενδείξεις για τη χρηστικότητα της εφαρμογής, την εμπειρία χρήσης και την αποτελεσματικότητά της ως εργαλείου ενίσχυσης engagement και μάθησης. Παρότι πρόκειται για περιορισμένης κλίμακας προσέγγιση, μια πιλοτική αξιολόγηση θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που εκτυλίσσονται σε πραγματικό περιβάλλον, καθώς επιτρέπει την καταγραφή τόσο τεχνικών και λειτουργικών ζητημάτων όσο και παραμέτρων που σχετίζονται με την εμπειρία, την προσοχή και τη συμμετοχή του χρήστη.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται οι στόχοι της αξιολόγησης, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τα αποτελέσματα, καθώς και η συζήτησή τους σε σχέση με το θεωρητικό πλαίσιο και τους στόχους της παρούσας διατριβής.

5.1 Στόχοι αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της εφαρμογής ARtSCAPE σχεδιάστηκε ως πιλοτική αποτίμηση (pilot evaluation) της εμπειρίας χρήσης, με άξονα τα ερευνητικά ερωτήματα (RQ1, RQ2, RQ3) που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 1 της διατριβής. Πρωτεύων στόχος είναι η τεκμηρίωση του βαθμού στον οποίο ένα location-based εκπαιδευτικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας τύπου «treasure hunt» μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή (engagement) του κοινού με το Μουσείο και τη Συλλογή του (RQ1). Παράλληλα, εξετάζεται η αποτελεσματικότητα του ARtSCAPE ως πλαισίου micro-learning (RQ2) και, σε δευτερεύον επίπεδο, ο βαθμός στον οποίο η εμπειρία υποστηρίζει μορφές κοινοτικής εξωστρέφειας (community outreach) μέσω της εξερεύνησης του αστικού χώρου γύρω από το μουσείο (RQ3). Οι επιμέρους στόχοι της αξιολόγησης είναι οι εξής:

- **Αποτίμηση χρηστικότητας (Usability):**
Να διερευνηθεί κατά πόσο οι συμμετέχοντες μπορούν να ολοκληρώσουν ομαλά το προβλεπόμενο σενάριο χρήσης.
- **Αποτίμηση μουσειακής εμπλοκής (Museum Engagement) (RQ1):**
Να εξεταστεί κατά πόσο η εμπειρία ενισχύει το ενδιαφέρον των χρηστών και ενδυναμώνει την αντιλαμβανόμενη σχέση τους με το Μουσείο και τη Συλλογή, αυξάνει την προσοχή τους, τον χρόνο ενασχόλησής τους με τα έργα και ενθαρρύνει την πρόθεσή τους για περαιτέρω επαφή (συναισθηματική και γνωστική εμπλοκή, αντίληψη αξίας της εμπειρίας, πρόθεση επίσκεψης, σύσταση σε άλλους).
- **Αποτίμηση αντιλαμβανόμενης μάθησης (Perceived Learning) (RQ2):**
Να αποτιμηθεί κατά πόσο οι χρήστες θεωρούν ότι έμαθαν νέες πληροφορίες για τα έργα και τους δημιουργούς τους, να εξεταστεί αν το micro-learning περιεχόμενο (κείμενο, εικόνα, ακουστική ξενάγηση) γίνεται αντιληπτό, καθώς και κατά πόσο η μορφή παρουσίασης (AR, μικρές πληροφοριακές ενότητες, ηχητικό υλικό, βιωματική κίνηση) υποστηρίζει την κατανόηση και τη συγκράτηση των πληροφοριών.
- **Διερεύνηση κοινοτικής εξωστρέφειας (Community Outreach) (RQ3):**
Να διερευνηθεί αν η εμπειρία ενθαρρύνει την εξερεύνηση του αστικού χώρου γύρω από το Μουσείο, αν ο χρήστης αντιλαμβάνεται τη γειτονιά ως μέρος της πολιτιστικής εμπειρίας, και αν ενισχύεται η σύνδεση του Μουσείου με το τοπικό περιβάλλον του.

5.2 Μεθοδολογία αξιολόγησης

Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε ως πιλοτική, εντός του πεδίου της δοκιμής χρήσης (in situ), όπου οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν την εφαρμογή ARtSCAPE ακολουθώντας το προβλεπόμενο σενάριο και ολοκληρώνοντας την ανακάλυψη των έργων. Η συλλογή των δεδομένων της αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εμπειρίας μέσω ερωτηματολογίου κλειστού τύπου (Likert 1–5) και δύο ανοικτών ερωτήσεων (E30–E31), όπως παρατίθεται στο Παράρτημα Β.

Στην μελέτη συμμετείχαν 12 άτομα (N=12). Η συμμετοχή ήταν ανώνυμη και οι απαντήσεις χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς στο πλαίσιο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Το δείγμα αντιμετωπίζεται ως πιλοτικό, με στόχο την αρχική αποτίμηση της εμπειρίας και τη διαμόρφωση τεκμηριωμένων συμπερασμάτων περιορισμένης γενικευσιμότητας.

Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες αστικού περιπάτου, ολοκληρώνοντας τη ροή της εμπειρίας (πλοήγηση, προσέγγιση στόχων, εμφάνιση AR περιεχομένου, επιτυχής ανακάλυψη και ξεκλείδωμα). Μετά την ολοκλήρωση, συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο με βάση τη συνολική εμπειρία χρήσης.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

- i. **Δημογραφικά και πλαίσιο συμμετοχής** (π.χ. ηλικία, φύλο, προηγούμενη επίσκεψη στο Μουσείο, σχέση με τη γειτονιά Παγκρατίου). Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, η προϋπάρχουσα εξοικείωση (awareness) για το Μουσείο αντιμετωπίζεται ως δευτερεύων δείκτης που υποστηρίζει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων engagement.
- ii. **Χρηστικότητα – System Usability Scale (SUS)**: 10 ερωτήσεις (E01–E10) για την αποτίμηση της χρηστικότητας (Brooke, 1996). Η χρηστικότητα λειτουργεί ως baseline, καθώς τυχόν σοβαρά προβλήματα χειρισμού θα επηρέαζαν έμμεσα την εμπλοκή και τη μάθηση.
- iii. **Μουσειακή εμπλοκή (RQ1)**: 10 ερωτήσεις (E11–E20), οι οποίες επιχειρησιακοποιούν την εμπλοκή ως συνδυασμό συναισθηματικών/γνωστικών δεικτών, σχέσης με το μουσείο και πρόθεσης επίσκεψης, καθώς και αντιλαμβανόμενης συνολικής αξίας της εμπειρίας.
- iv. **Αντιλαμβανόμενη μάθηση (RQ2)**: 5 ερωτήσεις (E21–E25) που εστιάζουν στην κατανόηση, ανάκληση βασικών στοιχείων και αξιολόγηση της εφαρμογής ως εργαλείου micro-learning «εν κινήσει».
- v. **Κοινωνική εξωστρέφεια (RQ3)**: 4 ερωτήσεις (E26–E29) που αποτιμούν την εξερεύνηση της γειτονιάς και την αντίληψη της σχέσης μουσείου–αστικού περιβάλλοντος.
- vi. **Ανοικτές ερωτήσεις** (ποιοτικά δεδομένα περιορισμένης έκτασης): 2 ερωτήσεις (E30–E31) για καταγραφή των στοιχείων που άρεσαν περισσότερο και των σημείων βελτίωσης. Οι ανοικτές απαντήσεις αξιοποιούνται συμπληρωματικά, ως ερμηνευτικό υλικό για τα ποσοτικά ευρήματα.

Οι κλειστές ερωτήσεις χρησιμοποιούν κλίμακα Likert 1–5 (1: Διαφωνώ απόλυτα, 2: Διαφωνώ, 3: Ούτε συμφωνώ / ούτε διαφωνώ, 4: Συμφωνώ, 5: Συμφωνώ απόλυτα).

Για την ανάλυση προβλέπεται περιγραφική στατιστική ανά ενότητα (μέσοι όροι/τυπικές αποκλίσεις ανά κλίμακα και ανά ερώτηση), με ξεχωριστή παρουσίαση της χρηστικότητας μέσω SUS.

Οι ανοικτές ερωτήσεις E30–E31 κωδικοποιούνται θεματικά σε περιορισμένο αριθμό κατηγοριών (π.χ. στοιχεία που ενισχύουν/μειώνουν την εμπειρία), με στόχο τη συνοπτική ερμηνεία των ποσοτικών αποτελεσμάτων.

5.3 Αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πιλοτικής αξιολόγησης της εφαρμογής ARtSCAPE, η οποία πραγματοποιήθηκε με N=12 συμμετέχοντες. Τα αποτελέσματα οργανώνονται σύμφωνα με τους βασικούς άξονες της μεθοδολογίας: (α) χρηστικότητα (SUS) ως βασική τεχνολογική αποτίμηση, (β) εμπλοκή με το Μουσείο (RQ1), (γ) αντιλαμβανόμενη μάθηση (RQ2) και (δ) κοινοτική εξωστρέφεια (RQ3). Συμπληρωματικά, αξιοποιούνται οι απαντήσεις στις ανοικτές ερωτήσεις (E30–E31) ως συνοπτικό ποιοτικό υλικό ερμηνείας των ποσοτικών ευρημάτων. Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ.

5.3.1 Περιγραφικά στοιχεία δείγματος & δείκτες πλαισίου

Το δείγμα περιλάμβανε N=12 συμμετέχοντες, με ηλικίες από 21 έως 60 (MO=37, SD=12,5). Ως προς τη σχέση με τη γειτονιά, 5/12 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι κατοικούν ή επισκέπτονται συχνά/τακτικά το Παγκράτι (A03).

