



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση
τριδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του
Αττάλου.*



Μαργαρίτα Σκαμαντζάρη

Επιβλέπων: Ανδρέας Γεωργόπουλος, καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2015

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

Μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης δεν προσπαθούμε απλά να δημιουργήσουμε έναν εικονικό χώρο και να παρουσιάσουμε τις πληροφορίες που διαθέτουμε γι' αυτόν. Προσπαθούμε να «αναστήσουμε» το μάρμαρο και τον πηλό και να αναζητήσουμε τα χέρια, τους ανθρώπους αυτούς που σμίλευσαν το μάρμαρο και έπλασαν τον πηλό, δίνοντάς τους «ζωή», δίνοντάς τους μια τέλεια μορφή, η οποία διατηρήθηκε για χιλιάδες χρόνια και σήμερα αποτελεί πρότυπο απaráμιλλης ομορφιάς και τελειότητας.

Προσπαθούμε να παρουσιάσουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις σημαντικές ή ασήμαντες, τις μικρές ή μεγάλες ιστορίες των ανθρώπων και να κατανοήσουμε τα νήματα που ύφαιναν την ζωή τους τότε και έφτασαν έως την σημερινή εποχή, υφαίνοντας τα νοήματα του δικού μας βίου.

Όσο όμως και να εξελιχθεί η τεχνολογία, όσο λεπτομερής και να γίνει η τρισδιάστατη απεικόνιση ποτέ δεν θα μπορέσει να φτάσει την τελειότητα, το μεγαλείο και την απλότητα της περίτεχνης και κομψής κόμης και των βοστρύχων μιας κόρης της αρχαιότητας, που μέσα στην ακινησία και την ακαμψία του μαρμάρου «ανεμίζουν» τόσους αιώνες τώρα.

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, Ανδρέα Γεωργόπουλο για την πολύτιμη στήριξη και βοήθειά του σε όλα τα στάδια της εργασίας. Τα πολύτιμα σχόλια, οι παρατηρήσεις, οι συμβουλές και οι συζητήσεις μαζί του συνέβαλλαν στη βελτίωση του αποτελέσματος της εργασίας αυτής. Ήταν πάντα διαθέσιμος να προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του, έτσι ώστε αυτή η εργασία να έχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Κλειώ Τσόγκα, αρχαιολόγο, για τη βοήθεια που μου παρείχε, καθώς και το Μουσείο της Αρχαίας Αγοράς για την πρόσβαση και την άδεια φωτογράφισης των εκθεμάτων. Ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζει στον Αρχιτέκτονα Μηχανικό, Χρήστο Κουτσαφτή, για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου και την πολύτιμη βοήθειά του.

Ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στη φίλη και συμφοιτήτριά μου Ελευθερία Ανδρέου, Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, για την πολύτιμη βοήθειά της κατά τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων, καθώς και στο φίλο μου Παναγιώτη Μικεδάκη, Programmer 3D Generalist, για τις πολύτιμες παρατηρήσεις του στο προγραμματιστικό κομμάτι της εργασίας αυτής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση, την ηθική υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
1.2. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
2. ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΥΣΕΙΑ	4
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ.....	5
2.2. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	5
2.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ.....	6
2.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ	8
2.4.1. Το πρόγραμμα <i>MU.S.EU.M. Project</i>	9
2.4.2. Κοινωνία της Πληροφορίας και Ψηφιακή Σύγκλιση	10
2.4.3. Η σειρά προγραμμάτων <i>MINERVA</i>	12
2.4.4. Ο οργανισμός <i>Michael Culture Association</i>	12
2.4.5. Το έργο <i>Athena Plus</i>	14
2.4.6. Η προσπάθεια της <i>Europeana</i>	16
2.4.7. Τα προγράμματα <i>The Learning Museum (LEM)</i> και <i>Network of European Museum Organisations (NEMO)</i>	17
2.4.8. Το πρόγραμμα <i>Linked Heritage</i>	19
2.4.9. Η πλατφόρμα του <i>Google Art Project</i> της <i>Google</i>	20
2.5. ΛΟΓΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ	23
2.6. Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΙΔΙΟ ΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ	25
2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ	26
2.8. ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	27
2.8.1. Ανάλυση των προδιαγραφών λειτουργίας και απαιτήσεων.....	28
2.8.2. Σχεδιασμός του εικονικού μουσείου (<i>Design</i>)	29
2.8.3. Σχεδιασμός παρουσίασης εκθεμάτων	30
2.8.4. Σχεδιασμός της διαδραστικότητας του εικονικού μουσείου	31
2.8.5. Δημιουργία προτύπου και αξιολόγηση	31
2.8.6. Εφαρμογή και εκτέλεση του εικονικού μουσείου.....	32
2.9. ΣΥΝΗΘΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΝΟΣ 3D ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	32
2.10. ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ	35
3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ	40
3.1. ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΞΕΝΑΓΗΣΗΣ (DIGITAL GUIDE SYSTEMS)	41
3.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΞΕΝΑΓΗΣΗΣ (AUDIO TOUR GUIDES)	42
3.3. LOCATION BASED SERVICES (LBS)	47
3.3.1. <i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i>	47

3.3.2. Ειδικά Σύμβολα (<i>Markers</i>)	48
3.3.3. Αντιπαραβολή Εικόνων (<i>Image Matching</i>)	48
3.3.4. Σταθμοί μετάδοσης και σύνδεσης με υπέρυθρες ή <i>Bluetooth</i> (<i>Infrared or Bluetooth Beacons</i>).....	48
3.3.5. Ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (<i>Radio Frequency Identification (RFID) tags</i>)	48
3.3.6. Εντοπισμός θέσης με <i>WiFi</i> (<i>WiFi Positioning</i>)	49
3.3.7. Τριγωνισμός ραδιοκυμάτων για εντοπισμό(<i>Radio Triangulation for Calculating Location</i>)..	49
3.3.8. Τριγωνισμός κινητού τηλεφώνου (<i>Mobile Phone Triangulation</i>)	49
3.4. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΞΕΝΑΓΗΣΕΙΣ.....	49
3.4.1. Κινητά Τηλέφωνα	50
3.4.2. <i>PDA</i> s (<i>Personal Digital Assistants</i>).....	50
3.4.3. Συσκευές <i>crossover</i> και εναλλακτική τεχνολογία.....	51
3.5. <i>QR CODES</i> (<i>QUICK RESPONSE CODES</i>)	51
3.6. ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ	53
3.7. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	55
3.7.1. Τοπομετρικές μέθοδοι και μέθοδοι εξ επαφής αποτύπωσης	59
3.7.2. Τοπογραφικές Μέθοδοι.....	59
3.7.3. Φωτογραμμετρικές Μέθοδοι.....	60
3.7.4. Ψηφιοποίηση με χρήση τεχνικών <i>laser</i> ή τριγωνισμού	61
3.7.5. Εναλλακτικές Μέθοδοι.....	64
3.8. ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ	66
3.9. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ (<i>3D PRINTING</i>).....	68
4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΣΤΟΑΣ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ	73
4.1. ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ	74
4.2. Η ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ ΚΑΙ Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	76
4.3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	79
4.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	82
4.4.1. Τρόπος λειτουργίας του <i>PhotoScan</i>	82
4.4.2. Δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων	83
4.4.3. Τελικά παραγόμενα τρισδιάστατα μοντέλα.....	88
4.5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	89
4.5.1. Σύγκριση και αξιολόγηση διαθέσιμων λογισμικών.....	90
4.5.2. Βασικές λειτουργίες και χαρακτηριστικά της <i>Unity</i>	93
4.5.3. Η Στοά του Αττάλου στη <i>Unity</i>	96
4.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	99

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1.: Χρονολογική, γεωγραφική ή σημασιολογική αναζήτηση εκθεμάτων στην ιστοσελίδα του προγράμματος.....	9
Εικόνα 2.2.: Το προφίλ και οι βασικές πληροφορίες ενός εκθέματος, όπως παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα του προγράμματος	10
Εικόνα 2.3.: Στιγμιότυπα από το Google Art Project που παρουσιάζουν «Την αρπαγή της Ευρώπης», έναν πίνακα του Rembrandt Harmensz το έτος 1632, που στεγάζεται στο Μουσείο J. Paul Getty του Λος Άντζελες. Ο συγκεκριμένος πίνακας ανήκει στην κατηγορία των εκθεμάτων gigapixel images του Google Art Project και επισημαίνεται η δυνατότητα zoom in σε μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας του πίνακα	21
Εικόνα 2.4.: «Ανδρώνας του κυνηγιού του λιονταριού» από την αναπαράσταση εικονικής πραγματικότητας της «Οικίας του Διονύσου» από το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού	24
Εικόνα 2.5.: Αναπαράσταση εικονικής πραγματικότητας της ρωμαϊκής σχολής μονομάχων (Iudus) στην Αυστρία.....	24
Εικόνα 2.6.: Αναπαράσταση των ισοθερμικών στρωμάτων της θερμοκρασίας πάνω από το ηφαίστειο Όλυμπος, στον Άρη (στιγμιότυπο)	24
Εικόνα 2.7.: Περιφερειακές συσκευές εισόδου δεδομένων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή	32
Εικόνα 2.8.: Στιγμιότυπο από περιήγηση στην εικονική ανακατασκευή του παρεκκλησίου της Καπέλα Σιζτίνα μέσα από την πλατφόρμα του Second Life	36
Εικόνα 2.9.: Στιγμιότυπο από το εικονικό μουσείο Gemaldegalerie Alte Meister της Δρέσδης, όπως παρουσιάζεται στο Second Life	37
Εικόνα 2.10.: Στιγμιότυπο από το εικονικό μουσείο Gemaldegalerie και τον πίνακα του Rembrandt van Rijn, μαζί με το πλαίσιο πληροφοριών που εμφανίζεται.....	37
Εικόνα 2.11.: Στιγμιότυπο από το μουσείο Newggenheim του Second Life	37
Εικόνα 2.12.: Στιγμιότυπο από την περιήγηση στο Valentino Garavani Virtual Museum	38
Εικόνα 2.13.: Στιγμιότυπο δύο εκθεμάτων από την ψηφιακή εφαρμογή «Αθηνά, η θεά της Ακρόπολης»	39
Εικόνα 3.1.: Οι συνήθειες συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ψηφιακά συστήματα ξενάγησης.....	41
Εικόνα 3.2.: Ακουστική ξενάγηση στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Βερολίνου	43
Εικόνα 3.3.: Συσκευή παροχής πληροφοριών και υπηρεσιών με την εφαρμογή συστημάτων LBS.....	47
Εικόνα 3.4.: PDA ή Προσωπικός Ψηφιακός Οδηγός με γραφίδα και πληκτρολόγιο	50
Εικόνα 3.5.: Το gumstix, ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής Linux για την τσέπη	51
Εικόνα 3.6.: Η κατανομή πληροφοριών σε QR Codes και Barcodes	52
Εικόνα 3.7.: Αφίσα του προγράμματος «The Bedford Highstreet Project QR Code Tour»	53
Εικόνα 3.8.: Ο οπτικός κλώνος (OptoClone) της εικόνας του Αγίου Μάμα (Κύπρος, 15 ^{ος} αι. μ.Χ.) που παρουσιάστηκε στην έκθεση με θέμα "Η Τιμή του Αγίου Μάμαντος στη Μεσόγειο: Ένας Ακρίτας Άγιος Ταξιδεύει", που οργάνωσε στην Θεσσαλονίκη το Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού (ΜΒΠ) στα πλαίσια της 4ης Μπιενάλε Σύγχρονης Τέχνης το 2014.....	55
Εικόνα 3.9.: Σύστημα Μέτρησης Συντεταγμένων (CMM) με μορφή βραχίονα	62
Εικόνα 3.10.: Παρουσίαση του λογισμικού Canoma με το αρχικό μοντέλο σε πρόγραμμα σχεδίασης CAD, τη δημιουργία της επιφάνειάς του στο Canoma και την τελική απόδοση της υφής σε αυτό	65
Εικόνα 3.11.: Στιγμιότυπο από το κέντρο της πόλης Κατμαντού πριν και μετά την καταστροφή που υπέστη από σεισμό την άνοιξη του 2015	66
Εικόνα 3.12.: Συσκευή τρισδιάστατης εκτύπωσης με εναπόθεση υλικού και δείγμα εκτύπωσης.....	69
Εικόνα 3.13.: Συσκευές στερεολιθογραφίας με δείγματα τρισδιάστατης εκτύπωσης.....	70
Εικόνα 3.14.: Μηχανές τρισδιάστατης σμίλευσης ελεγχόμενες από Ηλεκτρονικό Υπολογιστή.....	71
Εικόνα 3.15.: Στιγμιότυπο από την ιστοσελίδα του Sketchfab, το οποίο διαθέτει τρισδιάστατα μοντέλα από διάφορους φορείς (μουσεία ή ιδιώτες) και παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης αναμνηστικών αντιγράφων	71
Εικόνα 3.16.: Τρισδιάστατη φιγούρα-αντίγραφο από το DRC Industrial Design and Creative Industry Base ...	72
Εικόνα 3.17.: Τρισδιάστατες μινιατούρες σε διάφορα μεγέθη από την εταιρεία It's You	72

Εικόνα 4.1.: Η Αγορά των Αθηνών κατά τους Ελληνιστικούς χρόνους	75
Εικόνα 4.2.: Η Στοά του Αττάλου μετά την αναστήλωση (1956).....	77
Εικόνα 4.3.: Αναπαράσταση της μαρμαρόστρωτης οδού και της στοάς του συγκροτήματος στα ανατολικά της Στοάς του Αττάλου, περ. 420 μ.Χ. Στο αριστερό τμήμα της εικόνας το πρόπυλο της Αθήνας, που αποτελούσε την είσοδο της Ρωμαϊκής Αγοράς	78
Εικόνα 4.4.: Το νότιο τμήμα της Στοάς του Αττάλου με τα 16 εκθέματα.....	80
Εικόνα 4.5.: Σχέδια της Στοάς του Αττάλου, 159-138 π.Χ	80
Εικόνα 4.6.: Χρήση του χάρακα με τους προσημασμένους στόχους κατά τη διάρκεια της λήψης των εικόνων	81
Εικόνα 4.7.: Λήψη εικόνων του άνω τμήματος των αγαλμάτων	81
Εικόνα 4.8.: Στιγμιότυπο από το περιβάλλον του λογισμικού κατά την επισήμανση των στόχων (place marker) στις εικόνες, όπου εμφανίζεται ο χάρακας.....	84
Εικόνα 4.9.: Στιγμιότυπο του αποτελέσματος της διαδικασίας της ευθυγράμμισης των εικόνων και του προσδιορισμού της θέσης τους	85
Εικόνα 4.10.: Στα αριστερά εμφανίζεται το αποτέλεσμα της οικοδόμησης του πυκνού νέφους σημείων και στα δεξιά παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα μετά από επεξεργασία	85
Εικόνα 4.11.: Παρουσίαση του πλέγματος πολυγώνων όπως παρουσιάζεται στο περιβάλλον του λογισμικού με τρεις διαφορετικούς τρόπους	86
Εικόνα 4.12.: Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την απόδοση της υψής στο τρισδιάστατο μοντέλο	87
Εικόνα 4.13.: Τα vertex normal ενός δωδεκάεδρου πλέγματος (mesh)	87
Εικόνα 4.14.: Πλήρεις ή μερικά τρισδιάστατα ψηφιακά αντίγραφα πραγματικών αντικειμένων από το Τμήμα Πολυμέσων του Ερευνητικού Κέντρου Athena.....	92
Εικόνα 4.15.: Το περιβάλλον προγραμματισμού Scripts της Unity.....	94
Εικόνα 4.16.: Το βασικό περιβάλλον της Unity	95
Εικόνα 4.17.: Στιγμιότυπο από τη σκηνή του Unity, όπου παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που διαμορφώνουν την οντότητα του επισκέπτη.....	97
Εικόνα 4.18.: Στιγμιότυπο με την καρτέλα Inspector, όπου επισημαίνεται το πεδίο των πληροφοριών του εκθέματος.....	97
Εικόνα 4.19.: Στα αριστερά του στιγμιότυπου εμφανίζεται η καρτέλα Hierarchy και στα δεξιά παρουσιάζονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά που έχουν καθοριστεί για το πλήκτρο εξόδου από το πάνελ των πληροφοριών. Στο κέντρο της σκηνής εμφανίζεται ο καμβάς με το επιμέρους πάνελ και τις οδηγίες για την εικονική περιήγηση του επισκέπτη.....	98
Εικόνα 4.20.: Στιγμιότυπο από την εικονική περιήγηση στο νότιο τμήμα της Στοάς του Αττάλου, όπου εμφανίζεται κάτω αριστερά ο χάρτης και στο δεξί τμήμα της οθόνης παρουσιάζεται το πλαίσιο των πληροφοριών	99

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1.: Στατιστικά στοιχεία και αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα των Πανεπιστημίων της Βόρειας Καρολίνα και του Πίτσμπουργκ το 2006 σχετικά με το φύλο και την ηλικία όσων πραγματοποίησαν φυσική ή εικονική επίσκεψη σε κάποιο μουσείο	14
Πίνακας 3.1.: Προφίλ και χαρακτηριστικά χρηστών και μη των συστημάτων ακουστικής ξενάγησης	46
Πίνακας 4.1.: Παρουσίαση των 16 εκθεμάτων της Στοάς του Αττάλου μετά την επεξεργασία στο λογισμικό του PhotoScan	88

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1.: Σχηματική απεικόνιση των βασικών στόχων του έργου AthenaPlus.....	15
Διάγραμμα 2.2.: Πλήθος αντικειμένων-εγγραφών στην ψηφιακή βιβλιοθήκη της Europeana και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης αυτών στο διάστημα 2012-2015	16
Διάγραμμα 2.3.: Βασική δομή εικονικού συγκροτήματος μουσείων, συμμετρική σε σχήμα αστέρι.....	30

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

Διάγραμμα 3.1.: Μέθοδοι Μέτρησης (προσαρμοσμένο από Boehler & Heinz 1999)	58
Διάγραμμα 3.2.: Κατηγοριοποίηση των επίγειων σαρωτών.....	64

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ΔΕ παρουσιάζει αναλυτικά τη μεθοδολογία, τα βήματα και τις επιλογές που έγιναν για τη δημιουργία ενός εικονικού μουσείου με την εκμετάλλευση των τρισδιάστατων απεικονίσεων. Η εφαρμογή αφορά συγκεκριμένα ένα τμήμα της Στοάς του Αττάλου, ενός σημαντικού κτηρίου της Αρχαίας Αγοράς των Αθηνών, το οποίο άκμασε τον 2^ο αι. π.Χ. και σήμερα λειτουργεί ως μουσείο. Η Στοά του Αττάλου παρέχει επαρκή χώρο για τη φύλαξη, έρευνα και έκθεση των αντικειμένων, αλλά επιτρέπει επίσης στον επισκέπτη να εκτιμήσει τη λειτουργία και τη μορφή του συνηθισμένου αυτού τύπου αρχαίου δημόσιου κτηρίου.

Αρχικά, προσεγγίζεται και αναλύεται η έννοια του εικονικού μουσείου και περιγράφονται οι σημαντικότεροι σταθμοί στην ιστορία της εξέλιξής του. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι σημαντικότερες προσπάθειες δημιουργίας ενός τέτοιου μουσείου με τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας και των σύγχρονων τεχνολογικών μέσων, αλλά και τα στάδια ανάπτυξης και οι δυνατότητες που παρουσιάζει το εικονικό μουσείο.

Ακόμη, αναλύονται τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιούνται στον πολιτιστικό τομέα, εστιάζοντας κυρίως στην τρισδιάστατη τεχνολογία και τα παραγόμενα ψηφιακά προϊόντα, που προκύπτουν κυρίως κατά την αποτύπωση και ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Στη συνέχεια, αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και αναλύονται τα βήματα για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων της Στοάς του Αττάλου, σε περιβάλλον λογισμικού μοντελοποίησης με τη χρήση εικόνων. Περιγράφεται η διαδικασία δημιουργίας και προγραμματισμού του εικονικού περιβάλλοντος και της εικονικής περιήγησης σε κατάλληλο λογισμικό.

Τέλος, η ΔΕ ολοκληρώνεται με την αξιολόγηση των επιμέρους σταδίων και των τελικών προϊόντων της, καθώς και με τη διατύπωση ορισμένων σχολίων που προέκυψαν από την όλη διαδικασία.

National Technical University of Athens, Greece

School of Rural and Surveying Engineer

**The creation of a virtual museum, exploiting the three dimensional surveys.
Application to the Stoa of Attalos.**

Margarita Skamantzari

Diploma thesis

September 2015

Abstract

The present thesis is presenting the methodology, the actions and choices that were made for the creation of a virtual museum, exploiting the three-dimensional surveys. The application refers to a specific part of the Stoa of Attalos, an important building of the Ancient Agora of Athens, which flourished during the 2nd century B.C. and now houses the Museum of the Ancient Agora. The Stoa of Attalos provides sufficient space for the storage, research and exhibition of the objects, but also enables the visitor to appreciate the function and form of this ordinary type, ancient, public building. Initially, the concept of the virtual museum is approached and analysed, while the milestones in the history of its development are described. The most important efforts made to create such a museum with the help of digital technology and modern technological means are presented in detail, but also the stages of its development and the possibilities that the virtual museum offers.

Furthermore, modern technologies used in the cultural sector is analysed, focusing mainly on the three-dimensional technology and the digital products, which mainly result from the 3D survey and 3D digitization of cultural heritage.

Then, the methodology, adopted is described and analysed, along with the steps implemented for creating the three-dimensional models of the exhibits of the Stoa of Attalos in an image based modelling software. The creation and programming process of the virtual environment and tour in an appropriate software is also described.

Finally, the thesis concludes with the evaluation of the different stages and the final products, followed by a few comments based on the whole procedure.

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

1° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός εικονικού μουσείου με την εκμετάλλευση των τρισδιάστατων απεικονίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή αφορά στη Στοά του Αττάλου, στην Αρχαία Αγορά των Αθηνών και περιορίζεται στο τμήμα του κτηρίου που αντιστοιχεί στους 18 δωρικούς κίονες της εξωτερικής κιονοστοιχίας, ξεκινώντας από το νότιο άκρο της στοάς προς το βόρειο. Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στα οκτώ πρώτα καταστήματα της Στοάς του Αττάλου, όπως ήταν διαμορφωμένα κατά την αρχαιότητα. Το εικονικό μουσείο περιλαμβάνει τα τρισδιάστατα μοντέλα των εκθεμάτων που στεγάζονται στο συγκεκριμένο χώρο και είναι 16 στον αριθμό.

Ουσιαστικός στόχος αποτελεί και η ανάδειξη του ρόλου, της προσφοράς και των δυνατοτήτων του Αγρονόμου Τοπογράφου Μηχανικού στην προσπάθεια δημιουργίας ενός καινοτόμου προϊόντος, όπως είναι το εικονικό μουσείο και η περιήγησή του σε αυτό. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί και να παρουσιαστεί η εξέλιξη που μπορούν να έχουν τα συνηθισμένα πλέον τρισδιάστατα προϊόντα της εργασίας του Μηχανικού και η εφαρμογή και χρήση τους για τη δημιουργία περαιτέρω προϊόντων.

Για τη δημιουργία του εικονικού μουσείου της Στοάς του Αττάλου ήταν απαραίτητη και καθοριστική η συμβολή του Αρχιτέκτονα Μηχανικού, Χρήστου Κουτσαφτή, ο οποίος συνεισέφερε με τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου, στο οποίο εντάχθηκαν τα τρισδιάστατα μοντέλα των εκθεμάτων. Σημαντική ήταν η συνεισφορά και της υπεύθυνης αρχαιολόγου Κλειούς Τσόγκα, για την εποικοδομητική συνεργασία και τις πληροφορίες που παρείχε.

Μετά το αρχικό στάδιο, κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων, ξεκίνησε η διαδικασία επεξεργασίας αυτών και παραγωγής των τρισδιάστατων μοντέλων στο λογισμικό του PhotoScan, το οποίο επελέγη για την παρούσα εργασία. Μετά την ολοκλήρωση του συνόλου των τρισδιάστατων μοντέλων των 16 εκθεμάτων, δημιουργήθηκε, στήθηκε, σχεδιάστηκε και προγραμματίστηκε το εικονικό περιβάλλον του μουσείου και η εικονική περιήγηση σε αυτό. Η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιήθηκε στην πλατφόρμα της Unity, έπειτα από μικρή έρευνα που πραγματοποιήθηκε για παρόμοιες εφαρμογές και αντίστοιχα λογισμικά και πλατφόρμες.

Τέλος, διατυπώνονται διάφορα συμπερασματικά σχόλια, τα οποία αφορούν τόσο τη φάση της συλλογής των δεδομένων και τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων, όσο και τη διαδικασία δημιουργίας του εικονικού μουσείου και το τελικό αποτέλεσμα.

1.2. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια και ένα παράρτημα, των οποίων η δομή αναπτύσσεται παρακάτω.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται ο σκοπός και η δομή της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται εκτενής αναφορά στις έννοιες της εικονικής πραγματικότητας και του εικονικού-ψηφιακού μουσείου, ενώ παρουσιάζεται και η ιστορική εξέλιξη του εικονικού μουσείου μέχρι σήμερα. Περιγράφονται όλες οι προσπάθειες δημιουργίας εικονικών μουσείων και γενικότερα τα εγχειρήματα που αφορούν στην ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς επίσης και οι λόγοι που έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη της συγκεκριμένης ιδέας. Τελικά, παρουσιάζονται τα στάδια που απαιτούνται για την ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου, τα συνήθη χαρακτηριστικά και οι ιδιότητές του, αλλά και ορισμένοι προβληματισμοί που εγείρονται σχετικά με την ανάπτυξη και δημιουργία εικονικών μουσείων.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναφέρονται όλα τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα και συστήματα που έχουν εφαρμοστεί μέχρι και σήμερα στον πολιτιστικό τομέα, εστιάζοντας κυρίως στην τρισδιάστατη τεχνολογία, τα παραγόμενα ψηφιακά δεδομένα και τα προϊόντα της αποτύπωσης και ψηφιοποίησης των μνημείων και αρχαιολογικών χώρων.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναφέρονται τα κυριότερα ιστορικά στοιχεία για την Αρχαία Αγορά των Αθηνών, τη Στοά του Αττάλου και το Μουσείο της Αγοράς. Στη συνέχεια περιγράφεται η συλλογή των δεδομένων, η παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων και η τελική δημιουργία του εικονικού μουσείου. Τέλος, παρουσιάζονται η αξιολόγηση και κάποια συμπερασματικά σχόλια, που προέκυψαν από την παρούσα εργασία.

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΟΥΣΕΙΑ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Οι τρισδιάστατοι εικονικοί χώροι χρησιμοποιούνται σήμερα όλο και περισσότερο στη βιομηχανία, τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, τις ένοπλες δυνάμεις, την ιατρική, τη φαρμακευτική και την επιστήμη γενικότερα. Μερικές από τις πιο σημαντικές εφαρμογές είναι η τηλεκπαίδευση και η εκπαιδευτική ψυχαγωγία (edutainment).

Αρχικά, θα πρέπει να οριστεί η έννοια του τρισδιάστατου εικονικού χώρου. Ουσιαστικά αποτελεί την τρισδιάστατη αναπαράσταση ενός πραγματικού ή φανταστικού χώρου μέσω υπολογιστή, με στόχο τη δημιουργία μιας εφαρμογής. Θεωρητικά, κάθε τι ορατό στον πραγματικό χώρο μπορεί να αναπαρασταθεί σε έναν τρισδιάστατο εικονικό χώρο, όπως για παράδειγμα κτήρια, άνθρωποι, υδάτινοι πόροι, βλάστηση κ.τ.λ. (Moldoveanu A. et al., 2003) .

Πολλοί είναι εκείνοι που έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και εστίασαν την προσοχή τους σε έναν συγκεκριμένο τύπο τρισδιάστατου εικονικού χώρου, το τρισδιάστατο εικονικό μουσείο ή αλλιώς ψηφιακό μουσείο. Συνήθως πρόκειται για ένα αντίγραφο του πραγματικού μουσείου και χρησιμοποιείται αρκετές φορές εντός ή και εκτός του μουσείου για να δώσει πληροφορίες και να καθοδηγήσει τους επισκέπτες. Δυστυχώς, δεν έχει επικρατήσει ένας μόνο ορισμός για την πολύπλοκη αυτή έννοια του ψηφιακού μουσείου. Ένα ψηφιακό μουσείο μπορεί να οριστεί ως μια συλλογή με ψηφιακά αρχεία εικόνων, ήχου και κειμένου εμπλουτισμένα με πληροφορίες ιστορικού, επιστημονικού και πολιτιστικού περιεχομένου, στα οποία μπορεί να έχει πρόσβαση οποιοσδήποτε μέσω μιας ηλεκτρονικής συσκευής.

Ένας δεύτερος ορισμός για το ψηφιακό μουσείο είναι, ότι αποτελεί μια συλλογή αντικειμένων σε ψηφιακή μορφή με λογική συνέχεια και σχέση μεταξύ τους, συνοδευόμενα από πολυμέσα. Μια τέτοιου είδους συλλογή έχει τη δυνατότητα να ξεπεράσει παραδοσιακά προβλήματα επικοινωνίας και να «αλληλεπιδράσει» με τους επισκέπτες ανάλογα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους, καθώς μπορεί οποιοσδήποτε να έχει πρόσβαση σε αυτή (Schweibenz W., 2004). Το ψηφιακό μουσείο δεν έχει πραγματικό, φυσικό χώρο ή τοποθεσία και τα εκθέματα με τις πληροφορίες τους διατίθενται σε όλο τον κόσμο.

Προς το παρόν δεν έχουν εξερευνηθεί πλήρως οι δυνατότητες, οι περιορισμοί και τα όρια της τεχνολογίας στον συγκεκριμένο τομέα, καθώς τα πλεονεκτήματα της εικονικής πραγματικότητας και της «επικοινωνίας» ανθρώπου-υπολογιστή συνεχώς αυξάνονται. Άλλωστε έχουν ήδη γίνει προσπάθειες για τη δημιουργία ενός «Εικονικού Μεγα-Μουσείου» που συνδέει και επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά και ξεχωριστά εικονικά μουσεία, παρέχοντας έτσι μια οικονομική, πρακτική και ισχυρή πλατφόρμα για τη ραγδαία ανάπτυξη, ενοποίηση και εξυπηρέτηση αντίστοιχων εικονικών χώρων. Τέτοιου είδους προσπάθειες είναι για παράδειγμα το Google Art Project και η Europeana.

2.2. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Σήμερα διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες εικονικών μουσείων στο διαδίκτυο (Schweibenz W., 2004), τα οποία δημιουργούνται και αναπτύσσονται ως επέκταση του φυσικού μουσείου. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν:

- ✓ «Το μουσείο-φυλλάδιο». Πρόκειται για έναν ιστότοπο που περιλαμβάνει τις βασικές πληροφορίες του μουσείου, όπως είναι οι διαθέσιμες συλλογές, επερχόμενες εκδηλώσεις, στοιχεία επικοινωνίας με το μουσείο κ.ά. Στόχος αυτού του είδους εικονικού μουσείου είναι να ενημερώσει τους υποψήφιους επισκέπτες για το ίδιο το μουσείο.

- ✓ «Το μουσείο-περιεχόμενο». Το συγκεκριμένο εικονικό μουσείο είναι μια ιστοσελίδα, η οποία παρουσιάζει τις συλλογές του μουσείου και προσκαλεί τον εικονικό επισκέπτη να τις εξερευνήσει online. Το περιεχόμενο του μουσείου προσανατολίζεται κυρίως γύρω από τα εκθέματα και οι πληροφορίες που παρέχει προέρχονται από τη βάση δεδομένων της συλλογής. Απευθύνεται περισσότερο σε εξειδικευμένους χρήστες, εκπαιδευτικούς και επιστήμονες, εφόσον το περιεχόμενό του δεν έχει δημιουργηθεί και συνταχθεί για διδακτικούς σκοπούς. Στόχος του είδους αυτού είναι να προσφέρει λεπτομερέστατα πορτραίτα, προφίλ της συλλογής του μουσείου.
- ✓ «Το εκπαιδευτικό μουσείο». Πρόκειται για έναν ιστότοπο που διαθέτει διαφορετικές «εισόδους» για κάθε εικονικό χρήστη, ανάλογα με την ηλικία, το υπόβαθρο και τις γνώσεις του. Οι πληροφορίες παρουσιάζονται γύρω από το συγκεκριμένο κάθε εκθέματος, δηλαδή τα επιμέρους στοιχεία που το συνθέτουν. Επιπρόσθετα, ο ιστότοπος έχει δημιουργηθεί για εκπαιδευτικούς λόγους, περιλαμβάνει διδακτικό υλικό και συνδέεται με πρόσθετες πληροφορίες που παρακινούν το χρήστη να μάθει και να εξερευνήσει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα εκθέματα που τον ενδιαφέρουν. Στόχος του «εκπαιδευτικού μουσείου» είναι να παρακινήσει τον εικονικό επισκέπτη να επισκεφτεί ξανά και ξανά τον ιστότοπο του μουσείου, να δημιουργήσει μια σχέση με τη διαδικτυακή συλλογή και φυσικά να επισκεφτεί το πραγματικό μουσείο για να δει από κοντά τις συλλογές και τα εκθέματά του.
- ✓ «Το εικονικό μουσείο». Ουσιαστικά αποτελεί το επόμενο βήμα από το «εκπαιδευτικό μουσείο» και την εξέλιξή του, παρέχοντας όχι μόνο πληροφορίες για τις συλλογές του ίδιου του μουσείου, αλλά συνδέοντάς το με ψηφιακές συλλογές άλλων μουσείων. Με αυτόν τον τρόπο, οι ψηφιακές συλλογές που δημιουργούνται δεν υπάρχουν κατά αντιστοιχία στον πραγματικό κόσμο. Το «εικονικό μουσείο» με αυτή την έννοια αποτελεί την εκπλήρωση του οράματος του André Malraux για τη δημιουργία ενός «μουσείου χωρίς τοίχους» (Schweibenz W., 2004).

2.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Τα τελευταία χρόνια η ιδέα των εικονικών μουσείων αποτελεί σύνηθες και φλέγον θέμα συζήτησης σε διαλέξεις και συνέδρια, που αφορούν την πολιτιστική κληρονομιά και την ένταξη της σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτή. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα η ιδέα ενός εικονικού μουσείου αποτελούσε μεγάλη καινοτομία και προκάλεσε ποικίλες αντιδράσεις με αρκετούς υποστηρικτές, αλλά και πολλούς σκεπτικιστές. Σήμερα όμως, οι έννοιες της εικονικής πραγματικότητας και ειδικά του εικονικού μουσείου και της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς έχουν γίνει αποδεκτές από τον επιστημονικό κόσμο και γίνονται συνεχείς προσπάθειες για την καθιέρωση, την εξέλιξη και την ευρύτερη γνωστοποίησή τους στο κοινό. Ακόμα βέβαια, παραμένει μια έννοια κάπως ασαφής και αόριστη ως προς τον ακριβή προσδιορισμό της.

Μια απλή αναζήτηση στο Google σχετικά με τα εικονικά μουσεία δίνει σήμερα 17.400.000 περίπου αποτελέσματα. Η κατηγορία είναι ευρύτατη και πολλά από τα αποτελέσματά της δεν είναι σχετικά με τα εικονικά μουσεία ως τρισδιάστατους χώρους εικονικής περιήγησης και ξενάγησης του χρήστη, αλλά έχουν μικρή σχέση με αυτή την έννοια. Πολλοί είναι οι ιστότοποι που «βαφτίζουν» το περιεχόμενό τους εικονικό μουσείο, ωστόσο στην πραγματικότητα πρόκειται περισσότερο για βιβλιοθήκες ή αρχειοθήκες, ενώ πολλές φορές η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς καταλήγει να είναι απλή φωτογράφιση των μνημείων, των χώρων και των εκθεμάτων.

«Πατέρας» του εικονικού μουσείου και πρωτοπόρος στη σύλληψη και ανάπτυξη της ιδέας θα μπορούσε να θεωρηθεί ο André Malraux. Πρώτος το 1947 συνέλαβε και παρουσίασε την ιδέα του σχετικά με τη δημιουργία ενός φανταστικού μουσείου χωρίς τοίχους και περιορισμούς. Ο βασικός λόγος που τον έκανε να αμφισβητήσει τον παραδοσιακό μέχρι τότε ρόλο του μουσείου, τη δομή,

την οργάνωση και τον τρόπο παρουσίασης των συλλογών και των εκθεμάτων ήταν η ευρύτατη διάδοση της φωτογραφίας. Η αναπαραγωγή των έργων τέχνης μέσω της λήψης φωτογραφιών εκείνη την εποχή, έκανε την τέχνη προσιτή και πιο οικεία σε κοινό που ποτέ άλλοτε πριν δεν είχε επισκεφτεί κάποιο μουσείο. Την ίδια εποχή, στην Αμερική, ο Vannevar Bush εξέφραζε τη θεωρία πίσω από τη δημιουργία του Memex, ενός μη γραμμικού συστήματος αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών, το οποίο αργότερα αναγνωρίστηκε ως το πρώτο μοντέλο υπερκειμένου (hypertext), μια έννοια που απασχόλησε την επιστημονική κοινότητα πολύ αργότερα. Οι ιδέες λοιπόν των δύο αυτών ανθρώπων μαζί, φέρνουν προ των πυλών τη δημιουργία του εικονικού μουσείου (Huhtamo E., 2002).