Πριν από τη συμμετοχή τους, 10/12 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι γνώριζαν ήδη την ύπαρξη του Μουσείου (A04), ενώ 7/12 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι είχαν βασική εικόνα για τη Συλλογή (A05). Επιπλέον, 5/12 συμμετέχοντες ανέφεραν προηγούμενη επίσκεψη στο Μουσείο (A06). Οι δείκτες αυτοί δεν αποτελούν αυτόνομο στόχο της αξιολόγησης, αλλά λειτουργούν υποστηρικτικά για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων engagement (π.χ. διαφοροποίηση αντιλήψεων ανάλογα με το προϋπάρχον επίπεδο εξοικείωσης). Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ1)

5.3.2 Χρηστικότητα – SUS (System Usability Scale)

Η χρηστικότητα της εφαρμογής αξιολογήθηκε μέσω της κλίμακας System Usability Scale (SUS) (E01–E10). Το SUS υπολογίστηκε σύμφωνα με την καθιερωμένη διαδικασία βαθμολόγησης κατά την οποία οι 10 απαντήσεις μετασχηματίζονται σε συνολικό σκορ 0–100 ανά συμμετέχοντα (Brooke, 1996).

Στον Πίνακα 5.3.2 παρουσιάζονται τα συνολικά σκορ των 12 συμμετεχόντων (S1-S12), καθώς και ο μέσος όρος (MO_{SUS}) και η τυπική απόκλιση (SD_{SUS}) του SUS score. Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ2).

	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	MO _{SUS}	SD _{SUS}
Score	85	77,5	55	77,5	77,5	95	77,5	75	77,5	52,5	80	77,5	75,6	11,5

Πίνακας 5.3.2. Αποτελέσματα αξιολόγησης χρηστικότητας μέσω κλίμακας SUS (System Usability Scale). Συνολικά σκορ 0–100 των 12 συμμετεχόντων (S1-S12), μέσος όρος (MO_{SUS}) και τυπική απόκλιση (SD_{SUS}).

Ο μέσος όρος των SUS score ανήλθε σε 75,6% (SD_{SUS}=11,5), με εύρος τιμών από 52,5 έως 95, εύρημα που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υποδηλώνει χρηστικότητα καλύτερη από το 80-84% των εφαρμογών (Lewis & Sauro, 2018). Το γεγονός αυτό είναι κρίσιμο, καθώς η αποτίμηση engagement και μάθησης προϋποθέτει ότι οι συμμετέχοντες μπορούσαν να ολοκληρώσουν το σενάριο χρήσης χωρίς σοβαρά εμπόδια χειρισμού.

5.3.3 Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement) (RQ1)

Η εμπλοκή των χρηστών με το Μουσείο αξιολογήθηκε μέσω δέκα ερωτήσεων τύπου Likert (E11–E20). Για την ανάλυση, οι ερωτήσεις ομαδοποιήθηκαν σε τρεις θεματικές κατηγορίες:

- A. Υποκλίμακα συναισθηματικής και γνωστικής εμπλοκής (E11, E12, E16, E17, E18)
- B. Υποκλίμακα σχέσης με το Μουσείο και πρόθεσης επίσκεψης (E13, E15, E19, E20)
- C. Σύνθετος δείκτης συνολικής αξίας εμπειρίας (E14, E18, E20)

Στον Πίνακα 5.3.3 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (MO) και οι τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση της κλίμακας μουσειακής εμπλοκής (E11–E20). Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ3).

	ΕΡΩΤΗΣΗ	MO	SD
E11	Η εφαρμογή με έκανε να νιώσω πιο κοντά στο Μουσείο.	4,25	0,45
E12	Η εμπειρία με ενθάρρυνε να ενδιαφερθώ περισσότερο για τη Συλλογή του Μουσείου.	4,25	0,45
E13	Ένιωσα ότι το Μουσείο «βγαίνει» προς το κοινό μέσω της εφαρμογής.	4,08	0,51
E14	Η εμπειρία ήταν ελκυστική ως τρόπος γνωριμίας με τα έργα και το Μουσείο.	3,83	0,58
E15	Θα με ενδιέφερε να επισκεφθώ (ή να επισκεφθώ ξανά) το Μουσείο μετά τη χρήση της εφαρμογής.	4,25	0,45
E16	Η εφαρμογή με έκανε να αφιερώσω χρόνο και προσοχή στα έργα που ανακάλυπτα.	4,33	0,49
E17	Ένιωσα προσωπική σύνδεση με το περιεχόμενο της εφαρμογής.	3,92	0,51
E18	Η εμπειρία ήταν διασκεδαστική χωρίς να χάνει τον εκπαιδευτικό της χαρακτήρα.	3,92	0,51
E19	Η εφαρμογή ενίσχυσε τη συνολική εικόνα που έχω για το Μουσείο.	4,33	0,49
E20	Θα πρότεινα την εμπειρία αυτή σε άλλους επισκέπτες του Μουσείου.	4,58	0,51

Πίνακας 5.3.3. Αποτελέσματα ερωτήσεων αξιολόγησης για την κλίμακα μουσειακής εμπλοκής. Μέσοι όροι (MO) και τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση Likert (E11–E20).

Ενδεικτικά, οι ερωτήσεις με τις υψηλότερες τιμές ήταν οι E20 ($MO_{E20}=4,58$), E16 ($MO_{E16}=4,33$) και E19 ($MO_{E19}=4,33$), γεγονός που υποδηλώνει ότι η εμπειρία διαθέτει ισχυρό δυναμικό σύστασης προς τρίτους, ενισχύει την προσοχή/εστίαση στα έργα και βελτιώνει τη

συνολική εικόνα των συμμετεχόντων για το Μουσείο. Αντίθετα, χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στις E14 ($MO_{E14}=3,83$) και E13 ($MO_{E13}=4,08$). Η διαφοροποίηση αυτή δεν συνιστά αντίφαση, καθώς η E20 αποτυπώνει κυρίως πρόθεση σύστασης, ενώ η E14 συνιστά μια πιο ολιστική αξιολόγηση της ελκυστικότητας της εμπειρίας ως τρόπου γνωριμίας με τα έργα και το Μουσείο.

Συνολικά, οι μέσοι όροι των ομάδων δείχνουν υψηλή εμπλοκή: η κατηγορία A ($MO_{RQ1A}=4,13$, $SD_{RQ1A}=0,33$) καταγράφει αυξημένη συναισθηματική και γνωστική εμπλοκή (όπως είναι η προσοχή και προσωπική σχέση με το περιεχόμενο), ενώ η κατηγορία B ($MO_{RQ1B}=4,31$, $SD_{RQ1B}=0,40$) αποτυπώνει ιδιαίτερα ισχυρή σχέση με το Μουσείο και πρόθεση επαφής και διάδοσης. Τέλος, η συνδυαστική αποτίμηση της συνολικής αξίας (E14+E18+E20) παραμένει θετική ($MO_{RQ1C}=4,11$, $SD_{RQ1C}=0,48$), υποστηρίζοντας το RQ1 ότι μια location-based AR εμπειρία μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή του κοινού με έναν πολιτιστικό οργανισμό.

5.3.4 Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning) (RQ2)

Η αντιλαμβανόμενη μάθηση αποτιμήθηκε μέσω πέντε ερωτήσεων (E21–E25). Στον Πίνακα 5.3.4 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (MO) και οι τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση της κλίμακας Αντιλαμβανόμενης Μάθησης (E21–E25). Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ4).

	ΕΡΩΤΗΣΗ	MO	SD
E21	Έμαθα νέες πληροφορίες για τα έργα τέχνης που ανακάλυψα.	3,92	0,51
E22	Η πληροφορία παρουσιαζόταν με τρόπο εύκολα κατανοητό.	4,08	0,29
E23	Η εμπειρία με βοήθησε να θυμάμαι βασικά στοιχεία για τα έργα και τους καλλιτέχνες.	3,50	0,52
E24	Ο συνδυασμός κίνησης και πληροφορίας βοήθησε τη μάθησή μου.	4,08	0,29
E25	Θεωρώ ότι η εφαρμογή αποτελεί αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο.	3,92	0,51

Πίνακας 5.3.4. Αποτελέσματα ερωτήσεων αξιολόγησης για την κλίμακα αντιλαμβανόμενης μάθησης. Μέσοι όροι (MO) και τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση Likert (E21–E25).

Ο συνολικός μέσος όρος της κλίμακας ανήλθε σε $MO_{RQ2}=3,90$ ($SD_{RQ2}=0,32$), υποδηλώνοντας ότι οι συμμετέχοντες αντιλήφθηκαν το περιεχόμενο ως εκπαιδευτικά ωφέλιμο στο πλαίσιο micro-learning «εν κινήσει».

Σε επίπεδο επιμέρους ερωτήσεων, οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στις ερωτήσεις E22 ($MO_{E22}=4,08$) και E24 ($MO_{E24}=4,08$), γεγονός που υποστηρίζει ότι η πληροφορία αξιολογήθηκε ως κατανοητή και ότι ο συνδυασμός κίνησης και πληροφόρησης λειτούργησε υποστηρικτικά. Αντίστοιχα, η ερώτηση E23 παρουσίασε $MO_{E23}=3,50$, αποτυπώνοντας την δυσκολία των συμμετεχόντων να συγκρατήσουν τον όγκο της πληροφορίας που δέχθηκαν για τα έργα. Συνολικά, τα ευρήματα είναι συμβατά με το RQ2, καθώς αποτιμούν την αποτελεσματικότητα μικρής κλίμακας εκπαιδευτικού περιεχομένου εντός μιας εμπειρίας αστικού περιπάτου.

5.3.5 Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach) (RQ3)

Η κοινωνική εξωστρέφεια και η σχέση με τον αστικό χώρο αξιολογήθηκαν μέσω τεσσάρων ερωτήσεων (E26–E29). Στον Πίνακα 5.3.5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (MO) και οι τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση της κλίμακας Κοινωνικής Εξωστρέφειας (E26–E29). Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ5).

	ΕΡΩΤΗΣΗ	MO	SD
E26	Η εφαρμογή με ενθάρρυνε να εξερευνήσω τη γειτονιά γύρω από το Μουσείο.	4,00	0,74
E27	Ένιωσα ότι η γειτονιά αποτελεί μέρος της πολιτιστικής εμπειρίας.	3,83	0,58
E28	Η εμπειρία με έκανε να δω τον αστικό χώρο με διαφορετικό τρόπο.	3,67	0,49
E29	Η εφαρμογή συνέβαλε στη σύνδεση του Μουσείου με το περιβάλλον του.	3,92	0,67

Πίνακας 5.3.5. Αποτελέσματα ερωτήσεων αξιολόγησης για την κλίμακα κοινωνικής εξωστρέφειας. Μέσοι όροι (MO) και τυπικές αποκλίσεις (SD) για κάθε ερώτηση Likert (E26–E29).

Ο συνολικός μέσος όρος της ενότητας ανήλθε σε $MO_{RQ3}=3,85$ ($SD_{RQ3}=0,58$). Τα αποτελέσματα δείχνουν θετική τάση ως προς την ενθάρρυνση εξερεύνησης της γειτονιάς (E26) και στην αίσθηση ότι μέσω της εφαρμογής το Μουσείο συνδέεται με το περιβάλλον του (E29). Ενδεικτικά, η ερώτηση E26 παρουσίασε $MO_{E26}=4,00$, ενώ η ερώτηση E29 παρουσίασε $MO_{E29}=3,92$, στοιχεία που συνδέονται άμεσα με το RQ3 (σύνδεση μουσείου και αστικού περιβάλλοντος). Ωστόσο, σχετικά πιο περιορισμένη φαίνεται να είναι η επίδραση της εφαρμογής στον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες βλέπουν τον αστικό χώρο, παρουσιάζοντας συγκριτικά χαμηλότερη τιμή στην ερώτηση E28 ($MO_{E28}=3,67$). Δεδομένου του πιλοτικού χαρακτήρα, τα αποτελέσματα καταγράφονται ως ενδεικτική αποτίμηση του δυναμικού community outreach και ως βάση για μελλοντική διεύρυνση δείγματος.

5.3.6 Ανοικτές ερωτήσεις

Οι ερωτήσεις ανοικτού τύπου E30–E31 αξιοποιήθηκαν ως συνοπτικό ποιοτικό συμπλήρωμα της ποσοτικής ανάλυσης, με σκοπό να καταγραφούν με ελεύθερη διατύπωση τα στοιχεία που οι συμμετέχοντες ανέδειξαν ως πιο θετικά, καθώς και οι κυριότερες κατευθύνσεις βελτίωσης.

Συνολικά, οι απαντήσεις αναδεικνύουν με σαφήνεια τα στοιχεία που οι συμμετέχοντες αντιλήφθηκαν ως πιο ισχυρά χαρακτηριστικά της εμπειρίας (παιγνιώδης αναζήτηση, «μουσείο στη γειτονιά», εκπαιδευτικό βάθος), καθώς και τις κυριότερες κατευθύνσεις βελτίωσης (σαφέστερο τέλος/πρόοδος, τεχνική οπτική σταθερότητα, καθοδήγηση).

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων ομαδοποιήθηκαν σε θεματικές κατηγορίες, οι οποίες παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα. Ο αναλυτικός πίνακας των ατομικών απαντήσεων ανά συμμετέχοντα παρατίθεται στο Παράρτημα Γ (βλ. Παράρτημα Γ, Πίνακας Γ6).

- **E30 (Τι άρεσε περισσότερο):**

Οι συχνότερες θεματικές αφορούσαν:

- **Παιγνιώδη αναζήτηση/«treasure hunt» και εμπειρία AR στον αστικό χώρο (S01, S04, S06, S10, S12):**

Οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι η λογική της ανακάλυψης τους παρακίνησε να κινηθούν, να «ψάξουν» και να ολοκληρώσουν τη διαδρομή, ενώ η AR εμφάνιση των έργων και η δυνατότητα φωτογράφισης ενίσχυσε τον βιωματικό χαρακτήρα της εμπειρίας. Ενδεικτικό απόσπασμα: «Ήταν πολύ fun... με έκανε να θέλω να τα βρω όλα.»

- **«Το μουσείο στη γειτονιά» και ο αστικός περίπατος στο Παγκράτι (S02, S07, S08, S11):**

Καταγράφηκε έντονα η αίσθηση ότι το μουσείο «επεκτείνεται» στον δημόσιο χώρο, καθώς και η εμπειρία της εξερεύνησης της γειτονιάς με νέο τρόπο. Ενδεικτικό απόσπασμα: «Μου άρεσε που βγάζει το μουσείο στη γειτονιά... ένιωσα περήφανη που υπάρχουν τέτοια έργα στο Παγκράτι.»

- **Εκπαιδευτικό περιεχόμενο και βάθος πληροφορίας μέσω των ξεναγήσεων (S03, S05, S09):**

Ορισμένοι συμμετέχοντες έδωσαν έμφαση στην ουσία των ακουστικών ξεναγήσεων και στην εμπειρία «πολιτιστικού περιπάτου». Ενδεικτικό απόσπασμα: «Οι ακουστικές ξεναγήσεις... έδιναν βάθος στα έργα. Ένιωσα ότι έκανα πολιτιστικό περίπατο.»

Παράλληλα, σε επιμέρους απαντήσεις αναφέρθηκε και η οπτική πειστικότητα/ρεαλισμός των 3D ως στοιχείο που ενισχύει την αίσθηση εντυπωσιασμού και τη διάθεση ολοκλήρωσης της εμπειρίας.

- **E31 (Τι θα μπορούσε να βελτιωθεί):**

Οι συχνότερες θεματικές σχετίζονταν με:

- **Πιο σαφές «τέλος» και κίνητρο ολοκλήρωσης (reward/progress) (S01, S04, S05, S06, S08):**

Προτάθηκε να υπάρχει μια πιο ξεκάθαρη ανταμοιβή, έπαθλο ή badges, καθώς και εντονότερη ένδειξη προόδου. Ενδεικτικό απόσπασμα: «Θα βοηθούσε αν υπήρχε πιο καθαρό τέλος με κάποιο έπαθλο.»

- **Τεχνικές/οπτικές βελτιώσεις στην απόδοση του AR περιεχομένου (S04, S06, S11, S12):**

Καταγράφηκαν προτάσεις για σταθερότερη/καθαρότερη εμφάνιση των έργων, καθώς και βελτίωση φωτισμού/οπτικής απόδοσης σε επιμέρους σημεία. Ενδεικτικό απόσπασμα: «Σε 1–2 περιπτώσεις η σταθερότητα των έργων μπορούσε να είναι καλύτερη.»

- **Ενίσχυση καθοδήγησης και σαφέστερες οδηγίες (onboarding/πλοήγηση/ξεκλείδωμα) (S02, S03, S07, S10):**

Αναφέρθηκαν σημεία σύγχυσης, ανάγκη σαφέστερης κατεύθυνση προς τον στόχο και μεγαλύτερη βεβαιότητα για το πότε/πώς επιτυγχάνεται το ξεκλείδωμα. Ενδεικτικό απόσπασμα: «Μπερδεύτηκα σε κάποια σημεία. Θα ήθελα και περισσότερη καθοδήγηση.». Σημειώνεται ότι κάποια από τα σημεία σύγχυσης που αναφέρθηκαν, είναι πιθανό να οφείλονται σε τεχνικές δυσλειτουργίες μικρής κλίμακας, οι οποίες λόγω της περιορισμένης τεχνολογικής εξοικείωσης κάποιων συμμετεχόντων δεν αναφέρθηκαν ως τέτοιες.

Λιγότερο συχνά, καταγράφηκαν επιμέρους προτάσεις όπως πιο σύντομες πληροφορίες σε bullets ή συντομότερη περίληψη περιεχομένου, καλύτερη ρύθμιση της μουσικής (ένταση), καθώς και επέκταση λειτουργιών media (π.χ. δυνατότητα βίντεο).

5.4 Συζήτηση επιπτώσεων για Engagement & Outreach

Η παρούσα ενότητα συνθέτει τα ευρήματα της πιλοτικής αξιολόγησης και τα ερμηνεύει σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα (RQ1–RQ3) που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 1. Σε αντίθεση με την Ενότητα 5.3, όπου παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι περιγραφικοί δείκτες ανά κλίμακα και ανά ερώτηση, εδώ δίνεται έμφαση στη συνολική εικόνα, στις επιπτώσεις του σχεδιασμού της εμπειρίας και στις κατευθύνσεις βελτίωσης που προκύπτουν από το μοτίβο των αποτελεσμάτων.