Η εικονική πραγματικότητα ως όρος έγινε ευρύτερα γνωστός την περίοδο του 1980, αλλά οι ρίζες και η ιστορία του ξεκινούν πολύ νωρίτερα. Αρχικά, η σύλληψη της ιδέας έγινε για στρατιωτικούς σκοπούς, κυρίως για την εκπαίδευση και την προσομοίωση των στρατιωτών σε πτήσεις (EURO INNOVANET, 2008). Η συγκεκριμένη ορολογία επινοήθηκε το 1987 από τον Jaron Lanier, του οποίου η έρευνα στον τομέα της μηχανικής συνεισέφερε έναν αξιόλογο αριθμό προϊόντων στην εκκολλημένη ακόμα βιομηχανία της εικονικής πραγματικότητας (www.wikipedia.com). Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχει συγκεκριμένη ημερομηνία που μπορεί να θεωρηθεί ορόσημο για την εισαγωγή της εικονικής πραγματικότητας στα μουσεία, καθώς τα πολιτιστικά ιδρύματα και οι θεσμοί έδειξαν το ενδιαφέρον τους για την εισαγωγή της εικονικής πραγματικότητας στις εκθέσεις και τα μουσεία τους στα μέσα της δεκαετίας του 1990-2000 περίπου. Η εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας στα μουσεία ήρθε αρκετά αργά, συγκριτικά με άλλους τομείς που υιοθέτησαν την ιδέα ήδη από τα τέλη του 1970 και καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980-1990.

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία, πως η δημοτικότητα των εικονικών μουσείων πήρε μεγαλύτερες διαστάσεις με την εμφάνιση και γρήγορη εξάπλωση του Παγκόσμιου Διαδικτυακού Ιστού (www) και κυρίως με τη μετατροπή του σε ένα περιβάλλον πολυμέσων με τη δημιουργία του πρώτου τέτοιου προγράμματος περιήγησης στο διαδίκτυο, Mosaic Browser, το 1993 (Huhtamo E., 2002). Για την προώθηση του συγκεκριμένου εγχειρήματος μάλιστα δημιουργήθηκαν πρώιμες ηλεκτρονικές συλλογές. Ένα από τα πρώτα εικονικά μουσεία ήταν το EXPO, το 1993, με ένα διαδικτυακό οδηγό για τα αντικείμενα της Βιβλιοθήκης του Βατικανού, που στεγάζονταν στην Αμερικανική Βιβλιοθήκη του Κογκρέσου στην Ουάσινγκτον. Η αμέσως επόμενη προσπάθεια ένα χρόνο μετά, το 1994, έγινε στο Πολυτεχνείο του Παρισιού (École Polytechnique) από έναν προγραμματιστή. Δημιούργησε το πρώτο «Διαδικτυακό Μουσείο» (WebMuseum), που περιλάμβανε μια σειρά από δημιουργίες ζωγράφων του δυτικού κόσμου από το Μεσαίωνα μέχρι και την εποχή εκείνη.

Ακόμη και αν η συμβολή του Παγκόσμιου Διαδικτυακού Ιστού ήταν μεγάλη για τη διάδοση του εικονικού μουσείου, η ιδέα αυτή έχει τις καταβολές της στη δεκαετία του 1960 και την εφεύρεση του υπερκειμένου (hypertext), το οποίο μακροπρόθεσμα άσκησε μεγαλύτερη επιρροή και ανέδειξε την αναγκαιότητα της δημιουργίας ενός τεράστιου περιβάλλοντος πληροφορίας. Οι πληροφορίες αυτές χάρη στο υπερκείμενο δεν συνδέονται γραμμικά μεταξύ τους και υπάρχει η δυνατότητα μετάβασης από τη μια στην άλλη, χωρίς την ανάγκη προσπέλασης όλων των ενδιάμεσων πληροφοριών.

Μια πρώιμη περιγραφή και προσπάθεια ερμηνείας και εφαρμογής του υπερκειμένου ως ένα δίκτυο πολιτιστικών πληροφοριών ήταν το Project Xanadu του Ted Nelson (Huhtamo E., 2002). Ο δημιουργός του οραματίστηκε πώς θα οδηγήσει στη δημιουργία μιας παγκόσμιας τράπεζας δεδομένων, προσβάσιμης από οποιονδήποτε κόμβο ενός τεράστιου δικτύου. Ουσιαστικά, η πρώτη προσπάθεια εφαρμογής ξεκίνησε το 1960, αλλά μόλις το 1998 κυκλοφόρησε μια ημιτελής έκδοση του Project Xanadu. Μάλιστα το 2014 κυκλοφόρησε μια πιο ολοκληρωμένη έκδοση με το όνομα OpenXanadu.

Ένα ακόμη πρωτοπόρο σχέδιο, που στόχευε στην εξερεύνηση των δυνατοτήτων και της προσφοράς της παραπάνω ιδέας για ένα μουσείο, ήταν «Το Μουσείο Μέσα στο Τηλεπικοινωνιακό Δίκτυο» (The Museum Inside the Telephone Network). Το 1991 στην Ιαπωνία, το Project InterCommunication Center οργάνωσε μια έκθεση, στην οποία οι χρήστες είχαν πρόσβαση μόνο μέσω τηλεφώνου, fax ή σε περιορισμένο βαθμό μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Μάλιστα εκείνη την εποχή το διαδίκτυο δεν ήταν διαθέσιμο στην Ιαπωνία. Η βασική ιδέα στηριζόταν στη δημιουργία ενός νέου είδους «αόρατου» μουσείου και τέσσερα χρόνια αργότερα (1995) ακολούθησε μια ακόμη έκθεση με τίτλο «Το Μουσείο Μέσα στο Διαδίκτυο» (The Museum Inside the Network). Το «μουσείο» μετακόμισε τότε στο διαδίκτυο.

Τη δεκαετία του '90 οι δυνατότητες που είχε το υπερκείμενο εφαρμόστηκαν στη δημιουργία πολυάριθμων εικονικών μουσείων σε CD-ROM, ενώ ήδη το 1985 πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες «εικονικές πινακοθήκες» με τρισδιάστατα γραφικά σε υπολογιστή, όπως για παράδειγμα η βιντεοκασέτα με το έργο Luminaire των John Sanborn και Dean Winkler διάρκειας 6:54". Ένα από τα πρώτα εικονικά μουσεία σε CD-ROM έκανε την εμφάνισή του στο Σικάγο από την εταιρεία Apple, στο οποίο ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να εξερευνήσει με διαδραστικό τρόπο τρία διαφορετικά μουσεία συνδεδεμένα μεταξύ τους ως μια τρισδιάστατη προσομοίωση. Ανάμεσα στα μουσεία που ακολούθησαν το ρεύμα της εποχής εκείνης ήταν και το μουσείο του Λούβρου, το Ερμιτάζ και πολλά άλλα, κανένα όμως από αυτά δεν προσπάθησε να ενσωματώσει και να αποδώσει τρισδιάστατα το ίδιο το μουσείο, το κτίριο και το φυσικό του χώρο. Αρκούνταν στην απόδοση ορισμένων εκθεμάτων της συλλογής τους με κάποιες βασικές πληροφορίες για την ιστορία και την προέλευσή τους, με αποτέλεσμα τέτοιου είδους υλικό να έχει καθαρά συμπληρωματικό και προωθητικό χαρακτήρα και να μην λειτουργεί ως υποκατάστατο του μουσείου και μιας επίσκεψης σε αυτό (Huhtamo E., 2002).

Αξίζει να σημειωθεί πως το 1998 ο Werner Schweibenz αναφέρει, σε μια δημοσίευσή του με τίτλο «Εικονικά μουσεία», την έρευνα που πραγματοποίησε το 1997 η Stephanie James σχετικά με τους λόγους που τα μουσεία χρησιμοποιούν τις ιστοσελίδες τους και το διαδίκτυο (EURO INNOVANET, 2008). Στην έρευνα πήραν μέρος 33 μουσεία. Το 30% των μουσείων που συμμετείχαν στην έρευνα, θεωρούσαν, πως η δημιουργία μιας ιστοσελίδας μπορεί να βοηθήσει στην προβολή και διαφήμιση του μουσείου, ενώ για το 19% η ιστοσελίδα είναι σημαντική ώστε να έχουν μια παρουσία στο διαδίκτυο. Το 11% των μουσείων είχε δημιουργήσει και διατηρούσε την ιστοσελίδα του για εκπαιδευτικούς κυρίως λόγους. Ακόμη, για το 38% των μουσείων είναι σημαντική η ευρύτερη και ευκολότερη πρόσβαση σε συλλογές και εκθέσεις, το 23% δίνει έμφαση στον εκπαιδευτικό ρόλο του μουσείου και το 15% εστιάζει στις διαδραστικές δυνατότητες της ιστοσελίδας. Επίσης, το 54% των μουσείων δεν ελέγχει τον αριθμό των επισκεπτών της ιστοσελίδας του, ενώ μόνο το 14% κάνει μια καταμέτρηση όσων επισκέπτονται την ιστοσελίδα (hit counting). Τέλος, μόνο το 23% ερευνά τη διάρκεια κάθε διαδικτυακής επίσκεψης και τις επιμέρους ιστοσελίδες που επισκέπτεται ο χρήστης.

2.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ

Προχωρώντας σιγά σιγά στο σήμερα, είναι προφανές πως οι προσπάθειες ψηφιοποίησης της πολιτιστικής κληρονομιάς και δημιουργίας εικονικών μουσείων εντατικοποιήθηκαν από το 2000 περίπου και μετά. Τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και σε εθνικό, τα προγράμματα και οι οργανισμοί που ασχολήθηκαν με τη δημιουργία εικονικών μουσείων είναι πάρα πολλοί, καθώς επίσης και η λίστα με τα εικονικά μουσεία είναι σήμερα μεγάλη, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει πως όλα τα εγχειρήματα είναι πετυχημένα και συγκεντρώνουν όλα τα χαρακτηριστικά του εικονικού μουσείου.

Ο πολιτιστικός τομέας έχει ποικίλα πλεονεκτήματα και πολυάριθμα οφέλη σε οικονομικό, αλλά και κοινωνικό επίπεδο, γι' αυτό άλλωστε και η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει μεγάλο βάρος στην ανάπτυξη

και προώθηση του πολιτισμού και των καινοτομιών στον τομέα αυτό. Πιο αναλυτικά, στον οικονομικό τομέα αξίζει να τονιστεί πως το 2003 ο πολιτιστικός τομέας συνεισέφερε στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά 2,6%, επέφερε κέρδη ύψους 654 δις € και η ανάπτυξη του τομέα από το 1999 έως και το 2003 ήταν υψηλότερη από την ανάπτυξη της συνολικής οικονομίας της Ευρώπης. Επιπρόσθετα, στον κοινωνικό τομέα το 2004 5,8 εκατ. άνθρωποι εργάστηκαν στον πολιτιστικό τομέα, ποσοστό που αποτελεί ουσιαστικά το 3,1% του εργατικού δυναμικού της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τέλος, η εργασία στον συγκεκριμένο κλάδο αυξήθηκε κατά 1,85% κατά τη χρονική περίοδο 2002-2004, όπου ταυτόχρονα παρατηρήθηκε αύξηση της ανεργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EURO INNOVANET, 2008).

2.4.1. Το πρόγραμμα MU.S.EU.M. Project

Τα πρώτα προγράμματα που ξεκίνησαν με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι τα MU.S.EU.M. Project, MINERVA Project και The Michael Project. Το 2000 τέθηκε σε εφαρμογή το πρόγραμμα MU.S.EU.M. Project, που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση έως και το 2006. Στόχος του προγράμματος ήταν να βοηθήσει τα δημόσια μουσεία να ενταχθούν στον ψηφιακό και εικονικό κόσμο της σύγχρονης εποχής, εκπαιδεύοντας το προσωπικό και δημιουργώντας ένα αποδοτικό εικονικό μουσείο στην Ευρώπη με τις απαραίτητες προδιαγραφές. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αντιμετώπισε τα εικονικά μουσεία περισσότερο ως ένα συμπληρωματικό στοιχείο των φυσικών μουσείων, παρά ως υποκατάστατο, έτσι ώστε να καταφέρει να προσελκύσει περισσότερους επισκέπτες στο μουσείο. Η δημιουργία κάθε εικονικού μουσείου στηριζόταν σε συγκεκριμένους υποστόχους και ήταν μια διαδικασία μοναδική για κάθε μουσείο, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες και οι ιδιαιτερότητές του. Έτσι λοιπόν, τα βασικά σημεία της δημιουργίας του εικονικού μουσείου ήταν:

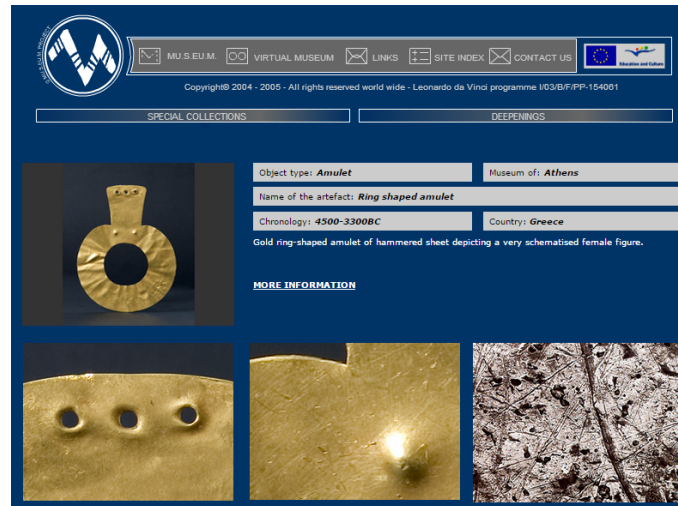
- ✓ Η παροχή περισσότερων πληροφοριών.
- ✓ Η διατήρηση των στοιχείων και πληροφοριών στο πέρασ του χρόνου.
- ✓ Η εφαρμογή και η υιοθέτηση της σύγχρονης τεχνολογίας και τεχνογνωσίας σχετικά με την παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών (e-services).
- ✓ Η αύξηση της προσβασιμότητας στα εικονικά μουσεία και τις υπηρεσίες τους.
- ✓ Η εξατομίκευση και προσαρμογή της ιστοσελίδας και του περιεχομένου της σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τη ζήτηση των πολιτιστικών αγαθών.
- ✓ Η αύξηση των επισκεπτών στα φυσικά μουσεία (EURO INNOVANET, 2008).



Εικόνα 2.1.: Χρονολογική, γεωγραφική ή σημασιολογική αναζήτηση εκθεμάτων στην ιστοσελίδα του προγράμματος.

Πηγή: www.europeanvirtualmuseum.it/virtuale.htm

Το τελικό αποτέλεσμα του MU.S.E.U.M. Project ήταν η δημιουργία μιας ιστοσελίδας με τη μορφή ψηφιακής βιβλιοθήκης, η οποία φιλοξενούσε μια μεγάλη ποικιλία εκθεμάτων και αντικειμένων από διάφορα μουσεία της Ευρώπης. Μάλιστα, τα εκθέματα εμπλουτίστηκαν με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, όπως το όνομα, η χώρα στην οποία εντοπίστηκε, η χρονολόγησή του, το μουσείο που εκθέτει το αντικείμενο και πολλές άλλες πληροφορίες. Πλούσιο είναι και το φωτογραφικό υλικό και οι πληροφορίες που διατίθενται για κάθε μουσείο που συμμετείχε στο πρόγραμμα και εκθέτει τα συγκεκριμένα αντικείμενα. Τέλος, έχει γίνει και διαχωρισμός των εκθεμάτων σε κατηγορίες ανάλογα με το συμβολισμό ή τη χρήση τους για την ευκολότερη αναζήτησή τους, σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις του χρήστη.



Εικόνα 2.2.: Το προφίλ και οι βασικές πληροφορίες ενός εκθέματος, όπως παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα του προγράμματος.

Πηγή: www.europeanvirtualmuseum.it

2.4.2. Κοινωνία της Πληροφορίας και Ψηφιακή Σύγκλιση

Στην Ελλάδα τα δύο κύρια χρηματοδοτικά εργαλεία για την παραγωγή και ψηφιοποίηση του πολιτιστικού αποθέματος ήταν αρχικά η Κοινωνία της Πληροφορίας (Κ.τ.Π.) που ξεκίνησε το 2000 και έληξε το 2006, καθώς και η Ψηφιακή Σύγκλιση, που αντικατέστησε και εξέλιξε το πρώτο πρόγραμμα από το 2007 και έπειτα. Το όραμα της Κ.τ.Π. Α.Ε. ήταν να αποτελέσει το βασικό, αξιόπιστο και αποτελεσματικό συνεργάτη των φορέων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, ώστε να ενταχθούν στην κοινωνία της πληροφορίας και της σύγχρονης εποχής. Ως βασικούς σκοπούς, η Εταιρεία, είχε θέσει:

- ✓ Την εκτέλεση δράσεων και έργων βελτίωσης της διοικητικής ικανότητας της ελληνικής δημόσιας διοίκησης στο πλαίσιο εφαρμογής του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Διοικητική Μεταρρύθμιση» και την υποστήριξή της για την εκτέλεση όμοιων δράσεων και έργων, με στόχο την ενδυνάμωση της διοικητικής αποτελεσματικότητας της δημόσιας διοίκησης.
- ✓ Την εκτέλεση έργων στον τομέα της πληροφορικής, των επικοινωνιών και των νέων τεχνολογιών για τη βελτίωση της δημόσιας διοίκησης στο πλαίσιο εφαρμογής των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων «Κοινωνία της Πληροφορίας» του Κ.Π.Σ. 2000 - 2006 και «Ψηφιακή Σύγκλιση» και την υποστήριξη της δημόσιας Διοίκησης για την εκτέλεση των σχετικών έργων.

- ✓ Την υποστήριξη ή/και διαχείριση της λειτουργίας συστημάτων πληροφορικής και επικοινωνίας της δημόσιας διοίκησης.
- ✓ Την ανάληψη της εκτέλεσης πράξεων και ενεργειών τεχνικής υποστήριξης, που χρηματοδοτούνται από τα Επιχειρησιακά Προγράμματα «Κοινωνία της Πληροφορίας», «Διοικητική Μεταρρύθμιση» και «Ψηφιακή Σύγκλιση».
- ✓ Τη συστηματική τεκμηρίωση και παρακολούθηση των χαρακτηριστικών, των προβλημάτων και της εξέλιξης της διοικητικής ικανότητας της δημόσιας διοίκησης, την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων και δράσεων που αποσκοπούν στη βελτίωσή της και τη διευκόλυνση της μεταφοράς και προσαρμογής ξένης εμπειρίας και καλών πρακτικών στο ελληνικό διοικητικό περιβάλλον.
- ✓ Την υλοποίηση δράσεων Κρατικών Ενισχύσεων στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ψηφιακή Σύγκλιση» του ΕΣΠΑ 2007-2013.
- ✓ Την υποστήριξη Ενδιάμεσων Φορέων Διαχείρισης.
- ✓ Την υλοποίηση πράξεων σχετικών με τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών που απευθύνονται σε πολίτες ή επιχειρήσεις, είτε ως δικαιούχος είτε ως Ενδιάμεσος Φορέας Διαχείρισης.
- ✓ Να εντοπίζει, αναδεικνύει και επικοινωνεί τα πρακτικά οφέλη των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (www.ktpae.gr).

Στη συνέχεια το επιχειρησιακό πρόγραμμα για την Ψηφιακή Σύγκλιση της Ελλάδας κατά την προγραμματική περίοδο 2007-2013 στόχευε στην ανάδειξη των αναπτυξιακών κατευθύνσεων και την εξειδίκευση της στρατηγικής, των μέσων και των παρεμβάσεων για την αποδοτική και βιώσιμη αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην ελληνική οικονομία. Το «Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ψηφιακή Σύγκλιση» αναθεωρήθηκε για δεύτερη φορά με την απόφαση της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 6/12/2012. Συγκεκριμένα οι οριζόντιες τεχνολογικές παρεμβάσεις που υιοθετούνται στο πλαίσιο υλοποίησης του προγράμματος είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Ανοικτά Δεδομένα. Οι επιμέρους στόχοι της παρέμβασης αυτής περιλαμβάνουν την αύξηση της προσβασιμότητας και βιωσιμότητας των ψηφιακών συλλογών, ένα σύνολο υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στον πολίτη και φυσικά διαφάνεια.
- ✓ Διαλειτουργικότητα. Πρόκειται για την ουσιαστική διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων της διοίκησης, αλλά και τη δημιουργία ενός ενιαίου Ευρετηρίου Υπηρεσιών (Service Registry).
- ✓ Cloud Computing και Data Centres. Η συγκεκριμένη παρέμβαση αφορά στην καλύτερη και οικονομικότερη αξιοποίηση των δημοσίων πόρων μέσω ανάπτυξης του G-Cloud, καθώς στην αξιοποίηση ιδιωτικών κέντρων δεδομένων.
- ✓ Ανοικτά Πρότυπα. Πρόκειται για την ενίσχυση της διαλειτουργικότητας και την ανάπτυξη προτύπων διαλειτουργικότητας σε κάθε έργο της Δημόσιας Διοίκησης.
- ✓ Πολυκαναλική Διάθεση. Οι υποστόχοι της παρέμβασης αυτής είναι η βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών, η εξυπηρέτηση του πολίτη όπου και να βρίσκεται, οποιαδήποτε ώρα της ημέρας και η παροχή εξειδικευμένης πρόσβασης σε ειδικές ομάδες του πληθυσμού (www.digitalplan.gov.gr).

Οι πρωτοβουλίες και τα εγχειρήματα που αναλαμβάνει και θέτει σε εφαρμογή το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα της Ψηφιακής Σύγκλισης παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, καθώς δεν αφορούν αποκλειστικά και μόνο τον πολιτιστικό και τουριστικό τομέα. Ωστόσο, η δράση στους τομείς αυτούς είναι εντατική με αξιόλογα παραδείγματα. Στις πιο πρόσφατες ανακοινώσεις του προγράμματος συμπεριλαμβάνονται πρωτοβουλίες όπως είναι ο «Εικονικός Οδηγός στη Βυζαντινή Αρχιτεκτονική: Η "Αγία Σοφία" Μνημείο της Παγκόσμιας Κληρονομιάς» και ουσιαστικά πρόκειται για την κατασκευή της πλήρους εικονικής ψηφιακής αναπαράστασης του ναού της Αγίας Σοφίας στην Κωνσταντινούπολη, όπως αυτός ήταν στην περίοδο του 11ου-12ου αιώνα. Η αναπαράσταση θα βασίζεται σε στοιχεία επιστημονικής έρευνας του Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού, τα οποία θα αποτυπώνονται με δυναμικό, σαφή και τεκμηριωμένο τρόπο προκειμένου να εξυπηρετεί πολλαπλούς σκοπούς. Ένα ακόμα έργο του προγράμματος είναι ο «Πολιτιστικός πλοηγός της Αθήνας σε συστήματα GPS και κινητά τηλέφωνα» και έχει ως στόχο να αξιοποιήσει τις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία και να κάνει τον πολιτισμό προσιτό και ελκυστικό στο ευρύ κοινό που επισκέπτεται την πόλη. Οι πολιτιστικές πληροφορίες και αναφορές θα είναι διαθέσιμες εκτός από Ελληνικά και σε άλλες 8 γλώσσες, με τρόπο φιλικό, προσελκύνοντας κατά κύριο λόγο τους νεαρούς χρήστες της τεχνολογίας (www.digitalplan.gov.gr).

2.4.3. Η σειρά προγραμμάτων MINERVA

Το 2002 ξεκίνησε το πρόγραμμα MINERVA, το οποίο έληξε το 2004, ενώ στη συνέχεια στις χρονικές περιόδους 2004-2006 και 2006-2008 τέθηκαν σε εφαρμογή αντίστοιχα προγράμματα σε συνέχεια του πρώτου, το Minerva Plus και το Minerva EC. Πρόκειται για ένα θεματικό δίκτυο στον τομέα του πολιτισμού, και των επιστημών, εμπλουτισμένο με πληροφορίες ακαδημαϊκού περιεχομένου. Η λειτουργία του προγράμματος βασίζεται στο συντονισμό των εθνικών πολιτικών, προγραμμάτων, ιδρυμάτων και οργανισμών που δραστηριοποιούνται στον πολιτιστικό τομέα με την υποστήριξη των Εθνικών Εκπροσώπων των Ευρωπαϊκών Υπουργείων Πολιτισμού. Στόχος του MINERVA είναι να διευκολύνει τη δημιουργία προϊόντων και υπηρεσιών που θα προσδώσουν αξία στον πολιτισμό, να συμβάλει στην αντιμετώπιση του κατακερματισμού και της επικάλυψης των δραστηριοτήτων ψηφιοποίησης του πολιτιστικού και επιστημονικού περιεχομένου, να ευαισθητοποιήσει όσους δραστηριοποιούνται στον τομέα της τεχνολογίας, αλλά και να μεγιστοποιήσει τη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών. Πιο αναλυτικά, στον τομέα του πολιτισμού το πρόγραμμα εστιάζει στους εξής στόχους:

- ✓ Βελτίωση της προσβασιμότητας και της προβολής των ευρωπαϊκών ψηφιακών πολιτιστικών πόρων.
- ✓ Υποστήριξη της ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ψηφιακής Βιβλιοθήκης για την πρόσβαση σε πολιτιστικούς πόρους.
- ✓ Συμβολή στην ενίσχυση της διαλειτουργικότητας μεταξύ των υφιστάμενων δικτύων.
- ✓ Προώθηση της χρήσης των ψηφιακών πολιτισμικών πόρων από τις επιχειρήσεις κάθε κράτους μέλους, αλλά και τους ίδιους τους πολίτες.
- ✓ Ενίσχυση της θέσης της Ευρώπης στον παγκόσμιο ανταγωνισμό της αγοράς.
- ✓ Διευκόλυνση της αξιοποίησης των πολιτιστικών ψηφιακών πόρων, παρέχοντας σαφείς κανόνες για τη χρήση τους και την εκ νέου χρήση, το σεβασμό και την προστασία των δικαιωμάτων των δημιουργών (www.minervaeurope.org).

2.4.4. Ο οργανισμός Michael Culture Association

Παράλληλα με το πρόγραμμα Minerva EC ξεκίνησε το 2006 το πρόγραμμα Michael Plus (Multilingual Inventory of Cultural Heritage in Europe) μέχρι και το 2009, ενώ το 2008

εμπλουτίστηκε με δύο ακόμη μη κυβερνητικές οργανώσεις, τις Michael European Portal και Michael Culture Portal σχηματίζοντας έτσι έναν ενιαίο οργανισμό, τον Michael Culture Association. Στόχος του προγράμματος είναι η εύκολη πρόσβαση στις ψηφιακές συλλογές της Ευρώπης και τις πληροφορίες που αυτές προσφέρουν. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς, έρευνα, ακόμα και για τον τουρισμό. Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι του Michael είναι:

- ✓ Ο προσδιορισμός μιας κοινά αποδεκτής προσέγγισης των υπηρεσιών της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς.
- ✓ Η καθιέρωση μιας παγκόσμιας διαδικτυακής υπηρεσίας που θα επιτρέπει στους χρήστες να αναζητήσουν και να εντοπίσουν μια μεγάλη γκάμα διαδικτυακών πυλών πολιτιστικού περιεχομένου.
- ✓ Μέσω της πολύγλωσσης βάσης δεδομένων να επιτρέψει στους χρήστες του να αναζητήσουν και να βρουν πληροφορίες, μέσω του διαδικτύου, σχετικές με την ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης.
- ✓ Η δημιουργία ενός καταλόγου της ευρωπαϊκής πολιτιστικής κληρονομιάς και των πηγών της, προσβάσιμου από όλους.
- ✓ Η ορθή και βιώσιμη διαχείριση του προγράμματος, προκειμένου να συνεχιστεί η σχετική προσπάθεια.
- ✓ Η υποστήριξη και εφαρμογή πολιτιστικών υπηρεσιών σε εθνικό επίπεδο, προκειμένου οι κυβερνήσεις να ενισχύσουν τέτοιου είδους προσπάθειες και εγχειρήματα.
- ✓ Τέλος, να θέσει τα θεμέλια, τη μεθοδολογία και την τεχνική υποστήριξη που απαιτείται για να γίνει πιο εύκολη η εισαγωγή νέων περιπτώσεων και εφαρμογών στο πλαίσιο του προγράμματος (EURO INNOVANET, 2008).

Η βάση δεδομένων και οι ιστοσελίδες που έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί για τα παραπάνω προγράμματα, παρέχουν πρόσβαση σε ψηφιακό υλικό και πληροφορίες από διάφορα μουσεία της Ευρώπης, βιβλιοθήκες και αρχειοθήκες σχετικές με την πολιτιστική κληρονομιά. Τα πρώτα αυτά εγχειρήματα έθεσαν τα θεμέλια για την ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, τη συλλογή πληροφοριών και τη δημιουργία ενιαίων, ενημερωμένων βάσεων δεδομένων, την ευαισθητοποίηση όλο και περισσότερων πολιτών και κυρίως χωρών, σχετικά με την προστασία και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και φυσικά συνέβαλλαν στη συνεργασία περισσότερων φορέων, οργανισμών και ιδρυμάτων του πολιτιστικού τομέα κάθε χώρας. Ωστόσο, οι προσπάθειες αυτές ήταν ακόμα αρκετά μακριά από την ιδέα της τρισδιάστατης απεικόνισης και της εικονικής περιήγησης σε ένα μουσείο ή έναν αρχαιολογικό χώρο.

Την περίοδο που υλοποιούνταν και λάμβαναν χώρα τα παραπάνω προγράμματα, το 2006 πραγματοποιήθηκε μια έρευνα από τα Πανεπιστήμια της Βόρειας Καρολίνα και του Πίτσμπουργκ, σχετικά με τις χρήσεις του μουσείου και τους χρήστες του (Survey of Museum Uses and Users) (Griffiths J.M., King D.W., 2007). Παρ' όλο που η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Αμερική, έδωσε αξιοσημείωτα αποτελέσματα που σίγουρα αντικατοπτρίζουν τις απόψεις μεγάλης μερίδας του πληθυσμού συνολικά.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα εστίασε σε χρήστες των διαδικτυακών μουσείων, αλλά και σε παραδοσιακούς επισκέπτες των μουσείων. Το 70% λοιπόν ενός συνόλου 223 εκατ. ενηλίκων, ηλικίας 18 και άνω, επισκέφτηκαν κάποιο μουσείο αυτοπροσώπως ή μέσω διαδικτύου μέσα στους προηγούμενους 12 μήνες. Σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες, όπου παρουσιάζονται ορισμένα μόνο από τα αποτελέσματα της έρευνας, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- ✓ 78 εκατ. ενήλικες επισκέφτηκαν αυτοπροσώπως μόνο κάποιο μουσείο (49,8% των επισκεπτών)

- ✓ 8 εκατ. επισκέφτηκαν μόνο μέσω διαδικτύου (5,2%)
- ✓ 70 εκατ. επισκέφτηκαν και αυτοπροσώπως και μέσω διαδικτύου κάποιο μουσείο (45,0%)

Φύλο	Ηλικία	Φυσική/ Πραγματική Επίσκεψη		Εικονική/ Εξ αποστάσεως Επίσκεψη	
		Αριθμός Επισκεπτών (εκατ.)	Αριθμός Επισκέψεων (εκατ.)	Αριθμός Επισκεπτών (εκατ.)	Αριθμός Επισκέψεων (εκατ.)
Άνδρες					
	18-24	9,54	46,57	5,23	17,02
	25-44	29,20	155,69	17,75	165,54
	45-64	19,49	96,16	11,19	74,42
	65+	7,81	36,63	2,21	6,12
Σύνολο Ανδρών		66,04	335,05	36,38	263,77
Γυναίκες					
	18-24	9,27	29,13	4,46	15,04
	25-44	30,16	156,06	17,87	123,76
	45-64	20,84	67,56	11,35	63,43
	65+	9,84	57,79	1,97	17,10
Σύνολο Γυναικών		70,11	310,54	35,65	219,33
Αγνώστων στοιχείων (φύλου/ηλικίας)		11,66	55,33	6,17	40,65
Γενικό Σύνολο		147,81	700,92	78,20	523,75

Πίνακας 2.1.: Στατιστικά στοιχεία και αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα των Πανεπιστημίων της Βόρειας Καρολίνα και του Πίτσμπουργκ το 2006 σχετικά με το φύλο και την ηλικία όσων πραγματοποίησαν φυσική ή εικονική επίσκεψη σε κάποιο μουσείο.

Πηγή: www.archimuse.com/ichim07/papers/griffiths/griffiths.html

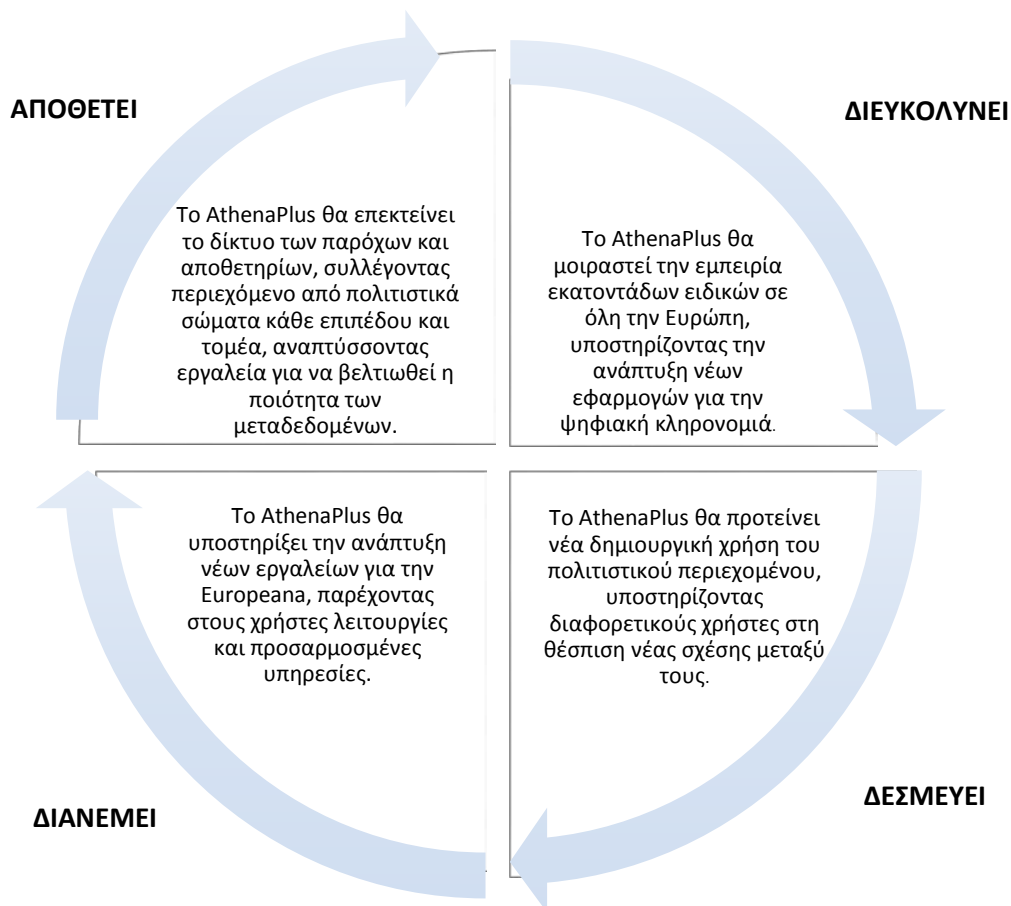
Από την έρευνα προέκυψε ακόμη, πως οι ενήλικες που συμμετείχαν στην έρευνα, επισκέφτηκαν αυτοπροσώπως 701 εκατ. φορές και 524 εκατ. φορές μέσω διαδικτύου τα μουσεία που τους ενδιέφεραν σ' ένα σύνολο 1,2 δις επισκέψεων. Σημαντικός είναι ο συσχετισμός που προκύπτει ανάμεσα στα δύο διαφορετικά είδη επίσκεψης ενός μουσείου, εφόσον προκύπτει από την έρευνα, ότι οι παραδοσιακές επισκέψεις σ' ένα μουσείο είναι περισσότερες, όταν ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να το επισκεφτεί και μέσω διαδικτύου. Επιβεβαιώνεται έτσι ο ισχυρισμός και η πεποίθηση πως τα εικονικά μουσεία και οι συλλογές μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση του αριθμού των επισκεπτών στο πραγματικό μουσείο.

2.4.5. Το έργο Athena Plus

Το 2008 θα μπορούσε να θεωρηθεί μια χρονιά ορόσημο, καθώς είναι μεγάλη η έκρηξη προγραμμάτων, πρωτοβουλιών και ιδεών σχετικά με την ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και την εξέλιξη των μουσείων. Πολλά από αυτά τα προγράμματα μάλιστα συνεχίζονται μέχρι και σήμερα. Τη χρονιά εκείνη ξεκίνησαν προγράμματα, όπως το Athena και η Europeana, που συνδέονται στενά μεταξύ τους. Το πρόγραμμα Athena ολοκληρώθηκε το 2013, όπου και ανανεώθηκε έως και τον Αύγουστο του 2015 ως Athena Plus. Το τελευταίο πρόκειται για ένα δίκτυο

βέλτιστης πρακτικής που στηρίχτηκε στην επιτυχημένη εμπειρία του έργου Athena και στα εργαλεία που αναπτύχθηκαν, όπως ο διακομιστής συγκέντρωσης ATHENA, το σχήμα LIDO και το εργαλείο χαρτογράφησης (MINT). Τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε όλο το οικοσύστημα των έργων της Europeana, αλλά και των μετέπειτα προγραμμάτων, όπως το Linked Heritage που ξεκίνησε το 2011 και ολοκληρώθηκε το 2013. Η κοινοπραξία του έργου Athena Plus αποτελείται από 40 εταιίρους από 21 χώρες κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ανάμεσά τους και η Ελλάδα. Οι κύριοι στόχοι του έργου σύμφωνα με το ενημερωτικό φυλλάδιο που εκδόθηκε είναι:

- ✓ Να συνεισφέρει με πάνω από 3,6 εκατ. εγγραφές μεταδεδομένων στην Europeana, τόσο από το δημόσιο όσο και από τον ιδιωτικό τομέα, εστιάζοντας κυρίως στο περιεχόμενο των μουσείων, με βασικούς πολιτιστικούς φορείς (υπουργεία και αρμόδιες κυβερνητικές υπηρεσίες, βιβλιοθήκες, αρχεία, κορυφαία ερευνητικά κέντρα, μικρομεσαίες επιχειρήσεις).
- ✓ Να βελτιώσει τις διαδικασίες αναζήτησης, ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης του περιεχομένου της Europeana, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και την διαχείριση της πολύγλωσσης ορολογίας για τους παρόχους του περιεχομένου.
- ✓ Να πειραματιστεί με την επαναχρησιμοποίηση εμπλουτισμένων μεταδεδομένων προσαρμοσμένων για χρήστες με διαφορετικές ανάγκες (τουρίστες, σχολεία, μελετητές) μέσω των εργαλείων που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των εικονικών εκθέσεων, τουριστικών και διδακτικών εφαρμογών, τα οποία θα ενταχθούν στα αποθετήρια της Europeana και στις βάσεις των εθνικών αποθετηρίων ή των μεμονωμένων παρόχων περιεχομένου (www.athenaplus.eu).