5.4.1 Χρησιμότητα ως σταθερή βάση της εμπειρίας

Ο μέσος όρος του SUS (75,6/100) υποδηλώνει αρκετά καλή χρησιμότητα για μια πιλοτική εφαρμογή πεδίου. Το εύρημα αυτό είναι κρίσιμο, διότι ενισχύει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων για engagement, μάθηση και outreach. Δεδομένου ότι η βασική αλληλεπίδραση (χειρισμός, κατανόηση ροής, ολοκλήρωση σεναρίου) είναι λειτουργική, οι τιμές των υπόλοιπων κλιμάκων μπορούν να αποδοθούν πιο αξιόπιστα στη φύση της εμπειρίας και όχι σε γενικευμένη δυσχρησία. Με άλλα λόγια, η τεχνική βάση της εφαρμογής μπορεί να θεωρηθεί επαρκής ώστε να επιτρέψει την αποτίμηση των πολιτιστικών και εκπαιδευτικών στόχων της.

5.4.2 Εμπλοκή κοινού

Τα αποτελέσματα της κλίμακας που αφορά την μουσειακή εμπλοκή συγκλίνουν σε ισχυρή ενίσχυση της σχέσης των συμμετεχόντων με το Μουσείο, σε επίπεδο τόσο «ενεργοποίησης» της προσοχής όσο και πρόθεσης περαιτέρω επαφής και διάδοσης. Οι μέσοι όροι των υποκλιμάκων καταγράφουν υψηλή εμπλοκή (A: 4,13 και B: 4,31), ενώ ο σύνθετος δείκτης συνολικής αξίας (E14+E18+E20) παραμένει επίσης θετικός (4,11). Το μοτίβο αυτό υποστηρίζει το RQ1: μια location-based AR εμπειρία τύπου treasure hunt μπορεί να λειτουργήσει ως μηχανισμός προσέλκυσης προσοχής και ενεργούς εμπλοκής με πολιτιστικό περιεχόμενο εκτός του τυπικού πλαισίου επίσκεψης.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι τα υψηλότερα επιμέρους ευρήματα εντοπίζονται σε δείκτες που σχετίζονται με τη διάθεση σύστασης της εμπειρίας σε άλλους (E20), την εστίαση χρόνου και προσοχής στα έργα (E16) και την ενίσχυση της συνολικής εικόνας για το Μουσείο (E19). Αυτό σημαίνει ότι το ARtSCAPE δεν λειτούργησε μόνο ως «εντυπωσιακό τεχνολογικό demo», αλλά ως εμπειρία που οδηγεί τον χρήστη σε πιο προσεκτική παρατήρηση, δημιουργεί θετική στάση προς τον οργανισμό και διαθέτει δυνατότητα κοινωνικής διάχυσης. Επιπλέον, το γεγονός ότι η υποκλίμακα B είναι ελαφρώς υψηλότερη από την A υποδηλώνει ότι η εφαρμογή επηρεάζει ιδιαίτερα τη σχέση Μουσείου-χρήστη ως πρόθεση/στάση (π.χ. διάδοση, πρόθεση επίσκεψης), πέρα από την καθαρά εσωτερική συναισθηματική ή γνωστική εμπλοκή.

Τέλος, ο δείκτης E14 («ελκυστική εμπειρία ως τρόπος γνωριμίας») εμφανίζεται χαμηλότερος από το E20 χωρίς αυτό να συνιστά αντίφαση: η πρόθεση σύστασης αποτυπώνει κυρίως κοινωνική προθυμία διάδοσης (recommendation), ενώ η E14 αποτελεί πιο ολιστική αξιολόγηση της εμπειρίας ως μέσου γνωριμίας.

5.4.3 Αντιλαμβανόμενη μάθηση

Η κλίμακα αντιλαμβανόμενης μάθησης ($MO_{RQ2}=3,90$) δείχνει θετική αποτίμηση του ARtSCAPE ως πλαισίου micro-learning εντός μιας εμπειρίας αστικού περιπάτου. Τα υψηλότερα επιμέρους ευρήματα στις E22 και E24 υποστηρίζουν ότι το περιεχόμενο παρουσιάζεται με τρόπο κατανοητό και ο συνδυασμός κίνησης και πληροφορίας ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το RQ2, καθώς επιβεβαιώνει την κεντρική υπόθεση ότι η μάθηση δεν χρειάζεται να συμβαίνει αποκλειστικά σε στατικό περιβάλλον, αλλά μπορεί να ενσωματωθεί σε κινητικές πρακτικές εξερεύνησης.

Παράλληλα, η χαμηλότερη τιμή της E23 (ανάκληση πληροφοριών) δείχνει ένα αναμενόμενο όριο της αντιλαμβανόμενης μάθησης όταν το περιεχόμενο είναι πλούσιο και η εμπειρία διεξάγεται σε περιβάλλον πεδίου (με ερεθίσματα περιβάλλοντος, κίνηση και χρονικούς περιορισμούς). Η ένδειξη αυτή δεν αναιρεί την εκπαιδευτική αξία, αλλά προσφέρει σαφή κατεύθυνση για την περαιτέρω βελτιστοποίηση της μαθησιακής δομής, όπως θα μπορούσε να είναι η προσθήκη μικρών περιλήψεων και η επανάληψη βασικών σημείων, ώστε να στοχεύσει στην ενδυνάμωση της ανάκλησης των πληροφοριών, διατηρώντας ταυτόχρονα τα εκτενή κείμενα για όσους επιθυμούν εμβάθυνση.

5.4.4 Κοινωνική εξωστρέφεια & αστικός χώρος

Η κλίμακα κοινωνικής εξωστρέφειας ($MO_{RQ3}=3,85$) καταγράφει θετική τάση ως προς την ενθάρρυνση εξερεύνησης της γειτονιάς και την αντίληψη ότι το Μουσείο συνδέεται με το περιβάλλον του (π.χ. E26 και E29). Αυτό ευθυγραμμίζεται με το RQ3 και υποστηρίζει ότι μια location-based εμπειρία μπορεί να λειτουργήσει ως πρακτική εξωστρέφειας, μεταφέροντας πολιτιστικό περιεχόμενο στον αστικό χώρο και αναδεικνύοντας τη γειτονιά ως μέρος της πολιτιστικής διαδρομής.

Ωστόσο, η συγκριτικά χαμηλότερη τιμή της E28 (αναθεώρηση του τρόπου με τον οποίο εκλαμβάνεται ο αστικός χώρος) υποδηλώνει ότι, παρότι η εφαρμογή ενθαρρύνει την εξερεύνηση, η βαθύτερη αλλαγή οπτικής απέναντι στον αστικό χώρο δεν είναι εξίσου έντονη σε όλους. Αυτό είναι χρήσιμο εύρημα, καθώς δείχνει ότι μπορεί να χρειάζεται πιο στοχευμένους μηχανισμούς ερμηνείας του αστικού περιβάλλοντος (όπως αφηγηματικά κείμενα με επίκεντρο τη γειτονιά και ενσωμάτωση τοπικών ιστοριών). Στο πλαίσιο της πιλοτικής έκδοσης, τα αποτελέσματα τεκμηριώνουν ήδη ένα θετικό βασικό outreach, αλλά υποδεικνύουν σαφές πεδίο ανάπτυξης για ισχυρότερη χωρική ερμηνεία.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα & Μελλοντική Εργασία

Το παρόν κεφάλαιο συνοψίζει τα βασικά συμπεράσματα της διατριβής, όπως προκύπτουν από τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής ARtSCAPE (Κεφάλαια 3–4) και από τα ευρήματα της πιλοτικής αξιολόγησης (Κεφάλαιο 5). Η σύνθεση οργανώνεται γύρω από τα τρία ερευνητικά ερωτήματα (RQ1, RQ2, RQ3) που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 1, με στόχο να αποτυπωθεί με σαφήνεια ο βαθμός στον οποίο μια location-based εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας τύπου «treasure hunt» μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή με ένα μουσείο, να υποστηρίξει τη μικρής κλίμακας μάθηση «εν κινήσει» και να λειτουργήσει ως πρακτική κοινοτικής εξωστρέφειας μέσω της εξερεύνησης του αστικού χώρου. Στη συνέχεια, καταγράφονται οι κύριοι περιορισμοί της μελέτης και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική εργασία τόσο σε τεχνικό επίπεδο (βελτιστοποίηση και επέκταση της εφαρμογής) όσο και σε ερευνητικό επίπεδο (διεύρυνση και εμβάθυνση της αξιολόγησης).

6.1 Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν να εξετάσει πώς μια location-based εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας τύπου «treasure hunt» μπορεί να ενισχύσει την εμπλοκή του κοινού με ένα μουσείο (RQ1), να υποστηρίξει αποτελεσματικά την παράδοση εκπαιδευτικού περιεχομένου μικρής κλίμακας (micro-learning) «εν κινήσει» (RQ2) και (γ) να λειτουργήσει ως πρακτική κοινοτικής εξωστρέφειας, συνδέοντας το μουσείο με τον αστικό του περίγυρο (RQ3).

6.1.1 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ1 (Museum Engagement)

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δείχνουν ότι το ARtSCAPE διαθέτει σαφή δυναμική ενίσχυσης της μουσειακής εμπλοκής. Η υψηλή αποτίμηση της χρησιμότητας ($MO_{SUS}=75,6/100$) υποδηλώνει ότι η εμπειρία είναι επαρκώς λειτουργική ώστε οι συμμετέχοντες να ολοκληρώνουν το σενάριο χρήσης χωρίς σοβαρά εμπόδια αλληλεπίδρασης, στοιχείο που επιτρέπει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων engagement με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Παράλληλα, οι δείκτες της μουσειακής εμπλοκής (A: $MO_{RQ1A}=4,13$, B: $MO_{RQ1B}=4,31$) και ο σύνθετος δείκτης συνολικής αξίας ($E14+E18+E20$, $MO_{RQ1C}=4,11$) συγκλίνουν σε θετική συνολική εικόνα. Ιδιαίτερα, η έμφαση στην εστίαση του χρήστη στα έργα και στη διάθεση σύστασης της εμπειρίας υποδεικνύει ότι η εφαρμογή δεν λειτουργεί μόνο ως τεχνολογικό εντυπωσιακό μέσο, αλλά και ως πλαίσιο ενεργοποίησης προσοχής, ενδιαφέροντος και στάσης απέναντι στο μουσείο.

Έτσι, ως απάντηση στο RQ1, η εργασία καταλήγει ότι ένα location-based AR treasure hunt μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματικό μηχανισμό ενεργοποίησης και εμπλοκής, ιδίως όταν: (α) συνδέει την ανακάλυψη με φυσική προσέγγιση σημείων ενδιαφέροντος, (β) παρέχει συνεκτικό περιεχόμενο ανά στόχο και (γ) ενσωματώνει σαφή ροή «ανακάλυψης–ενημέρωσης–προόδου» που διατηρεί το ενδιαφέρον.

6.1.2 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ2 (Micro-learning)

Η κλίμακα αντιλαμβανόμενης μάθησης ($MO_{RQ2}=3,90$) καταγράφει θετική αποτίμηση του ARtSCAPE ως πλαισίου micro-learning. Τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι το εκπαιδευτικό περιεχόμενο μπορεί να οργανωθεί και να «παραδοθεί» αποτελεσματικά σε συνθήκες αστικού περιβάτου, όταν η πληροφορία συνδέεται άμεσα με συγκεκριμένα έργα/στόχους και όταν η εμπειρία ενισχύει την κατανόηση μέσω της σύζευξης κίνησης και πληροφορίας. Ταυτόχρονα, το γεγονός ότι η ανάκληση πληροφοριών εμφανίζεται ως πιο απαιτητική διάσταση είναι συμβατό με τη φύση της μάθησης «εν κινήσει», όπου ο χρήστης μοιράζει την προσοχή του μεταξύ περιβάλλοντος, πλοήγησης και περιεχομένου.

Συνεπώς, ως απάντηση στο RQ2, η εργασία καταλήγει ότι η micro-learning προσέγγιση είναι εφικτή και λειτουργική στο πλαίσιο μιας location-based εμπειρίας, υπό την προϋπόθεση ότι το περιεχόμενο δομείται σε στρώματα διαφορετικού βάθους (π.χ. βασικά στοιχεία + δυνατότητα εμπάθυνας) και ότι ο σχεδιασμός υποστηρίζει τόσο την κατανόηση όσο και τη συγκράτηση βασικών σημείων.

6.1.3 Συμπεράσματα ερωτήματος RQ3 (Community Outreach)

Η κλίμακα κοινωνικής εξωστρέφειας ($MO_{RQ3}=3,85$) δείχνει θετικές ενδείξεις ότι το ARtSCAPE μπορεί να λειτουργήσει ως πρακτική εξωστρέφειας, αφού ενθαρρύνει την εξερεύνηση της γειτονιάς, αναδεικνύει τον αστικό χώρο ως μέρος της πολιτιστικής εμπειρίας και ενισχύει την αντίληψη σύνδεσης του μουσείου με το περιβάλλον του. Η επιρροή αυτή φαίνεται να είναι περισσότερο ισχυρή ως προς την κινητοποίηση και την ένταξη της γειτονιάς στην εμπειρία, ενώ η βαθύτερη «μεταβολή οπτικής» απέναντι στον αστικό χώρο εμφανίζεται ως πιο ήπια διάσταση και ως πεδίο περαιτέρω ανάπτυξης.

Άρα, ως απάντηση στο RQ3, η εργασία καταλήγει ότι μια location-based AR εμπειρία μπορεί να υποστηρίξει community outreach κυρίως ως πολιτιστική πρακτική αστικού περιβάλλοντος και εξωστρέφειας, ενώ η ενδυνάμωση της χωρικής/κοινωνικής διάστασης μπορεί να απαιτεί πρόσθετους μηχανισμούς ερμηνείας του αστικού περιβάλλοντος (π.χ. τοπικές αφηγήσεις, χωρικές ιστορίες, ειδικές αποστολές που σχετίζονται με τη γειτονιά).

Συνολικά, η εργασία τεκμηριώνει ότι το ARtSCAPE, ως πιλοτική εφαρμογή, επιτυγχάνει να δημιουργήσει μια λειτουργική και ελκυστική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας στον αστικό χώρο, η οποία συνδέεται ουσιαστικά με το μουσείο, να υποστηρίξει micro-learning και να εμφανίσει θετικές ενδείξεις outreach. Παράλληλα, προσδιορίζει με σαφήνεια τα σημεία στα οποία η περαιτέρω εξέλιξη της εφαρμογής μπορεί να αυξήσει τη συνολική της αξία, την εκπαιδευτική της αποτελεσματικότητα και την κοινωνική της επίδραση.

6.2 Περιορισμοί της μελέτης

Η παρούσα εργασία υπόκειται σε συγκεκριμένους περιορισμούς, οι οποίοι σχετίζονται τόσο με το πεδίο εφαρμογής όσο και με τις τεχνικές και μεθοδολογικές επιλογές που έγιναν στο πλαίσιο μιας μεταπτυχιακής διατριβής.

Καταρχάς, η εφαρμογή ARtSCAPE σχεδιάστηκε αποκλειστικά για χρήση σε εξωτερικό χώρο (outdoor-only). Η επιλογή αυτή συνεπάγεται περιορισμούς που συνδέονται με την ακρίβεια γεωεντοπισμού, την αβεβαιότητα αισθητήρων και τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του αστικού περιβάλλοντος (π.χ. φωτισμός, εμπόδια, «αστικά φάραγγια»), οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τη σταθερότητα του geospatial tracking και, κατ' επέκταση, την ομοιομορφία της εμπειρίας μεταξύ διαφορετικών σημείων και συσκευών.

Δεύτερον, η εφαρμογή αναπτύχθηκε για κινητές συσκευές Android και αξιοποιεί τις δυνατότητες αισθητήρων που διατίθενται σε σύγχρονα smartphones. Ως εκ τούτου, η απόδοση, η ακρίβεια και η συνολική εμπειρία χρήσης ενδέχεται να διαφοροποιούνται ανάλογα με τις προδιαγραφές της συσκευής, κάτι που δεν είναι δυνατό να ελεγχθεί πλήρως σε μια πιλοτική υλοποίηση.

Τρίτον, σε επίπεδο περιεχομένου και κλίμακας, η εμπειρία περιορίζεται σε πέντε (5) σημεία ενδιαφέροντος εντός συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής γύρω από το Μουσείο. Ο περιορισμός αυτός εξυπηρετεί τον πιλοτικό χαρακτήρα της εφαρμογής και τη δυνατότητα ολοκλήρωσης μιας συνεκτικής δοκιμής, ωστόσο δεν επιτρέπει γενικεύσεις για υλοποιήσεις μεγαλύτερης κλίμακας (π.χ. περισσότερα έργα, πολλαπλές διαδρομές, διαφορετικές γειτονίες).

Τέταρτον, η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε πιλοτικό επίπεδο με περιορισμένο αριθμό συμμετεχόντων ($N=12$), και βασίστηκε κυρίως σε αυτοαναφερόμενα δεδομένα (κλίμακες Likert και ανοικτές ερωτήσεις). Τα αποτελέσματα παρέχουν χρήσιμες ενδείξεις και τάσεις για τη

χρηστικότητα, την εμπλοκή και την αντιλαμβανόμενη μάθηση, χωρίς όμως να αποσκοπούν σε στατιστική γενίκευση. Επιπλέον, η απουσία συμπληρωματικών μετρικών συμπεριφοράς (π.χ. analytics χρήση, χρονικά δεδομένα αλληλεπίδρασης, καταγραφή διαδρομών) περιορίζει τη δυνατότητα συσχέτισης αντιλήψεων με πραγματική συμπεριφορά χρήσης.

Οι παραπάνω περιορισμοί λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία των ευρημάτων και καθοδηγούν τις προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής και της μεθοδολογίας αξιολόγησης.

6.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Η μελλοντική εξέλιξη του ARtSCAPE μπορεί να κινηθεί σε τέσσερις βασικούς άξονες: (α) τεχνική ωρίμανση και επέκταση πλατφορμών, (β) εμπλουτισμός περιεχομένου και σεναρίων, (γ) ενίσχυση του game loop και της κοινωνικής διάστασης, και (δ) διεύρυνση/εμβάθυνση αξιολόγησης.

6.3.1 Τεχνική ωρίμανση & επέκταση πλατφορμών

Μια άμεση κατεύθυνση είναι η ανάπτυξη έκδοσης για iOS, ώστε η εμπειρία να είναι διαθέσιμη σε μεγαλύτερο εύρος χρηστών. Παράλληλα, η υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών (ενδεικτικά Ελληνικά-Αγγλικά-Γαλλικά) θα επέτρεπε στο ARtSCAPE να απευθυνθεί σε διεθνές κοινό και θα ενίσχυε τη δυνατότητα αξιοποίησής του ως εργαλείο πολιτιστικής προβολής.

Επιπλέον, προτείνονται βελτιώσεις στα υποσυστήματα που είναι κρίσιμα για outdoor AR: σταθερότερη συμπεριφορά τοποθέτησης, πιο σαφής χειρισμός αβεβαιότητας αισθητήρων, και μηχανισμοί που περιορίζουν την επίδραση των μεταβλητών που εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες.