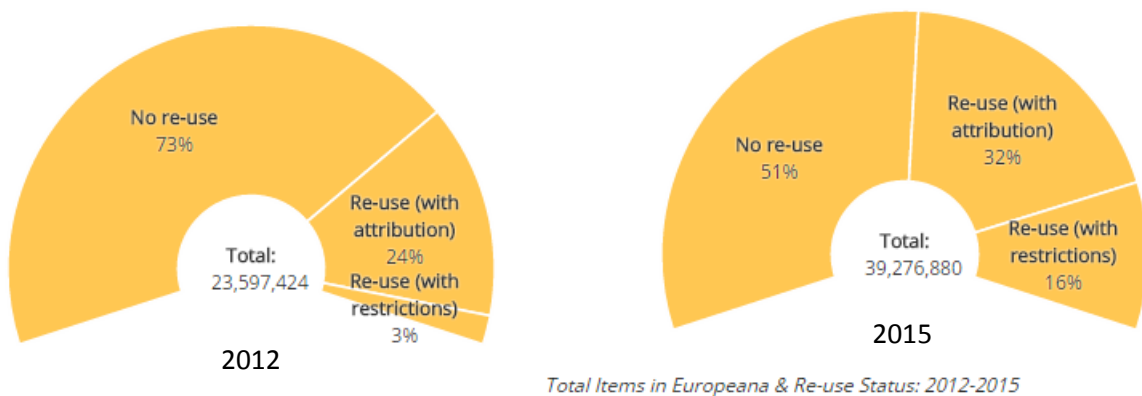
Διάγραμμα 2.1.: Σχηματική απεικόνιση των βασικών στόχων του έργου AthenaPlus.

Πηγή: www.athenaplus.eu

2.4.6. Η προσπάθεια της Europeana

Το μεγάλο εγχείρημα της Europeana ξεκίνησε το 2008 και σήμερα έχει καθορίσει τους στόχους και το στρατηγικό της πλάνο μέχρι και το 2020. Η Europeana δημιούργησε μια διαδικτυακή πύλη με πλούσιο πολιτιστικό υλικό, δίνοντας έτσι πρόσβαση στην πολιτιστική κληρονομιά από κάθε γωνιά του πλανήτη. Η ψηφιακή αυτή βιβλιοθήκη φιλοξενεί περίπου 43 εκατ. αντικείμενα, εκ των οποίων μάλιστα περίπου 500.000 προέρχονται από την Ελλάδα, ενώ οι φορείς και οι υπηρεσίες που συμμετέχουν στο εγχείρημα και προσφέρουν υλικό και πληροφορίες ξεπερνούν τους 2.500 (www.psvaluetalks.gr). Έχει γίνει πλέον αντιληπτό, πως τέτοιου είδους έργα επιβάλλεται να προσφέρουν στους χρήστες και τους επισκέπτες προσεγγμένο, ενημερωμένο και πλήρες υλικό, εμπλουτισμένο με όλα τα σύγχρονα πολυμέσα, σχεδιασμένο για κάθε ηλεκτρονική συσκευή του σήμερα και του αύριο. Το όραμα της Europeana είναι να δημιουργήσει ένα δίκτυο, το οποίο θα συνδέει την πολιτιστική κληρονομιά της Ευρώπης, με τον ίδιο τρόπο που συνδέει το οδικό και συγκοινωνιακό δίκτυο κάθε πολιτιστική πρωτεύουσα και πόλη.

Η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, στην προβολή και προώθησή της, αλλά και στην οικονομική ανάπτυξη των χωρών που στηρίζονται κυρίως στον πολιτισμό και τον τουρισμό. Η ψηφιοποίηση απαιτεί όμως διαλειτουργικά μεταδεδομένα, διαμορφωμένα με συγκεκριμένες προδιαγραφές, αλλά και ιδιαίτερη προσοχή στα πνευματικά δικαιώματα των εγγραφών της ψηφιακής βιβλιοθήκης. Μόλις το 10% της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει ψηφιοποιηθεί μέχρι σήμερα και περιλαμβάνει τις διάφορες πτυχές του ευρωπαϊκού πολιτισμού, όπως αυτός αποτυπώνεται σε βιβλία, πίνακες ζωγραφικής, φωτογραφίες, γράμματα, ήχους, κινούμενες εικόνες, κ.ά. Από το σύνολο των 43 περίπου εκατ. εγγραφών της Europeana, μόνο το 34% είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο, ενώ μόλις το 3% των έργων αυτών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να δημοσιευτούν από άλλες εφαρμογές στο διαδίκτυο.



Διάγραμμα 2.2.: Πλήθος αντικειμένων-εγγραφών στην ψηφιακή βιβλιοθήκη της Europeana και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης αυτών στο διάστημα 2012-2015.

Πηγή: statistics.europeana.eu/content

Προκειμένου λοιπόν να συνεχίσει το σημαντικό και δύσκολο έργο της, η Europeana έθεσε τους παρακάτω στόχους για το στρατηγικό της πλάνο μέχρι και το 2020:

- ✓ Βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων. Είναι απαραίτητο οι πολιτιστικοί φορείς να μοιραστούν με το κοινό το καλύτερο υλικό που διαθέτουν και για να γίνει αυτό χρειάζονται δελεαστικά κίνητρα, όπως λιγότερο χρόνο και χρήματα για να ενταχθούν στην κοινότητα της

Europeana, αλλά και μεγαλύτερη ασφάλεια, αξιοπιστία και νομοθετική προστασία. Επίσης, ο οργανισμός υπόσχεται καλύτερη πρόσβαση και ευκολότερη διανομή της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς.

- ✓ Ελεύθερη πρόσβαση στα δεδομένα. Μια ακόμη δέσμευση της Europeana είναι να κάνουν τα δεδομένα των συνεργατών τους ανοιχτά, προσβάσιμα και επαναχρησιμοποιήσιμα χωρίς περιορισμούς στο πλαίσιο των πνευματικών δικαιωμάτων τους. Σημαντική είναι και η προσπάθεια μετάφρασης του περιεχομένου σε διαφορετικές γλώσσες, προκειμένου να καταστεί το εγχείρημα αυτό η πρώτη πλατφόρμα πολιτιστικής κληρονομιάς, με αυθεντικό και αξιόπιστο υλικό, έτοιμο για χρήση και επαναχρησιμοποίηση. «Η Europeana πρέπει να γίνει η θερμοκοιτίδα, στην οποία θα εκκολάπτονται και θα γεννιούνται νέες ιδέες», αναφέρει χαρακτηριστικά η Lizzy Jongma, του Rijksmuseum.
- ✓ Παροχή κινήτρων και εξασφάλιση νέων συνεργατών και υπηρεσιών. Η διατήρηση και συνέχιση της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι χρέος όλων και θα επιτευχθεί μόνο με τη γενναιοδωρία των πολιτιστικών φορέων και οργανισμών, αλλά και με την παροχή κινήτρων σε αυτούς, ώστε να συμμετέχουν σε έργα όπως η Europeana (www.strategy2020.europeana.eu).

2.4.7. Τα προγράμματα The Learning Museum (LEM) και Network of European Museum Organisations (NEMO)

Δύο χρόνια μετά, το 2010, τέθηκε στη γραμμή εκκίνησης ένα ακόμα χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, το «The Learning Museum» (LEM). Το συγκεκριμένο εγχείρημα διήρκεσε μέχρι τις 30 Οκτωβρίου του 2014 και στη συνέχεια ενσωματώθηκε στο Δίκτυο των Ευρωπαϊκών Οργανισμών Μουσείων (Network of European Museum Organisations - NEMO). Πρόκειται για ένα ευρύ δίκτυο, που στόχο έχει να προσφέρει σε μουσεία και εκπαιδευτικούς ένα μόνιμο χώρο και ένα βήμα για να συναντηθούν, να ανταλλάξουν εμπειρίες, πρακτικές και γνώση, συνεισφέροντας παράλληλα στη δημιουργία μιας ευρωπαϊκής κοινότητας που ενδιαφέρεται για την πολιτιστική κληρονομιά και τα μουσεία.

Το δίκτυο αυτό ξεκίνησε με 23 συνεργάτες από 17 χώρες της Ευρώπης και έναν ακόμη συνεργάτη από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και συγκεκριμένα το Μουσείο Ανθρωπολογίας του Πανεπιστημίου του Ντένβερ. Η φιλοσοφία του LEM στηριζόταν στην ιδέα της συνεργασίας και ενοποίησης όλων των πολιτιστικών φορέων, οργανισμών και υπηρεσιών της Ευρώπης που είχαν εκπαιδευτικό ρόλο. Όλοι αυτοί οι οργανισμοί δεσμεύονταν να μοιραστούν πληροφορίες και εκπαιδευτικό υλικό, δίνοντας έτσι ελεύθερη πρόσβαση στη γνώση σε ευρύτερο κοινό, αλλά μαθαίνοντας και ο ένας φορέας από τον άλλο.

Τα μουσεία και οι πολιτιστικοί φορείς δεν πρέπει να θεωρούνται αποκλειστικά και μόνο «αποθήκες πολιτισμού και γνώσης», αλλά πρέπει να λειτουργούν ως εκκολαπτήρια ιδεών και ανοιχτές βιβλιοθήκες με ελεύθερη πρόσβαση σε όλους. Το πρόγραμμα LEM προώθησε αυτή την ιδέα, συνέβαλε στη δια βίου μάθηση, στην ευαισθητοποίηση και συνεργασία των αρμόδιων φορέων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, στη συγκρότηση ερευνητικών ομάδων σε θέματα σχετικά με την πολιτιστική κληρονομιά, τα μουσεία και τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρουν στο κοινό και τελικά δημιούργησε μια ανοιχτή, ψηφιακή πλατφόρμα επικοινωνίας, στην οποία είναι διαθέσιμη όλη η γνώση και οι πληροφορίες από το εγχείρημα αυτό (Sani M.,2013).

Στη συνέχεια, το πρόγραμμα LEM ενσωματώθηκε στον οργανισμό NEMO, όπως προαναφέρθηκε. Το Δίκτυο των Ευρωπαϊκών Οργανισμών Μουσείων (NEMO) ιδρύθηκε το 1992 ως ένα ανεξάρτητο δίκτυο εθνικών μουσείων και οργανισμών, τα οποία εκπροσωπούν την κοινότητα των μουσείων των κρατών μελών στο Συμβούλιο της Ευρώπης. Τα μέλη του NEMO εκπροσωπούν πάνω από 30.000 μουσεία σε όλη την Ευρώπη και ουσιαστικά συνδέουν όλα τα ευρωπαϊκά μουσεία και τους

πολιτιστικούς οργανισμούς, ώστε να εξασφαλίσουν τη θέση τους στην πολιτιστική ανάπτυξη της Ευρώπης. Προωθεί ακόμη ευρωπαϊκές πολιτικές που βοηθούν σημαντικά τα μουσεία στην εκπλήρωση του ρόλου και του στόχου τους, ως φύλακες και προστάτες της πολιτιστικής κληρονομιάς, αναδεικνύοντας και υπενθυμίζοντας συνεχώς τη μεγάλη σημασία τους στα αρμόδια όργανα της Ευρώπης. Το δίκτυο αυτό υποστηρίζει τον στόχο των μουσείων να μαθαίνουν το ένα από το άλλο μέσα από τη δικτύωση και τη συνεργασία τους, αλλά και υποδεικνύει τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμμετέχουν στις υπάρχουσες αποφάσεις και πολιτικές της Ευρώπης που αφορούν στον πολιτισμό. Τέλος, η κοινότητα του NEMO πιστεύει, ότι τα μουσεία είναι σημαντικοί παράγοντες στη διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς και παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην προώθηση και καλύτερη κατανόηση των πολιτιστικών θεμάτων και προβλημάτων στην Ευρώπη. Η αποστολή του NEMO, όπως διατυπώνεται από τα μέλη του, στηρίζεται σε δύο βασικούς πυλώνες που είναι:

- ✓ Να εξασφαλίσουν, ότι τα μουσεία θα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ευρωπαϊκής ζωής, μέσω της προώθησης της δουλειάς και της αξίας τους στους αρμόδιους φορείς.
- ✓ Να παρέχουν στα μουσεία όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, συνεχή ενημέρωση και δικτύωση, αλλά και πολλές ευκαιρίες για συνεργασία μεταξύ τους ή και με άλλους πολιτιστικούς φορείς (www.ne-mo.org).

Το NEMO παρουσίασε το 2015 σε μια δημοσίευσή του τις τέσσερις θεμελιώδεις αρχές που πρέπει να διέπουν τη λειτουργία και την οργάνωση ενός μουσείου, παραθέτοντας ταυτόχρονα και παραδείγματα μουσείων από 22 χώρες της Ευρώπης που πέτυχαν τους στόχους τους μέσα από τη συμμετοχή τους στο δίκτυο του NEMO. Οι τέσσερις αυτές αρχές είναι ο κοινωνικός, ο οικονομικός, ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του μουσείου και οι συλλογές που διαθέτει. Μια από τις κυρίαρχες ανησυχίες ενός ευρωπαϊκού μουσείου είναι οι συλλογές και η πρόσβαση του κοινού σε αυτές, είτε ως φυσικοί, παραδοσιακοί είτε ως εικονικοί, ψηφιακοί επισκέπτες. Οι συλλογές και οι εκθέσεις αποτελούν την καρδιά του μουσείου και χωρίς αυτές δεν υφίσταται. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η ελεύθερη και εύκολη πρόσβαση του κοινού στις συλλογές και το υλικό των μουσείων είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η δημιουργία και καθιέρωση παγκόσμιων ψηφιακών δικτύων. Η ψηφιοποίηση και η σύγχρονη τεχνολογία δημιουργούν νέες προκλήσεις και ευκαιρίες, απαιτούν νέες ικανότητες και συνεχή ενημέρωση τόσο σε επίπεδο οργανισμού, όσο και σε ατομικό επίπεδο για ένα μουσείο. Χάρη στην ψηφιακή εποχή τα μουσεία μπορούν να προσεγγίσουν ευρύτερο και πολυποικίλο κοινό, αυξάνοντας ταυτόχρονα το διαδραστικό και εκπαιδευτικό ρόλο τους στη σύγχρονη κοινωνία.

Όσον αφορά τον κοινωνικό ρόλο και την προσφορά των μουσείων, η προσοχή και το ενδιαφέρον τους εστιάζει κυρίως σε ομάδες ανθρώπων με περιορισμένη πρόσβαση σε αυτά, όπως είναι τα άτομα με ιδιαίτερες ικανότητες, ηλικιωμένοι, κρατούμενοι ή άνθρωποι που βρίσκονται σε ιδρύματα. Σε αυτή τη φιλότιμη προσπάθεια, τα μουσεία λαμβάνουν υπόψη τους τις μεγάλες δημογραφικές αλλαγές που συμβαίνουν τα τελευταία χρόνια, αλλά και τις γενικότερες αλλαγές που επηρεάζουν την κοινωνία. Γι' αυτό το λόγο, συνεχώς εξερευνούν νέους τρόπους για να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε όλους, ανεξάρτητα από τις συνθήκες και τις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης. Σε αυτή την προσπάθεια λοιπόν είναι μεγάλη η συμβολή και καθοριστικός ο ρόλος που μπορούν να παίξουν οι τρισδιάστατες απεικονίσεις, η εικονική πραγματικότητα και η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς θα λύσουν τα χέρια των επιμελητών των μουσείων, ειδικότερα στις περιπτώσεις που είναι απαραίτητη η πρόσβαση του επισκέπτη στις συλλογές, χωρίς τη φυσική του παρουσία στο χώρο του μουσείου. Τα μουσεία μπορούν να αλλάξουν τη ζωή των ανθρώπων, είναι για αυτούς και σχετίζονται με αυτούς.

Ο ζωτικής σημασίας ρόλος του μουσείου στην εκπαίδευση και την προσφορά γνώσης στο κοινό έχει εδραιωθεί εδώ και αρκετά χρόνια και τον υποστηρίζουν πλέον με τον καλύτερο τρόπο όλα σχεδόν τα μουσεία. Τα μουσεία επιτρέπουν στον κόσμο και ειδικά στα παιδιά, να αναπτύξουν τη δημιουργικότητα και την αυτοπεποίθησή τους, τους βοηθούν όμως και να καταλάβουν τον κόσμο και τη θέση τους μέσα σε αυτόν. Είναι σημαντικό λοιπόν, η εκπαιδευτική διαδικασία στο μουσείο να γίνεται μέσα από την ενεργό συμμετοχή και εμπειρία του επισκέπτη, ανεξάρτητα από τις γνώσεις, την ηλικία, την εθνικότητα και την οποιαδήποτε ιδιαιτερότητά του.

Τέλος, η εικόνα που προβάλλει και η προσφορά ενός μουσείου ή ενός συνόλου πολιτιστικών οργανισμών σε μία χώρα, παίζει καθοριστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη, όχι μόνο του ίδιου του μουσείου, αλλά ολόκληρης της περιοχής και της χώρας. Συνήθως, τα μουσεία βρίσκονται στο επίκεντρο ανάληψης πρωτοβουλιών για την πολεοδομική και χωροταξική ανάπτυξη του αστικού περιβάλλοντος, ενώ βοηθούν και την περιοχή στην οποία βρίσκονται να διεκδικήσει την ταυτότητά της, να φέρει επενδύσεις και να ενισχύσει την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Τα μουσεία μπορούν να λειτουργήσουν ως πόλοι έλξης ή ως πυλώνες καινοτόμων ιδεών, που θα ενισχύσουν την οικονομία της χώρας από την πλευρά του πολιτισμού και του τουρισμού. Ο πολιτιστικός τουρισμός συνεισφέρει σημαντικά στην τοπική οικονομία και είναι μια από τις αναπτυσσόμενες βιομηχανίες στην Ευρώπη, που έχει πολλά να προσφέρει. Τέλος, τα μουσεία μπορούν να λειτουργήσουν ως χώρος προβληματισμού για το παρόν, αλλά και ως πηγή έμπνευσης για το μέλλον, γεννώντας και θέτοντας σε εφαρμογή νέες, καινοτόμες, συμφέρουσες και δημιουργικές ιδέες (NEMO, 2015).

2.4.8. Το πρόγραμμα Linked Heritage

Την 1^η Απριλίου του 2011 ξεκίνησε το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Linked Heritage και έληξε έπειτα από 30 μήνες, στις 30 Σεπτεμβρίου του 2013. Στο πρόγραμμα συμμετείχαν 38 συνεργάτες και 10 χορηγοί από 26 χώρες της Ευρώπης, ενώ το υλικό που συλλέχθηκε και οι παρεχόμενες πληροφορίες μεταφράστηκαν σε 21 γλώσσες. Οι κύριοι στόχοι του Linked Heritage ήταν:

- ✓ Η συνεισφορά στην Europeana με πολυποίκιλο νέο υλικό από δημόσιους και ιδιωτικούς πολιτιστικούς φορείς.
- ✓ Η βελτίωση της ποιότητας των πληροφοριών και του περιεχομένου της Europeana με περισσότερα μεταδεδομένα, αλλά και με δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του περιεχομένου.
- ✓ Η εισαγωγή νέων δυνατοτήτων στην Europeana, με βελτιωμένη και αναλυτικότερη μηχανή αναζήτησης στο περιεχόμενό της, με τη δυνατότητα ανάκτησης και χρήσης του περιεχομένου της.

Οι στόχοι του προγράμματος επετεύχθησαν με την παροχή περίπου 3 εκατ. εγγραφών και ψηφιακών πληροφοριών στη βιβλιοθήκη της Europeana, καθώς και με την προσθήκη μόνιμων, αναγνωριστικών στοιχείων και υπερκειμένου στο πολιτιστικό υλικό της βιβλιοθήκης. Έτσι οι εγγραφές συνδέθηκαν με δεδομένα και πληροφορίες από άλλες πηγές. Επίσης, αντιμετωπίστηκε το πρόβλημα της μη τυποποιημένης ορολογίας στην περιγραφή των εγγραφών, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της ποιότητας του περιεχομένου και των μεταδεδομένων, στη μοναδικότητά του και στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής του. Τέλος, το πρόγραμμα Linked Heritage κατάφερε να εξερευνήσει και να διαχειριστεί μεταδεδομένα που προήλθαν από τον ιδιωτικό τομέα, αλλά και να τονίσει τα οφέλη της διαλειτουργικότητας του ιδιωτικού τομέα με την Europeana.

Η Ελλάδα συμμετείχε στο πρόγραμμα και έπαιξε σημαντικό ρόλο στην τεχνική ολοκλήρωση του εγχειρήματος. Συνεργάστηκαν και συνεισέφεραν, το Πανεπιστήμιο Πατρών, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το Υπουργείο Πολιτισμού. Ο βασικός στόχος του υποέργου που ανέλαβε η Ελλάδα

ήταν να ενσωματώσει όλη την απαραίτητη τεχνική γνώση, ώστε το Linked Heritage να συγκεντρώσει και να διαχειριστεί την πολιτιστική κληρονομιά. Ακόμη, να καταστήσει διαθέσιμη στο διαδίκτυο τη συγκεκριμένη πλατφόρμα για εκπαιδευτικούς λόγους και για την επικύρωση του περιεχομένου της Europeana. Επίσης, να τεκμηριώσει τη διαδικασία προγραμματισμού και τέλος να φροντίσει για τη λειτουργία της συγκέντρωσης και δημοσίευσης των αποτελεσμάτων (www.linkedheritage.org).

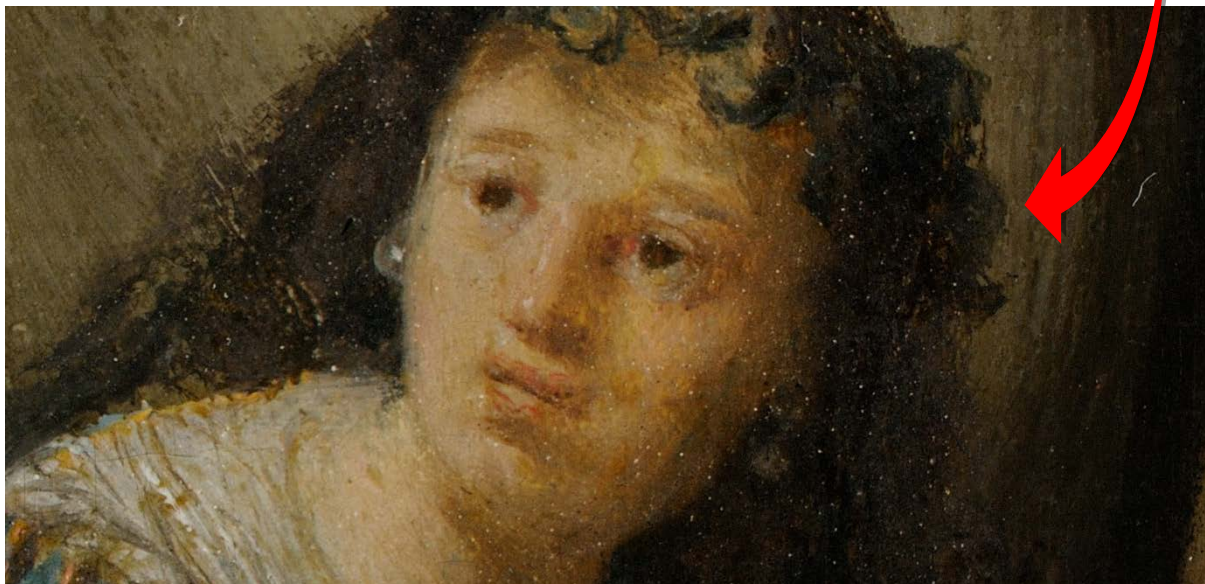
Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει μια αναφορά στο ζήτημα της προτυποποίησης και της επίσημης ορολογίας που χρησιμοποιείται από τους πολιτιστικούς φορείς. Εδώ και πολλά χρόνια, οι ομάδες εργασίας CIDOC και CIDOC Documentation Standards Working Group (DSWG) είχαν εμπλακεί στη δημιουργία ενός γενικού μοντέλου δεδομένων για μουσεία, με ιδιαίτερη έμφαση στην ανταλλαγή πληροφοριών. Μέχρι το 1994 το προϊόν αυτών των δραστηριοτήτων ήταν το CIDOC Relational Data Model. Τον Μάρτιο του 1996 στην Κρήτη, η DSWG αποφάσισε να συμμετάσχει σε μια συνάντηση με μια διαφορετική προσέγγιση, προκειμένου να επωφεληθεί από την εκφραστική της δύναμη και επεκτασιμότητά της για την αντιμετώπιση της ποικιλομορφίας και της πολυπλοκότητας των δομών και των δεδομένων στον πολιτιστικό τομέα. Αυτή η προσπάθεια είχε ως αποτέλεσμα το 1999 την πρώτη ολοκληρωμένη έκδοση του «CIDOC Conceptual Reference Model» (CRM), ένα προϊόν εντατικής εθελοντικής εργασίας των συντελεστών του οργανισμού. Προκειμένου να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό του CRM ως ένα μέσο που επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών και την περαιτέρω ένταξή του στη μουσειακή και πολιτιστική κοινότητα, το CIDOC αποφάσισε το 1999 στο Λονδίνο να υποβάλει το CRM στον οργανισμό ISO (International Organization for Standardization) για την προτυποποίησή του. Ο συγκεκριμένος οργανισμός, σε αντίθεση με το CIDOC, διαθέτει τις διαδικασίες και την εξουσία να δημιουργήσει και να ανακηρύξει σαφώς καθορισμένες, έγκυρες εκδόσεις των διεθνών συστάσεων. Μάλιστα από τον Δεκέμβριο του 2014, είναι διαθέσιμη η νέα έκδοση του προτύπου ISO21127. Το CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) παρέχει ορισμούς και μια επίσημη δομή για την περιγραφή των έμμεσων και άμεσων εννοιών και σχέσεων που χρησιμοποιούνται στην τεκμηρίωση της πολιτιστικής κληρονομιάς και σχετίζονται με αυτή.

Το CRM CIDOC έχει ως στόχο να προωθήσει μια κοινώς αποδεκτή αντίληψη και κατανόηση των πληροφοριών πολιτιστικής κληρονομιάς, παρέχοντας ένα κοινό και εκτεταμένο σημασιολογικό πλαίσιο, στο οποίο μπορεί να ενταχθεί και να προσδιοριστεί κάθε πληροφορία σχετική με την πολιτιστική κληρονομιά. Ο βασικός στόχος είναι ουσιαστικά η δημιουργία και η διαμόρφωση μιας κοινής γλώσσας για τους ειδικούς του χώρου, αλλά και η διατύπωση των απαιτήσεων για τα συστήματα πληροφοριών, προκειμένου το εννοιολογικό αυτό πλαίσιο να λειτουργεί και να χρησιμεύσει ως οδηγός. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να λειτουργήσει ως την απαραίτητη "σημασιολογική κόλλα" που χρειάζεται να μεσολαβήσει μεταξύ των διαφόρων πηγών πληροφοριών πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως για παράδειγμα τα μουσεία, οι βιβλιοθήκες και τα αρχεία (www.cidoc-crm.org).

2.4.9. Η πλατφόρμα του Google Art Project της Google

Το 2011 η Google δημιούργησε τη διαδικτυακή πλατφόρμα Google Art Project, στην οποία το κοινό έχει πρόσβαση σε πολύ υψηλής ανάλυσης εικόνες έργων τέχνης από μουσεία όλου του κόσμου, που συνεργάζονται σε αυτό το εγχείρημα. Η συλλογή έχει εμπλουτιστεί σήμερα με περίπου 6.000.000 εκθέματα από 60 χώρες του κόσμου, ενώ η Ελλάδα που διαθέτει μεγάλο πλούτο πολιτιστικής κληρονομιάς και σπουδαία έργα τέχνης εκπροσωπείται μόνο από 6 μουσεία στην συγκεκριμένη πλατφόρμα. Η Google και η Europeana δρουν συνεργατικά, καθώς οι στόχοι, δηλαδή η διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και η ελεύθερη πρόσβαση σ' αυτή, είναι κοινά (www.psvaletalks.gr).

Η πλατφόρμα του Google Art Project δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να περιηγηθούν εικονικά στις συλλογές των συνεργαζόμενων μουσείων, να εξερευνήσουν από πολύ κοντά τα έργα τέχνης και τις πληροφορίες που παρέχονται για αυτά, αλλά και να συνθέσουν τις δικές τους εικονικές συλλογές. Η περιήγηση στους χώρους των μουσείων γίνεται με την τεχνολογία Street View της Google, ενώ οι διαθέσιμες εικόνες για τα έργα τέχνης είναι πολύ υψηλής ποιότητας. Μάλιστα κάθε συνεργαζόμενο μουσείο επιλέγει να απαθανάτισει ένα έργο τέχνης από τη συλλογή του με ανάλυση πάνω από 1 δις pixels, τη λεγόμενη εικόνα gigapixel. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει το έργο τέχνης από πολύ κοντά, διακρίνοντας ακόμα και πολύ μικρές λεπτομέρειες και φθορές του, χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητα της εικόνας (<http://googleblog.blogspot.gr/2011/02/explore-museums-and-great-works-of-art.html>).



Εικόνα 2.3.: Στιγμιότυπα από το Google Art Project που παρουσιάζουν «Την αρπαγή της Ευρώπης», έναν πίνακα του Rembrandt Harmensz το έτος 1632, που στεγάζεται στο Μουσείο J. Paul Getty του Λος Άντζελες. Ο συγκεκριμένος πίνακας ανήκει στην κατηγορία των εκθεμάτων gigapixel images του Google Art Project και επισημαίνεται η δυνατότητα zoom in σε μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας του πίνακα.

Πηγή: www.googleartproject.com

Επιπλέον, η Google κυκλοφόρησε μια δεύτερη, βελτιωμένη έκδοση της ιστοσελίδας με τα νέα χαρακτηριστικά του Google+, εμπλουτισμένη με περισσότερες δυνατότητες αναζήτησης και μια σειρά εκπαιδευτικών εργαλείων. Μάλιστα η Google θέλοντας αυτή η δεύτερης γενιάς πλατφόρμα να είναι παγκοσμίως διαθέσιμη, μετέφρασε τις εγγραφές και το περιεχόμενο του Google Art Project σε 18 γλώσσες. Η ιστοσελίδα προσφέρει πολλές δυνατότητες στο χρήστη και ποικίλα εργαλεία, μερικά από τα οποία είναι:

- ✓ Εικονική περιήγηση (Virtual Gallery Tour) σε μουσεία, πινακοθήκες και ποικίλους άλλους χώρους. Μέσω του Gallery View, οι χρήστες μπορούν να περπατήσουν και να περιηγηθούν στους χώρους των μουσείων που συνεργάζονται με την Google, με τον ίδιο τρόπο που κινούνται στο Google Street View ή επιλέγοντας τα διαθέσιμα βέλη περιήγησης που έχουν τοποθετηθεί εικονικά στο δάπεδο των μουσείων.
- ✓ Προβολή των έργων τέχνης (Artwork View). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να εστιάσουν την προσοχή τους σε ένα συγκεκριμένο έργο τέχνης και να δουν την εικόνα με μεγαλύτερη λεπτομέρεια (Microscope View). Το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει στους χρήστες μια δυναμική εικόνα του έργου τέχνης, με πληροφορίες επιστημονικού περιεχομένου για την καλύτερη κατανόησή του, όπως το μέγεθος του έργου, το υλικό, ο καλλιτέχνης, κ.ά. Τα συνεργαζόμενα μουσεία έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν δικές τους σημειώσεις και πληροφορίες για κάθε έργο τέχνης, την ιστορία του και πληροφορίες για τους καλλιτέχνες. Κάθε συνεργαζόμενο μουσείο έχει την ευχέρεια να συμπεριλάβει στο Google Art Project όσα έργα τέχνης επιθυμεί, έτσι οι πληροφορίες και το διαθέσιμο υλικό ποικίλλει ανάλογα με το μουσείο και το έργο τέχνης. Τέλος, η Google ενσωμάτωσε υπηρεσίες, όπως το Google Scholar και το Youtube, προκειμένου ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε εξωτερικούς συνδέσμους και πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τα έργα τέχνης ή το μουσείο.
- ✓ Δημιουργία προσωπικών συλλογών έργων τέχνης από κάθε χρήστη (Artwork Collection). Οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν με τον προσωπικό τους λογαριασμό της Google και να δημιουργήσουν τη δική τους συλλογή. Οι χρήστες μπορούν να συλλέξουν όσες εικόνες και έργα τέχνης επιθυμούν από οποιαδήποτε συνεργαζόμενα μουσεία και να αποθηκεύσουν συγκεκριμένες απόψεις αυτών, προκειμένου να δημιουργήσουν μια προσωπική, εξατομικευμένη εικονική έκθεση. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας τον συντομευμένο σύνδεσμο της Google (Goo.gl), οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δημοσιεύσουν και να μοιραστούν εύκολα τις προσωπικές τους συλλογές έργων τέχνης στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και τους υπόλοιπους μηχανισμούς διαδικτυακής επικοινωνίας. Μάλιστα, το Google+ έδωσε την ευκαιρία στους χρήστες να εμπλουτίσουν την εικονική συλλογή τους με πολυμέσα, όπως βίντεο και ήχο, ώστε να τη μοιραστούν στη συνέχεια διαδικτυακά.
- ✓ Ακόμα καλύτερη εμπειρία αναζήτησης και εύρεσης έργων τέχνης στα συνεργαζόμενα μουσεία. Οι χρήστες μπορούν να πραγματοποιήσουν σύνθετη και αναλυτική αναζήτηση έργων τέχνης στο σύνολο του περιεχομένου της πλατφόρμας, ανάλογα με το έργο τέχνης, τον καλλιτέχνη, το μουσείο, την ημερομηνία, τη χώρα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μορφή slideshow για κάθε μια κατηγορία αναζήτησης, ώστε ο χρήστης να επιλέγει πιο εύκολα αυτό που τον ενδιαφέρει, ενώ μπορεί να προσθέσει και περισσότερα από ένα κριτήρια στην αναζήτησή του.
- ✓ Πολυμέσα ήχου και βίντεο στις εικονικές περιηγήσεις. Πολλά από τα συνεργαζόμενα μουσεία αποφάσισαν να δημιουργήσουν έτοιμες ξεναγήσεις στους χώρους και τα εκθέματά τους, τις οποίες εμπλούτισαν με βίντεο, ήχο και υπερσυνδέσμους, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να «περπατήσει» και να περιηγηθεί στο χώρο, ακούγοντας τον προσωπικό του ξεναγό να του δίνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το χώρο και τα έργα τέχνης. Ακόμη, έχουν δημιουργηθεί προκαθορισμένες ξεναγήσεις σε μορφή βίντεο. Τέτοια παραδείγματα είναι η

ξενάγηση στο Abbey Road Studio με τίτλο «Inside Abbey Road», η ξενάγηση της Μισέλ Ομπάμα στο Λευκό Οίκο και πολλές ακόμα ξεναγήσεις.

- ✓ Εκπαιδευτικά εργαλεία και εφαρμογές. Το Google Art Project έχει συμπεριλάβει πολλά εκπαιδευτικά εργαλεία και εφαρμογές, τα οποία απευθύνονται σε μαθητές και εκπαιδευτικούς. Η Google έχει δημιουργήσει πληθώρα εκπαιδευτικών βίντεο, τα οποία είναι διαθέσιμα στο κανάλι της στο Youtube, αλλά και στην ιστοσελίδα του Google Art Project. Ακόμη, δύο διαθέσιμες ιστοσελίδες, οι «Look Like an Expert» και «DIY», παρέχουν στους χρήστες διάφορες δραστηριότητες παρόμοιες με εκείνες που συναντά κανείς στα μουσεία, όπως κουίζ, παιχνίδια αντιστοίχισης, κ.ά. Τέλος, η σελίδα «What's Next» εφοδιάζει τους διαδικτυακούς χρήστες με συμπληρωματικό υλικό, χρονοδιαγράμματα σχετικά με την ιστορία της τέχνης, εργαλεία και συμπληρωματικές πηγές εκπαιδευτικού υλικού (www.en.wikipedia.org/wiki/Google_Art_Project).

Είναι προφανές, πως οι προσπάθειες και τα εγχειρήματα σήμερα πλησιάζουν όλο και περισσότερο το όραμα του André Malraux για τη δημιουργία ενός μουσείου χωρίς φυσικά όρια, χωρίς τοίχους, με μεγάλη ποικιλία έργων τέχνης, στο οποίο θα έχει πρόσβαση ο καθένας σ' όποιο σημείο του πλανήτη και αν βρίσκεται. Ωστόσο, ο σκεπτικισμός, οι αμφιβολίες και ο φόβος περιβάλλουν ακόμα σε μεγάλο βαθμό τέτοιου είδους εγχειρήματα. Τα μουσεία και οι πολιτιστικοί φορείς εκφράζουν συνεχώς τις ανησυχίες τους σχετικά με την ελεύθερη πρόσβαση των διαδικτυακών χρηστών στην τέχνη και την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και σχετικά με τα οφέλη που θα έχουν από τη συμμετοχή τους σε τέτοιου είδους ενέργειες και προγράμματα. Η φήμη, η αύξηση της επισκεψιμότητας στο πραγματικό μουσείο και κατά συνέπεια και η αύξηση των εσόδων και των κερδών είναι λίγα μόνο από τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν αυτές οι προσπάθειες. Τελικά, αυτό που κυρίως χρειάζεται και πρέπει να επιτευχθεί με τις καινοτόμες αυτές ιδέες είναι η διεύρυνση του ορίζοντα των ανθρώπων και η διάχυση πληροφοριών και γνώσης.