6.3.2 Εμπλουτισμός περιεχομένου & κλίμακας εμπειρίας

Ο πιλοτικός σχεδιασμός με 5 έργα μπορεί να επεκταθεί σε περισσότερα POIs και σε πολλαπλές διαδρομές (routes) διαφορετικής διάρκειας ή θεματικής (π.χ. «κλασική διαδρομή», «σύντομη διαδρομή», «θεματική διαδρομή ανά καλλιτέχνη ή ρεύμα»). Η διαρκής ανανέωση περιεχομένου (νέα έργα, εποχικές διαδρομές, ειδικές εκδόσεις) θα λειτουργούσε ως μηχανισμός διατήρησης ενδιαφέροντος και επαναλαμβανόμενης χρήσης.

6.3.3 Ενίσχυση game loop, ολοκλήρωσης & κοινωνικής διάστασης

Μια κομβική βελτίωση αφορά την ενίσχυση του «κύκλου ανταμοιβής» (reward loop) και της αίσθησης ολοκλήρωσης, ώστε η εμπειρία να αποκτά σαφέστερο κλείσιμο και κίνητρο συνέχισης. Επιπλέον, μπορούν να ενσωματωθούν «special tasks» (π.χ. αποστολές, συλλεκτικά badges, χρονικές προκλήσεις) και ειδοποιήσεις (notifications) όταν ο χρήστης βρίσκεται κοντά σε έργο ή σε σημείο διαδρομής.

Σε πιο προχωρημένο επίπεδο, η εφαρμογή θα μπορούσε να διερευνήσει κοινωνικές λειτουργίες (π.χ. multiplayer συν-περιήγηση, ομαδικά tasks, co-creation με συμμετοχή του κοινού), καθώς και σύνδεση με ζωντανές δράσεις (live events) ή εκπαιδευτικά προγράμματα του Μουσείου.

6.3.4 Επέκταση μεθοδολογίας αξιολόγησης

Σε επίπεδο έρευνας, μια μελλοντική αξιολόγηση με μεγαλύτερο δείγμα θα επιτρέψει πιο ισχυρά συμπεράσματα και συγκρίσεις μεταξύ υποομάδων (π.χ. εξοικείωση με τεχνολογία, προϋπάρχον awareness, κάτοικοι/επισκέπτες γειτονιάς). Επιπλέον, η ενσωμάτωση αντικειμενικότερων

μετρικών (π.χ. logs χρήσης, χρόνος ανά στόχο, ολοκλήρωση διαδρομής, επιλογές περιεχομένου) θα ενισχύσει την τεκμηρίωση των συμπερασμάτων και θα επιτρέψει συσχέτιση μεταξύ αντιλαμβανόμενης εμπειρίας και πραγματικής συμπεριφοράς.

6.4 Επίλογος

Στο πλαίσιο της εργασίας ολοκληρώθηκε με επιτυχία η ανάπτυξη και η πιλοτική αξιολόγηση ενός λειτουργικού location-based AR παιχνιδιού αστικού περιπάτου, το οποίο συνδέει πολιτιστικό περιεχόμενο με τον πραγματικό χώρο. Το ARtSCAPE τεκμηριώνει ότι η επαυξημένη πραγματικότητα, όταν συνδυάζεται με γεωεντοπισμό, παιγνιώδη ανακάλυψη και οργανωμένη παράδοση περιεχομένου, μπορεί να αποτελέσει ουσιαστικό εργαλείο ενίσχυσης της σχέσης μουσείου–κοινού και να ανοίξει νέες δυνατότητες πολιτιστικής εμπειρίας στο αστικό περιβάλλον. Οι προτεινόμενες μελλοντικές επεκτάσεις προσδιορίζουν ένα σαφές μονοπάτι εξέλιξης από μια επιτυχημένη πιλοτική υλοποίηση σε μια ώριμη, επεκτάσιμη και ευρύτερα αξιοποιήσιμη εφαρμογή.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Anastasiadis, T., Lampropoulos, G., & Siakas, K. (2018). Digital Game-based Learning and Serious Games in Education. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE)*, 4(12). doi:10.31695/IJASRE.2018.33016
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), σσ. 355–385. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355
- Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), σσ. 1–36. doi:10.1145/3145534
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), σσ. 73–272. doi:10.1561/11000000049
- Brooke, J. (1996). SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale. Στο P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Επιμ.), *Usability Evaluation in Industry* (1 εκδ., σσ. 189-194). Taylor & Francis.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *MindTrek '11: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (σσ. 9–15). Tampere. doi:10.1145/2181037.2181040
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented Reality Teaching and Learning. Στο J. Spector, M. Merrill, J. Elen, & M. Bishop (Επιμ.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (4 εκδ., σσ. 735–745). Springer. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), σσ. 7–22. doi:10.1007/s10956-008-9119-1
- Dyulicheva, Y., Malakhatko, D., & Mladenović, R. (2022). The Augmented Reality Usage for Learning of Disappearing Historical Monuments. *Glasnik Srpskog geografskog drustva*, 102(1), σσ. 131-140. doi:10.2298/GSGD2201131D
- Economou, M., & Meintani, E. (2011). Promising Beginnings? Evaluating museum mobile phone apps. *Rethinking Technology in Museums Conference Proceedings*, (σσ. 26-27). Limerick. Ανάκτηση από: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Economou-3/publication/263768996_Promising_beginnings_Evaluating_museum_mobile_phone_apps/links/554b38020cf29f836c96787d/Promising-beginnings-Evaluating-museum-mobile-phone-apps.pdf
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2013). *The Museum Experience Revisited*. Routledge. doi:10.4324/9781315417851
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), σσ. 59–109. doi:10.3102/00346543074001059
- Höllerer, T. H., Feiner, S., Terauchi, T., Rashid, G., & Hallaway, D. (1999). Exploring MARS: Developing indoor and outdoor user interfaces to a mobile augmented reality system. *Computers & Graphics*, 23(6), σσ. 779–785. doi:10.1016/S0097-8493(99)00103-X
- Jung, T., tom Dieck, M., Lee, H., & Chung, N. (2016). Effects of Virtual Reality and Augmented Reality on Visitor Experiences in Museum. *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* (σσ. 621–635). Bilbao: Springer. doi:10.1007/978-3-319-28231-2_45

- Klopfer, E. (2008). *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*. Massachusetts Institute of Technology. doi:10.7551/mitpress/9780262113151.001.0001
- Kontogianni, A., & Alepis, E. (2020). Smart tourism: State of the art and literature review for the last six years. *Array*, 6. doi:10.1016/j.array.2020.100020
- Langlotz, T., Degendorfer, C., Mulloni, A., Schall, G., Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2011). Robust detection and tracking of annotations for outdoor augmented reality browsing. *Computers & Graphics*, 35(4), σσ. 831–840. doi:10.1016/j.cag.2011.04.004
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2018). Item Benchmarks for the System Usability Scale. *Journal of Usability Studies*, 13(3), σσ. 158-167.
- Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Thomson Course Technology.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), σσ. 1321–1329.
- NEMO - Network of European Museum Organisations. (2023). *Guidelines: Developing Education and Public Engagement in Museums*. Berlin: NEMO - Network of European Museum Organisations, German Museums Association and German Association for Museum Education. Ανάκτηση από: https://www.nemo.org/fileadmin/Dateien/public/Publications/NEMO_Working_Group_LEM_Publication_Developing_Education_and_Public_Engagement_in_Museums_05.2023.pdf
- Nicholson, S. (2015). A RECIPE for Meaningful Gamification. Στο T. Reiners, & L. C. Wood (Επιμ.), *Gamification in Education and Business* (σσ. 1–20). Springer.
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2008). What is User Engagement? A Conceptual Framework for Defining User Engagement with Technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(6), σσ. 938-955. doi:10.1002/asi.20801
- Papagiannakis, G., Geronikolakis, E., Pateraki, M., López-Menchero, V. M., Tsioumas, M., Sylaiou, S., . . . Magnenat-Thalmann, N. (2018). Mixed Reality, Gamified Presence, and Storytelling for Virtual Museums. Στο N. Lee (Επιμ.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (σσ. 1–13). Springer. doi:10.1007/978-3-319-08234-9_249-2
- Parry, R. (2013). *Museums in a Digital Age*. Taylor & Francis. Ανάκτηση από: <https://books.google.gr/books?id=fqkQ7plXw0IC>
- Pérez-Sanagustín, M., Parra, D., Verdugo, R., García-Galleguillos, G., & Nussbaum, M. (2016). Using QR codes to increase user engagement in museum-like spaces. *Computers in Human Behavior*, 60, σσ. 73-85. doi:10.1016/j.chb.2016.02.012
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), σσ. 1533–1543. doi:10.1007/s00779-013-0747-y
- Schmalstieg, D., & Höllerer, T. H. (2016). *Augmented Reality - Principles and Practice*. Addison-Wesley Professional.
- Shakouri, F., & Tian, F. (2018). Avebury Portal - A Location-Based Augmented Reality Treasure Hunt for Archaeological Sites. *Edutainment 2018: The 12th International Conference on E-Learning and Games*. Xi'an.
- Simon, N. (2010). *The Participatory Museum*. Museum 2.0. Ανάκτηση από: <https://www.participatorymuseum.org>
- Siountri, K., Skondras, E., Vergados, D. D., & Anagnostopoulos, C.-N. (2018). The Revival of Back-Filled Monuments through Augmented Reality (AR). *Proceedings of the 23rd International Conference on Cultural Heritage and New Technologies*. Vienna.
- Sylaiou, S., Mania, K., Karoulis, A., & White, M. (2010). Exploring the relationship between presence and enjoyment in a virtual museum. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(5), σσ. 243-253. doi:10.1016/j.ijhcs.2009.11.002