Ειδικότερα, σε ό,τι αφορά την Ελλάδα οι αριθμοί και τα στατιστικά μπορούν να εκφράσουν την ανάγκη της εντατικότερης συμμετοχής της σε τέτοιες πρωτοβουλίες. Το 20% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της χώρας προέρχεται από τον τομέα του τουρισμού και μάλιστα το 65% των τουριστών που επισκέπτονται την Ελλάδα πραγματοποιούν την αναζήτηση του προορισμού τους μέσω διαδικτύου (www.psvaluetalks.gr). Συγκεκριμένα, από τις αναζητήσεις που γίνονται για την Ελλάδα από το παραπάνω ποσοστό, το 45% των τουριστών ενδιαφέρεται για τον πολιτισμό, τις πολιτιστικές εκδηλώσεις και δραστηριότητες, τα μνημεία, τα μουσεία και τους αρχαιολογικούς χώρους της χώρας. Είναι προφανές λοιπόν, πως η προβολή της Ελλάδας και του μεγάλου πολιτιστικού πλούτου που διαθέτει θα ήταν ακόμη μεγαλύτερη, εάν συμμετείχε πιο ενεργά και με περισσότερους πολιτιστικούς φορείς σε προγράμματα και πρωτοβουλίες, όπως είναι η Euroreana και το Google Art Project. Η εντατικότερη και μεγαλύτερη προβολή και προώθηση της χώρας στον πολιτιστικό τομέα, είναι εκείνη που θα προσελκύσει περισσότερους τουρίστες, άρα θα αποφέρει και μεγαλύτερα κέρδη και οφέλη στη χώρα.

2.5. ΛΟΓΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ

Η ανάπτυξη των ψηφιακών μουσείων δεν προσφέρει απλώς μια πιο παραστατική, ζωνρή και διασκεδαστική εμπειρία στους επισκέπτες. Η προσφορά τους είναι πολύ πιο σημαντική από αυτό, τόσο για το κοινό, όσο και για τους επιμελητές και τους υπεύθυνους των μουσείων.

Αρχικά η έλλειψη χώρου είναι ένας από τους βασικότερους λόγους που οδηγούν στην ανάπτυξη ψηφιακών μουσείων και εικονικών περιηγήσεων. Η πλειονότητα των μουσείων διαθέτει περιορισμένους χώρους και μικρές αίθουσες, με αποτέλεσμα τα περισσότερα από αυτά να εκθέτουν ένα μικρό μέρος μόνο των εκθεμάτων τους. Επίσης, μερικά αντικείμενα είναι ιδιαίτερα

ευαίσθητα και πολύτιμα για να εκτεθούν. Έτσι, τα αντικείμενα που βρίσκονται στις αποθήκες των μουσείων μπορούν πολύ εύκολα να παρουσιαστούν στο κοινό μέσω εικονικών παρουσιάσεων και περιηγήσεων είτε στο χώρο του μουσείου, είτε διαδικτυακά στον ιστότοπό του.

Ακόμη ένας λόγος που δίνει μεγάλη αξία στα ψηφιακά μουσεία, είναι η δυνατότητα απεικόνισης και οπτικοποίησης σημαντικών αντικειμένων, κτηρίων ή και μεγάλων αρχαιολογικών χώρων μέσα από τεχνικές προσομοίωσης (Lerouras G. et al., 2004). Τέτοιου είδους περιβάλλοντα μπορεί να μην υπάρχουν πλέον, να είναι κατεστραμμένα, να χρειάζονται αποκατάσταση ή να μην είναι εύκολη η πρόσβαση σε αυτά. Εικονικές ανακατασκευές και περιηγήσεις έχουν πραγματοποιηθεί για πολλούς αρχαιολογικούς χώρους και ευρήματα, όπως είναι ο Παρθενώνας, το παλάτι της Κνωσού, η ρωμαϊκή σχολή μονομάχων (Iudus) στην Αυστρία, η Οικία του Διονύσου στην Πέλλα και πολλές άλλες.

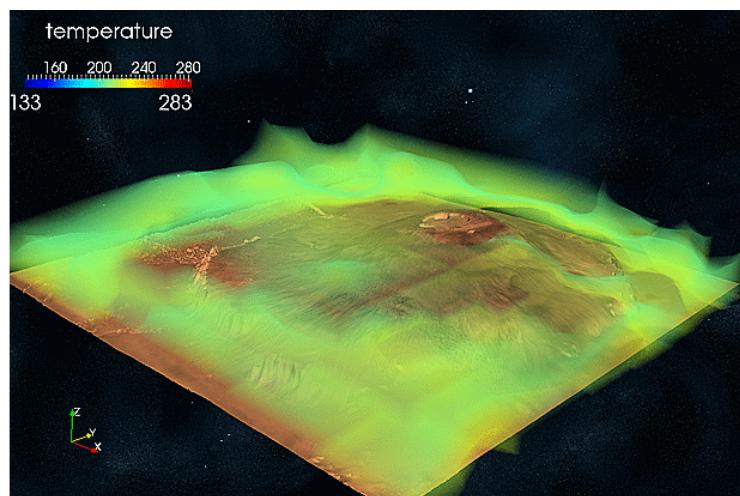


Εικόνα 2.4.: «Ανδρώνας του κυνηγιού του λιονταριού» από την αναπαράσταση εικονικής πραγματικότητας της «Οικίας του Διονύσου» από το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού.
Πηγή: <http://pella.virtualreality.gr/gr.html>



Εικόνα 2.5.: Αναπαράσταση εικονικής πραγματικότητας της ρωμαϊκής σχολής μονομάχων (Iudus) στην Αυστρία.
Πηγή: <http://carnuntum.7reasons.net>

Το εικονικό περιβάλλον προσφέρει τη δυνατότητα στον επισκέπτη να εξερευνήσει χώρους, περιοχές και μέρη που είναι πολύ δύσκολο ή ακόμη και επικίνδυνο να επισκεφτεί στην πραγματικότητα, όπως είναι για παράδειγμα ένα ηφαίστειο ή τα βουνά στον πλανήτη Άρη.



Εικόνα 2.6.: Αναπαράσταση των ισοθερμικών στρωμάτων της θερμοκρασίας πάνω από το ηφαίστειο Όλυμπος, στον Άρη (στιγμιότυπο).
Πηγή: <http://www.esa.int/gsp/ACT/ess/projects/3Dmars.html>

Τέλος, το ψηφιοποιημένο περιεχόμενο ενός μουσείου μπορεί εύκολα να εισαχθεί σε μια εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας για κινητά τηλέφωνα, έτσι ώστε να μεταδίδεται και να χρησιμοποιείται από ένα ευρύτερο κοινό, αλλά και από άλλες εκθέσεις μουσείων. Με αυτόν τον εύκολο και προσιτό τρόπο αποκτά κανείς πρόσβαση σε σημαντικές και σπουδαίες εκθέσεις από κάθε μέρος του πλανήτη (Lepouras G. et al., 2004).

Το ψηφιακό μουσείο δεν αποτελεί κίνδυνο ή «ανταγωνιστή» για το πραγματικό, παραδοσιακό μουσείο λόγω της ψηφιακής φύσης του, αφού δεν προσφέρει στους επισκέπτες τα αληθινά εκθέματα και την εμπειρία που αποκτά κάποιος με την επίσκεψη στο μουσείο. Μπορεί όμως να επεκτείνει και να προωθήσει τις ιδέες και αντιλήψεις των συλλογών στον ψηφιακό χώρο και με τον τρόπο του να αποκαλύψει την ουσιαστική και στοιχειώδη φύση του μουσείου. Ταυτόχρονα το ψηφιακό μουσείο θα επικοινωνήσει, θα αγγίξει επισκέπτες που πιθανόν να μην έχουν ποτέ την ευκαιρία να επισκεφτούν το παραδοσιακό μουσείο.

2.6. Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΙΔΙΟ ΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ

Στόχος των μουσείων και των αρχαιολογικών χώρων είναι να ενημερώσουν το κοινό, να ψυχαγωγήσουν, να επιχειρηματολογήσουν, να επιμορφώσουν και να καταστήσουν το άγνωστο παρελθόν προσβάσιμο και κατανοητό στην ανθρωπότητα. Τα μουσεία επιθυμούν την ψηφιοποίηση των εκθεμάτων και συλλογών τους, όχι μόνο για λόγους διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά και για να καταστήσουν προσβάσιμες τις πληροφορίες αυτές στο ευρύ κοινό με έναν πιο ελκυστικό και σύγχρονο τρόπο. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ευρύτατη χρήση του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην υλοποίηση των παραπάνω στόχων. Η χρήση διαδραστικών τεχνικών και μέσων από μουσεία αυξάνεται συνεχώς, γίνεται ολοένα και πιο εύκολη, απλή και οικονομική, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα στο κοινό και τους επισκέπτες.

Τα ψηφιακά μουσεία έχουν τις ίδιες λειτουργίες και ανάγκες απόκτησης, αποθήκευσης, τεκμηρίωσης, έρευνας και παρουσίασης εκθεμάτων και συλλογών προς το κοινό, όπως κάθε «πραγματικό» μουσείο. Επιπλέον όμως, έχουν τη δυνατότητα να δρουν παράλληλα, συμπληρωματικά και με βοηθητικό τρόπο. Ταυτόχρονα κάνουν το περιεχόμενο και το γενικό πλαίσιο των συλλογών των μουσείων πιο ενδιαφέροντα και συναρπαστικά, προσελκύοντας έτσι περισσότερους επισκέπτες και ταυτόχρονα εμπλουτίζοντας την εμπειρία τους στο χώρο του μουσείου.

Η ιστοσελίδα ενός μουσείου και οι σύγχρονες εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας μπορούν να παρέχουν παγκόσμια προβολή σημαντικών μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και εκθεμάτων. Είναι αξιοσημείωτο το αποτέλεσμα που προέκυψε από έρευνα του Πανεπιστημίου του Κολοράντο (Loomis R.J. et al., 2003), σύμφωνα με την οποία το 70% των ανθρώπων που επισκέπτονται την ιστοσελίδα ενός μουσείου, είναι πιο πιθανό να επισκεφτούν και το «πραγματικό» μουσείο. Ακόμη, οι έφοροι αρχαιοτήτων έχουν τη δυνατότητα να διατηρήσουν σε ψηφιακή μορφή τα εκθέματα τόσο των μόνιμων, όσο και των προσωρινών συλλογών που φιλοξενεί το μουσείο. Με αυτόν τον τρόπο, έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν ψηφιακές αναπαραστάσεις των εκθεμάτων, καθώς και ενημερωμένες βάσεις δεδομένων με πληροφορίες, στοιχεία, λεπτομέρειες και πολυμέσα για κάθε ψηφιακό έκθεμα που θα φιλοξενεί το ψηφιακό μουσείο. Τα δεδομένα και οι παραπάνω πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν, να υποστούν επεξεργασία και να επαναχρησιμοποιηθούν ανά πάσα στιγμή και για οποιοδήποτε σκοπό, ακόμα και από άλλους πολιτιστικούς φορείς.

Τα ψηφιακά μουσεία προσφέρουν πρόσβαση στις εκθέσεις τους σε οποιονδήποτε, όπου και αν βρίσκεται στον πλανήτη, συμπεριλαμβάνοντας έτσι και τα άτομα με ειδικές ικανότητες, όπως

κινητικές δυσκολίες, προβλήματα ακοής, όρασης, ακόμα και μαθησιακές δυσκολίες και προβλήματα συγκέντρωσης. Ειδικότερα, η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με τα δικαιώματα των ανθρώπων με αναπηρίες, η Πράξη των Αμερικανών με ειδικές ικανότητες (ADA) του 1990 (<http://www.eeoc.gov/laws/types/disability.cfm>) καθώς και η Πράξη περί Διακρίσεων των ατόμων με αναπηρία (DDA) του Ηνωμένου Βασιλείου (<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1995/50/contents>) δηλώνουν, ότι τα άτομα με ειδικές ικανότητες έχουν ίσα δικαιώματα στην πρόσβαση σε αγαθά, παροχές και υπηρεσίες. Επομένως, είναι υποχρέωση των πολιτιστικών φορέων και των μουσείων να βρουν κατάλληλους τρόπους, ώστε τα άτομα με ειδικές ικανότητες να αποκτήσουν πρόσβαση στις εκθέσεις και τους αρχαιολογικούς χώρους.

Το ψηφιακό μουσείο προσφέρει στο χρήστη τον πλήρη έλεγχο της περιήγησής του στο χώρο του μουσείου. Μια τέτοιου είδους εφαρμογή περιλαμβάνει μια τρισδιάστατη προβολή του χώρου, αλλά και έναν χάρτη των ορόφων και αιθουσών του μουσείου διευκολύνοντας έτσι την κίνηση και τον προσανατολισμό του χρήστη. Ο επισκέπτης έχει την ελευθερία να εξερευνήσει, να κινηθεί αυτόνομα στο χώρο και να δημιουργήσει τη δική του εικονική περιήγηση μέσα από επιλεγμένα μονοπάτια, ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός, πως ο επισκέπτης μπορεί να δημιουργήσει, να αποθηκεύσει και να μοιραστεί τη δική του προσωπική συλλογή τρισδιάστατων, ψηφιακών εκθεμάτων από διάφορα ψηφιακά μουσεία, ανάλογα με τις προτιμήσεις του. Τα ψηφιακά μέσα λοιπόν επεκτείνουν τα όρια της ανθρώπινης σκέψης και μνήμης, βοηθώντας τον επισκέπτη να χτίσει και να διατηρήσει εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στη γνώση (Sylaiou S. et al., 2009).

Τα περισσότερα ψηφιακά μουσεία έχουν σχεδιαστεί με συγκεκριμένες αρχές και προδιαγραφές, ώστε να διευκολύνουν τη μάθηση μέσω εποικοδομητικών, διαδραστικών και εκπαιδευτικών παιχνιδιών και δραστηριοτήτων. Σε ένα ψηφιακό μουσείο ο επισκέπτης δεν μένει ένας απλός παρατηρητής, αλλά αλληλεπιδρά με τα εκθέματα μέσω ενός εποικοδομητικού «διαλόγου» και εμπλουτίζει τις γνώσεις του. Ταυτόχρονα αποκτά πρόσβαση σε πληροφορίες και λεπτομέρειες για κάθε έκθεμα που επιθυμεί, στο βαθμό που εκείνος επιλέγει. Η διαδικασία που ακολουθεί ο χρήστης και ο ενεργός του ρόλος στη διαμόρφωση της εικονικής περιήγησης κρατά αμείωτο το ενδιαφέρον του και τον αφυπνίζει εμπλουτίζοντας τα αισθητικά του κριτήρια.

Επιπρόσθετα, τα ίδια τα μουσεία μπορούν να επωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό κάνοντας αλλαγές, σχέδια και πειράματα με τη θέση των 3D εκθεμάτων στον εικονικό χώρο του μουσείου, βρίσκοντας έτσι τις ιδανικές για αυτά θέσεις στο χώρο. Ακόμη, μπορούν να ξεπεράσουν το πρόβλημα του περιορισμένου χώρου στις αίθουσες του μουσείου και στην εικονική πραγματικότητα να καταφέρουν να εκθέσουν και να παρουσιάσουν με διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο περισσότερα εκθέματα.

Τα αντικείμενα που εκτίθενται στο φυσικό χώρο ενός μουσείου, συνήθως βρίσκονται πίσω από προθήκες με ιδιαίτερα περιορισμένες πληροφορίες γι' αυτά. Αντίθετα, στις εικονικές περιηγήσεις των μουσείων υπάρχει η δυνατότητα να ψηφιοποιηθούν τα αντικείμενα εξ ολοκλήρου σε ένα διαδραστικό περιβάλλον με δυνατότητες περιστροφής και μεγέθυνσης των αντικειμένων, δίνοντας παράλληλα στο χρήστη όλες τις απαραίτητες, ιστορικές πληροφορίες για κάθε έκθεμα (Sylaiou S. et al., 2009).

2.7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και τα σύγχρονα μέσα που χρησιμοποιούνται προσφέρουν νέες δυνατότητες, αλλά θέτουν και νέους περιορισμούς. Παρά τα πολλά πλεονεκτήματά του, το ψηφιακό μουσείο παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα.

Πιο συγκεκριμένα, η εικονική πραγματικότητα δεν μπορεί να αποδώσει πλήρως την πολυπλοκότητα και τη σύνθετη δομή των πραγματικών αντικειμένων. Η έννοια της εικονικής πραγματικότητας βρίσκεται πιο κοντά στο δυνατό («dynamon») και μάλιστα υπό προϋποθέσεις, παρά στο πραγματικό. Το πρόβλημα λοιπόν έγκειται, στο ότι τα εξελιγμένα γραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των εικονικών περιηγήσεων στα μουσεία μπορεί να κάνουν τα μουσεία και τα εκθέματα να μοιάζουν πιο ρεαλιστικά από ότι είναι. Οι εικονικές περιηγήσεις που παρουσιάζουν εκθέματα, μνημεία και αρχαιολογικούς χώρους, όπως ήταν στο παρελθόν, βασίζονται ορισμένες φορές σε ελλιπείς πληροφορίες, δημιουργώντας έτσι την εντύπωση ότι παρουσιάζουν με ιδιαίτερη πιστότητα το παρελθόν. Παρουσιάζουν την εικόνα και το αποτέλεσμα ως αληθινό, πραγματικό. Ειδικά, εάν υπάρχουν ελλείψεις στο αντικείμενο, τότε οι επιστήμονες χρησιμοποιούν σίγουρα ενδείξεις, αλλά και την φαντασία τους για να αποδώσουν τη μορφή του αντικειμένου, όπως ήταν στο παρελθόν.

Ακόμη, οι χρήστες των ψηφιακών μουσείων, όπως άλλωστε ορίζει και ο όρος «χρήστης», θα πρέπει να έχουν βασικές γνώσεις ηλεκτρονικού υπολογιστή, ώστε να περιηγηθούν με επιτυχία και να καταφέρουν να αναζητήσουν πληροφορίες και λεπτομέρειες σχετικές με τα εκθέματα. Αυτόματα, ένα μέρος των επισκεπτών εξαιρείται από τη διαδικασία της εικονικής περιήγησης, καθώς πολλοί είναι εκείνοι που δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν το διαδίκτυο, να εγκαταστήσουν εφαρμογές και να χρησιμοποιήσουν τέτοιου είδους τεχνολογικά μέσα. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε βέβαια να ξεπεραστεί με ορισμένες εύκολες, κατανοητές και απλές οδηγίες προς το χρήστη, αλλά και με μια εύχρηστη εφαρμογή εικονικής περιήγησης.

Η δημιουργία μιας εικονικής περιήγησης υψηλής ποιότητας, απαιτεί τη συνεργασία αρχαιολόγων, μουσειολόγων και προγραμματιστών. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η επικοινωνία μεταξύ τους μπορεί να είναι δύσκολη, καθώς απαιτείται ένα θεωρητικό και ένα πρακτικό υπόβαθρο, ενώ κάθε επιστημονικός κλάδος αντιμετωπίζει με διαφορετικό τρόπο ένα τέτοιο εγχείρημα. Συνήθως, το αποτέλεσμα φέρνει τους αρχαιολόγους και μουσειολόγους σε δυσμενή θέση, καθώς δεν μπορούν εύκολα μόνοι τους να χειριστούν και να επεξεργαστούν τα δεδομένα της εφαρμογής με αποτέλεσμα οι προγραμματιστές να βρίσκονται στη μέση.

Τέλος, το μουσείο πρέπει να έχει αποφασίσει και να γνωρίζει καλά τους λόγους για τους οποίους θα δημιουργήσει μια εικονική περιήγηση, αλλά και το ρόλο που θα παίξει μια τέτοια εφαρμογή. Οι πληροφορίες που θα παρουσιάζονται πρέπει να είναι καλά οργανωμένες, στοχευμένες για κάθε είδους χρήστη και να προβάλλονται ξεκάθαρα οι στόχοι, το περιεχόμενο, οι λεπτομέρειες και η δομή του μουσείου (Sylaiou S. Et al., 2009).

Κατά συνέπεια, σε κάθε φάση της δημιουργίας μιας εικονικής περιήγησης θα πρέπει να γίνονται έλεγχοι, αξιολόγηση και έρευνες από χρήστες κάθε είδους, ώστε να διακρίνονται τα διάφορα στάδια της εφαρμογής, τα προβλήματα, οι βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν και τα προτερήματά της.

2.8. ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΝΟΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Η δημιουργία και η ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου είναι ένα σύνθετο, πολύπλευρο ζήτημα για το οποίο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολυάριθμες παράμετροι. Τα βασικά στάδια ωστόσο για το σχεδιασμό ενός τέτοιου μουσείου είναι ίδια για κάθε περίπτωση και συνοψίζονται στα εξής βήματα:

- ✓ Ανάλυση των προδιαγραφών λειτουργίας και των απαιτήσεων, προϋποθέσεων του μουσείου
- ✓ Σχεδιασμός (design)
- ✓ Δημιουργία προτύπου και αξιολόγηση

- ✓ Εφαρμογή και εκτέλεση του εικονικού μουσείου (Lepouras G. et al., 2004)

2.8.1. Ανάλυση των προδιαγραφών λειτουργίας και των απαιτήσεων

Ανάλογα με το είδος κάθε μουσείου και το κοινό στο οποίο απευθύνεται, πρέπει αρχικά να δημιουργηθεί ένα λεπτομερές προφίλ για τους επισκέπτες του εικονικού μουσείου. Αναλυτικότερα, θα πρέπει να καταγραφούν οι ανάγκες και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των επισκεπτών του φυσικού μουσείου, όπως οι γλώσσες, οι ηλικιακές ομάδες, το επάγγελμα (μαθητής, ερευνητής, ιστορικός, κ.ά.) οι προτιμήσεις τους κ.τ.λ.

Οι χρήστες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τους εξειδικευμένους χρήστες, τους μαθητές-σπουδαστές και τους τουρίστες (Lepouras G. et al., 2004). Οι εικονικές περιηγήσεις των μουσείων μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες και των τριών κατηγοριών, καθώς περιλαμβάνουν πλήθος πληροφοριών, που στόχο έχουν να διευρύνουν τις αντιλήψεις των χρηστών, να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους και να τους ενθαρρύνουν στο να εμβαθύνουν περισσότερο στην κατανόηση των εκθεμάτων και της ιστορίας τους. Τα ψηφιακά μουσεία προσφέρουν τη δυνατότητα ρύθμισης των παρεχόμενων πληροφοριών και λεπτομερειών, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει ο χρήστης. Έτσι, μπορεί για παράδειγμα, ένας εξειδικευμένος χρήστης ή μαθητής-σπουδαστής να έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν λεπτομερείς περιγραφές των εκθεμάτων, ιστορικές πληροφορίες, επιπρόσθετο υλικό, αλλά και πληροφορίες από ποικίλες συλλογές, όχι μόνο του ίδιου, αλλά και άλλων μουσείων σχετικά με το θέμα της έρευνάς τους.

Εκτός από τους επισκέπτες είναι σημαντικό να καταγραφούν και τα χαρακτηριστικά του ίδιου του μουσείου, δηλαδή ο στόχος του, οι συγκεκριμένες ανάγκες και οι υποδομές του, οι συλλογές και τα εκθέματα που διαθέτει. Στη συνέχεια, πρέπει όλα αυτά τα στοιχεία να αναγνωριστούν, να υποστούν μια επεξεργασία και να καταγραφούν ως δεδομένα και προδιαγραφές σε κάποια βάση δεδομένων. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα να διαμορφωθούν οι απαιτήσεις του συστήματος σχεδιασμού (design), οι προδιαγραφές των συμμετεχόντων- επισκεπτών και το περιβάλλον του εικονικού μουσείου.

Οι προδιαγραφές και οι απαιτήσεις για το σχεδιασμό και την ορθή λειτουργία του εικονικού μουσείου αποτελούν το σπουδαιότερο στάδιο της ανάπτυξής του, καθώς καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο το περιεχόμενο του εικονικού μουσείου θα οργανωθεί και κατηγοριοποιηθεί, αλλά και γενικότερα πως θα εξελιχθεί το δημιουργικό στάδιο του σχεδιασμού.

Σε αρκετές περιπτώσεις, η δημιουργία ενός ενιαίου προφίλ επισκεπτών δεν είναι εύκολη. Συνήθως, παρατηρείται μεγάλη ποικιλία ως προς την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο του κοινού, ανάλογα και με το είδος του μουσείου κάθε φορά. Ορισμένες φορές είναι αδύνατο να δημιουργηθεί ένα ενιαίο προφίλ, χωρίς αυτό να είναι πολύ γενικό, ενώ πρέπει ταυτόχρονα να δημιουργηθεί ένα εικονικό περιβάλλον, που απευθύνεται σε όσο το δυνατόν περισσότερους επισκέπτες καλύπτοντας πολλές διαφορετικές ανάγκες. Η λύση σε τέτοιου είδους προβλήματα είναι συνήθως η δημιουργία ξεχωριστών περιηγήσεων για δύο ή περισσότερες κατηγορίες επισκεπτών.

Επιπρόσθετα, μια βασική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάλυση των προδιαγραφών και απαιτήσεων του εικονικού μουσείου, είναι η εμπειρία και οι γνώσεις των επισκεπτών σε ό,τι αφορά τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και συστημάτων προγραμματισμού. Παρόλο που σήμερα όλοι έχουν εξοικειωθεί λίγο πολύ με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, θα πρέπει να θεωρείται πως οι υποψήφιοι εικονικοί επισκέπτες δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία σε τέτοιου είδους εφαρμογές, ώστε το εικονικό μουσείο να είναι απλό, με σαφείς οδηγίες και προσιτό σε όλους. Ταυτόχρονα με τις οδηγίες που θα περιλαμβάνονται

στο περιβάλλον του εικονικού μουσείου για να καθοδηγούν τους επισκέπτες, θα πρέπει το σύστημα να παρέχει και μια ελευθερία στο χρήστη να κινηθεί και να λειτουργήσει αυτοβούλως στο εικονικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια (Lerougas G. et al., 2004) και χάρη στις δυνατότητες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία, οι επισκέπτες έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις από μια εμπειρία εικονικής περιήγησης, ανεξάρτητα από το είδος και το περιεχόμενο της. Πιο συγκεκριμένα οι επισκέπτες θέλουν να πραγματοποιούν τις εξής λειτουργίες:

- ✓ Ελεύθερη περιήγηση στο χώρο του εικονικού μουσείου
- ✓ Παροχή πληροφοριών σχετικά με τα εκθέματα
- ✓ Διαχείριση και επεξεργασία των αντικειμένων (περιστροφή, μετακίνηση, συναρμολόγηση, κ.ά.)

2.8.2. Σχεδιασμός του εικονικού μουσείου (DESIGN)

Το επόμενο στάδιο στη δημιουργία και την ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου είναι αυτό του σχεδιασμού (design). Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τρεις επιμέρους εργασίες: το σχεδιασμό του χώρου και των υποδομών του μουσείου (αρχιτεκτονικός σχεδιασμός), το σχεδιασμό των εκθεμάτων και το σχεδιασμό της «δυναμικής» και διαδραστικότητας του εικονικού περιβάλλοντος, δηλαδή της πλοήγησης του χρήστη και των δυνατοτήτων που θα έχει στο χώρο (Lerougas G. et al., 2004).

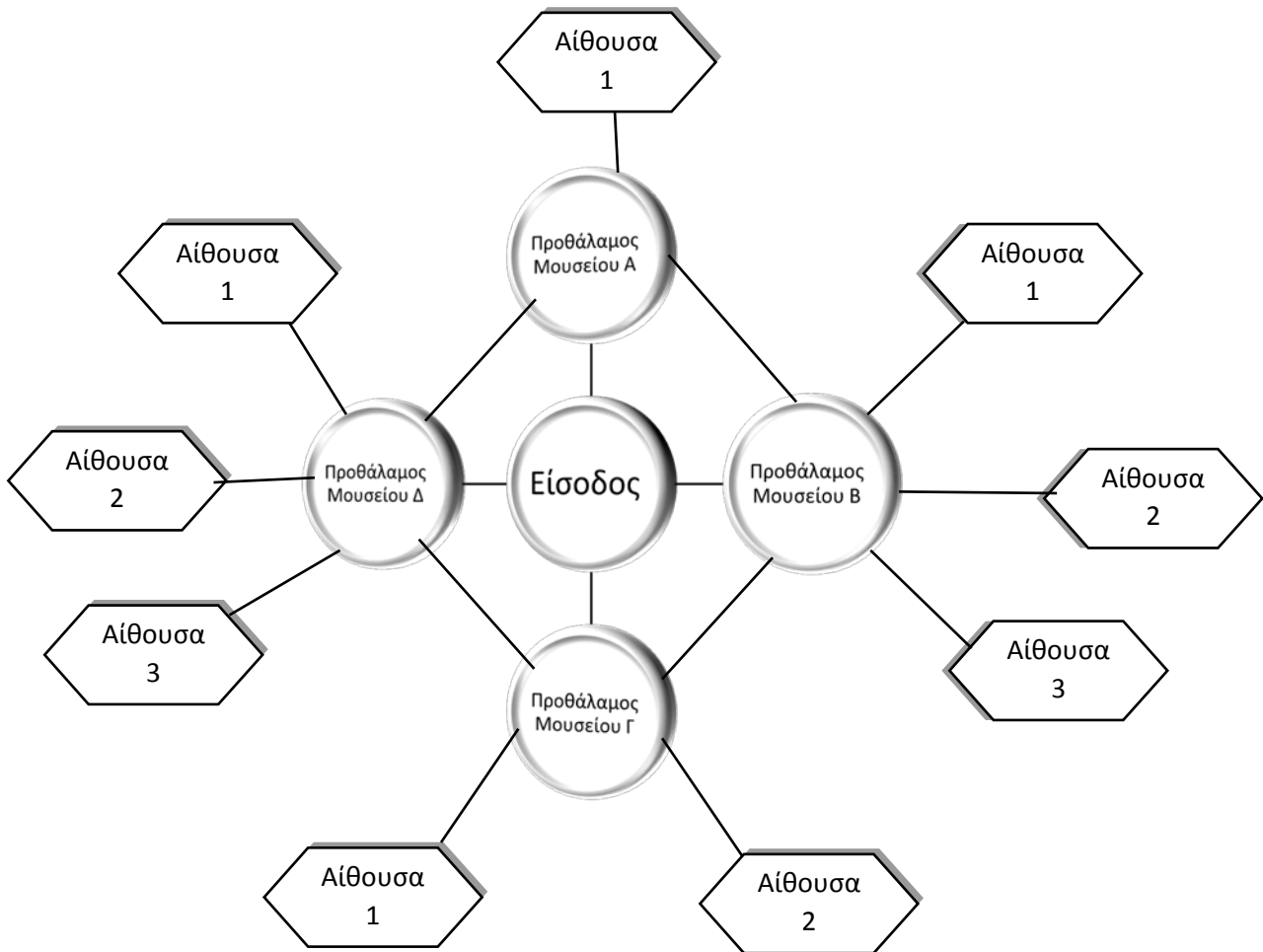
Ο σχεδιασμός του χώρου του μουσείου έχει ως στόχο την υποστήριξη και καλύτερη προσαρμογή του επισκέπτη στη διαδικασία της περιήγησης στο χώρο και την εξερεύνηση του μουσείου, διατηρώντας ταυτόχρονα την αίσθηση του προσανατολισμού του στο εικονικό περιβάλλον. Η αίσθηση του χώρου που αποκτά με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης είναι ιδιαίτερα πολύτιμη, διότι βελτιώνει τις γνώσεις του για το εικονικό περιβάλλον και παράλληλα μπορεί να εστιάσει την προσοχή του και να τον καθοδηγήσει σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος μέσα σε κάθε έκθεση.

Η συνολική δομή του εικονικού μουσείου αναπτύσσεται και στις τρεις διαστάσεις, ενώ συγκεκριμένοι περιορισμοί και δυνατότητες στο εικονικό περιβάλλον συμβάλλουν στη βέλτιστη περιήγηση και προσανατολισμό του επισκέπτη. Τέτοιες λειτουργίες είναι η συμμετρικότητα του συνολικού χώρου ή των επιμέρους αιθουσών του μουσείου και η επιλεκτική εφαρμογή διαφάνειας σε συγκεκριμένα υλικά και επιφάνειες.

Οι τύποι δομής του εικονικού μουσείου είναι αρκετοί και επιλέγεται πάντα ο καλύτερος, ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις κάθε μουσείου. Οι δύο πιο συνηθισμένοι τύποι δομής είναι ο συμμετρικός σε σχήμα αστεριού και ο κυκλικός που παραπέμπει σε διαστημικό σταθμό. Η συμμετρική δομή διευκολύνει περισσότερο τους επισκέπτες να αντιληφθούν τη συνολική δομή του συγκροτήματος του μουσείου και κατά συνέπεια να περιηγηθούν μέσα σ' αυτό. Αντίθετα, η κυκλική δομή προσφέρει τη δυνατότητα τηλεμεταφοράς του επισκέπτη από αίθουσα σε αίθουσα ή ακόμη και από μουσείο σε μουσείο, εκτός από τη συνηθισμένη περιήγησή του μέσα από τους διαδρόμους, γεγονός που περιορίζει την ελευθερία του και χάνει έτσι τη δυνατότητα εξερεύνησης. Σε κάθε περίπτωση η περιήγηση του επισκέπτη μπορεί να γίνει πολύ πιο εύκολη με τη χρήση συμβόλων, οδηγιών, χαρτών και διαφορετικών χρωμάτων για κάθε επίπεδο ή αίθουσα ανάλογα με το θέμα της.

Τέλος, όσον αφορά το βαθμό της ρεαλιστικής απόδοσης του εικονικού μουσείου και του σχεδιασμού του, υπάρχουν δύο εναλλακτικές λύσεις. Αυτές είναι, είτε να πραγματοποιηθεί πιστή και ακριβή απόδοση του χώρου, ώστε να ανταποκρίνεται πλήρως στην πραγματικότητα, είτε να

δημιουργηθεί ο χώρος και οι αίθουσες του μουσείου με βάση πρωτότυπα, διαφορετικά μοντέλα, όχι απαραίτητα ρεαλιστικά που θα συμπληρώνουν μια ολοκληρωμένη δομή.



Διάγραμμα 2.3.: Βασική δομή εικονικού συγκροτήματος μουσείων, συμμετρική σε σχήμα αστέρι.

2.8.3. Σχεδιασμός παρουσίασης εκθεμάτων

Το μουσείο, πραγματικό ή εικονικό, επικοινωνεί με τους επισκέπτες μέσω των εκθέσεων και των εκθεμάτων του και περνά ποικίλα μηνύματα. Η θέση κάθε μεμονωμένου εκθέματος, αλλά και η συνολική σύνθεση και οργάνωση της έκθεσης παίζουν καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο οι επισκέπτες λαμβάνουν, καταλαβαίνουν και επεξεργάζονται τα μηνύματα που προσφέρει το μουσείο. Έτσι, ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να θαυμάσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός εκθέματος, εάν αυτό εκτίθεται ξεχωριστά και καταλαμβάνει μια ιδιαίτερη θέση στο χώρο, ή να αντιληφθεί τη σχέση που έχουν κάποια εκθέματα, όταν αυτά εκτίθενται συγκεντρωμένα ως μια κατηγορία αντικειμένων. Σημαντικό ρόλο παίζουν και άλλα χαρακτηριστικά στον χώρο του μουσείου, όπως είναι ο φωτισμός, η θέση, ο προσανατολισμός των εκθεμάτων και η γενικότερη δομή των χώρων της έκθεσης. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά των επισκεπτών κατά την περιήγησή τους στο μουσείο, αλλά και την επιθυμία τους να δουν και να εστιάσουν την προσοχή τους σε συγκεκριμένα εκθέματα.

Η συμβολή του εικονικού μουσείου στο παραπάνω ζήτημα είναι μεγάλη και έρχεται να λύσει τα χέρια των επιμελητών ενός μουσείου σε ό,τι αφορά τον τρόπο προβολής και έκθεσης των αντικειμένων. Το εικονικό μουσείο δίνει τη δυνατότητα στους επιμελητές των μουσείων να

δοκιμάσουν εναλλακτικές διαδρομές για κάθε έκθεση που δημιουργούν, ακόμα και να αντιγράψουν πιστά ένα έκθεμα και να το παρουσιάσουν σε διαφορετικές θέσεις ή συλλογές δίνοντας διαφορετικό νόημα κάθε φορά. Ακόμη, το εικονικό περιβάλλον δίνει τη δυνατότητα να εκτεθούν και να παρουσιαστούν ορισμένα αντικείμενα με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, που στην πραγματικότητα δεν είναι εφικτό. Για παράδειγμα, σε ένα μουσείο ζωολογίας ή φυσικής ιστορίας ένα ζώο μπορεί να παρουσιαστεί μόνο ταχυεπιπλέον σε μια προθήκη, ενώ αντίθετα σ' ένα εικονικό μουσείο μπορεί να παρουσιαστεί στο φυσικό του περιβάλλον σε τρισδιάστατη μορφή (Lepouras G. et al., 2004).

2.8.4. Σχεδιασμός της διαδραστικότητας του εικονικού μουσείου

Το περιβάλλον ενός εικονικού μουσείου μπορεί να εμπλουτιστεί με διάφορα διαδραστικά στοιχεία, ώστε να μην είναι στατικό και με περιορισμένες δυνατότητες. Οι χρήστες ενός εικονικού μουσείου προτιμούν την ελεύθερη περιήγησή τους στο χώρο σε σχέση με τη στοχευμένη αναζήτηση εκθεμάτων. Εντούτοις, υπάρχουν και επισκέπτες που επιθυμούν να εξερευνήσουν το εικονικό περιβάλλον προκειμένου να εντοπίσουν συγκεκριμένα εκθέματα που τους αφορούν και τους ενδιαφέρουν. Στην αναζήτησή τους αυτή μπορούν να τους διευκολύνουν κατευθυντήρια βέλη και μηχανισμοί τηλεμεταφοράς σε κατάλληλες θέσεις.

Η μέθοδος με την οποία ο επισκέπτης ενός εικονικού μουσείου μπορεί να περιηγηθεί στο χώρο, ποικίλλει ανάλογα με τις δυνατότητες, τις ανάγκες και τις προδιαγραφές κάθε μουσείου. Συνήθως, η καταλληλότερη μέθοδος είναι εκείνη που επιτρέπει στο χρήστη να κινηθεί ελεύθερα στο χώρο και μόνο όταν πλησιάζει αρκετά κοντά σε κάποιο έκθεμα να του παρέχεται η δυνατότητα να εξερευνήσει περισσότερο το αντικείμενο και να μάθει τις πληροφορίες που του παρέχει το μουσείο. Τέλος, ο χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να κινηθεί όσο αργά ή όσο γρήγορα επιθυμεί στο χώρο, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις του (Lepouras G. et al., 2004).

2.8.5. Δημιουργία προτύπου και αξιολόγηση

Το στάδιο της δημιουργίας ενός προτύπου για την ανάπτυξη του εικονικού μουσείου είναι ιδιαίτερα σημαντικό και βασίζεται στη διαδικασία της έρευνας και αξιολόγησης των προτιμήσεων των χρηστών, των απαιτήσεων των μουσείων και των προδιαγραφών του εικονικού περιβάλλοντος. Η επιτυχής δημιουργία ενός εικονικού μουσείου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του περιβάλλοντος και των εκθεμάτων, αλλά κυρίως επαφίεται στις ελευθερίες που θα έχει ο χρήστης στην περιήγηση και επεξεργασία των αντικειμένων και στα διαδραστικά στοιχεία που θα διαθέτει η εφαρμογή. Η επιτυχής εφαρμογή της περιήγησης του επισκέπτη στο εικονικό περιβάλλον του μουσείου, καθώς και οι δυνατότητες που θα έχει στην εξερεύνηση των εκθεμάτων, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό τόσο από τη συνολική διαδικασία του σχεδιασμού, όσο και από την κατάλληλη επιλογή περιφερειακής συσκευής εισόδου δεδομένων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι διαθέσιμες συσκευές εισόδου σήμερα είναι πάρα πολλές, με διαφορετικές δυνατότητες και λειτουργίες. Η επιλογή της καταλληλότερης συσκευής εξαρτάται από την εξοικείωση του κοινού με τη σύγχρονη τεχνολογία και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, αλλά και από τις διαδραστικές δυνατότητες που θα έχει το εικονικό περιβάλλον. Ορισμένες συνηθισμένες συσκευές που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους εφαρμογές είναι το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι ενός υπολογιστή, ένα τηλεχειριστήριο (joystick), μια συσκευή Kinect για πιο ζωντανή και παραστατική εμπειρία στο εικονικό περιβάλλον ή ακόμη και μια οθόνη αφής (Lepouras G. et al., 2004).



Εικόνα 2.7.: Περιφερειακές συσκευές εισόδου δεδομένων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Πηγή: www.computerhope.com

Η δημιουργία ενός προτύπου προδιαγραφών και απαιτήσεων στοχεύει στην ανάλυση όλων των εναλλακτικών λύσεων για κάθε ζήτημα σχεδιασμού που υπάρχει, στην αξιολόγηση και τον έλεγχο αυτών και τελικά στην επιλογή της βέλτιστης λύσης για κάθε περίπτωση. Τα ζητήματα σχεδιασμού και οι προβληματισμοί που μπορεί να προκύψουν κατά την ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου μπορεί να είναι απλά, όπως η δομή, η διάταξη των διαδρόμων και των αιθουσών του μουσείου, η μορφή του συνολικού χώρου, η υφή των τοίχων, ή και πιο σύνθετα, όπως η θέση των αντικειμένων σε σχέση με τις δυνατότητες περιήγησης και εξερεύνησης των εκθεμάτων από το χρήστη. Τελικά, αξιολογούνται όλες οι εναλλακτικές λύσεις και προκύπτουν οι ιδανικότερες επιλογές για το σχεδιασμό του εικονικού περιβάλλοντος και για τον τεχνικό εξοπλισμό του ηλεκτρονικού υπολογιστή που απαιτείται.

2.8.6. Εφαρμογή και εκτέλεση του εικονικού μουσείου

Το τελευταίο στάδιο κατά τη δημιουργία και ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου έρχεται να θέσει σε εφαρμογή όλες τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί κατά την ανάλυση, το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των επιλογών. Προγραμματίζεται έτσι το εικονικό περιβάλλον και οι δυνατότητες που θα προσφέρει στο χρήστη, πραγματοποιείται συνεχής έλεγχος για τυχόν προβλήματα και διορθώσεις σε κάθε στάδιο και βήμα της διαδικασίας και τελικά προκύπτει το εικονικό μουσείο, έτοιμο να «ανοίξει» τις πόρτες του για το κοινό (Lerouras G. et al., 2004).

2.9. ΣΥΝΗΘΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΝΟΣ 3D ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Ένα εικονικό περιβάλλον μπορεί να περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών, διαδραστικών στοιχείων, λεπτομερειών, τρισδιάστατων αντικειμένων και δυνατοτήτων για το χρήστη (Moldoveanu A. et al., 2003). Το πρωταρχικό και βασικότερο στοιχείο που συνθέτει ουσιαστικά το εικονικό μουσείο, είναι η τρισδιάστατη απεικόνιση του ίδιου του μουσείου, του κτηρίου και του περιβάλλοντα χώρου του. Ουσιαστικά πρόκειται για το δάπεδο, την οροφή, τους τοίχους, κολώνες, στοές, αψίδες που διαθέτει ο χώρος, τις αίθουσες και τους διαδρόμους, αλλά και ποικιλία διακοσμητικών στοιχείων και επίπλων που δεν πρόκειται για εκθέματα. Τα αρχιτεκτονικά αυτά στοιχεία και αντικείμενα είναι συνήθως τρισδιάστατα (3D) μοντέλα υψηλής ποιότητας και ακρίβειας που προκύπτουν με διάφορες μεθόδους, όπως:

- ✓ Μοντελοποίηση από ήδη υπάρχοντα σχέδια ή μοντέλα
- ✓ Μοντελοποίηση σύμφωνα με αρχικές μετρήσεις και δεδομένα που λαμβάνονται από το χώρο

- ✓ Δημιουργία μοντέλων με τη χρήση φωτογραμμετρικών μεθόδων (χειροκίνητες, ημι-αυτόματες ή αυτόματες)
- ✓ Δημιουργία μοντέλων με τη χρήση σαρωτή λέιζερ (laser scanner)

Συνήθως η ανάπτυξη ενός εικονικού μουσείου, προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική, πιστή, ακριβής και αποτελεσματική, συνδυάζει τις παραπάνω μεθόδους και φυσικά χρησιμοποιείται κάποιο λογισμικό για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, όπως το Photoscan, το SketchUp, κ.ά. Με αυτόν τον τρόπο, εκτός από τα υλικά αντικείμενα και το χώρο, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός τρισδιάστατου εικονικού χαρακτήρα (avatar) που θα αναπαριστά τον επισκέπτη στο εικονικό μουσείο και θα καθιστά πιο εύκολη την περιήγησή του στο χώρο.

Ένα επιπλέον σημαντικό στοιχείο στη σύνθεση του τρισδιάστατου εικονικού περιβάλλοντος του μουσείου, είναι η υφή και η ρεαλιστική απόδοση των σχεδίων και των χρωμάτων των αντικειμένων στο χώρο. Η διαδικασία της απόδοσης υφής και χρώματος στα τρισδιάστατα μοντέλα επιτυγχάνεται με τη λήψη υψηλής ποιότητας εικόνων, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλες τεχνικές δυναμικής μεταφόρτωσης υφής, λεπτομέρειας.

Ακόμη, είναι δυνατό να εισαχθούν και προβολές βίντεο στον εικονικό χώρο του μουσείου σε τρισδιάστατες επιφάνειες, συνήθως ορθογωνικές επίπεδες οθόνες, εάν κάτι τέτοιο κρίνεται αναγκαίο βέβαια. Αυτού του είδους τα βίντεο μπορεί να είναι μικρών διαστάσεων και σχετικά χαμηλής ανάλυσης για να παρουσιάζουν διάφορες κινούμενες απεικονίσεις στον εικονικό χώρο ή μεγάλων διαστάσεων και υψηλής ανάλυσης, ώστε να δημιουργούν την αίσθηση μιας κινηματογραφικής προβολής ακριβώς στο εσωτερικό του μουσείου (Moldoveanu A. et al., 2003).

Όσον αφορά τα εκθέματα του εικονικού μουσείου, αυτά μπορούν να αποδοθούν είτε ως δισδιάστατα αντικείμενα είτε ως τρισδιάστατα. Συνήθως αποδίδονται σε δύο διαστάσεις αντικείμενα σχεδόν επίπεδα, ορθογωνικά, όπως είναι για παράδειγμα πίνακες ζωγραφικής, οθόνες, που χρησιμοποιούνται για την προβολή βίντεο ή αφίσες με πληροφορίες και λεπτομέρειες για την έκθεση και τα εκθέματα του μουσείου. Η απόδοση των αντικειμένων και των εκθεμάτων του μουσείου στις τρεις διαστάσεις δημιουργεί μια πιο ρεαλιστική και πραγματική αίσθηση στο χρήστη, ενώ ταυτόχρονα του δίνει τη δυνατότητα να περιστρέψει τα αντικείμενα, να τα πλησιάσει περισσότερο, να εστιάσει σε συγκεκριμένες λεπτομέρειές τους, αλλά και να μάθει περισσότερες πληροφορίες για την ιστορία, τη φύση και την προέλευσή τους. Κάθε έκθεμα μπορεί να εμπλουτιστεί με πολυμέσα, όπως κείμενο, εικόνες, βίντεο, αλλά και εξωτερικούς συνδέσμους, όπως είναι η επίσκεψη και η μεταφορά σε διάφορους ιστοτόπους.

Ο φωτισμός και οι σκιές σ' έναν τρισδιάστατο εικονικό χώρο προσδίδουν μεγαλύτερο ρεαλισμό στο τελικό αποτέλεσμα. Έτσι, οι επιλογές σε ό,τι αφορά τις συνθήκες φωτισμού σε τέτοιου είδους εφαρμογές είναι δύο, ο στατικός και ο δυναμικός φωτισμός. Στην περίπτωση του στατικού φωτισμού οι θέσεις, το χρώμα και η ένταση των φωτιστικών πηγών είναι προκαθορισμένες από το σχεδιαστή και δημιουργό του εικονικού περιβάλλοντος και δεν μεταβάλλονται κατά την περιήγηση του χρήστη στο εικονικό μουσείο. Η συμβολή του φωτός σε αυτή την περίπτωση έχει προμελετηθεί και συνδυαστεί με τη διαδικασία της απόδοσης υφής στο χώρο και τα αντικείμενα. Αντίθετα, κατά το δυναμικό φωτισμό οι φωτιστικές συνθήκες (θέση, χρώμα, ένταση) στο χώρο αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας σε πραγματικό χρόνο (real time). Ειδικότερα, η χρήση του δυναμικού φωτισμού είναι σημαντική και αναγκαία όταν πρόκειται για έναν εξωτερικό, περιβάλλοντα χώρο, όπως ένα υπαίθριο μουσείο ή ένας αρχαιολογικός χώρος. Σε συνδυασμό με τις συνθήκες φωτισμού συνήθως εισάγονται και λεπτομέρειες που αναπαριστούν γενικά διάφορες φυσικές μεταβολές, όπως είναι οι καιρικές συνθήκες, η θέση του ήλιου κατά τη διάρκεια της μέρας, κ.ά.

Επίσης ο ήχος είναι ένα στοιχείο που συμβάλλει στη βελτίωση της εμπειρίας σ' έναν τρισδιάστατο εικονικό χώρο. Το εικονικό μουσείο μπορεί να περιλαμβάνει ήχους ως μουσική υπόκρουση, ηχογραφήσεις με αφηγήσεις και λεπτομέρειες για τη συλλογή και τα εκθέματα, ακουστική υποστήριξη σε προβολές βίντεο, ακόμα και περιφερειακούς ήχους στο γενικότερο περιβάλλον του εικονικού μουσείου, όπως είναι για παράδειγμα ο βηματισμός του χρήστη (Moldoveanu A. et al., 2003).

Επιπροσθέτως, στο εικονικό περιβάλλον εντάσσεται πάντοτε ένας μικρότερος δισδιάστατος χάρτης (mini-map) όλου του τρισδιάστατου μουσείου σε ορθή προβολή, προκειμένου να διευκολύνει το χρήστη στον προσανατολισμό εντοπίζοντας γρήγορα και εύκολα τη θέση του στο μουσείο, αλλά και τις αίθουσες που θέλει να επισκεφτεί. Συνήθως τοποθετείται σε μια από τις γωνίες της οθόνης με τη δυνατότητα να εμφανίζεται και να αποκρύπτεται ανάλογα με την επιθυμία του χρήστη, ώστε να μην τον ενοχλεί κατά την περιήγησή του και την προβολή των εκθεμάτων. Η τρέχουσα θέση του χρήστη σημειώνεται πάνω στο χάρτη μ' ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό σύμβολο, ενώ ο χάρτης διαχωρίζεται σε συγκεκριμένες, ευδιάκριτες περιοχές ανάλογα με το είδος τους (είσοδος, προθάλαμος, αίθουσα, διάδρομος, κλιμακοστάσιο, κ.τ.λ.). Υπάρχει ακόμη η δυνατότητα, ο χάρτης να διαθέτει και σημεία τηλεμεταφοράς του χρήστη για να μεταφέρεται εύκολα και γρήγορα σε διάφορες θέσεις, όπως από τον έναν όροφο σε κάποιον άλλο.

Μια επιπλέον δυνατότητα που μπορεί να έχει το εικονικό μουσείο είναι οι προκαθορισμένες εικονικές ξεναγήσεις σε αυτό, βασισμένες σε διαφορετική θεματολογία, ανάλογα με τις προτιμήσεις των επισκεπτών και τις κατηγορίες εκθεμάτων που διαθέτει το μουσείο. Για παράδειγμα, σε ένα αρχαιολογικό μουσείο μπορούν να δημιουργηθούν ξεχωριστές ξεναγήσεις ανά χρονική περίοδο, δηλαδή «Αρχαϊκή», «Κλασική», «Ελληνιστική» ή «Πρώιμη Βυζαντινή», ενώ θα μπορούσαν να γίνουν και πιο εξειδικευμένες ξεναγήσεις όπως «Αρχαϊκή Κεραμική» ή «Κλασική Γλυπτική» κ.ά. Ουσιαστικά η ξενάγηση βασίζεται σε μια σειρά τοποθεσιών μέσα στο μουσείο που εναλλάσσονται, εμπλουτισμένη με μια αφήγηση. Ο χρήστης επιλέγει την ξενάγηση που τον ενδιαφέρει και το πρόγραμμα τον μεταφέρει στις κατάλληλες αίθουσες, του παρουσιάζει τα εκθέματα που σχετίζονται με το θέμα της ξενάγησης και ταυτόχρονα του διηγείται την ιστορία πίσω από κάθε έκθεμα. Ο χρήστης έχει ακόμη τη δυνατότητα να σταματήσει προσωρινά ή τελείως την ξενάγηση, να προχωρήσει πιο γρήγορα στις επόμενες προκαθορισμένες αίθουσες ή να επιστρέψει ξανά στις προηγούμενες. Τέτοιου είδους ξεναγήσεις είναι εξαιρετικά πολύτιμες, σημαντικές και ουσιαστικές για το χρήστη, καθώς λαμβάνει δομημένες πληροφορίες που βασίζονται σε συγκεκριμένο θέμα που τον αφορά (Moldoveanu A. et al., 2003).

Η σύγχρονη ζωή κατακλύζεται πλέον από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social media) και όλοι ανεξαρτήτως ηλικίας, φύλου ή εθνικότητας βρίσκονται καθημερινά συνδεδεμένοι με τις κοινωνικές, διαδικτυακές ομάδες τους. Το εικονικό μουσείο λοιπόν δεν μπορεί παρά να συμμετέχει και αυτό με κάποιο τρόπο στη σύγχρονη κοινωνική ζωή των Facebook, Twitter, Youtube, Instagram, Pinterest κ.ά. Το σύστημα και το εικονικό περιβάλλον του μουσείου μπορεί επομένως να περιλαμβάνει πολλές, εξειδικευμένες λειτουργίες για να υποστηρίξουν την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Οι λειτουργίες αυτές μπορεί να έχουν τη μορφή συνομιλιών ή ανταλλαγής προσωπικών μηνυμάτων σε διάφορα κανάλια ιδιωτικά, δημόσια ή ομάδων, μπορεί να περιλαμβάνουν λίστες φίλων, ομάδες χρηστών που μοιράζονται κοινά ενδιαφέροντα ή και να παρέχουν τη δυνατότητα στους επισκέπτες να δημοσιεύουν φωτογραφίες, υλικό, πληροφορίες και την εμπειρία που απέκτησαν από το εικονικό μουσείο.

Τέλος, μια πιο σύνθετη και εξειδικευμένη λειτουργία που θα μπορούσε να προσφέρει το εικονικό μουσείο, είναι η δημιουργία συλλογών και ξεναγήσεων από τους χρήστες και τους επισκέπτες του εικονικού περιβάλλοντος. Οι χρήστες μπορούν να λειτουργήσουν ως επιμελητές μουσείου και να

δημιουργήσουν το προσωπικό τους εικονικό μουσείο, έκθεση ή ξενάγηση με εύκολα στη χρήση εργαλεία ή κάποιο βοηθητικό wizard. Μετά τη δημιουργία του προσωπικού εικονικού μουσείου, ο κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει σε αυτό ως εκθέματα προσωπικά του αντικείμενα ή πιστά αντίγραφα εκθεμάτων του μουσείου και στη συνέχεια να δημιουργήσει εικονικές ξεναγήσεις. Έπειτα μπορεί να μοιραστεί και να δημοσιεύσει την προσωπική του έκθεση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Εφαρμογές όπως η παραπάνω ή πρόσθετα εκπαιδευτικά παιχνίδια που μπορούν να προσαρμοστούν στο εικονικό περιβάλλον, κάνουν πιο δελεαστικό και προσίτο το εικονικό μουσείο στο κοινό και ειδικότερα στα παιδιά. Αυτή είναι άλλωστε και η βασικότερη και σημαντικότερη επιδίωξη ενός μουσείου, φυσικού ή εικονικού, να προσελκύσει και να ικανοποιήσει όσο το δυνατόν περισσότερους επισκέπτες ιδιαίτερα νεαρής ηλικίας (Moldoveanu A. et al., 2003).

2.10. ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΕΙΩΝ

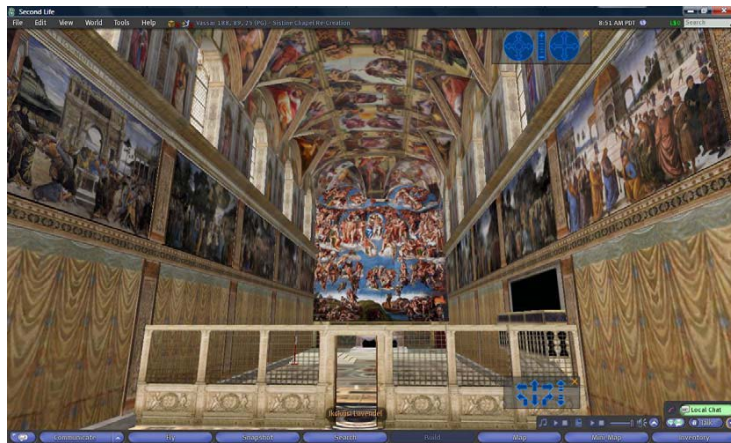
Η πλειονότητα των διαδικτυακών μουσείων πασχίζει να βρει την ισορροπία ανάμεσα στην χωρική και γνωστική πληροφορία που παρέχει και τις διαδραστικές δυνατότητες της εφαρμογής. Ουσιαστικά δηλαδή, αγωνίζεται να βρει τη χρυσή τομή ανάμεσα στο μουσείο και το χρήστη. Συνήθως, όταν ένα μουσείο δημιουργεί με επιτυχία διαδραστικές τρισδιάστατες εκθέσεις, αποτυγχάνει στην παροχή πληροφοριών για τα εκθέματα και το αντίστροφο. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές αξιόλογες προσπάθειες που έχουν καταφέρει να ικανοποιήσουν με επιτυχία τις ανάγκες του μουσείου και του χρήστη. Το αποτέλεσμα τέτοιων εγχειρημάτων αποτελεί το έναυσμα και το στόχο αυτής της διπλωματικής εργασίας, που είναι η δημιουργία ενός εικονικού μουσείου με την εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων και την εφαρμογή φωτογραμμετρικών μεθόδων για την πιστότερη και ακριβέστερη απόδοση του χώρου του μουσείου και των εκθεμάτων.

Το μεγάλο ερώτημα που θέτουν καθημερινά τα μουσεία είναι, πως μπορούν να μετατραπούν σε έναν τόπο κοινωνικής συναναστροφής και αλλαγής των προτύπων, όχι με την έννοια του περιεχομένου και της γνώσης του μουσείου, αλλά με έναν τελείως καινοτόμο και διαφορετικό τρόπο. Το «Tech Museum of Innovation» στο Σαν Χοσέ της Καλιφόρνια συνδύασε την αλλαγή και την καινοτομία όχι μόνο με τον επισκέπτη, αλλά με το ίδιο το μουσείο και τον τρόπο που δημιουργεί και εκθέτει τα εκθέματά του. Προκειμένου να διευρύνει τους ορίζοντες του μουσείου και να ξεφύγει από τις παραδοσιακές μεθόδους δημιουργίας ενός μουσείου, δημιούργησε το 2003 το «The Tech Virtual». Πρόκειται για μια εικονική έκθεση, έναν τρισδιάστατο διαδραστικό κόσμο που δημιούργησε η Second Life και δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να διαμορφώσουν τις ιδέες τους, να δημιουργήσουν προσωπικές εκθέσεις, να συναναστραφούν με άλλους χρήστες, να περιηγηθούν σε μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους, να εξερευνήσουν εκθέματα και συλλογές, να συμμετέχουν σε διαδραστικά παιχνίδια, ακόμη και να προτείνουν εναλλακτικούς τρόπους για την παρουσίαση και έκθεση των αντικειμένων. Στόχος της εφαρμογής είναι να πέσουν τα στεγανά και τα πρότυπα που διαχωρίζουν τους εκπαιδευτικούς από τους καλλιτέχνες, τους επιστήμονες από τους επιμελητές των μουσείων, τους επισκέπτες από τους σχεδιαστές, προσκαλώντας έτσι όλους τους χρήστες από κάθε γωνιά του πλανήτη να συνεισφέρουν με τις ιδέες και τις προτάσεις τους στη δημιουργία νέων και πρωτότυπων εκθέσεων σε μια εικονική κοινότητα.

Το πρόγραμμα «The Tech Virtual» είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα που συνδυάζει δύο βασικά, θεμελιώδη στοιχεία, έναν ιστότοπο (www.thetechvirtual.org), στον οποίο δημιουργούνται όλα τα σχέδια, τα στοιχεία του εικονικού περιβάλλοντος, καθώς και το περιβάλλον του Second Life («The Tech» in Second Life), όπου οι συμμετέχοντες μπορούν να επικοινωνήσουν σε πραγματικό χρόνο (real-time), να μοιραστούν τις ιδέες τους και να δημιουργήσουν τα δικά τους εικονικά πρότυπα. Οι χρήστες παρουσιάζονται ως τρισδιάστατοι εικονικοί χαρακτήρες (avatars), τους οποίους μπορούν να διαμορφώσουν μόνοι τους ως προς την εμφάνιση και τα χαρακτηριστικά τους, ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν ελεύθερα στους διαθέσιμους εικονικούς χώρους, να

τηλεμεταφερθούν σε διάφορες τοποθεσίες, να επεξεργαστούν αντικείμενα και να βρουν σχετικές πληροφορίες και λεπτομέρειες για όσα τους ενδιαφέρουν. Το «The Tech Virtual» στηρίζεται σε μοντέλο ανοιχτού λογισμικού και μπορεί ο οποιοσδήποτε να συνεισφέρει στο περιβάλλον και τα επιμέρους στοιχεία του με ένα μόνο περιορισμό δηλ. οι ιδέες που χρησιμοποιούνται από οργανισμούς, φορείς ή και ιδιώτες να φέρουν το όνομα του δημιουργού τους (Friess P., 2008).

Παρ' όλο που το εικονικό περιβάλλον του Second Life ξεκίνησε ως χώρος συνάντησης, επικοινωνίας και κοινωνικοποίησης, σύντομα τα μουσεία βρήκαν τη θέση τους σε αυτό, ως ένα βασικό και πολύτιμο αγαθό, όχι μόνο του περιβάλλοντος της εικονικής πραγματικότητας, αλλά της πραγματικής ζωής των ανθρώπων. Πρακτικά, κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει, να σχεδιάσει και να στήσει την προσωπική του συλλογή. Το εντυπωσιακό όμως είναι το πλήθος των σοβαρών, επαγγελματικών πρωτοβουλιών για την ανάπτυξη, προβολή και προώθηση πολλών πολιτιστικών οργανισμών και φορέων του κόσμου μέσα από τη συγκεκριμένη πλατφόρμα. Υπάρχουν δύο κατηγορίες μουσείων στο Second Life, τα πραγματικά μουσεία και τα μουσεία που έχουν σχεδιαστεί και δημιουργηθεί αποκλειστικά και μόνο για το Second Life. Επίσης, το Second Life προσφέρει τη δυνατότητα ιστορικών ανακατασκευών στο εικονικό του περιβάλλον, όπως είναι για παράδειγμα η Καπέλα Σιζτίνα ή η Αρχαία Ρώμη, όπου οι χρήστες καλούνται να βιώσουν μια εικονική εμπειρία μεταφερόμενοι πίσω στο χρόνο και να ζήσουν ως αναγεννησιακοί καλλιτέχνες ή αρχαίοι Ρωμαίοι. Μάλιστα, πολλές φορές οι σχεδιαστές και οι προγραμματιστές τέτοιων εικονικών ανακατασκευών δυσκολεύονται ιδιαίτερα στην πιστή απόδοση και αναπαράσταση του παρελθόντος.



Εικόνα 2.8.: Στιγμιότυπο από περιήγηση στην εικονική ανακατασκευή του παρεκκλησίου της Καπέλα Σιζτίνα μέσα από την πλατφόρμα του Second Life.

Πηγή: <http://interartive.org/2009/12/virtual-museums2>

Πιθανόν το καλύτερο παράδειγμα πραγματικού μουσείου που φιλοξενείται στην πλατφόρμα του Second Life είναι το Gemaldegalerie Alte Meister της Δρέσδης, ενώ το καλύτερο μουσείο που σχεδιάστηκε και διαμορφώθηκε από το Second Life είναι το Εικονικό Μουσείο Τέχνης (Virtual Museum of Art-VMOA). Το μουσείο Gemaldegalerie δημιουργήθηκε τον Μάιο του 2007 και αντικατοπτρίζει πλήρως το πραγματικό μουσείο σε κλίμακα 1:1. Υπάρχουν περίπου 750 υψηλής ποιότητας μοντέλα των εκθεμάτων της συλλογής του μουσείου, κατανεμημένα σε 56 αίθουσες, στις οποίες έχουν δωρεάν πρόσβαση οι χρήστες ανά πάσα στιγμή. Ταυτόχρονα, το Gemaldegalerie παρέχει και πολύτιμες πληροφορίες για τα αριστουργήματα που εκτίθενται, καθώς ο χρήστης επιλέγοντας κάποιο αντικείμενο βρίσκει αμέσως τις βασικές πληροφορίες για αυτό, ενώ εκείνοι που ενδιαφέρονται να μάθουν ακόμη περισσότερα για κάποια εκθέματα, μπορούν να

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

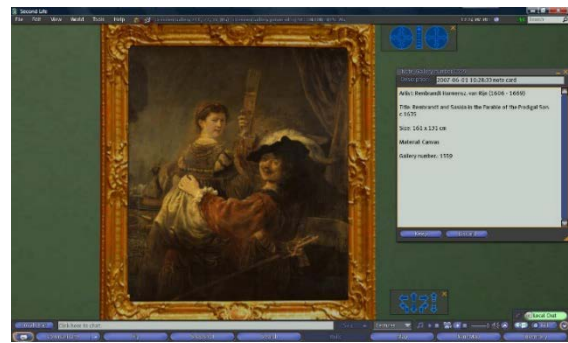
ακολουθήσουν τη δωρεάν ακουστική ξενάγηση που διαθέτει και το πραγματικό μουσείο στη Δρέσδη. Μάλιστα, κατά τη διάρκεια της ξενάγησης μπορεί να ζητηθεί από το χρήστη να πληκτρολογήσει ορισμένους συνδυασμούς πλήκτρων για να ακούσει ακόμα περισσότερες λεπτομέρειες.

Στον αντίποδα αυτών, το μουσείο VMOA, που επίσης άνοιξε τις εικονικές του πόρτες το 2007, είναι ένας χώρος αφιερωμένος στον Gottfried Helnwein και το έργο του. Ο χώρος φιλοξενεί και άλλα έργα σύγχρονης τέχνης και αυτό που κάνει το συγκεκριμένο μουσείο ιδιαίτερο είναι, ότι δεν έχει φυσική υπόσταση στον πραγματικό κόσμο, αλλά δημιουργήθηκε αποκλειστικά και μόνο για το εικονικό περιβάλλον του Second Life. Το μουσείο αυτό δεν διαθέτει παράθυρα και κάρτες με πληροφορίες για τα εκθέματα, προσφέρει όμως ξεναγήσεις κάθε Κυριακή με ζωντανή μουσική στον εικονικό χώρο.



Εικόνα 2.9.: Στιγμιότυπο από το εικονικό μουσείο Gemaldegalerie Alte Meister της Δρέσδης, όπως παρουσιάζεται στο Second Life.

Πηγή: <http://interartive.org/2009/12/virtual-museums2/>



Εικόνα 2.10.: Στιγμιότυπο από το εικονικό μουσείο Gemaldegalerie και τον πίνακα του Rembrandt van Rijn, μαζί με το πλαίσιο πληροφοριών που εμφανίζεται.

Πηγή: <http://interartive.org/2009/12/virtual-museums2/>

Δύο επιπλέον παραδείγματα διαφορετικών μουσείων είναι το Newggenheim και το Μουσείο του Δεύτερου Λούβρου (Second Louvre). Το εξωτερικό των δύο αυτών μουσείων βασίζεται στην αρχιτεκτονική των πραγματικών, ωστόσο η οργάνωση στο εσωτερικό, οι αίθουσες και η κατανομή των εκθεμάτων είναι τελείως διαφορετικά από ό,τι στην πραγματικότητα. Τέλος, η πλατφόρμα του Second Life διαθέτει πολλά ακόμη μουσεία, όπως «Το Μουσείο της Δεκαετίας του '80», καθώς και μεγάλη ποικιλία γκαλερί, όπου πωλούνται ψηφιακά έργα τέχνης (www.interartive.org/2009/11/virtual-museums/).



Εικόνα 2.11.: Στιγμιότυπο από το μουσείο Newggenheim του Second Life.

Πηγή: <http://interartive.org/2009/12/virtual-museums2/>

Μια ακόμη αξιόλογη και αξιοσημείωτη προσπάθεια δημιουργίας ενός τρισδιάστατου εικονικού μουσείου είναι το Valentino Garavani Virtual Museum, το οποίο συγκεντρώνει σε πολύ μεγάλο βαθμό όλα τα απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να διαθέτει ένα εικονικό μουσείο. Το συγκεκριμένο μουσείο δεν στεγάζεται σε κάποιο χώρο στην πραγματικότητα, αλλά δημιουργήθηκε το 2012 αποκλειστικά και μόνο για το διαδίκτυο και είναι ελεύθερο να το επισκεφτεί οποιοσδήποτε δωρεάν. Το μουσείο δημιουργήθηκε προς τιμήν του διάσημου σχεδιαστή μόδας Valentino Garavani και παρουσιάζει τις δημιουργίες, τα αρχεία και τα σχέδια πέντε δεκαετιών. Το εικονικό περιβάλλον διαθέτει 5.000 εικόνες ρούχων και σχεδίων, 95 βίντεο από επιδείξεις μόδας και τρισδιάστατα μοντέλα του χώρου και των δημιουργιών του σχεδιαστή με τις απαραίτητες πληροφορίες τους.

Το εικονικό αυτό μουσείο στήθηκε και οργανώθηκε με το λογισμικό του Unity 3D. Η ποιότητα των τρισδιάστατων μοντέλων είναι πολύ καλή και μάλιστα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί τα εκθέματα, να τα περιστρέψει και να εστιάσει σε αυτά, να διαβάσει πρόσθετες πληροφορίες, αλλά και να δει προβολές βίντεο από επιδείξεις μόδας και τα αρχικά σχέδια κάθε δημιουργίας. Ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί ελεύθερα στο χώρο και να επιλέξει την αίθουσα που θέλει να επισκεφτεί, ανάλογα με τα ενδιαφέροντά του. Η περιήγηση του χρήστη γίνεται ακόμα πιο εύκολη με τη δυνατότητα τηλεμεταφοράς στις αίθουσες του μουσείου και με τον χάρτη του συνόλου του εικονικού χώρου (mini-map) που παρουσιάζεται στη γωνία της οθόνης, εφόσον το επιλέξει ο χρήστης. Σε ορισμένες αίθουσες γίνεται και παράλληλη προβολή βίντεο κατά την περιήγηση του χρήστη, ώστε να ενημερώνεται για το σχεδιαστή και το θέμα κάθε αίθουσας.



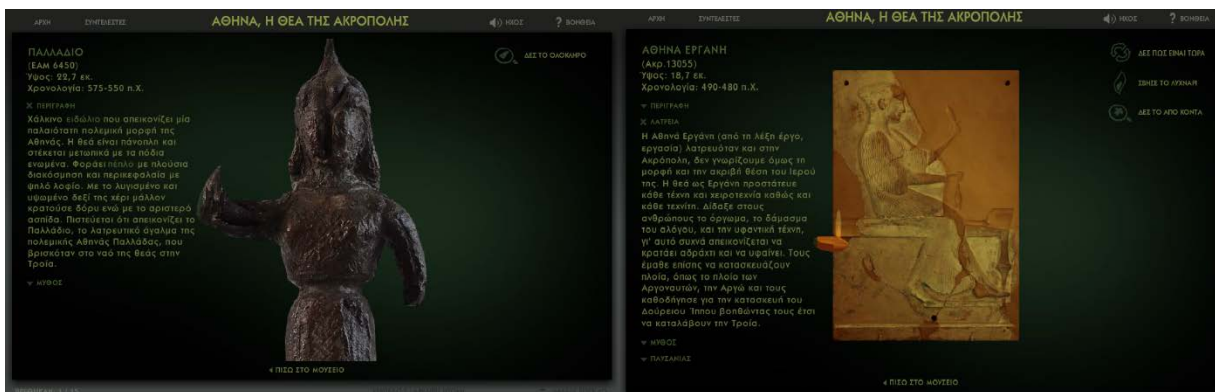
Εικόνα 2.12.: Στιγμιότυπο από την περιήγηση στο Valentino Garavani Virtual Museum.

Εξαιρετική προσπάθεια έχει γίνει επίσης και στο Μουσείο της Ακρόπολης, το οποίο έχει ενσωματώσει στην ιστοσελίδα του, αλλά και στο φυσικό χώρο του μουσείου, μια μεγάλη ποικιλία ψηφιακών εφαρμογών και εποπτικών μέσων. Έτσι, οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να ανακαλύψουν τα εκθέματα του μουσείου μέσα από ειδικά διαμορφωμένες ψηφιακές εφαρμογές, εκπαιδευτικά έντυπα, μουσειοσκευές και προβολές. Συγκεκριμένα οι ψηφιακές εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί για το Μουσείο της Ακρόπολης είναι οι εξής:

- ✓ Χρωμάτισε την Πεπλοφόρο. Οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να χρωματίσουν το άγαλμα της Πεπλοφόρου μέσα από το συγκεκριμένο ψηφιακό παιχνίδι.
- ✓ Αθηνά, η θεά της Ακρόπολης. Το οικογενειακό παιχνίδι «Αναζητώντας τη θεά Αθηνά» συνδυάζεται με την ψηφιακή εφαρμογή με τίτλο «Αθηνά, η θεά της Ακρόπολης» (www.acropolis-athena.gr), μία εικονική περιήγηση με στόχο τη γνωριμία του επισκέπτη με τις διαφορετικές υποστάσεις της θεάς, αλλά και με το Μουσείο της Ακρόπολης.