Ηλεκτρονικές πηγές

DREEm - Digital, Regeneration and Experience Economy modelling. (χ.χ.). StreetMuseum – Museum of London. Ανάκτηση από:

<https://www.dreem.org.uk/experience/streetmuseum-museum-of-london/>

Google for Developers. (χ.χ.). *Getting started with AR Foundation*. Ανάκτηση από Google for Developers:

<https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/getting-started-ar-foundation>

Google for Developers. (χ.χ.). *Getting started with ARCore Extensions for AR Foundation*. Ανάκτηση από Google for Developers:

https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/getting-started-extensions?ar_foundations_version

Ouwerkerk, J. (2011). UAR - Urban Augmented Reality. Ανάκτηση από:

https://www.museumsandtheweb.com/mw2011/best/mobile/uar_urban_augmented_reality.html

Pokémon GO. (χ.χ.). Ανάκτηση από Pokémon GO:

<https://pokemongo.com/>

UAR. (χ.χ.). Ανάκτηση από Netherlands Architecture Institute NAI:

<https://nieuweinstituut.nl/en/projects/nederlands-architectuurinstituut-nai/uar>

Unity. (χ.χ.). *AR Foundation*. Ανάκτηση από Unity:






<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@6.4/manual/index.html>

Unity. (χ.χ.). *Google ARCore XR Plugin*. Ανάκτηση από Unity:

<https://docs.unity3d.com/6000.3/Documentation/Manual/com.unity.xr.arcore.html>

Παράρτημα

Παράρτημα Α: Πίνακας μεταδεδομένων & περιεχομένου POIs

	1	2	3	4	5
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΡΓΟΥ					
ΚΑΛΙΤΕΧΝΗΣ	Auguste Rodin (1840-1917)	Edgar Degas (1834-1917)	Auguste Rodin (1840-1917)	Edgar Degas (1834-1917)	Paul Gauguin (1848-1903)
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	Κεφάλι τραγικής Μούσας	Μικρή χορεύτρια δεκατεσσάρων ετών	Η αιώνια άνοιξη	Άλογο στην ποτίστρα	Κύλινδρος διακοσμημένος με παράσταση της Hina
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	1891-1897	1878-1881 περίπου	1884	1866-1868	1892-1893
ΥΛΙΚΟ	Μπρούντζος με μαύρη πατίνα, 4/12. Χύτευση Georges Rudier, Παρίσι, 1975.	Μπρούντζος με καφέ πατίνα, τούλινη φούστα και σατέν κορδέλα σε ξύλινη βάση. Χύτευση A. A. Hébrard, Παρίσι, 1922 περίπου.	Μπρούντζος με καφέ πατίνα, χωρίς αριθμηση. Χύτευση Barbedienne, Παρίσι, 1902.	Μπρούντζος με μαύρη πατίνα, 13j. Χύτευση A. A. Hébrard, Παρίσι, 1919-1921.	Μπρούντζος με καφέ πατίνα, 1/6. Χύτευση Valsuani, Παρίσι, 1959.
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	30 × 19 × 24 εκ.	96,5 × 47 × 35 εκ.	66 × 83 × 42 εκ.	16,5 × 23 × 13 εκ.	37 × 13 × 10,5 εκ.
URL ΕΡΓΟΥ (goulandris.gr)	https://goulandris.gr/el/artwork/rodin-auguste-head-of-tragic-muse	https://goulandris.gr/el/artwork/degas-edgar-little-dancer-aged-fourteen	https://goulandris.gr/el/artwork/rodin-auguste-eternal-springtime	https://goulandris.gr/el/artwork/degas-edgar-horse-at-the-drinking-trough	https://goulandris.gr/el/artwork/gauguin-paul-cylinder-decorated-with-the-figure-of-hina
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	Παναθηναϊκό Στάδιο	Πλατεία Αγίου Σπυριδώνα	Πλατεία Βαρνάβα	Άλσος Παγκρατίου	Πλατεία Μεσολογίου
LATITUDE	37.969530560745305	37.9698816694882	37.965741129969814	37.96886632727216	37.968712866506472
LONGITUDE	23.740091073559686	23.7425917570887	23.743274059473578	23.746440267619487	23.749077510241598
ΜΟΥΣΙΚΗ	Lloyd Rodgers - On Matters of Consequence (Act I)	Lloyd Rodgers - One Questions of Discipline and the Naivete of Flowers (Act I)	Lloyd Rodgers - On Questions of Responsibility (Act II)	Lloyd Rodgers - Garden of Untamed Roses (Act II)	Lloyd Rodgers - Golden Riddles, Echoes and Points (Act II)
URL ΜΟΥΣΙΚΗΣ (freemusicarchive.org)	https://freemusicarchive.org/music/Lloyd_Rodgers/Cartesian_Reunion_Memorial_Orchestra_the_little_prince-a_ballet_in_two_act_s/04-On_Matters_of_Consequence	https://freemusicarchive.org/music/Lloyd_Rodgers/Cartesian_Reunion_Memorial_Orchestra_the_little_prince-a_ballet_in_two_act_s/02-One_Questions_of_Discipline_and_the_Naivete_of_Flowers/	https://freemusicarchive.org/music/Lloyd_Rodgers/Cartesian_Reunion_Memorial_Orchestra_the_little_prince-a_ballet_in_two_act_s/08-On_Questions_of_Responsibility/	https://freemusicarchive.org/music/Lloyd_Rodgers/Cartesian_Reunion_Memorial_Orchestra_the_little_prince-a_ballet_in_two_act_s/06-Garden_of_Untamed_Roses/	https://freemusicarchive.org/music/Lloyd_Rodgers/Cartesian_Reunion_Memorial_Orchestra_the_little_prince-a_ballet_in_two_act_s/05-Golden_Riddles_Echoes_and_Points/
ΦΡΑΣΗ HINT	«Πού να κρύβεται σήμερα μια μορφή βγαλμένη από την... αρχαιότητα;»	«Μια μικρή αλλά διάσημη χορεύτρια περιμένει να σε υποδεχθεί στην είσοδο...»	«Ένα ζευγάρι συναντιέται ξανά και ξανά στην ίδια πλατεία...»	«Το μόνο μέρος όπου ένα άλογο θα ένοιωθε πραγματικά άνετα στην πόλη...»	«Ανάμεσα στα δέντρα και τα μικρά μαγαζιά, κάτι θυμίζει νησί του Ειρηνικού...»

Πίνακας Α1. Μεταδεδομένα και περιεχόμενο που χρησιμοποιήθηκε ανά έργο στα προφίλ των POIs.

Παράρτημα Β: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εφαρμογής

Οδηγίες προς συμμετέχοντες

Το παρόν ερωτηματολόγιο αφορά την αξιολόγηση της εμπειρίας χρήσης της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας ARtSCAPE. Οι απαντήσεις είναι ανώνυμες και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διατριβής.

Παρακαλούμε να απαντήσετε με βάση τη συνολική σας εμπειρία μετά την ολοκλήρωση του σεναρίου χρήσης της εφαρμογής.

Κλίμακα απαντήσεων (για όλες τις κλειστές ερωτήσεις):

1 = Διαφωνώ απόλυτα

2 = Διαφωνώ

3 = Ούτε συμφωνώ / ούτε διαφωνώ

4 = Συμφωνώ

5 = Συμφωνώ απόλυτα

A. Δημογραφικά & πλαίσιο συμμετοχής

A01. Ηλικία: ____

A02. Φύλο: ____

A03. Κατοικείτε ή επισκέπτεστε συχνά τη γειτονιά του Παγκρατίου; (Ναι/Όχι)

A04. Πριν από τη συμμετοχή σας, γνωρίζατε την ύπαρξη του Μουσείου του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή στο Παγκράτι; (Ναι/Όχι)

A05. Πριν από τη συμμετοχή σας, είχατε βασική εικόνα για τη Συλλογή του Μουσείου; (Ναι/Όχι)

A06. Έχετε επισκεφθεί το Μουσείο του Ιδρύματος Βασίλη & Ελίζας Γουλανδρή στο Παγκράτι; (Ναι/Όχι)

B. Χρησιμότητα – SUS (System Usability Scale)

E01. Θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτή την εφαρμογή συχνά.

E02. Βρήκα την εφαρμογή υπερβολικά περίπλοκη.

E03. Η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση.

E04. Χρειάστηκα τη βοήθεια κάποιου για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

E05. Οι διάφορες λειτουργίες της εφαρμογής ήταν καλά ενσωματωμένες.

E06. Υπήρχαν πάρα πολλές ασυνέπειες στην εφαρμογή.

E07. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθαιναν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή πολύ γρήγορα.

E08. Βρήκα την εφαρμογή δυσκίνητη στη χρήση.

E09. Ένωσα σιγουριά όταν χρησιμοποιούσα την εφαρμογή.

E10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

Γ. Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement)

- E11. Η εφαρμογή με έκανε να νιώσω πιο κοντά στο Μουσείο.
- E12. Η εμπειρία με ενθάρρυνε να ενδιαφερθώ περισσότερο για τη Συλλογή του Μουσείου.
- E13. Ένωσα ότι το Μουσείο «βγαίνει» προς το κοινό μέσω της εφαρμογής.
- E14. Η εμπειρία ήταν ελκυστική ως τρόπος γνωριμίας με τα έργα και το Μουσείο.
- E15. Θα με ενδιέφερε να επισκεφθώ (ή να επισκεφθώ ξανά) το Μουσείο μετά τη χρήση της εφαρμογής.
- E16. Η εφαρμογή με έκανε να αφιερώσω χρόνο και προσοχή στα έργα που ανακάλυπτα.
- E17. Ένωσα προσωπική σύνδεση με το περιεχόμενο της εφαρμογής.
- E18. Η εμπειρία ήταν διασκεδαστική χωρίς να χάνει τον εκπαιδευτικό της χαρακτήρα.
- E19. Η εφαρμογή ενίσχυσε τη συνολική εικόνα που έχω για το Μουσείο.
- E20. Θα πρότεινα την εμπειρία αυτή σε άλλους επισκέπτες του Μουσείου.