- ✓ Η Ζωφόρος του Παρθενώνα. Το μοναδικό αυτό έργο τέχνης παρουσιάζεται σε ψηφιακή μορφή μέσα από την εφαρμογή www.parthenonfrieze.gr και απευθύνεται στους ειδικούς επιστήμονες, στο ευρύ κοινό, αλλά και στα παιδιά μέσα από τα ψηφιακά της παιχνίδια.
- ✓ Google Art Project. Το Μουσείο της Ακρόπολης δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του διαδικτύου να ανακαλύψουν και να δούνε με εξαιρετική λεπτομέρεια επιλεγμένα εκθέματα μέσω της εφαρμογής Google Art Project. Ο επισκέπτης μπορεί να περιηγηθεί πανοραμικά στην Αίθουσα των Αρχαϊκών Έργων και στην Αίθουσα του Παρθενώνα, αλλά και να μελετήσει τις λεπτομέρειες των εκθεμάτων πέρα από τις δυνατότητες του γυμνού οφθαλμού.
- ✓ Το πρόγραμμα Γλαύκα. Πρόκειται για μια διαδικτυακή εφαρμογή με θέμα την αποκατάσταση των μνημείων της Ακρόπολης. Στόχος του είναι η γνωριμία των παιδιών με τις φθορές, τα αίτια και τα είδη των επεμβάσεων, με τα επαγγέλματα των ανθρώπων που πραγματοποιούν τα αναστηλωτικά έργα, καθώς και με τις σύγχρονες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε αυτά.
- ✓ Οι επιγραφές. Οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την οθόνη αφής που βρίσκεται στην αίθουσα εκθεμάτων από το 5^ο αιώνα π.Χ. μέχρι τον 5^ο αι. μ.Χ. και να ενημερωθούν για τις αρχαίες επιγραφές που αφορούν στην πολιτική και τη διπλωματία της Αθηναϊκής Δημοκρατίας και βρέθηκαν στο βράχο της Ακρόπολης. Η απόδοση των κειμένων έχει γίνει στη νεοελληνική γλώσσα, ενώ έχουν μεταφραστεί και σε τρεις ξένες γλώσσες (αγγλικά, γαλλικά, γερμανικά) (<http://www.theacropolismuseum.gr/el/content/ekpaideftikoyliko>).

Οι συγκεκριμένες εφαρμογές παρουσιάζουν αρκετά στοιχεία διαδραστικότητας και ειδικότερα η εικονική περιήγηση της ψηφιακής εφαρμογής «Αθηνά, η θεά της Ακρόπολης», αποτελεί ένα από τα πιο αξιόλογα εγχειρήματα για τη δημιουργία ενός εικονικού μουσείου. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί στο χώρο του μουσείου, να τηλεμεταφερθεί στα σημεία ενδιαφέροντος που επισημαίνονται στο χάρτη (mini-map), να εντοπίσει τα εκθέματα που σχετίζονται με τη θεά Αθηνά, να διαβάσει τις πληροφορίες σχετικά με αυτά, αλλά και να τα δει από κοντά, να φωτίσει ορισμένα με το λυχνάρι της εφαρμογής, να περιστρέψει κάποια από αυτά και να δει πως ήταν κατά την αρχαιότητα. Η εφαρμογή λοιπόν διαθέτει όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά ενός εικονικού μουσείου.



Εικόνα 2.13.: Στιγμιότυπο δύο εκθεμάτων από την ψηφιακή εφαρμογή «Αθηνά, η θεά της Ακρόπολης».

Πηγή: <http://www.acropolis-athena.gr/>

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

3.1. ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΞΕΝΑΓΗΣΗΣ (Digital Guide Systems)

Οι ταξιδιωτικοί οδηγοί και οδηγοί μουσείων είναι η πιο συνηθισμένη και μακροχρόνια προσέγγιση για την αύξηση και βελτιστοποίηση της εμπειρίας των επισκεπτών σε έναν αρχαιολογικό χώρο ή μουσείο. Τα ψηφιακά συστήματα ξενάγησης μπορούν να θεωρηθούν ως το επόμενο βήμα και η φυσική εξέλιξη των οδηγών σε μορφή βιβλίου ή κασέτας ήχου. Παρόλο που οι βασικές λειτουργίες είναι οι ίδιες, η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να ενισχύσει, να εμπλουτίσει την εμπειρία του επισκέπτη και να του παράσχει περισσότερες και διαφορετικές πληροφορίες. Έχει αποδειχθεί, ότι οι επισκέπτες τείνουν να θυμούνται περισσότερες πληροφορίες από μια ηχογραφημένη ξενάγηση, παρά από την ανάγνωση των ετικετών (Schwarzer M., 2001), ενώ επωφελούνται ιδιαίτερα τα άτομα με ειδικές ικανότητες, καθώς επίσης και ο χρόνος παραμονής τους στο μουσείο είναι μεγαλύτερος.



Εικόνα 3.1.: Οι συνήθεις συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ψηφιακά συστήματα ξενάγησης.

Πηγή: <http://www.soundfields.co.uk>

Γενικά κατά το σχεδιασμό, την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση ενός ψηφιακού συστήματος ξενάγησης, όποια μορφή και αν έχει, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη αρκετοί καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν καθένα από τα παραπάνω στάδια. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες είναι:

- ✓ Το βάρος και η άνεση στη μεταφορά που προσφέρει η συσκευή, που χρησιμοποιεί ο επισκέπτης.
- ✓ Η εύκολη, γρήγορη και δωρεάν πρόσβαση στο διαδίκτυο.
- ✓ Η εστίαση της προσοχής του χρήστη όχι μόνο στη συσκευή, αλλά κυρίως στα ίδια τα εκθέματα και στο περιβάλλον γύρω του.
- ✓ Οι δυνατότητες που προσφέρει στο χρήστη το ψηφιακό σύστημα ξενάγησης και το πόσο εύχρηστο είναι για εκείνον.
- ✓ Η συνεχής ενημέρωση και αναβάθμιση του περιεχομένου και των πληροφοριών του συστήματος.
- ✓ Η παροχή πληροφοριών στους επισκέπτες ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και το προσωπικό τους προφίλ.
- ✓ Η ποιότητα, το πλήθος και η ακρίβεια των πληροφοριών του συστήματος.
- ✓ Ο σχεδιασμός και η συντήρηση του εξοπλισμού και του περιεχομένου.
- ✓ Το κόστος σχεδιασμού, εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης του συνόλου του ψηφιακού συστήματος ξενάγησης.
- ✓ Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας των συσκευών που χρησιμοποιούνται και οι επιλογές επαναφόρτισής τους (Hornecker E., Bartie P., 2006).

Τα ψηφιακά συστήματα ξενάγησης δίνουν τη δυνατότητα στους επισκέπτες να επιλέγουν και να εμβαθύνουν σε συγκεκριμένες πληροφορίες και θέματα που τους ενδιαφέρουν σε κάθε περίπτωση, προσφέροντας έτσι μια πιο εξατομικευμένη εμπειρία στο χρήστη, αλλά και μεγαλύτερη ποικιλία ξενάγησεων από διαφορετική κάθε φορά οπτική γωνία. Για παράδειγμα, τα συστήματα ακουστικής ξενάγησης (audio guide) μπορούν να βελτιώσουν την εμπειρία ξενάγησης σε ένα μουσείο τέχνης, ακούγοντας τον ίδιο τον καλλιτέχνη να μιλά για το έργο του ή πληροφορίες σχετικά με τη ζωή του. Ένα ακόμη βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι δεν περιορίζει και δεν κλείνει σε στενά χρονικά περιθώρια τους επισκέπτες αρχαιολογικών χώρων και μουσείων. Έτσι, έχουν την ελευθερία να περιηγηθούν στην πόλη και τα αξιοθέατά της, όπως και όποτε εκείνοι επιθυμούν. Οι υπεύθυνοι των μουσείων βέβαια διευκρινίζουν πως τέτοιου είδους συστήματα έχουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.

Το 2005 στο Stratford-upon-Avon, τη γενέτειρα του Σαίξπηρ, ξεκίνησε ένα πρόγραμμα στο οποίο οι τουρίστες της πόλης μπορούσαν να νοικιάσουν συσκευές PDA, με ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο, διαδραστικό χάρτη της πόλης και έναν εγκατεστημένο οδηγό με όλα τα αξιοθέατα και τουριστικά μέρη που μπορούσαν να επισκεφτούν. Μάλιστα, εγκαταστάθηκαν σταθμοί WiFi (WiFi Hotspots) που προσέφεραν ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο σε διάφορα σημεία της πόλης, όπως ξενοδοχεία, καταστήματα, τουριστικά αξιοθέατα, συνδέοντας έτσι διαδικτυακά όλη την πόλη.

Ακόμη, τα περισσότερα ψηφιακά συστήματα διαθέτουν ενσωματωμένα προγράμματα και πληροφορίες με συστάσεις και προτεινόμενα μέρη και προορισμούς, σχετικά με τα πλησιέστερα εστιατόρια, τις τιμές και τις παροχές, τους χώρους στάθμευσης, τα ξενοδοχεία, τα μουσεία και τις ώρες επίσκεψης, κ.ά. Εκτός όμως από τις παραδοσιακές συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ψηφιακά συστήματα ξενάγησης, όπου ο χρήστης πρέπει να πληκτρολογήσει τον αριθμό ή τον κωδικό του εκθέματος που τον ενδιαφέρει, έχουν σήμερα αναπτυχθεί και συστήματα που χρησιμοποιούν το στίγμα της θέσης του χρήστη ή ειδικούς αισθητήρες για να παρέχουν αυτόματα τις πρόσθετες πληροφορίες που επιθυμεί ο χρήστης. Στη συνέχεια, γίνεται εκτενής αναφορά για τα συγκεκριμένα συστήματα, τα οποία συνεχώς εξελίσσονται και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε τουριστικά αξιοθέατα και μουσεία.

Τα βασικά μειονεκτήματα των ψηφιακών συστημάτων ξενάγησης είναι το κόστος συντήρησης, το γεγονός ότι πολύ γρήγορα χάνουν την αξία τους, αλλά και το ότι δεν είναι εύκολη η συνεχής ενημέρωση, αλλαγή και ανανέωση των πληροφοριών που διαθέτουν. Συνήθως, όπως αναφέρουν οι υπεύθυνοι αρχαιολογικών χώρων και μουσείων, είναι δύσκολο, χρονοβόρο και πολυέξοδο να δημιουργούν συνεχώς νέα ψηφιακά συστήματα ξενάγησης, πλήρως ενημερωμένα, κάθε φορά που οι εκθέσεις και οι συλλογές αλλάζουν και εμπλουτίζονται. Επίσης, πρέπει πάντα να διατηρείται μια ισορροπία ανάμεσα στα ψηφιακά συστήματα ξενάγησης και τους ίδιους τους ξεναγούς, οι οποίοι συχνά νιώθουν ότι δεν εκτιμώνται και παραγκωνίζονται από τη σύγχρονη τεχνολογία και τα εντυπωσιακά και δελεαστικά μέσα που χρησιμοποιούνται. Αξίζει όμως να τονιστεί, πως τίποτα δεν μπορεί να αντικαταστήσει έναν ξεναγό, ο οποίος αλληλεπιδρά ουσιαστικά με τους επισκέπτες, θέτει ερωτήματα, απαντά σε προβληματισμούς, παρέχει ακόμα περισσότερες πληροφορίες και δημιουργεί μια σχέση συνεργασίας με εκείνους (Hornecker E., Bartie P., 2006).

3.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΞΕΝΑΓΗΣΗΣ (Audio Tour Guides)

Η ερμηνεία και η παροχή όλων των απαραίτητων πληροφοριών ενός αρχαιολογικού χώρου, αξιοθέατου ή εκθέματος δεν γίνεται πάντοτε με τον ίδιο τρόπο. Όταν εξετάζεται το ζήτημα αυτό, γεννάται ένα μεγάλο ερώτημα: ποιο μέσο ξενάγησης πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να διηγηθεί καλύτερα την ιστορία στους επισκέπτες; Η απάντηση είναι απλή και ίδια για όλους τους υπεύθυνους αρχαιολογικών χώρων και μουσείων, ότι δηλαδή ο τρόπος και η μέθοδος που

επιλέγεται κάθε φορά πρέπει να βασίζεται στο είδος και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αξιοθέατου. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά και οι διαφορετικές ανάγκες των επισκεπτών. Για παράδειγμα, τα παιδιά και οι ενήλικες προσεγγίζουν με διαφορετικό τρόπο έναν αρχαιολογικό χώρο ή μουσείο, ενώ οι απαιτήσεις των επιστημόνων και ειδικών είναι περισσότερες και πιο εξειδικευμένες από εκείνες των απλών επισκεπτών. Επομένως η πρόκληση έγκειται στην υιοθέτηση ενός συστήματος που θα καλύπτει τις ανάγκες περισσότερων επισκεπτών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Στην αρχή, τα συστήματα ακουστικής ξενάγησης (audio tour guides) χρησιμοποιήθηκαν πιλοτικά σε μουσεία για εκπαιδευτικούς κυρίως λόγους. Με την πάροδο του χρόνου όμως και τη συνεχή εξέλιξη και βελτίωση της τεχνολογίας και των πολυμέσων τα διάφορα συστήματα ξενάγησης απέκτησαν μεγαλύτερη αξία. Τα συστήματα αυτά βελτίωσαν την εμπειρία των επισκεπτών, χρησιμοποιήθηκαν για να κινήσουν το ενδιαφέρον τους, να τους ψυχαγωγήσουν, να τους προσφέρουν περισσότερες πληροφορίες με έναν πιο δελεαστικό, ουσιαστικό και κατανοητό τρόπο (www.radiant-tech.gr).



Εικόνα 3.2.: Ακουστική ξενάγηση στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Βερολίνου.

Πηγή: <http://www.naturkundemuseum-berlin.de>

Οι ακουστικές ξεναγήσεις πραγματοποιούνται με ειδικές φορητές συσκευές ή ακόμα και συσκευές PDA. Εφαρμόζονται σε μουσεία, πάρκα, αρχαιολογικούς και εκθεσιακούς χώρους, καθώς και σε όλη την πόλη προκειμένου ο επισκέπτης να περιηγηθεί και να εξερευνήσει το ιστορικό κέντρο και τα αξιοθέατα της πόλης χωρίς τις χρονικές δεσμεύσεις και τους περιορισμούς μιας ομαδικής ξενάγησης, λαμβάνοντας ταυτόχρονα όμως όλες τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι πιο απλές και συνηθισμένες συσκευές που χρησιμοποιούνται στις ακουστικές ξεναγήσεις μοιάζουν με μικρούς ασύρματους πομποδέκτες (walkie talkie) και διαθέτουν πληκτρολόγιο και φωτιζόμενη LCD οθόνη, η οποία εμφανίζει τον αριθμό και τον τίτλο της αφήγησης ή και το ίδιο το κείμενό της. Ο επισκέπτης μπορεί να ακούσει μία αφήγηση μέσω του ενσωματωμένου ηχείου της συσκευής, η οποία μάλιστα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έναν ή δύο επισκέπτες ταυτόχρονα, με μονοφωνικά ή στερεοφωνικά ακουστικά. Οι συσκευές είναι μικρές και ελαφριές για την καλύτερη εξυπηρέτηση των επισκεπτών και την ευκολότερη περιήγησή τους, αλλά και για την πιο γρήγορη διάθεση και συγκέντρωση/μεταφορά των επιστρεφόμενων συσκευών στη βάση φόρτισης από τους υπεύθυνους του μουσείου. Οι συσκευές, πριν δοθούν στον επισκέπτη, ρυθμίζονται στη γλώσσα της προτίμησής του, η οποία “κλειδώνει” έως το πέρας της περιήγησης. Ακολουθώντας την ειδική σήμανση που υπάρχει σε κάθε σημείο ενδιαφέροντος, ο χρήστης της συσκευής, είναι σε θέση να ακούσει την

αφήγηση για το έκθεμα που τον ενδιαφέρει είτε με δική του πρωτοβουλία είτε αυτόματα. Όταν τελειώσει η περιήγηση, ο επισκέπτης επιστρέφει την συσκευή στο σημείο από όπου την παρέλαβε, η οποία και τοποθετείται στη βάση Φόρτισης- Αποθήκευσης- Συλλογής Στατιστικών Στοιχείων. Ο εξοπλισμός μπορεί να υποστηρίξει απεριόριστο αριθμό σε προγράμματα αφήγησης (πρόγραμμα για παιδιά, ενήλικους, ειδικές ομάδες επισκεπτών), γλώσσες, αλλά και το σχολιασμό απεριόριστου αριθμού εκθεμάτων. Ο μόνος περιορισμός είναι η διαθέσιμη μνήμη, που επιλέγεται ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Ο βασικός εξοπλισμός ενός τέτοιου συστήματος αποτελείται από τη βάση Φόρτισης- Αποθήκευσης- Συλλογής Στατιστικών Στοιχείων και τις φορητές συσκευές που χρησιμοποιούν οι επισκέπτες. Ως προαιρετικός εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αντικλεπτικό σύστημα, ηλεκτρονικός υπολογιστής και ειδικοί φάροι αυτόματης ενεργοποίησης των αφηγήσεων σε πιο εξελιγμένα συστήματα για κάθε σημείο ενδιαφέροντος. Σημαντικό στάδιο στην ανάπτυξη ενός συστήματος ακουστικής ξενάγησης είναι το δημιουργικό, που εξασφαλίζει και την επιτυχία άλλωστε του συστήματος. Στο δημιουργικό στάδιο πραγματοποιείται η σύλληψη και εγγραφή του σωστού σεναρίου αφήγησης, με τεκμηριωμένο περιεχόμενο και θεατρική σκηνοθεσία, μουσική επένδυση και ποικίλα πολυμέσα, προκειμένου η εμπειρία των επισκεπτών να εμπλουτιστεί και να βελτιωθεί σημαντικά. Επίσης, η σύγχρονη τεχνολογία έχει συμβάλει σημαντικά και στη μείωση του χρόνου αναμονής των επισκεπτών και του χρόνου φόρτισης των συσκευών, παρέχοντας σε φορείς με μεγάλη επισκεψιμότητα ειδικό λογισμικό και εφαρμογές, ώστε η διαχείριση του συστήματος σε σχέση με το κοινό (παράδοση-παραλαβή) να γίνεται με απλό και εύκολο τρόπο από τους υπαλλήλους. Τέλος, για την καλύτερη περιήγηση των επισκεπτών στα σημεία ενδιαφέροντος συνήθως τοποθετείται ειδική σήμανση με αρίθμηση, ώστε ο επισκέπτης πληκτρολογώντας το αντίστοιχο νούμερο της σήμανσης να ενημερώνεται για το συγκεκριμένο σημείο ή έκθεμα (www.radiant-tech.gr).

Σήμερα, οι ακουστικές ξεναγήσεις είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά από τα μουσεία και τους αρχαιολογικούς χώρους, ενώ έχει καταστεί πλέον και μία από τις πιο οικονομικές μεθόδους. Η αξία ενός τέτοιου συστήματος ξεπερνά την απλή παροχή πληροφοριών στον επισκέπτη, καθώς μια σωστά δομημένη και προκαθορισμένη ακουστική ξενάγηση καθοδηγεί τον επισκέπτη στο χώρο και του δίνει τη δυνατότητα να δει, να επεξεργαστεί και να μάθει όσο το δυνατόν περισσότερα για το μουσείο και τα εκθέματα. Ο μέσος χρόνος επίσκεψης σε κάποιο μουσείο είναι περίπου 20 λεπτά (Wallace M.A., 2006). Έχει αποδειχθεί, ότι με τη χρήση συστημάτων ακουστικής ξενάγησης οι επισκέπτες περνούν περισσότερο χρόνο στο μουσείο, δίνουν μεγαλύτερη προσοχή στα εκθέματα και τις πληροφορίες που λαμβάνουν και αποκτούν μια τελείως διαφορετική εμπειρία στο μουσείο. Ακόμη, η ηχογραφημένη ξενάγηση παρ' όλο που είναι απρόσωπη, ενσαρκώνει το ίδιο το μουσείο και την ιστορία που κρύβεται πίσω από τα εκθέματα.

Μια καλή ακουστική ξενάγηση μπορεί να προσφέρει εναλλαγές συναισθημάτων στον επισκέπτη. Ανάλογα με την ιστορία που διηγείται κάθε φορά και το μήνυμα που πρέπει ο αφηγητής να μεταδώσει, ο επισκέπτης νιώθει χαρά, έκπληξη, θαυμασμό, λύπη, συγκίνηση και γίνεται έτσι κομμάτι της ιστορίας, συμμετέχει ενεργά και συναισθηματικά, αλλάζοντας τη διάθεσή του σύμφωνα με όσα ακούει και μαθαίνει. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η εκπαιδευτική διαδικασία στο μουσείο, αλλά και ο επισκέπτης λαμβάνει πολύ πιο εύκολα και κατανοητά τα μηνύματα που πρέπει από το μουσείο. Η ακουστική ξενάγηση ξεκινά με μια συγκεκριμένη ιδέα, που είναι και ο στόχος του μουσείου, και στη συνέχεια χτίζεται μια επιβλητική, πειστική αφήγηση. Τα συναισθήματα, ο τόνος της φωνής και το ύφος του αφηγητή, τα ηχητικά εφέ που χρησιμοποιούνται και οι πληροφορίες πρέπει να είναι σύμφωνα και να συμβαδίζουν με το μουσείο και τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των ακουστικών ξεναγήσεων είναι, ότι

παρέχουν το χρόνο στους επισκέπτες να συζητήσουν μεταξύ τους τις παρατηρήσεις που έχουν σχετικά με τα εκθέματα, τις ιδέες και τις εντυπώσεις τους, καθ' όλη τη διάρκεια της ξενάγησης, αντίθετα με έναν ξεναγό. Ωστόσο, είναι αισθητή η απουσία της διάδρασης, καθώς ο επισκέπτης δεν μπορεί να θέσει ερωτήματα και να εκφράσει τους προβληματισμούς του σχετικά με ό,τι βλέπει και ακούει. Είναι σπάνιες οι περιπτώσεις, όπου κατά τη διάρκεια της ακουστικής ξενάγησης ο επισκέπτης μέσω της συσκευής που χρησιμοποιεί, μπορεί ταυτόχρονα να στείλει γραπτά μηνύματα με τις απορίες και τα ερωτήματά του, στα οποία θα λάβει στη συνέχεια σχετική απάντηση από τους υπεύθυνους του μουσείου.

Ακόμη, τα συστήματα ακουστικών ξεναγήσεων μπορούν να διατεθούν σε μια πολύ μεγάλη ποικιλία γλωσσών, ενώ είναι δυνατόν να περιέχουν και επεξηγήσεις επιστημονικών όρων σχετικά με τα εκθέματα. Επίσης, τα συστήματα αυτά έχουν αποδειχτεί μεγάλη βοήθεια για άτομα με ιδιαίτερες ικανότητες και προβλήματα ακοής. Η ακουστική ξενάγηση είναι ιδανική για άτομα με προβλήματα στην όραση, καθώς προσφέρει ηχητική περιγραφή του χώρου που επισκέπτονται και των αντικειμένων που υπάρχουν σε αυτόν. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι ειδικά σχεδιασμένες, έτσι ώστε να είναι φιλικές προς άτομα με προβλήματα στην όραση αλλά και την ακοή, αφού διαθέτουν ανάγλυφα πλήκτρα και δυνατότητα εμφάνισης κειμένου και μπορούν να συνδεθούν με ακουστικά βαρηκοΐας. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις διατίθενται και ξεναγήσεις στη νοηματική γλώσσα μέσω μιας κατάλληλης φορητής συσκευής, συνήθως PDA.

Η απογοήτευση των επισκεπτών όταν βλέπουν μια κλειστή αίθουσα για λόγους συντήρησης είναι μεγάλη, τα συστήματα όμως ακουστικής ξενάγησης δεν εμποδίζουν τους επισκέπτες να μάθουν πληροφορίες για τις αίθουσες αυτές και τα εκθέματά τους μέσα από ζωντανές και παραστατικές περιγραφές. Οι συλλογές ενός μουσείου, όπου οι επισκέπτες δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση, αποτελούν τρύπες στο χώρο του μουσείου. Είναι ωστόσο ένα κενό, που εύκολα μπορεί να καλυφθεί με τα σύγχρονα συστήματα ξενάγησης συμπληρώνοντας και ολοκληρώνοντας έτσι τη συνολική εικόνα του μουσείου και δίνοντας την ευκαιρία στους επισκέπτες να ακούσουν και να μάθουν τις πληροφορίες σχετικά με τα εκθέματα που βρίσκονται εκεί, έστω και αν δεν μπορούν να τα πλησιάσουν και να τα δουν από κοντά. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι, ότι τα συστήματα ακουστικής ξενάγησης μπορούν να προσφέρουν πληροφορίες σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με την προτίμηση του επισκέπτη και την επιθυμία του για εις βάθος γνώση (Wallace M.A., 2006).

Αξιόλογα στοιχεία και συμπεράσματα έχουν προκύψει από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ιστορικό Μουσείο της Βιέννης, για χρήστες και μη συστημάτων ακουστικών ξεναγήσεων (Razaq Raj et al., 2013). Η έρευνα είχε στόχο να διερευνήσει το προφίλ των επισκεπτών που ήθελαν να χρησιμοποιήσουν τις ακουστικές ξεναγήσεις, αλλά και εκείνων που δεν τις προτιμούσαν, καθώς και την εμπειρία που αποκόμισαν σε κάθε περίπτωση από το μουσείο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Αξίζει να τονιστεί, πως οι επισκέπτες που προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν τις ακουστικές ξεναγήσεις ήταν κάτω των 34 ετών, ενδιαφέρθηκαν κυρίως οι μαθητές και οι φοιτητές, ενώ είχε ιδιαίτερη απήχηση σε επισκέπτες με υψηλό μορφωτικό επίπεδο. Ιδιαίτερα σημαντικό και αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως ο χρόνος παραμονής στο μουσείο είναι μεγαλύτερος για όσους χρησιμοποίησαν τις ακουστικές ξεναγήσεις. Βέβαια και οι επισκέπτες μεγαλύτερης ηλικίας δεν απείχαν από τα σύγχρονα συστήματα ξεναγήσεως, παρ' όλο που ίσως δεν είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με τη σύγχρονη τεχνολογία.

Η έρευνα όμως εστίασε και στους λόγους που οδήγησαν ορισμένους επισκέπτες να μην χρησιμοποιήσουν τις ακουστικές ξεναγήσεις, προκειμένου να εξαλειφθούν στο μέλλον οι περιορισμοί και τα προβλήματα που τους οδήγησαν σε αυτή την απόφαση. Η πλειονότητα των επισκεπτών (39%) δεν γνώριζε ότι οι ακουστικές ξεναγήσεις συμπεριλαμβάνονται στην τιμή του εισιτηρίου, ενώ το 17% δεν γνώριζε καν πως το μουσείο παρείχε αυτή τη δυνατότητα. Ακόμη, το

16% των επισκεπτών δήλωσε πως ήταν αρκετά εξειδικευμένο και είχε την απαραίτητη γνώση, ώστε να περιηγηθεί στο μουσείο χωρίς την ακουστική ξενάγηση. Επίσης, από ένα ποσοστό της τάξης του 10% των επισκεπτών για κάθε περίπτωση, είτε αντιμετώπιζαν με σκεπτικισμό τα τεχνολογικά μέσα και ήταν επιφυλακτικοί απέναντί τους, είτε δεν ήταν διατεθειμένοι να περιμένουν στον πάγκο των ξεναγήσεων μέχρι να εξυπηρετηθούν. Τέλος, το 8% των επισκεπτών δεν χρησιμοποίησε ακουστική ξενάγηση, επειδή δεν είχαν μείνει άλλες συσκευές διαθέσιμες και το 10% προτίμησε να μην χρησιμοποιήσει τις ξεναγήσεις, επειδή δεν διατίθεντο στη μητρική τους γλώσσα (Ρώσικα, Κινέζικα, Ολλανδικά).

	Χρήστες	Μη Χρήστες		Χρήστες	Μη Χρήστες
Φύλο			Απασχόληση		
Άνδρες	39,6%	44,0%	Αυτοαπασχολούμενοι	12,9%	15,0%
Γυναίκες	60,4%	56,0%	Ανώτατα Στελέχη	21,1%	23,1%
			Διοικητικοί Υπάλληλοι	36,2%	32,0%
Ηλικία			Χειρονακτική εργασία	3,9%	2,5%
18-24	18,9%	14,0%	Οικιακά	3,0%	2,5%
25-34	35,2%	30,3%	Μαθητές/ Φοιτητές	16,2%	14,7%
35-44	20,2%	22,3%	Συνταξιούχοι	5,8%	8,6%
45-54	11,3%	15,5%	Άλλο	1,0%	1,5%
55-65	10,0%	12,8%			
>65	4,5%	5,0%	Μορφωτικό Επίπεδο		
			Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	1,3%	3,0%
Πολιτιστικό Ενδιαφέρον			Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	28%	28%
Ενδιαφέρονται πολύ	45,7%	46,0%	Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	62,2%	61,2%
Ενδιαφέρονται	53,0%	51,7%	Επαγγελματική Κατάρτιση	8,5%	7,9%
Δεν ενδιαφέρονται ιδιαίτερα	1,3%	2,2%			
			Διάρκεια Επίσκεψης		
			<60 λεπτά	1,3%	5,2%
			60-90 λεπτά	20,6%	39,5%
			91-120 λεπτά	35,0%	30,5%
			121-150 λεπτά	30,5%	18,9%
			151-180 λεπτά	9,3%	5,0%
			>180 λεπτά	3,3%	1,0%

Πίνακας 3.1.: Προφίλ και χαρακτηριστικά χρηστών και μη των συστημάτων ακουστικής ξενάγησης.

Πηγή: Razaq Raj et al., 2013

Εύκολα προκύπτει λοιπόν από τα παραπάνω, πως οι λόγοι που οδήγησαν την πλειονότητα των επισκεπτών να μην χρησιμοποιήσουν τις ακουστικές ξεναγήσεις, οφείλονται στην κακή και περιορισμένη οργάνωση του μουσείου και των υποδομών του, κυρίως και στον τομέα της ορθής και πλήρους ενημέρωσης των επισκεπτών, αλλά και στην οργάνωση και τον περιορισμένο αριθμό των συσκευών που διατίθενται σε αυτούς. Επιπλέον, το μουσείο θα μπορούσε να προβάλλει και να προωθήσει περισσότερο τα πλεονεκτήματα και την προσφορά των ακουστικών ξεναγήσεων, προκειμένου να πείσει ακόμα και τους εξειδικευμένους επισκέπτες για τα οφέλη που θα

αποκομίσουν από μια τέτοια εμπειρία και για την ποικιλία πληροφοριών και γνώσης που θα λάβουν μέσα από τις συγκεκριμένες ξεναγήσεις.

3.3. LOCATION BASED SERVICES (LBS)

Τα συστήματα LBS (υπηρεσίες βάσει εντοπισμού) παρέχουν πληροφορίες και υπηρεσίες με βάση τη θέση ενός χρήστη ή μιας φορητής συσκευής. Οι φορητές συσκευές που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους εφαρμογές πρέπει να είναι μικρές, ελαφριές και να έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίζουν το στίγμα τους στο χώρο. Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης του χρήστη είναι πολλοί.



Εικόνα 3.3.: Συσκευή παροχής πληροφοριών και υπηρεσιών με την εφαρμογή συστημάτων LBS.
Πηγή: <http://www.archimuse.com/mw2004/papers/sauer/sauer.html>

3.3.1. GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS)

Αρχικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ευρέως γνωστό σύστημα εντοπισμού GNSS (Global Navigation Satellite System), το οποίο προσδιορίζει τη θέση του χρήστη σύμφωνα με πληροφορίες που λαμβάνει τη δεδομένη χρονική στιγμή από ένα δίκτυο δορυφόρων (Hornecker E., Bartie P., 2006). Οι φορητές συσκευές GNSS ποικίλλουν ως προς το κόστος και την ακρίβεια που προσφέρουν, η οποία μπορεί να κυμαίνεται από κάποια μέτρα έως λίγα χιλιστά. Το βασικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης υπηρεσίας σε εφαρμογές, όπως είναι ο εντοπισμός του χρήστη σε έναν αρχαιολογικό χώρο ή ένα μουσείο, είναι, ότι προσφέρει δωρεάν και παγκόσμια κάλυψη. Ωστόσο, είναι αρκετοί οι περιορισμοί που δεν καθιστούν τη συγκεκριμένη μέθοδο εντοπισμού ιδανική επιλογή για εφαρμογές σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία.

Πιο συγκεκριμένα, για τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη με GNSS απαιτείται ανοιχτός ορίζοντας, δηλαδή δεν πρέπει να παρεμβάλλονται εμπόδια ανάμεσα στο σήμα που εκπέμπει η συσκευή και τους δορυφόρους. Μάλιστα, η ακρίβεια της θέσης εξαρτάται και από τον αριθμό των δορυφόρων με τους οποίους μπορεί να συνδεθεί η συσκευή. Επίσης, σε αστικό και πυκνοκατοικημένο περιβάλλον τα ψηλά κτήρια, οι σκιές που δημιουργούνται από αυτά, οι μεγάλες διαφημιστικές επιγραφές, τα δέντρα και πολλά ακόμη, εμποδίζουν το εκπεμπόμενο σήμα να φτάσει στους δορυφόρους, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατός ο προσδιορισμός της θέσης ή να γίνεται με μικρή ακρίβεια. Επίσης, το εκπεμπόμενο σήμα μπορεί να επηρεαστεί εύκολα και από διάφορες πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και ειδικότερα στις αστικές περιοχές προκαλούνται παρεμβολές από τις κεραίες. Έτσι λοιπόν, σε αστικές περιοχές ή σε εσωτερικούς χώρους είναι αδύνατη η λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος εντοπισμού θέσης.

3.3.2. Ειδικά Σύμβολα (Markers)

Μια ακόμη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό της θέσης είναι ειδικά σύμβολα εικόνων, όπως barcodes, QR codes ή άλλου τύπου σύμβολα, τα οποία τοποθετούνται σε κομβικά σημεία ή αλλιώς καθοδηγητικά σημεία όπως λέγονται. Με αυτόν τον τρόπο, όταν η συσκευή που χρησιμοποιεί ο χρήστης πλησιάζει στα συγκεκριμένα σύμβολα, αναγνωρίζει τη θέση του και παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες. Η συγκεκριμένη μέθοδος απαιτεί σωστή οργάνωση και τοποθέτηση των συμβόλων προκειμένου να είναι εύκολα αντιληπτά από τις συσκευές που χρησιμοποιούνται, αποκλείοντας έτσι τη χρήση τους σε μεγάλους χώρους με πολύπλοκη δομή, όπου ο χρήστης μπορεί να προσεγγίσει τα εκθέματα από διαφορετικές διόδους. Συνήθως ο περιορισμός αυτός μπορεί να αρθεί με την τοποθέτηση των συμβόλων στο πάτωμα σε κοντινή απόσταση από τα εκθέματα ή στις προθήκες αυτών. Επίσης, είναι απαραίτητο τα ειδικά σύμβολα που τοποθετούνται να προστατεύονται από φθορές και να παρέχουν πληροφορίες μόνο όταν γίνονται ορατά από τις ειδικές συσκευές που χρησιμοποιούν οι χρήστες (Hornecker E., Bartie P., 2006).

3.3.3. Αντιπαράβολή Εικόνων (Image Matching)

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο ο χρήστης φωτογραφίζει μια διεύθυνση, οδό ή τοποθεσία και στη συνέχεια η εικόνα αυτή συγκρίνεται με υπάρχουσες εικόνες σε μια βάση δεδομένων. Εφόσον η εικόνα του χρήστη διορθωθεί γεωμετρικά και ταιριάζει με κάποια από τις εικόνες της βάσης δεδομένων, τότε εμφανίζεται στο χρήστη μια ολοκληρωμένη διεύθυνση. Η συγκεκριμένη μέθοδος βρίσκεται σε πρώιμο ακόμα στάδιο και δεν μπορεί να παρέχει γρήγορες ενημερώσεις στο χρήστη.

3.3.4. Σταθμοί μετάδοσης και σύνδεσης με υπέρυθρες ή Bluetooth (Infrared or Bluetooth Beacons)

Οι σταθμοί μετάδοσης χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης του χρήστη με τη μέθοδο του τριγωνισμού. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι υπέρυθρες, θα πρέπει ο σταθμός μετάδοσης να είναι εύκολα και άμεσα ορατός από το χρήστη, ενώ οποιοδήποτε εμπόδιο ανάμεσά τους διακόπτει τον υπολογισμό της θέσης του χρήστη. Από την άλλη, η τεχνολογία του bluetooth στηρίζεται στα ραδιοκύματα, τα οποία επιτρέπουν την παρεμβολή εμποδίων και αντικειμένων ανάμεσα στο χρήστη και το σταθμό μετάδοσης. Οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν μικρή εμβέλεια, περίπου 10 μέτρων και κατά συνέπεια είναι κατάλληλες για χρήση και αξιοποίηση σε εσωτερικούς χώρους (Hornecker E., Bartie P., 2006).

3.3.5. Ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification (RFID) tags)

Οι ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας είναι μικρές συσκευές, που μπορούν να επισυναφθούν σε ένα αντικείμενο, έναν άνθρωπο, ακόμα και ένα ζώο. Αναγνωρίζονται ηλεκτρονικά εξ αποστάσεως χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρονικό αναγνώστη (RFID reader). Οι συγκεκριμένες ετικέτες χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε καταστήματα ρούχων, ώστε να αποφεύγονται οι κλοπές και να ηχεί συναγερμός, όταν κάποιος πελάτης φύγει από το κατάστημα έχοντας ακόμα την ετικέτα στο ρούχο.

Οι ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας έρχονται να αντικαταστήσουν τους ραβδοκώδικες (barcodes), καθώς προσφέρουν μεγαλύτερη ευκολία, αφού δεν είναι απαραίτητο να περνούν από μια συσκευή που θα τις σαρώνει. Επίσης, δεν απαιτούν κάποια πηγή φόρτισης και το μέγεθός τους μπορεί να είναι πολύ μικρό. Ανάλογα με το μέγεθος των ετικετών, αυτές μπορούν να εντοπιστούν σε απόσταση μερικών εκατοστών ή αρκετών μέτρων. Ωστόσο, η ανίχνευση και ο εντοπισμός των συγκεκριμένων ετικετών παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία και μπορεί να επηρεαστεί από άλλες

γειτονικές ηλεκτρομαγνητικές πηγές. Για παράδειγμα, κατά την τοποθέτηση ετικετών στην έκθεση ενός μουσείου παρατηρήθηκε πως οι μεσαίοι εύρους ηλεκτρονικοί αναγνώστες δεν λειτουργούσαν κοντά στην περιοχή που είχαν τοποθετηθεί μεγάλες οθόνες αφής (Hornecker E., Bartie P., 2006).

Στον τομέα του τουρισμού οι ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να τον εντοπισμό της θέσης των τουριστών που περιηγούνται σε έναν αρχαιολογικό χώρο ή κάποιο αξιοθέατο, με τη δημιουργία ζωνών που μπορούν να αναγνωριστούν από έναν ηλεκτρονικό αναγνώστη.