Δ. Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning)

- E21. Έμαθα νέες πληροφορίες για τα έργα τέχνης που ανακάλυψα.
- E22. Η πληροφορία παρουσιαζόταν με τρόπο εύκολα κατανοητό.
- E23. Η εμπειρία με βοήθησε να θυμάμαι βασικά στοιχεία για τα έργα και τους καλλιτέχνες.
- E24. Ο συνδυασμός κίνησης και πληροφορίας βοήθησε τη μάθησή μου.
- E25. Θεωρώ ότι η εφαρμογή αποτελεί αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο.

Ε. Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach)

- E26. Η εφαρμογή με ενθάρρυνε να εξερευνήσω τη γειτονιά γύρω από το Μουσείο.
- E27. Ένωσα ότι η γειτονιά αποτελεί μέρος της πολιτιστικής εμπειρίας.
- E28. Η εμπειρία με έκανε να δω τον αστικό χώρο με διαφορετικό τρόπο.
- E29. Η εφαρμογή συνέβαλε στη σύνδεση του Μουσείου με το περιβάλλον του.

ΣΤ. Ανοικτές ερωτήσεις

- E30. Τι σας άρεσε περισσότερο στην εμπειρία;
- E31. Τι θα μπορούσε να βελτιωθεί;

Παράρτημα Γ: Απαντήσεις αξιολόγησης εφαρμογής

A. Δημογραφικά & πλαίσιο συμμετοχής

	A01	A02	A03	A04	A05	A06
S01	29	Άνδρας	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
S02	41	Γυναίκα	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
S03	58	Άνδρας	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
S04	23	Γυναίκα	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
S05	35	Άνδρας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
S06	27	Άνδρας	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
S07	46	Γυναίκα	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
S08	32	Άνδρας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
S09	38	Γυναίκα	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
S10	60	Γυναίκα	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
S11	21	Άνδρας	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι
S12	34	Άλλο	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι

Πίνακας Γ1. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ερώτηση δημογραφικών στοιχείων και πλαισίου (A01-A06).

B. Χρησιμότητα – SUS (System Usability Scale)

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
S01	4	1	5	1	4	2	5	2	4	2
S02	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
S03	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
S04	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
S05	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
S06	4	1	5	1	5	2	5	1	5	1
S07	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
S08	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
S09	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2
S10	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
S11	4	2	5	1	4	2	4	2	4	2
S12	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2

Πίνακας Γ2. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ερώτηση αξιολόγησης κλίμακας χρησιμότητας SUS (E01-E10).

Γ. Μουσειακή εμπλοκή (Museum Engagement)

	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
S01	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5
S02	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5
S03	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4
S04	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5
S05	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5
S06	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5
S07	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4
S08	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
S09	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5
S10	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
S11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
S12	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5

Πίνακας Γ3. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ερώτηση αξιολόγησης Linkert κλίμακας μουσειακής εμπλοκής (E11-E20).

Δ. Αντιλαμβανόμενη μάθηση (Perceived Learning)

	E21	E22	E23	E24	E25
S01	4	5	4	4	4
S02	4	4	3	4	4
S03	4	4	3	4	4
S04	3	4	3	4	3
S05	4	4	4	4	4
S06	4	4	4	4	4
S07	4	4	3	4	4
S08	3	4	3	4	3
S09	5	4	4	5	5
S10	4	4	3	4	4
S11	4	4	4	4	4
S12	4	4	4	4	4

Πίνακας Γ4. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ερώτηση αξιολόγησης Linkert κλίμακας αντιλαμβανόμενης μάθησης (E21-E25).

E. Κοινωνική εξωστρέφεια (Community Outreach)

	E26	E27	E28	E29
S01	4	4	4	4
S02	5	5	4	5
S03	3	3	3	3
S04	4	4	4	4
S05	4	4	4	4
S06	3	3	3	3
S07	4	4	3	4
S08	5	4	4	4
S09	4	4	4	4
S10	4	4	4	4
S11	3	3	3	3
S12	5	4	4	5

Πίνακας Γ5. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ερώτηση αξιολόγησης Linkert κλίμακας κοινωνικής εξωστρέφειας (E26-E29).

ΣΤ. Ανοικτές ερωτήσεις

	E30	E31
S01	Μου άρεσε πολύ ο συνδυασμός κρυμμένου θησαυρού με τα πραγματικά έργα και το ότι με ανάγκασε να σταθώ και να τα παρατηρήσω. Τα 3D ήταν αρκετά πειστικά.	Θα ήθελα μια πιο ξεκάθαρη ανταμοιβή στο τέλος και λίγο πιο σύντομες εκδοχές των ξεναγήσεων.
S02	Μου άρεσε που βγάξει το μουσείο στη γειτονιά και με έκανε να το δω αλλιώς, παρόλο που είμαι από εδώ. Ένωσα περήφανη που υπάρχουν τέτοια έργα στο Παγκράτι.	Μπερδεύτηκα σε κάποια σημεία. Θα ήθελα και περισσότερη καθοδήγηση.
S03	Ότι με έκανε να δω έργα και να ακούσω πληροφορίες χωρίς να είμαι μέσα στο μουσείο. Οι ξεναγήσεις είχαν πολύ ενδιαφέρον.	Θα ήθελα πιο απλές οδηγίες στην αρχή και λίγο πιο μεγάλα κουμπιά.
S04	Ήταν πολύ fun και μου άρεσε που έβγαζα φωτογραφίες με τα έργα, σαν παιχνίδι στην πόλη. Με έκανε να θέλω να τα βρω όλα.	Θα ήθελα κάποια επιβράβευση στο τέλος (π.χ. κάποιο badge). Μερικές μικρές αστοχίες στα χρώματα είναι αναμενόμενες, αλλά δεν με ενόχλησαν.
S05	Δεν ήξερα καν ότι υπάρχει αυτό το μουσείο στο Παγκράτι, και πραγματικά με εντυπωσίασε. Μου άρεσε ότι έμαθα για σημαντικούς καλλιτέχνες περπατώντας στη γειτονιά.	Ίσως να βοηθούσε μια πιο καθαρή ένδειξη προόδου και μια σύντομη περίληψη των πληροφοριών.
S06	Τεχνικά ήταν πολύ εντυπωσιακό και η ροή ήταν καθαρή. Μου άρεσε που σε «αναγκάζει» να φτάσεις σε πραγματικά κοντινό σημείο.	Θα ήθελα πιο έντονα game στοιχεία. Επίσης, σε 1–2 περιπτώσεις η σταθερότητα των έργων μπορούσε να είναι καλύτερη.
S07	Μου άρεσε ότι το μουσείο «απλώνεται» στη γειτονιά και ότι το περιεχόμενο είχε σοβαρότητα. Οι πληροφορίες ήταν πλούσιες.	Για μένα το παιχνίδι θα ωφελούνταν από το να έχω από την αρχή πρόσβαση σε όλα τα έργα χωρίς να χρειάζεται να περπατήσω τόσο πολύ. Επίσης, ορισμένες φορές θα ήθελα να είναι λίγο πιο ξεκάθαρο προς τα που ακριβώς πρέπει να πάω.
S08	Μου άρεσε που μου έδωσε αφορμή να κάνω βόλτα με σκοπό και να δω το Παγκράτι αλλιώς. Δεν περίμενα να έχει τέτοιο μουσείο εδώ.	Θα βοηθούσε αν υπήρχε πιο καθαρό τέλος με κάποιο έπαθλο. Επίσης, θα ήθελα πιο σύντομες πληροφορίες σε bullets.
S09	Οι ακουστικές ξεναγήσεις μου άρεσαν πολύ, γιατί είχαν ουσία και έδιναν βάθος στα έργα. Ένωσα ότι έκανα «πολιτιστικό περίπατο» και όχι απλό παιχνίδι.	Η μουσική μερικές φορές γινόταν αγχωτική και την χαμήλωνα.
S10	Ενώ δεν είμαι πολύ της τεχνολογίας, εντυπωσιάστηκα που «εμφανίζονται» τα έργα στον δρόμο. Με έκανε να θέλω να μάθω περισσότερα και να πάω στο μουσείο.	Θα ήθελα πιο ξεκάθαρες οδηγίες στην αρχή. Επίσης, κάποιες φορές δεν ήμουν σίγουρη αν κοιτάω σωστά το έργο για να το ξεκλειδώσω.
S11	Μου άρεσε ότι κυκλοφορούσες στον δρόμο και έψαχνες τα αγάλματα. Ο χειρισμός ήταν γενικά εύκολος.	Θα ήθελα αν γινόταν να εμφανίζονται καλύτερα τα έργα. Θα ήταν πολύ ωραίο να μπορούσες να τραβήξεις και video.
S12	Μου άρεσαν πολύ τα έργα και ότι μπορούσες να τα δεις στον δρόμο. Ήταν πολύ ρεαλιστικά και σε τραβούσε να το ολοκληρώσεις.	Σε 1–2 σημεία θα ήθελα πιο καλό φωτισμό στα 3D, αν και είναι μικρό θέμα.

Πίνακας Γ6. Απαντήσεις συμμετεχόντων (S01-S12) ανά ανοιχτή ερώτηση αξιολόγησης (E30-E31).