3.3.6. Εντοπισμός θέσης με WiFi (WiFi Positioning)

Από τις αρχές ακόμη του 21^{ου} αιώνα πραγματοποιήθηκαν έρευνες σύμφωνα με τις οποίες, όταν είναι γνωστή η θέση ενός υπάρχοντος σταθμού WiFi μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να υπολογιστεί η θέση ενός χρήστη της συγκεκριμένης συχνότητας WiFi (Hornecker E., Bartie P., 2006). Η πιο απλή μέθοδος εντοπισμού βασίζεται στο σημείο πρόσβασης του χρήστη και την εμβέλεια που έχει αυτό. Η ακρίβεια στον εντοπισμό της θέσης είναι περιορισμένη, αλλά η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί και να εκτελεστεί. Το εύρος ενός σταθμού WiFi είναι περίπου 90 μέτρα και προφανώς είναι καλύτερο από εκείνο που προσφέρουν οι εφαρμογές bluetooth, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εξωτερικούς όσο και για εσωτερικούς χώρους. Είναι ακόμη πιθανό, η συγκεκριμένη μέθοδος να χρησιμοποιεί συμπληρωματικά και τεχνικές εντοπισμού της θέσης με τη χρήση GPS, σε περιπτώσεις όπου το σήμα του WiFi έχει μικρή ισχύ. Επιπλέον, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στον εντοπισμό της θέσης με WiFi δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται σε κοινή θέα, αλλά οι χρήστες για να διευκολυνθούν μπορούν να τις τοποθετήσουν στην τσάντα ή την τσέπη τους, ώστε να κινούνται χωρίς περιορισμούς και πρόσθετα βάρη. Τέλος, τα δεδομένα που προσδιορίζουν τη θέση του χρήστη με τη χρήση WiFi μπορούν και μεταδίδονται σε εσωτερικούς χώρους, σε περιοχές με εμπόδια και περιορισμούς που το GPS δεν μπορεί να παρακάμψει.

3.3.7. Τριγωνισμός ραδιοκυμάτων για εντοπισμό (Radio Triangulation for Calculating Location)

Υπάρχει μεγάλος αριθμός μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης του χρήστη με τον τριγωνισμό του σήματος ραδιοκυμάτων. Οι μέθοδοι αυτές πλεονεκτούν σε σχέση με τον εντοπισμό με GNSS, καθώς μπορούν να λειτουργήσουν και σε εσωτερικούς χώρους, δασικές και αστικές περιοχές. Παρ' όλα αυτά, συνήθως δεν διατίθενται δωρεάν και ο χρήστης θα πρέπει να εγκαταστήσει το δικό του δίκτυο (network).

3.3.8. Τριγωνισμός κινητού τηλεφώνου (Mobile Phone Triangulation)

Μια πιο εξειδικευμένη μέθοδος εντοπισμού της θέσης ενός χρήστη, είναι αυτή του τριγωνισμού του σήματος που εκπέμπει το κινητό του τηλέφωνο. Ωστόσο, κάτι τέτοιο απαιτεί την έγκριση των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας και η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική, καθώς κυμαίνεται από 50 έως 100 μέτρα. Η ταχύτητα και η ακρίβεια στον προσδιορισμό της θέσης έχει βελτιωθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εφαρμογή δικτύων 3G και 4G από όλες τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας. Τέλος, η συγκεκριμένη μέθοδος λειτουργεί σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, ενώ δεν απαιτεί την εγκατάσταση νέων υποδομών (Hornecker E., Bartie P., 2006).

3.4. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΞΕΝΑΓΗΣΕΙΣ

Είναι προφανές, πως οι επιλογές για την εφαρμογή ενός συστήματος LBS είναι ποικίλες και η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία θα αναβάθμιζε και θα βελτίωνε την εμπειρία των επισκεπτών. Ανάλογα λοιπόν με το χώρο, το κόστος, τις υπάρχουσες

δομές και εγκαταστάσεις μπορεί να επιλεγεί η βέλτιστη μέθοδος για την εγκατάσταση ενός συστήματος LBS, που θα προσφέρει περισσότερες πληροφορίες και λεπτομέρειες στους επισκέπτες για κάθε έκθεμα ή αξιοθέατο. Σύμφωνα με τη μέθοδο που επιλέγεται, το κόστος, τις δυνατότητες του μουσείου ή του αρχαιολογικού χώρου και τα συνήθη χαρακτηριστικά των επισκεπτών, υπάρχει και μια μεγάλη ποικιλία συσκευών που μπορεί να χρησιμοποιήσουν προκειμένου να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες του συστήματος LBS (Hornecker E., Bartie P., 2006).

3.4.1. Κινητά Τηλέφωνα

Σήμερα τα κινητά τηλέφωνα προσφέρουν όλο και περισσότερες δυνατότητες στους χρήστες, δίνοντας ταυτόχρονα την ευκαιρία να σχεδιαστούν πολλές εφαρμογές για ειδικούς και συγκεκριμένους σκοπούς. Μάλιστα, η διάρκεια ζωής της μπαταρίας καθώς και το μέγεθος και οι δυνατότητες της οθόνης των σύγχρονων «έξυπνων» κινητών αυξάνονται και βελτιώνονται συνεχώς. Επίσης, οι κλασικές δυνατότητες ενός κινητού τηλεφώνου, όπως είναι η αποστολή γραπτών μηνυμάτων και η εγγραφή φωνητικών μηνυμάτων, μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για τουριστικούς σκοπούς, προκειμένου ο επισκέπτης να λαμβάνει πρόσθετες πληροφορίες και υλικό, οδηγίες, αφηγήσεις ή και απαντήσεις σε ερωτήσεις που ο ίδιος θέτει. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν πλέον να επεκταθούν και να γίνουν ακόμα πιο ελκυστικές για το χρήστη, μέσω εφαρμογών (applications-apps) και με τη χρήση του διαδικτύου (WiFi, 3G, 4G) στο κινητό. Ωστόσο, ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός τέτοιων εφαρμογών μπορεί να είναι μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία με σχετικά μεγάλο οικονομικό κόστος, προκειμένου η εφαρμογή να υποστηρίζεται από όσο το δυνατόν περισσότερα λογισμικά κινητών τηλεφώνων.

3.4.2. PDAs (Personal Digital Assistants)

Τα PDAs ή αλλιώς Προσωπικοί Ψηφιακοί Οδηγοί είναι μικρές, εύχρηστες, συσκευές Η/Υ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών, ενώ οι περισσότερες έχουν πλέον τη δυνατότητα να συνδεθούν στο διαδίκτυο και να εκτελέσουν πολύπλοκες και εξελιγμένες λειτουργίες. Τέτοιου είδους λειτουργίες είναι ο εντοπισμός της θέσης τους με τη χρήση GPS, η λήψη και αποστολή εικόνων, βίντεο, κειμένου και γενικά πολυμέσων κ.ά. Το μέγεθος, η οθόνη και οι δυνατότητες που προσφέρουν καθιστούν τα PDA μια ιδιαίτερα βολική και εύκολη λύση για την υποστήριξη ενός συστήματος LBS.



Εικόνα 3.4.: PDA ή Προσωπικός Ψηφιακός Οδηγός με γραφίδα και πληκτρολόγιο.

Πηγή: <http://www.farandsoft.com>

3.4.3. Συσκευές Crossover και εναλλακτική τεχνολογία

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός συσκευών, οι οποίες συνδυάζουν σε μία και μόνο συσκευή τις δυνατότητες τόσο ενός PDA, όσο και ενός κινητού τηλεφώνου με ψηφιακή κάμερα και εντοπισμό θέσης με GPS. Οι συσκευές αυτές έχουν μεγαλύτερο κόστος, αλλά είναι εύχρηστες, φορητές, με μικρό μέγεθος και ιδιαίτερα βολικές για τον επισκέπτη.

Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται και νέα προϊόντα κατακλύζουν τις αγορές με όλο και πιο πολλές δυνατότητες και μικρότερο μέγεθος, που αμέσως τα κάνουν πιο ελκυστικά και εύχρηστα για τον επισκέπτη και τους πολιτιστικούς φορείς και οργανισμούς, που θέλουν να βελτιώσουν την εμπειρία του στον αρχαιολογικό χώρο και το μουσείο. Τέτοιου είδους συσκευές είναι τα tablet ή ακόμη και υπολογιστές στο μέγεθος ενός πακέτου τσίχλες (gumstix) που κυκλοφόρησαν μόλις το 2005 και συνεχώς εξελίσσονται (Hornecker E., Bartie P., 2006).



Εικόνα 3.5.: Το gumstix, ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής Linux για την τσέπη.
Πηγή: <http://arstechnica.com>

3.5. QR CODES (Quick Response Codes)

Οι QR ή αλλιώς Quick Response Codes είναι δισδιάστατοι κωδικοί που μπορούν να σαρωθούν και να διαβαστούν από κινητά τηλέφωνα και σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως tablet και PDA. Επιτρέπουν στο δημιουργό τους να συνδέσει την εικόνα του συγκεκριμένου κωδικού με μια μεγάλη ποικιλία ψηφιακών πληροφοριών και υπερσυνδέσμων. Η βασική διαφορά και το μεγάλο πλεονέκτημα των QR Codes σε σχέση με τα παραδοσιακά Barcodes είναι οι δύο διαστάσεις τους, που επιτρέπουν έτσι την σύνδεση ακόμα περισσότερων πληροφοριών. Τα Barcodes είναι μονοδιάστατοι κωδικοί, με αποτέλεσμα οι συσκευές να σαρώνουν μόνο κατά την οριζόντια διεύθυνση του κωδικού. Οι πληροφορίες που συνδέονται με ένα Barcode είναι οι ίδιες, ανεξάρτητα από το ύψος της εικόνας και συνήθως περιορίζονται σε ένα κείμενο μόλις 20 χαρακτήρων ή και λιγότερων. Ο μόνος τρόπος για να συμπεριληφθούν περισσότερες πληροφορίες σε ένα Barcode είναι η επιμήκυνσή του και η προσθήκη περισσότερων κάθετων γραμμών, κάτι τέτοιο όμως δεν είναι βολικό και χρήσιμο σε όλες τις περιπτώσεις. Τα παραπάνω προβλήματα κατάφεραν να λύσουν οι QR Codes, η εξέλιξη ουσιαστικά των Barcodes. Οι δύο διαστάσεις των QR Codes επιτρέπουν τη σάρωση τόσο κάθετα, όσο και οριζόντια με αποτέλεσμα να περιέχουν περισσότερες πληροφορίες σε μικρότερο μέγεθος (Winter M., 2011).



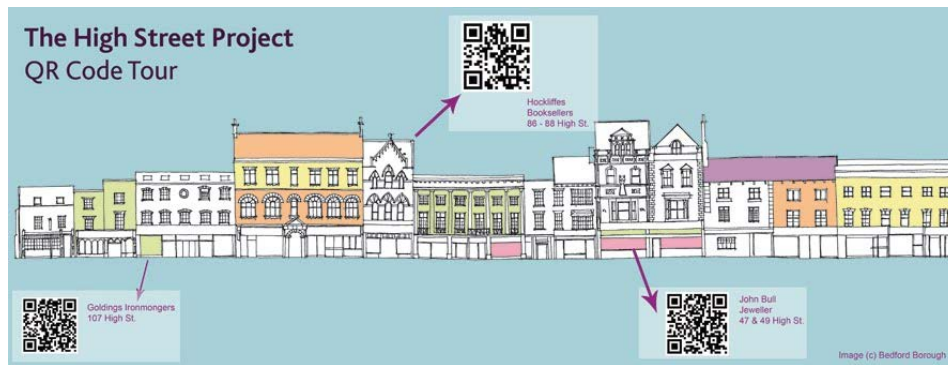
Εικόνα 3.6.: Η κατανομή πληροφοριών σε QR Codes και Barcodes.

Πηγή: Winter Mick, (2011), *Scan Me. Everybody's Guide to the Magical World of QR Codes. Barcodes, Mobile Devices and Hyperlinking the Real to the Virtual.*

Η εταιρεία Denso Wave, μια θυγατρική της Τοϋοτα, εφεύρε τους QR Codes το 1994 στην Ιαπωνία, προκειμένου να εντοπίζουν πιο γρήγορα και εύκολα εξαρτήματα κατά τη διάρκεια των απογραφών της εταιρείας. Ωστόσο, οι QR Codes έχουν βρει σήμερα τεράστια εφαρμογή σε διάφορους τομείς όπως είναι οι μετακινήσεις και τα μέσα μεταφοράς, η αγορά προϊόντων, επαγγελματικές κάρτες, διαφημίσεις και πολλά άλλα. Σημαντική είναι όμως και η συνεισφορά τους στον τουριστικό τομέα και η εφαρμογή τους σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία, προκειμένου να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες και μεγαλύτερη λεπτομέρεια στους επισκέπτες. Ο μόνος περιορισμός στη δημιουργία και την εφαρμογή των QR Codes είναι η φαντασία. Γενικότερα, σε έναν αρχαιολογικό χώρο ή ένα μουσείο οι QR Codes μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά και να βρουν εφαρμογή με τους εξής τρόπους:

- ✓ Σύνδεση με την ιστοσελίδα του μουσείου ή διάφορους συνδέσμους με πληροφορίες για τα εκθέματα και το χώρο.
- ✓ Σύνδεση με πολυμέσα, όπως βίντεο και εικόνες.
- ✓ Δημιουργία και σύνδεση με εφαρμογές και εκπαιδευτικά παιχνίδια στο διαδίκτυο.
- ✓ Μεταφόρτωση ηχητικών ξηναγήσεων (audio tour guides) σε φορητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και PDA.
- ✓ Σύνδεση με χάρτες του μουσείου, των αρχαιολογικών χώρων ή ακόμα και της πόλης με όλα τα σημαντικά αξιοθέατα.
- ✓ Ενημέρωση των επισκεπτών για επερχόμενες εκδηλώσεις (www.blackboxan.co.uk).

Για παράδειγμα, μια έξυπνη εφαρμογή των QR Codes πραγματοποιήθηκε στο Bedford με τίτλο «The Bedford Highstreet Project QR Code Tour». Το συγκεκριμένο εγχείρημα έδινε τη δυνατότητα στους επισκέπτες και τους ανθρώπους που περπατούσαν στην περιοχή να σαρώσουν τους κωδικούς που είχαν τοποθετηθεί σε πολλά από τα καταστήματα και τα κτήρια. Έτσι ανακάλυπταν πώς ήταν τα συγκεκριμένα κτήρια πριν από χρόνια, τι είδους επιχειρήσεις φιλοξενούσαν, πόσο είχαν αλλάξει με το πέρασμα του χρόνου, ενώ συνδέονταν και με πολυμέσα, όπως συνεντεύξεις, ηχητικά ντοκουμέντα και πληροφορίες από τους παλιότερους ιδιοκτήτες των επιχειρήσεων και των κτηρίων (www.bedfordhighstreet.blogspot.co.uk).



Εικόνα 3.7.: Αφίσα του προγράμματος «The Bedford Highstreet Project QR Code Tour».

Πηγή: <http://bedfordhighstreet.blogspot.co.uk/>

Πολλά μουσεία σε όλο τον κόσμο έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό τους συγκεκριμένους κωδικούς με στόχο την προσέλκυση περισσότερων επισκεπτών και τη βελτίωση της εμπειρίας τους στο μουσείο. Μερικά από τα μουσεία που έχουν αξιοποιήσει με ιδιαίτερα έξυπνο και αποτελεσματικό τρόπο τους QR Codes είναι το Μουσείο Τέχνης του Cleveland, το Αρχαιολογικό Μουσείο της Βολογνα και το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Smithsonian. Μάλιστα σε πρώιμο ακόμα στάδιο έχουν εφαρμοστεί QR Codes και στο Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης στην Αθήνα. Τα μουσεία στο Cleveland και τη Βολογνα χρησιμοποίησαν τους συγκεκριμένους κωδικούς, ώστε οι επισκέπτες να αποκτήσουν πρόσβαση σε ηχητικές ξεναγήσεις, βίντεο και πληροφορίες για όλο το μουσείο ή συγκεκριμένα εκθέματα και συλλογές, εμπλουτίζοντας έτσι την εμπειρία των επισκεπτών. Στην Αθήνα, το Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης παρέχει ορισμένες μόνο πληροφορίες σχετικά με τα εκθέματα. Αντίθετα, το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Smithsonian έχει χρησιμοποιήσει τους QR Codes με ποικίλους τρόπους, μερικοί από τους οποίους είναι ιδιαίτερα διασκεδαστικοί και ελκυστικοί για το κοινό. Συγκεκριμένα, οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να σαρώσουν έναν κωδικό και να μεταβούν σε μια ιστοσελίδα, όπου μπορούν να φορτώσουν μια φωτογραφία τους. Στη συνέχεια, η ιστοσελίδα θα τους μετατρέψει σε Νεότερναλ και θα τους παρουσιάσει πώς θα έμοιαζαν εάν ζούσαν πριν από 50.000 ή ακόμα και 130.000 χρόνια. Μάλιστα, οι επισκέπτες μπορούν να δημοσιεύσουν τη φωτογραφία τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Μπορεί η συγκεκριμένη εφαρμογή να μην έχει ιδιαίτερα εκπαιδευτικό χαρακτήρα, αλλά σίγουρα προσελκύει και εντυπωσιάζει το κοινό και ιδιαίτερα των μικρότερων ηλικιών (www.qfuse.com/blog/qr-codes-enhance-museum-experience/).

Η εγκατάσταση και η λειτουργία ενός δικτύου QR Codes είναι μια εφαρμογή που συνεχώς εξελίσσεται και εξαπλώνεται σε όλο και περισσότερους τομείς της καθημερινής ζωής των ανθρώπων. Η εφαρμογή τους στον τομέα του τουρισμού μπορεί να φέρει εξαιρετικά αποτελέσματα και να προσεγγίσει ακόμα περισσότερους επισκέπτες όλων των ηλικιών σε αξιοθέατα και μουσεία. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμοί ενός τέτοιου εγχειρήματος, αλλά και το υπόβαθρο των επισκεπτών προκειμένου το αποτέλεσμα να είναι ικανοποιητικό και ενδιαφέρον για όλους.

3.6. ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

Η ολογραφία είναι μια φωτογραφική τεχνική τρισδιάστατης απεικόνισης αντικειμένων και προέρχεται από τις λέξεις «όλον» και «γράφειν». Η συγκεκριμένη τεχνική επιτρέπει στο φως που προσπίπτει σε ένα αντικείμενο και συνέχεια ανακλάται, να καταγράφεται με κατάλληλο τρόπο, ώστε στη συνέχεια να αναδομείται ένα ακριβές τρισδιάστατο είδωλο-αντίγραφο του αντικειμένου.

Ο θεατής ενός ολογράμματος έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει και να επεξεργαστεί το είδωλο του αντικειμένου, που αναπαριστάται με κάποιο ολόγραμμα, από διάφορες οπτικές γωνίες, αλλάζοντας θέση και προσανατολισμό. Έτσι δύσκολα διακρίνει το πραγματικό αντικείμενο από το ολόγραμμά του και φυσικά έχει συνεχώς την αίσθηση και των τριών διαστάσεων. Η αίσθηση των τριών διαστάσεων γίνεται ακόμα πιο ρεαλιστική και φυσική από τις ανακλάσεις του φωτός στην επιφάνεια του ολογράμματος, τις έντονες φωτοσκιάσεις, την λεπτομερή απόδοση της επιφάνειας και της υφής των υλικών, αλλά κυρίως από την οριζόντια και κατακόρυφη οπτική παράλλαξη (<http://www.hih.org.gr/>).

Οι αρχές της ολογραφίας ανακαλύφθηκαν από τον ουγγρικής καταγωγής Dennis Gabor το 1948. Για την ανακάλυψή του αυτή μάλιστα τιμήθηκε και με βραβείο Nobel. Η εξέλιξη της ολογραφίας δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντική και ραγδαία μέχρι και τις τελευταίες δεκαετίες. Η ανάπτυξη και η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων και της ψηφιακής τεχνολογίας, επέτρεψαν την κατασκευή ψηφιακών συνθετικών ολογραμμάτων με βάθος, λεπτομέρεια και παράλλαξη. Τα ολογράμματα δεν χρησιμοποιούνται απλώς ως τρισδιάστατες εικόνες, αλλά και ως μετρητικά εργαλεία ακριβείας σε μικροσκοπικό επίπεδο (ολογραφική συμβολομετρία). Γενικότερα λοιπόν, η επιστήμη της ολογραφίας εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς, όπως είναι η μελέτη της αντοχής και ο έλεγχος διάφορων υλικών, η οδοντιατρική, οι γραφικές τέχνες και η διαφήμιση, η διασφάλιση γνησιότητας προϊόντων και εγγράφων και πολλούς ακόμη.

Κατά συνέπεια, η ολογραφία τα τελευταία χρόνια δεν έμεινε ανεπηρέαστη και από το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον των λαών για την προστασία και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Έτσι, προσπάθησε να προσδιορίσει το ρόλο της σε αυτή τη διαδικασία, να ενταχθεί και να προσφέρει τις μεθόδους των φυσικών επιστημών στα σύγχρονα μουσεία προς όφελος του πολιτισμού. Οι ακτίνες Χ, οι υπεριώδεις και υπέρυθρες ακτινοβολίες, η φυσικοχημική ανάλυση αποτελούν πλέον τυπικά εργαλεία στην αναγνώριση και διατήρηση των εκθεμάτων των μουσείων σε όλο τον κόσμο. Η προσφορά της ολογραφίας στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς γίνεται ουσιαστικά με δύο τρόπους, μέσω της Εκθεματικής Ολογραφίας ή μέσω της Ολογραφικής Συμβολομετρίας.

Η Εκθεματική Ολογραφία αφορά ουσιαστικά τη χρήση ολογραμμάτων με οποιοδήποτε τρόπο ως μέσο καταγραφής και αναπαραγωγής πιστών οπτικών αντιγράφων αντικειμένων του μουσείου και όχι μόνο. Η Εκθεματική Ολογραφία εφαρμόζεται κυρίως για την καταγραφή αντικειμένων με στόχο τη δημιουργία τρισδιάστατων οπτικών βάσεων δεδομένων της πολιτιστικής κληρονομιάς. Ακόμη τα ολογράμματα αποτυπώνουν πιστά και με κάθε λεπτομέρεια την παρούσα κατάσταση των αντικειμένων, των αρχαιολογικών ευρημάτων και των εκθεμάτων ενός μουσείου, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους μελετητές να εντοπίσουν φθορές, αλλά και να προσδιορίσουν την εξέλιξη και τα αποτελέσματα που έχουν οι διορθωτικές τους επεμβάσεις σε αυτά. Επιπλέον, η ολογραφία μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία περιοδευουσών εκθέσεων και συγκεντρωτικών θεματικών εκθέσεων, με στόχο τη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Είναι γνωστό, ότι τα εκθέματα των μουσείων είναι πολύ δύσκολο να μεταφερθούν σε απομακρυσμένες περιοχές ή ακόμη και στο εξωτερικό, ενώ η συγκέντρωση εκθεμάτων από διαφορετικά μουσεία που ανήκουν όμως στην ίδια ιστορική περίοδο ή πολιτισμό είναι μια διαδικασία χρονοβόρα, που απαιτεί μεγάλο κόστος και φυσικά δεν υπάρχει πάντοτε η προθυμία από ορισμένα μουσεία να δανείσουν τα εκθέματα που διαθέτουν για μία και μόνο περιοδική έκθεση. Οι περιορισμοί αυτοί και τα προβλήματα που δημιουργούνται σε τέτοιες περιπτώσεις εύκολα αίρονται με τη χρήση ολογραφικών αντιγράφων των εκθεμάτων.



Εικόνα 3.8.: Ο οπτικός κλώνος (OptoClone) της εικόνας του Αγίου Μάμα (Κύπρος, 15^{ος} αι. μ.Χ.) που παρουσιάστηκε στην έκθεση με θέμα "Η Τιμή του Αγίου Μάμαντος στη Μεσόγειο: Ένας Ακρίτας Άγιος Ταξιδεύει", που οργάνωσε στην Θεσσαλονίκη το Μουσείο Βυζαντινού Πολιτισμού (ΜΒΠ) στα πλαίσια της 4ης Μπιενάλε Σύγχρονης Τέχνης το 2014.

Πηγή: <http://www.hih.org.gr/el/news/58-holographicsaint.html>

Η προσφορά της Εκθεματικής Ολογραφίας δεν σταματά όμως εδώ. Η ολογραφία μπορεί να συμβάλει στην αποτύπωση των ευρημάτων στους χώρους ανασκαφών με σκοπό την ακριβή καταγραφή και την ασφαλή μελέτη τους. Επίσης, σημαντική είναι και η συμπλήρωση τμημάτων που λείπουν από κάποιο έργο με τη χρήση ολογραμμάτων είτε των πρωτοτύπων που βρίσκονται σε κάποιο άλλο μουσείο, είτε των εικονικών ψηφιακών αρχείων. Η ολογραφική συμπλήρωση των έργων δεν αλλοιώνει το χαρακτήρα τους και το κυριότερο είναι, πως γίνεται χωρίς επικίνδυνες επεμβάσεις στο πρωτότυπο έργο. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των ολογραμμάτων είναι η δημιουργία εκμαγείων των αρχαιολογικών ευρημάτων. Τα ολογράμματα δίνουν την δυνατότητα της ακίνδυνης αντιγραφής ενός αντικειμένου και στις τρεις διαστάσεις σε μικρό μάλιστα χρονικό διάστημα. Έτσι στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν οπτικά εκμαγεία για τη δημιουργία νέων ή την επιδιόρθωση κλασικών εκμαγείων. Ένα ιδιαίτερα εντυπωσιακό προϊόν της Εκθεματικής Ολογραφίας μπορεί να είναι η παραγωγή αναμνηστικών ολογραμμάτων, χάρη στην πρόοδο και την εξέλιξη που έχουν σημειωθεί τα τελευταία χρόνια στις μεθόδους μαζικής αναπαραγωγής ολογραμμάτων, συνδυάζοντας μικρό σχετικά κόστος παραγωγής και ιδιαίτερα καλή ποιότητα στην παραγωγή πολλαπλών αντιγράφων σε μια μεγάλη ποικιλία διαστάσεων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί και να τονιστεί ο πιο προφανής ίσως λόγος αξιοποίησης της ολογραφίας στους αρχαιολογικούς χώρους και τα μουσεία, που δεν είναι άλλος από τον εντυπωσιασμό των επισκεπτών. Η χρήση συνθετικών ολογραμμάτων μεγάλου μεγέθους δημιουργούν μια μοναδική εντύπωση στο ευρύ κοινό με τη χρήση τρισδιάστατων παγχρωματικών προβολών για τα σημαντικότερα εκθέματα στο χώρο (<http://www.hih.org.gr/>).

3.7. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες η εξέλιξη της τεχνολογίας έφερε σπουδαίες καινοτομίες σε όλους σχεδόν τους κλάδους της επιστήμης, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη, τη δημιουργία και την εφαρμογή νέων

μεθόδων, εργαλείων και οργάνων για την επίτευξη των στόχων κάθε επιστημονικού κλάδου. Η επιστήμη του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού δεν έμεινε ανεπηρέαστη από την τεχνολογική έκρηξη και αμέσως κλήθηκε να αντιμετωπίσει και να χρησιμοποιήσει με το βέλτιστο δυνατό τρόπο τα νέα εργαλεία που είχε πλέον στα χέρια της. Έτσι, αναπτύχθηκαν ακόμα περισσότερο και εξελίχθηκαν οι τομείς της τοπογραφίας, της φωτογραμμετρίας κ.ά. Οι μηχανικοί του χώρου (αρχιτέκτονες, πολιτικοί και τοπογράφοι) απέκτησαν ακόμα μεγαλύτερη ευελιξία και κατάφεραν να επεκτείνουν το γνωστικό τους πεδίο και τις πρακτικές εφαρμογές τους σε τομείς που παλαιότερα δεν είχε ίσως κανείς φανταστεί, όπως είναι η ιατρική, η πληροφορική, η προστασία, η συντήρηση, η αποκατάσταση ακόμα και η ανακατασκευή μνημείων και αρχαιολογικών χώρων, καθώς και πολλοί ακόμη.

Σήμερα οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών έχουν ενσωματωθεί στις Γεωεπιστήμες και αξιοποιούνται όλο και περισσότερο στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Για το λόγο αυτό, ο ρυθμός ανάπτυξης της πληροφορικής στις Γεωεπιστήμες και συνεπώς και της Γεωπληροφορικής, είναι ιδιαίτερα έντονος (Δεληκαράογλου Δ., Τσούλος Λ., 2007). Ο κλάδος της Γεωπληροφορικής αναπτύσσει και αξιοποιεί τεχνολογίες πληροφορικής για τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση και οπτικοποίηση χωρικών και χωρο-χρονικών δεδομένων. Σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές μεθόδους και τεχνικές ανάλυσης, υποστηρίζει τη σύνθετη και διεπιστημονική ανάλυση ποικίλων φυσικών και κοινωνικών φαινομένων και ζητημάτων και οδηγεί στη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπισή τους (<http://www.getmap.gr/>). Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.-Geographical Information Systems) αντιπροσωπεύουν ένα ισχυρό εργαλείο για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων, του πραγματικού κόσμου. Ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώσει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων (Κουτσόπουλος Κ., 2002). Η χρήση των Σ.Γ.Π. δεν περιορίζεται όμως μόνο στην επεξεργασία και απεικόνιση των χωρικών δεδομένων, αλλά έχει επικεντρωθεί πλέον και στην ανάλυσή τους, με στόχο το χωρικό σχεδιασμό, τη διατύπωση, αξιολόγηση και επίλυση χωρικών προβλημάτων (Φώτης Γ.Ν., 2009).

Οι εφαρμογές των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι ευρύτατες και αφορούν:

- ✓ Την καταγραφή και διαχείριση της δημόσιας και ιδιωτικής ακίνητης περιουσίας (κτηματολόγιο).
- ✓ Τον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό.
- ✓ Τη διαχείριση οδικών δικτύων.
- ✓ Την κατανομή στρατιωτικών εγκαταστάσεων και την εθνική άμυνα.
- ✓ Την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών και την προστασία του περιβάλλοντος, με τη δυνατότητα δημιουργίας σεναρίων καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και την άσκηση των υπηρεσιών στην αντιμετώπισή τους.
- ✓ Τη διαχείριση των φυσικών πόρων και των καλλιεργειών.
- ✓ Τη διαχείριση των δικτύων των οργανισμών κοινής ωφέλειας (ηλεκτρικό, τηλέφωνο, νερό, αποχέτευση, φυσικό αέριο, καλωδιακή τηλεόραση).
- ✓ Την παρακολούθηση των οικονομικών, εμπορικών, βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων για τον καλύτερο σχεδιασμό της ανάπτυξης της εθνικής οικονομίας.
- ✓ Την παρακολούθηση της υγείας του πληθυσμού, τον εντοπισμό επιδημιών στη γένεσή τους και το σχεδιασμό νοσηλευτικών κέντρων σε σχέση με την κατανομή του πληθυσμού.
- ✓ Την καταγραφή, τεκμηρίωση και προβολή των αρχαιολογικών ευρημάτων και μνημείων της χώρας.

- ✓ Την παρακολούθηση της εκπαίδευσης του πληθυσμού, τη συσχέτιση πληθυσμιακών δεδομένων και το σχεδιασμό νέων εγκαταστάσεων εκπαίδευσης.
- ✓ Τη διαχείριση δημογραφικών στοιχείων για την μακροπρόθεσμη πολιτική ανάπτυξης.
- ✓ Την εθνική ασφάλεια και καταπολέμηση του εγκλήματος (Καπαγερίδης Ι.Κ., 2006).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην συνεισφορά του Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού και Μηχανικού της Γεωπληροφορικής, στον τομέα της προστασίας και αποκατάστασης μνημείων μέσα από τις τρισδιάστατες απεικονίσεις και την εφαρμογή τους για το σκοπό αυτό. Η επιστήμη που έχει συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία τρισδιάστατων απεικονίσεων, μοντέλων και πολλών ψηφιακών προϊόντων είναι αυτή της φωτογραμμετρίας σε συνδυασμό πάντοτε με τις κλασσικές τοπογραφικές μεθόδους, ενώ η επιστήμη της Γεωπληροφορικής βοηθά στην καταγραφή, τεκμηρίωση και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Φωτογραμμετρία ονομάζεται η τέχνη, επιστήμη και τεχνολογία για την απόκτηση αξιόπιστης πληροφορίας σχετικά με φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον μέσα από τις διαδικασίες καταγραφής, μέτρησης και ερμηνείας φωτογραφικών εικόνων, αλλά και προτύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (McGlone, 2004). Η Φωτογραμμετρία είναι μια επιστήμη καταγραφής και τεκμηρίωσης των γεωμετρικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών αντικειμένων του πραγματικού κόσμου (Πατιάς Π., 1991). Η δυνατότητα γεωμετρικής τεκμηρίωσης των αντικειμένων με τη χρήση φωτογραμμετρικών και τοπογραφικών μεθόδων, τοποθετούν τον Τοπογράφο Μηχανικό στους επιστήμονες που συμβάλλουν στην αποτύπωση και τεκμηρίωση των μνημείων με στόχο την προστασία, συντήρηση και αποκατάσταση αυτών.

Σύμφωνα με το Χάρτη της Βενετίας που συντάχθηκε το 1964 και ειδικότερα τα άρθρα 2 και 16 είναι προφανές, πως ο Τοπογράφος Μηχανικός θα πρέπει να αποτελεί σημαντικό μέλος μιας διεπιστημονικής ομάδας που αναλαμβάνει την προστασία, αποκατάσταση και συντήρηση μνημείων ή ιστορικών συνόλων, καθ' όλη τη διάρκεια επεμβάσεων σε αυτά. Πιο συγκεκριμένα το άρθρο 2 ορίζει πως «η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων, αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο, ο οποίος πρέπει να αποτείνεται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς», ενώ το άρθρο 16 αναφέρει χαρακτηριστικά πως «οι εργασίες συντηρήσεως, αποκαταστάσεως και ανασκαφής θα πρέπει να βασίζονται σε εξακριβωμένη τεκμηρίωση, δηλαδή σε αναλυτικές και κριτικές εκθέσεις, εικονογραφημένες με σχέδια και φωτογραφίες» (www.charta-von-venedig.de).

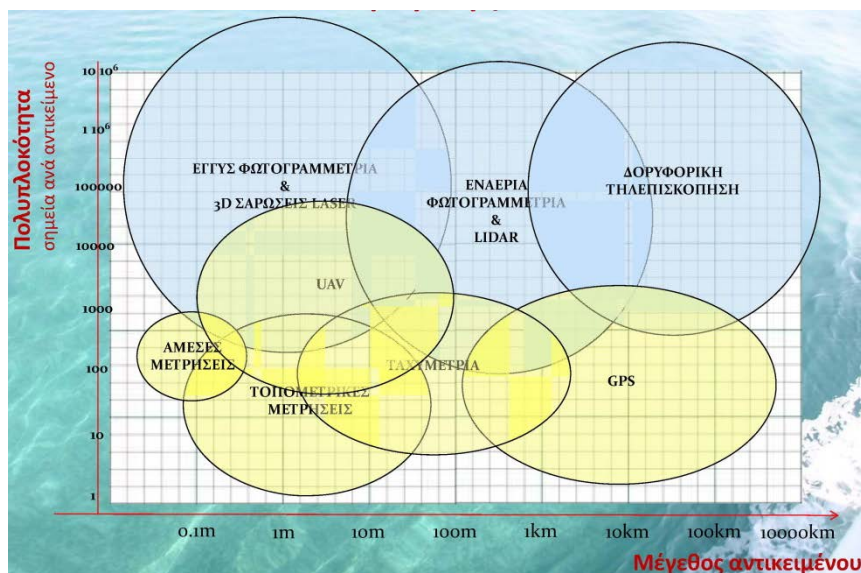
Η ιστορία της Φωτογραμμετρίας και η εφαρμογή της για την τεκμηρίωση μνημείων ξεκινάει από πολύ παλιά, τα πρώτα χρόνια μετά την εφεύρεση της φωτογραφίας (1849). Ο πρώτος που εμπνεύστηκε και χρησιμοποίησε τη φωτογραφία για την τεκμηρίωση των αρχιτεκτονικών κατασκευών σημαντικής πολιτιστικής αξίας, ήταν ο Albrecht Meydenbauer, Γερμανός αρχιτέκτονας και πολιτικός μηχανικός, που κατασκεύασε το 1867 μια μετρητική φωτογραφική, ικανή να δώσει τόσο την εικόνα του αντικειμένου, όσο και κάποια γεωμετρική πληροφορία σχετικά με αυτό. Η επιστήμη της Φωτογραμμετρίας έχει εξελιχθεί από τότε σημαντικά και παράλληλα με την τεχνική της φωτογραφίας. Επίσης, δεν μένει αποκομμένη από τις επιστήμες των μετρήσεων, όπως της τοπογραφίας, της γεωδαισίας και της χαρτογραφίας, για τη δημιουργία χαρτών της γήινης επιφάνειας, αλλά και της αρχιτεκτονικής, για τη δημιουργία σχεδίων των ιστορικών κτηρίων και των αρχαιολογικών ανασκαφών (Digitech III, 2005).

Οι φωτογραμμέτρες είναι σήμερα πολύ πιο έτοιμοι από ποτέ να ανταποκριθούν και να ανταπεξέλθουν στις σύγχρονες απαιτήσεις και εργασίες που τους αφορούν. Η εξέλιξη της τεχνολογίας τους έχει επιτρέψει να διευρύνουν τις μεθόδους και τις δραστηριότητές τους, κάνοντάς

τες πιο προσιτές και εύκολες. Η ανάπτυξη της πληροφορικής και των αλγορίθμων σε συνδυασμό με την ψηφιακή επανάσταση και τις ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, επέτρεψαν την αυτοματοποίηση δύσκολων και περίπλοκων διαδικασιών για ένα μηχανικό. Έτσι, ένας μηχανικός σήμερα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει πολύ φθηνότερο και ελαφρύτερο εξοπλισμό, προκειμένου να αντιμετωπίσει καταστάσεις που παλαιότερα ήταν ιδιαίτερα δύσκολες, χρονοβόρες και με μεγάλο κόστος. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ωστόσο να τονιστεί, ότι η απλή και γρήγορη μέθοδος που χρησιμοποιείται σήμερα για να λύσει τα χέρια ενός μηχανικού, δεν σημαίνει πως είναι και απλοϊκή ή μικρότερης ακρίβειας. Πριν από κάθε διαδικασία, απαιτείται η καλή και βαθιά κατανόηση των μεθόδων και της θεωρητικής γνώσης, καθώς και η εξασφάλιση των απαραίτητων συνθηκών, ώστε να μπορέσουν να εφαρμοστούν αξιόπιστα όλα τα εργαλεία που διαθέτει σήμερα ο μηχανικός.

Συγκεκριμένα στα επόμενα θα αναλυθούν όλες οι σύγχρονες μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για την τρισδιάστατη ψηφιοποίηση κινητών και ακίνητων μνημείων και χώρων, καθώς η γεωμετρική τεκμηρίωση των μνημείων και γενικά των ανθρώπινων κατασκευών μπορεί να γίνει με πολλούς δυνατούς τρόπους και να έχει μια ποικιλία παραγόμενων προϊόντων. Παρακάτω αναφέρονται όλοι οι αξιόπιστοι και ενδεδειγμένοι τρόποι δημιουργίας ψηφιακών αρχείων αρχαιολογικών και αρχιτεκτονικών μνημείων, καθώς και παραδοσιακές μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται συνδυαστικά και συμπληρωματικά με αυτοματοποιημένες μεθόδους. Οι μέθοδοι που οδηγούν στην αποτύπωση και ψηφιοποίηση ενός μνημείου είναι:

- ✓ Τοπομετρικές μέθοδοι και μέθοδοι εξ επαφής αποτύπωσης
- ✓ Τοπογραφικές
- ✓ Φωτογραμμετρικές
- ✓ Ανίχνευσης (σάρωσης) με χρήση τεχνικών laser-τριγωνισμού
- ✓ Εναλλακτικές μέθοδοι που αποτελούν συνδυασμό ή παραλλαγή των παραπάνω κλασικών μεθόδων.



Διάγραμμα 3.1.: Μέθοδοι Μέτρησης (προσαρμοσμένο από Boehler & Heinz, 1999)

Το παραπάνω διάγραμμα των Boehler και Heinz παρουσιάζει τις μεθόδους μετρήσεων που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το μέγεθος του αντικείμενου και την πολυπλοκότητα που

παρουσιάζει, δηλαδή τον αριθμό των σημείων προς αποτύπωση ανά αντικείμενο. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αποτύπωσης και ψηφιοποίησης ενός αντικειμένου, χωρίς όμως να αποτελούν και τους μόνους παράγοντες για την τελική απόφαση. Σημαντικοί παράγοντες στην τελική απόφαση είναι και η ακρίβεια, οι προδιαγραφές, το κόστος, κ.ά.

Στο διάγραμμα αυτό οι διάφορες μέθοδοι επικαλύπτονται μεταξύ τους, κάνοντας έτσι ξεκάθαρο πως δεν υπάρχει μόνο μία κατάλληλη επιλογή για την αποτύπωση ενός αντικειμένου, αλλά περισσότερες, οι οποίες μπορούν και να εφαρμοστούν σε συνδυασμό για καλύτερο αποτέλεσμα. Όσο μεγαλύτερη πολυπλοκότητα παρουσιάζει το αντικείμενο, δηλαδή όσο περισσότερα είναι τα προς αποτύπωση σημεία, και όσο αυξάνει το μέγεθός του, προτιμώνται οι τρισδιάστατες σαρώσεις laser και η εγγύς φωτογραμμετρία, η εναέρια φωτογραμμετρία και οι εφαρμογές της τεχνολογίας LiDAR, καθώς και οι μέθοδοι της δορυφορικής τηλεπισκόπησης αντίστοιχα. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους, αλλά και με άμεσες, τοπομετρικές μετρήσεις, ταχυμετρία, μετρήσεις με δέκτες GPS, ακόμα και με εναέρια τεχνικές αποτύπωσης με UAV. Συνήθως οι αποτυπώσεις που πραγματοποιούνται με αυτές τις μεθόδους, πρόκειται για μικρής ή μεσαίας κλίμακας εκτάσεις, που απαιτούν τη μέτρηση και τον προσδιορισμό περιορισμένου αριθμού σημείων.

3.7.1. Τοπομετρικές Μέθοδοι και μέθοδοι εξ επαφής αποτύπωσης

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν εμπειρικές ή τοπομετρικές μέθοδοι, που χρησιμοποιούν συνήθως οι Αρχιτέκτονες Μηχανικοί, στις οποίες πραγματοποιούνται μηκομετρήσεις τριγώνων, διαγωνίων, πλευρών, αποκλίσεων και υψομετρικών διαφορών με τη χρήση νήματος στάθμης, αλφαδολάστιχου και μετροταινίας. Οι αρχικές μετρήσεις καταγράφονται σε πρόχειρο σκαρίφημα (κροκί), όπως και σε κάθε εργασία αποτύπωσης, και στη συνέχεια εισάγονται χειροκίνητα όλα τα χαρακτηριστικά και μετρημένα σημεία του μνημείου σε ένα αρχείο σχεδίασης σε περιβάλλον CADD (Computer Aided Design and Drafting). Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε αυθαίρετο τοπικό σύστημα συντεταγμένων και είναι εξαιρετικά δύσκολη η καταγραφή ενός τρισδιάστατου αντικειμένου, ειδικά εάν παρουσιάζει και μεγάλη πολυπλοκότητα και λεπτομέρεια, με τα συγκεκριμένα μέσα. Παρ' όλο που η μέθοδος αυτή υστερεί σε ακρίβεια και επιστημονικότητα από τις υπόλοιπες, ενδείκνυται και προτιμάται αρκετές φορές λόγω του χαμηλού κόστους και της ταχύτητας, όταν βέβαια οι προδιαγραφές το επιτρέπουν και οι απαιτήσεις ακρίβειας των τελικών προϊόντων δεν είναι μεγάλες (Digitech III, 2005). Συμπληρωματικά σε αυτήν την κατηγορία μεθόδων ανήκουν και οι μέθοδοι εξ επαφής αποτύπωσης, οι οποίες χρησιμοποιούν προφιλόμετρα, πρόχειρα εκμαγεία, κ.ά. Για παράδειγμα, η αποτύπωση μικρών κυρίως αντικειμένων, αρχιτεκτονικών μελών, αρχαιολογικών ευρημάτων, αντικειμένων κ.λπ., επιτυγχάνεται με τη χρήση οργάνων όπως το προφιλόμετρο (χτένι).

3.7.2. Τοπογραφικές Μέθοδοι

Τοπογραφία είναι η επιστήμη που ασχολείται με την καταμέτρηση και την απεικόνιση, σε αναλογική μορφή (χάρτες ή τοπογραφικά διαγράμματα) ή σε ψηφιακή μορφή (ψηφιακά μοντέλα εδάφους), τμημάτων της γήινης επιφάνειας συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπινων κατασκευών. Η Τοπογραφία αποτελεί τον εφαρμοσμένο κλάδο της Γεωδαισίας, μιας επιστήμης που ασχολείται με τον προσδιορισμό του σχήματος, του μεγέθους και του πεδίου βαρύτητας της γης (Γεωργόπουλος Γ., 2007). Η τεχνολογική ανάπτυξη και εξέλιξη των τοπογραφικών οργάνων, των προγραμμάτων και λογισμικών επεξεργασίας των μετρήσεων του πεδίου, αύξησε σε μεγάλο βαθμό την αξιοπιστία και ακρίβεια των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων.

Η τοπογραφική αποτύπωση μπορεί να προσδιορίσει με τη μέγιστη απαιτούμενη ακρίβεια τα σημεία ενός αντικειμένου στο χώρο, με ειδικά όργανα μετρήσεων που μπορούν να ορίσουν ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων. Συνήθως χρησιμοποιείται ένας Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός (Total Station), ο οποίος σήμερα προσφέρει ακρίβεια μέτρησης των μηκών λίγων μόλις χιλιοστών, ακόμα και για μεγάλες αποστάσεις, καθώς και πολλές ακόμη δυνατότητες, όπως είναι η λήψη εικόνων χαμηλής όμως ανάλυσης. Παρ' όλα αυτά, η τοπογραφική αποτύπωση υπολείπεται της φωτογραμμετρικής αποτύπωσης, καθώς για την αποτύπωση ενός αντικειμένου με μεγάλη λεπτομέρεια η διαδικασία των μετρήσεων είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και αντικοινωνική λόγω του αυξημένου αριθμού των ανθρωποωρών και των χειριστών των οργάνων. Ακόμη, αποκλειστικά και μόνο ο προσδιορισμός των τρισδιάστατων συντεταγμένων των σημείων του χώρου δεν οδηγεί άμεσα στην κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου. Είναι απαραίτητη η επεξεργασία σε κατάλληλο λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης, ώστε να συνδεθούν τα σημεία του χώρου μεταξύ τους και να δημιουργηθούν έτσι οι επιφάνειες που περιγράφουν το αντικείμενο.

Τις περισσότερες φορές που το προς αποτύπωση αντικείμενο είναι κάποιο μνημείο, ιστορικό κτήριο ή αρχαιολογικός χώρος η πολυπλοκότητα που παρουσιάζει είναι μεγάλη και με ιδιαίτερες λεπτομέρειες. Έτσι, η τοπογραφική μέθοδος είναι ασύμφορη οικονομικά και χρονικά και για το λόγο αυτό ποτέ δεν χρησιμοποιείται μόνο αυτή σε τέτοιου είδους περιπτώσεις, αλλά συνδυάζεται και με φωτογραμμετρικές μεθόδους. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται η λήψη μερικών μόνο απαραίτητων τοπογραφικών μετρήσεων (π.χ. μέτρηση φωτοσταθερών), ώστε να γίνει ο καθορισμός του συστήματος συντεταγμένων στις τρεις διαστάσεις του χώρου, στο οποίο θα γεωαναφερθούν στη συνέχεια οι εικόνες των στερεομοντέλων που προκύπτουν από τη φωτογραμμετρική επεξεργασία. Το τελικό προϊόν αποδίδεται και διαμορφώνεται ανάλογα με τις προδιαγραφές και τις ακρίβειες που καθορίζονται πριν το έργο, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει και το κόστος της εφαρμοσμένης τεχνικής και ο διαθέσιμος εξοπλισμός (Digittech III, 2005).

3.7.3. Φωτογραμμετρικές Μέθοδοι

Η Φωτογραμμετρία ταξινομείται σε κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο της απεικόνισης, τον τρόπο λήψης και τη χρήση της. Η θέση του σταθμού λήψης των φωτογραφιών σε σχέση με το αντικείμενο ταξινομεί τη Φωτογραμμετρία σε επίγεια, όταν αυτός βρίσκεται στο έδαφος, ενώ στην περίπτωση των αεροφωτογραφιών διακρίνεται η από αέρα Φωτογραμμετρία. Επίσης, ανάλογα με τον τρόπο λήψης της φωτογραφίας διακρίνονται οι κατακόρυφες, κεκλιμένες και πλάγιες λήψεις. Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας και απόδοσης της πληροφορίας από τα δεδομένα προκύπτουν η Αναλογική, η Αναλυτική και η Ψηφιακή Φωτογραμμετρία (Πατιάς Π., 1991). Η συγκεκριμένη διάκριση αποτελεί μάλιστα και τα στάδια εξέλιξης της φωτογραμμετρίας. Σήμερα όμως, η ψηφιακή εποχή είναι γεγονός και κατά συνέπεια και η Ψηφιακή Φωτογραμμετρία έρχεται να αντικαταστήσει τις προηγούμενες μεθόδους λήψης και επεξεργασίας των φωτογραμμετρικών δεδομένων. Πλέον λαμβάνονται ψηφιακές εικόνες και η επεξεργασία αυτών γίνεται με υπολογιστικά μέσα με χειροκίνητες, ημιαυτόματες ή και πλήρως αυτοματοποιημένες διαδικασίες.

Η φωτογραμμετρική μεθοδολογία αποτύπωσης παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, ειδικά όταν συνδυάζεται και με τις κλασσικές τοπογραφικές μεθόδους αποτύπωσης. Ορισμένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που την καθιστούν σημαντική είναι τα εξής:

- ✓ Η ανακατασκευή της γεωμετρίας του αντικειμένου στο χώρο γίνεται μέσω συνεχούς ή/ και σημειακής απόδοσης.
- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα επιστημονικού ελέγχου του αποτελέσματος και των παραγόμενων προϊόντων ως προς την ακρίβεια και την αξιοπιστία.

- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα έμμεσων μετρήσεων.
- ✓ Μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως η σύγχρονη τεχνολογία και οι δυνατότητες που προσφέρουν τα νέα σχεδιαστικά προγράμματα και τα λογισμικά ψηφιακής ανάλυσης εικόνας. Χάρη σε αυτά αντιμετωπίζονται άμεσα λεπτομέρειες και πολύπλοκα αρχιτεκτονικά ή δύσκολα προσπελάσιμα στοιχεία.
- ✓ Το πλήθος και η ποικιλία των παραγόμενων προϊόντων έχουν αυξηθεί σημαντικά.
- ✓ Τις περισσότερες φορές υπάρχει ανάγκη για τοπογραφικές μετρήσεις (π.χ. μέτρηση φωτοσταθερών).
- ✓ Ο απαραίτητος εξοπλισμός για τις εργασίες πεδίου και γραφείου κυμαίνεται από χαμηλό έως και υψηλό κόστος, ανάλογα με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις ακρίβειας του έργου και των προϊόντων (Digitech III, 2005).

3.7.4. Ψηφιοποίηση με χρήση τεχνικών laser ή τριγωνισμού

Τα τελευταία χρόνια νέα όργανα μετρήσεων έχουν κάνει την εμφάνισή τους και έχουν εδραιωθεί στις εργασίες αποτυπώσεων του χώρου και των αντικειμένων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μετρήσουν και να ανακατασκευάσουν τον τρισδιάστατο χώρο και τα αντικείμενα των διαφόρων μορφών και μεγεθών με έναν γρήγορο και οικονομικό τρόπο. Οικονομικός χαρακτηρίζεται κυρίως, λόγω του μειωμένου χρόνου εργασίας στο πεδίο και το γραφείο συγκριτικά με το λεπτομερές αποτέλεσμα, καθώς το κόστος για την απόκτηση του απαραίτητου εξοπλισμού (σαρωτή laser) παραμένει ακόμα πολύ υψηλό. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται βασίζονται στην τεχνολογία laser και είναι γνωστά ως Τρισδιάστατοι Σαρωτές Laser (3D laser scanner). Διακρίνονται σε επίγειους, κινητούς και αερομεταφερόμενους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως για την καταγραφή του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους για χαρτογραφήσεις μεγάλης κλίμακας, κυρίως αστικών περιοχών.

Η σύγκριση μεταξύ των επίγειων σαρωτών δεν είναι εύκολη, καθώς σήμερα είναι διαθέσιμα στην αγορά διάφορα είδη, κάθε ένα από τα οποία είναι καταλληλότερο για διαφορετικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα για μετρήσεις σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο, για μεσαίες ή μεγάλες αποστάσεις κ.τ.λ. Οι σαρωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος δραστηριοτήτων από αποτυπώσεις μνημείων μέχρι την προσομοίωση και διερεύνηση ατυχημάτων, τον ποιοτικό έλεγχο προϊόντων ακόμα και σε ιατρικές εφαρμογές. Ωστόσο, μια πρώτη διάκριση των σαρωτών μπορεί να γίνει ανάλογα με το εάν έρχονται ή όχι σε άμεση επαφή με το αντικείμενο, διακρίνοντας έτσι τους σαρωτές επαφής (contact 3D scanners) και τους σαρωτές μη επαφής ή αποστάσεως (non-contact 3D scanners). Με τους σαρωτές επαφής το αντικείμενο σαρώνεται μέσω της φυσικής επαφής, γεγονός που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημά τους, αφού στις περιπτώσεις αποτύπωσης μνημείων, ιστορικών κτηρίων και αρχαιολογικών ευρημάτων αυτό είναι δυνατό να τους προκαλέσει φθορές, ακόμα και να τα καταστρέψει. Επίσης, είναι δύσκολη και ασύμφορη η αποτύπωση μεγάλων επιφανειών, λόγω της βραδύτητας που παρουσιάζουν οι σαρωτές αυτού του τύπου σε σχέση με τους υπόλοιπους, αλλά και λόγω των κατασκευαστικών τους χαρακτηριστικών και αδυναμιών. Η μεγάλη ακρίβεια ωστόσο στην απόδοση του αντικειμένου και η ακριβής καταγραφή όλων των σημείων, που επιθυμεί ο χρήστης, είναι και το κυριότερο πλεονέκτημα των σαρωτών επαφής και το χαρακτηριστικό που τους κάνει ιδιαίτερα χρήσιμους και λειτουργικούς.



Εικόνα 3.9.: Σύστημα Μέτρησης Συντεταγμένων (CMM) με μορφή βραχίονα.

Πηγή: <http://gomeasure3d.com/microscribe/>

Αντίθετα, οι σαρωτές μη επαφής δεν έρχονται σε φυσική επαφή με το αντικείμενο, αλλά αξιοποιούν τις ιδιότητες της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ώστε να αποτυπώσουν την επιφάνεια του αντικειμένου με τη μορφή ενός πυκνού νέφους σημείων. Πρόκειται για οπτικούς σαρωτές, σαρωτές δομημένου φωτός και σαρωτές laser, εννοώντας γενικά τα συστήματα διαφορετικών τεχνολογιών και αρχών λειτουργίας. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να γίνει ένας διαχωρισμός, με βάση τις ιδιότητες της χρησιμοποιούμενης δέσμης laser. Έτσι υπάρχουν συστήματα με ενεργό φως, που αξιοποιούν τις ιδιότητες του φωτός για να μετρηθεί η ζητούμενη απόσταση, αλλά και παθητικά συστήματα όπου το laser (ή η δέσμη φωτός) απλώς κωδικοποιεί την επιφάνεια του αντικειμένου (Πρόκος Α.,2012).

Με τη σειρά τους οι ενεργητικοί σαρωτές ή αλλιώς συστήματα ενεργού φωτός μπορούν να διακριθούν ανάλογα με τον τρόπο που μετρούν την απόσταση που διανύει η εκπεμπόμενη ακτινοβολία ως εξής:

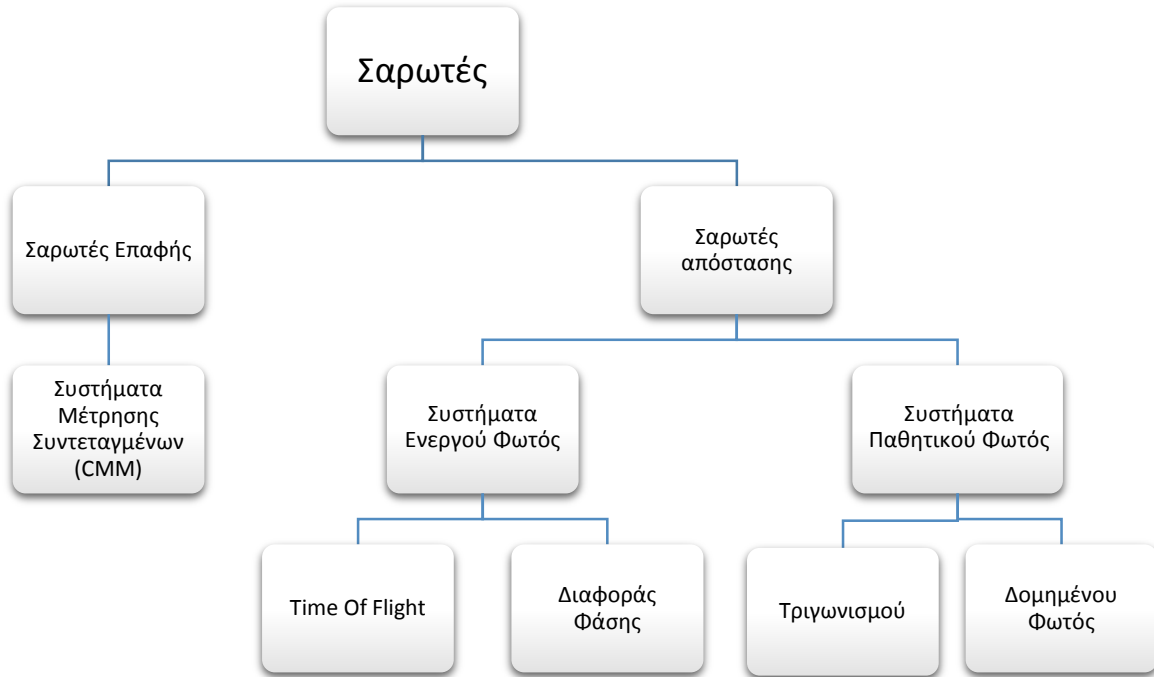
- ✓ Σαρωτές παλμού ή μέτρησης χρόνου πτήσης της ακτίνας laser (time of flight- pulse principle). Είναι η πιο διαδεδομένη ίσως μέθοδος σήμερα, καθώς εξασφαλίζει ακρίβεια μερικών χιλιοστών ακόμα και για εφαρμογές μεγάλων αποστάσεων, μερικών εκατοντάδων μέτρων. Η λειτουργία των σαρωτών αυτού του τύπου βασίζεται στον προσδιορισμό του χρόνου, που χρειάζεται ένας παλμός laser που εκπέμπεται από τη συσκευή για να φτάσει στην επιφάνεια του αντικειμένου και να επιστρέψει. Οι σαρωτές χρησιμοποιούν μικρές περιστρεφόμενες συσκευές (κάτοπτρα) για τη γωνιακή εκτροπή της ακτίνας laser και σχετικά απλούς αλγορίθμους χρήσης για τον υπολογισμό της απόστασης, δίνοντας τελικά πολύ μεγάλη ακρίβεια στη μετρημένη απόσταση. Η τρισδιάστατη ακρίβεια επηρεάζεται και από την ακρίβεια της γωνιακής μέτρησης της ακτίνας, η οποία όμως είναι της τάξης των εκατοστών του βαθμού (°) (DIGITECH III, 2005).
- ✓ Σαρωτές διαφοράς φάσης (phase shift/comparison-amplitude modulation). Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για μετρήσεις έως και εκατό περίπου μέτρα με ακρίβεια μερικών χιλιοστών. Στους συγκεκριμένους σαρωτές η εκπεμπόμενη ακτίνα διαμορφώνεται από ένα αρμονικό κύμα και η απόσταση υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη διαφορά φάσης μεταξύ του κύματος αποστολής και λήψης. Η μέθοδος αυτή δεν διαφέρει ιδιαίτερα από τη μέθοδο χρόνου πτήσης σε ό,τι αφορά τη λειτουργικότητα, αλλά μπορεί τα αποτελέσματα να είναι ακριβέστερα λόγω της μεθόδου προσδιορισμού της απόστασης των σημείων. Στην κατηγορία αυτή είναι δυνατή η επιλογή μεγαλύτερης πυκνότητας σημείων, εφόσον η ακρίβεια της μέτρησης είναι ανώτερη από εκείνη των σαρωτών TOF. Για κάθε σημείο λαμβάνεται μόνο μία μέτρηση, μειώνοντας έτσι

σημαντικά το χρόνο συλλογής των δεδομένων συγκριτικά με τους σαρωτές TOF. Λόγω της περιορισμένης εμβέλειάς τους, οι σαρωτές αυτοί προσφέρονται για αντικείμενα μεσαίων διαστάσεων, όπου υπάρχει απαίτηση ακρίβειας της τάξης μερικών mm, όπως π.χ. αγάλματα (Πρόκος Α., 2012).

Αντίθετα με τους σαρωτές που μετρούν αποστάσεις με αξιοποίηση των ιδιοτήτων του φωτός (ταχύτητα, μήκος κύματος), υπάρχουν και οι τεχνικές σάρωσης που χρησιμοποιούν φωτεινούς σχηματισμούς (light patterns), ώστε να «κωδικοποιήσουν» την επιφάνεια του αντικειμένου. Τα συστήματα αυτά παθητικού φωτός αναλύονται ως εξής:

- ✓ Σαρωτές τριγωνισμού (optical triangulation). Η συγκεκριμένη κατηγορία σαρωτών κρίνεται καταλληλότερη για πιο σύνθετα αντικείμενα, που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια δεκάδων μικρόμετρων και μεγάλη πυκνότητα σάρωσης. Βέβαια, το βεληνεκές τους είναι περιορισμένο σε μόλις μερικά μέτρα και η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές. Ο σαρωτής laser που χρησιμοποιεί τη μέθοδο του τριγωνισμού, κάνει χρήση της μεγάλης οπτικής ευκρίνειας μιας δέσμης laser που προβάλλεται στο αντικείμενο και στη συνέχεια υπολογίζει τη θέση κάθε σημείου που σκοπεύει στον τρισδιάστατο χώρο. Σημαντικό ρόλο για την ορθή λειτουργία και τα σωστά αποτελέσματα του σαρωτή παίζουν οι συνθήκες φωτισμού του αντικειμένου. Η αρχή λειτουργίας των σαρωτών αυτών στηρίζεται στον εντοπισμό του στίγματος της εκπεμπόμενης ακτίνας laser στην εικόνα του αντικειμένου που λαμβάνεται από τον ενσωματωμένο οπτικό αισθητήρα CCD που διαθέτει ο σαρωτής. Ορισμένοι μάλιστα σαρωτές διαθέτουν δύο οπτικούς αισθητήρες CCD με γνωστή την απόσταση μεταξύ τους (βάση). (Σταθοπούλου Ε., 2011).
- ✓ Σαρωτές δομημένου φωτός (Structured Light). Οι συγκεκριμένοι σαρωτές προβάλλουν στο αντικείμενο διάφορους σχηματισμούς (μια ευθεία, ένα φωτεινό πρότυπο) με τη βοήθεια οπτικής ακτινοβολίας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς είναι ουσιαστικά ανάλογη με αυτήν του τριγωνισμού. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των σαρωτών δομημένου φωτός είναι η ταχύτητα, καθώς έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει πολλά σημεία πάνω σε μία γραμμή ή στο πρότυπο μηδενίζοντας πρακτικά το θόρυβο και τα σφάλματα που προκαλούν οι δονήσεις και οι μικρομετακινήσεις του σαρωτή.

Υπάρχουν όμως και άλλες μέθοδοι σάρωσης, όπως είναι για παράδειγμα οι 3D μηχανές (range cameras) και χρησιμοποιούνται κυρίως σε παιχνιδιομηχανές. Συνήθως η μέτρηση της απόστασης γίνεται μέσω της διαφοράς φάσης του φέροντος κύματος, με τη διαφορά όμως ότι σε αυτή την περίπτωση γίνεται μέτρηση της απόστασης από κάθε εικονοψηφίδα των μηχανών αυτών. Προς το παρόν οι μηχανές αυτές έχουν πολύ μικρή ανάλυση, αλλά η ακρίβειά τους σε αποστάσεις μερικών m είναι της τάξης των 1-2cm. Επίσης, πολύ απλοί σαρωτές είναι οι σαρωτές υγρού (γάλακτος ή μελανιού-fluid scanners, ink or milk scanners) που βασίζονται και αυτοί σε εικόνες από μια μηχανή. Η ακρίβεια βέβαια των ιδιοκατασκευών αυτών είναι περιορισμένη (Πρόκος Α., 2012).



Διάγραμμα 3.2.: Κατηγοριοποίηση των επίγειων σαρωτών.

3.7.5. Εναλλακτικές Μέθοδοι

Ο πιο ενδεδειγμένος και συχνός τρόπος αντιμετώπισης της γεωμετρικής τεκμηρίωσης ενός μνημείου ή αρχαιολογικού χώρου είναι ο συνδυασμός των μεθόδων που αναφέρθηκαν παραπάνω και η κριτική και αντικειμενική στάση της ομάδας που αναλαμβάνει το έργο, ώστε να αξιοποιήσει όσο το δυνατόν καλύτερα τα όργανα και τα εργαλεία που διαθέτει προκειμένου το αποτέλεσμα να είναι ορθό, ακριβές και με όσο το δυνατόν πιο χαμηλό κόστος γίνεται για κάθε περίπτωση.

Τα τελευταία χρόνια όμως, αρκετοί επιστήμονες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της καταγραφής και τεκμηρίωσης των μνημείων, των ιστορικών κτηρίων και των αρχαιολογικών χώρων έχουν κάνει αξιόλογες προσπάθειες προκειμένου να αναπτύξουν νέες, καινοτόμες μεθόδους που στόχο έχουν να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες μέτρησης και καταγραφής της γεωμετρίας και των χαρακτηριστικών τους. Οι περισσότερες από αυτές τις προσπάθειες περιλάμβαναν τη δημιουργία ενός υβριδικού συστήματος, το οποίο θα πραγματοποιεί ταυτόχρονα τοπογραφικές μετρήσεις και θα λαμβάνει και εικονιστική πληροφορία. Τέτοιες προσπάθειες έχουν περάσει τώρα πια από τη θεωρία στην πράξη και την παραγωγή.

Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα πρόταση παρουσιάστηκε το 2001 από την εταιρεία MetaCreations. Η εταιρεία δημιούργησε το λογισμικό Canoma, με στόχο την ψηφιοποίηση από εικόνες και ειδικά για την καταγραφή αρχιτεκτονικών και αρχαιολογικών μνημείων και συνόλων. Το συγκεκριμένο λογισμικό ενσωματώνει μια σειρά από εργαλεία τοποθέτησης κανονικών στερεών σχημάτων σε μια ή περισσότερες ψηφιακές εικόνες, με στόχο την εξαγωγή των εικόνων της υφής και της γεωμετρίας τους από αυτές. Επίσης, το λογισμικό προσέφερε τη δυνατότητα συνεργασίας με προγράμματα σχεδίασης CAD, ώστε μετά την εισαγωγή των τρισδιάστατων αντικειμένων να εξαχθεί η υφή από τις εικόνες και να δημιουργηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο του κτηρίου ή του αντικειμένου σε μορφή αρχείου εικονικής πραγματικότητας (VRML) (Digitech III).



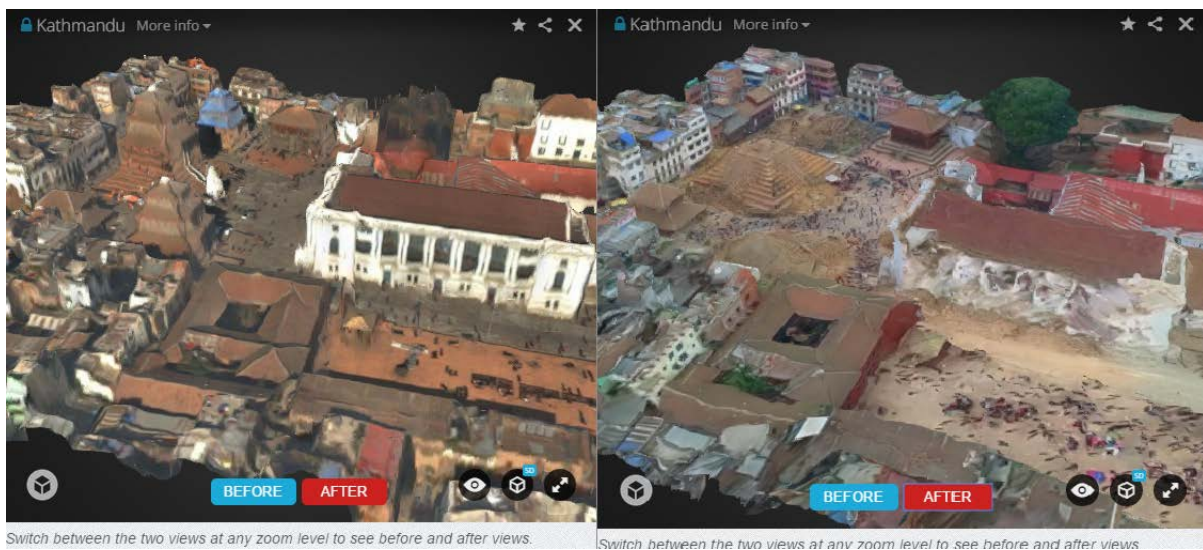
Εικόνα 3.10.: Παρουσίαση του λογισμικού Canoma με το αρχικό μοντέλο σε πρόγραμμα σχεδίασης CAD, τη δημιουργία της επιφάνειάς του στο Canoma και την τελική απόδοση της υφής σε αυτό.

Πηγή: <http://www.canoma.com/>

Οι εξελίξεις βέβαια από τότε είναι ραγδαίες και τα εγχειρήματα και οι ερευνητικές προσπάθειες που έχουν γίνει έως σήμερα, έχουν ξεπεράσει κατά πολύ τις φιλοδοξίες και τις ιδέες που παρουσιάστηκαν συνοπτικά παραπάνω. Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας, τα σύγχρονα συστήματα και όργανα, οι αλγόριθμοι και η αυτοματοποίηση των διαδικασιών έχουν οδηγήσει σε πιο πολύπλοκες, ενδιαφέρουσες και ριζοσπαστικές ιδέες σχετικά με την καταγραφή, την τεκμηρίωση και την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και όχι μόνο. Οι προσπάθειες ανάπτυξης εναλλακτικών μεθόδων συλλογής δεδομένων και παραγωγής τρισδιάστατων προϊόντων με τη χρήση νέων λογισμικών και την ανάπτυξη βέβαια κατάλληλων προγραμμάτων για αυτό έχουν εντατικοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό.

Πιο συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά τις μεθόδους και τα λογισμικά συλλογής και επεξεργασίας της τρισδιάστατης πληροφορίας αποκλειστικά και μόνο με εικόνες, ο τομέας αυτός παρουσιάζει ίσως τη μεγαλύτερη εξέλιξη. Το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει εστιαστεί κυρίως στην αυτοματοποίηση των διαδικασιών και τη συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές. Η συνταύτιση των εικόνων και πιο συγκεκριμένα η αυτόματη, παρουσιάζει μεγάλη πρόοδο. Τα τελευταία μάλιστα χρόνια έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι που δημιουργούν 3D μοντέλα αντικειμένων όχι από εικόνες που έχουν ληφθεί για τη συγκεκριμένη διαδικασία και με στόχο την αποτύπωση αντικειμένου ή κτηρίου, αλλά απλώς από εικόνες που υπάρχουν στο Διαδίκτυο και συλλέγονται βάσει του ονόματος του αντικειμένου, για το οποίο θα δημιουργηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο. Οι εικόνες αυτές από τυχαίες μηχανές κατηγοριοποιούνται, προσανατολίζονται, και βρίσκονται οι ομοιογένειες σημείων αυτόματα ώστε να δημιουργηθεί το επιθυμητό νέφος σημείων. Τα αποτελέσματα από τέτοιες προσεγγίσεις είναι πράγματι άκρως εντυπωσιακά, αλλά βέβαια υπολείπονται, προς το παρόν τουλάχιστον, σε ακρίβεια συγκρινόμενα με εκείνα από ειδικά συστήματα συλλογής πυκνής 3D πληροφορίας, όπως πχ. σαρωτές laser (Πρόκος Α., 2012). Ένα αξιόλογο παράδειγμα εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθόδου συνταύτισης εικόνων, που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, είναι το Γεφύρι της Πλάκας, στην Άρτα. Η συλλογή των εικόνων και των απαραίτητων πληροφοριών έγινε από εθελοντές μέσω διαδικτύου, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο, το οποίο θα βοηθήσει στην αναστήλωση του Γεφυριού της Πλάκας και την παραγωγή επιπλέον προϊόντων, όπως είναι οι ορθοφωτογραφίες (<http://gefyri-plakas.ntua.gr/>).

Ένα αντίστοιχο παράδειγμα είναι το Project Mosul (<http://projectmosul.org/>). Η συγκεκριμένη πρωτοβουλία είναι μια προσπάθεια διάσωσης της πολιτιστικής κληρονομιάς και ευαισθητοποίησης του κοινού, σχετικά με τις καταστροφές που υφίστανται τα μνημεία και οι αρχαιολογικοί χώροι σήμερα σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Το πρόγραμμα αυτό προτείνει τη χρήση εικόνων από το διαδίκτυο (crowd-sourced imagery) με στόχο την ψηφιακή ανακατασκευή της πολιτιστικής κληρονομιάς που έχει καταστραφεί. Όλοι μπορούν να συμμετέχουν στην προσπάθεια αυτή, απλά και μόνο με μια εγγραφή στην ιστοσελίδα. Οι επισκέπτες της ιστοσελίδας μπορούν να ανεβάσουν τις εικόνες που έχουν στη διάθεσή τους (upload), να βοηθήσουν στη διαλογή και ταξινόμηση των εικόνων (sort), να εφαρμόσουν σχεδιαστικές μάσκες (mask) και να επεξεργαστούν περαιτέρω τις ψηφιακές ανακατασκευές. Η ιστοσελίδα διαθέτει τρισδιάστατη βιβλιοθήκη με όλα τα μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους, που έχουν ανακατασκευαστεί μέχρι σήμερα και βρίσκονται στη διάθεση των επισκεπτών.



Εικόνα 3.11.: Στιγμιότυπο από το κέντρο της πόλης Κατμαντού πριν και μετά την καταστροφή που υπέστη από σεισμό την άνοιξη του 2015.

Πηγή: <http://projectmosul.org/>

3.8. ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Τα προϊόντα των αποτυπώσεων παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία και εξαρτώνται σε μεγάλο και καθοριστικό βαθμό από τις ανάγκες του χρήστη και τον σκοπό για τον οποίο θα τα χρησιμοποιήσει. Μέχρι την ανάπτυξη της Φωτογραμμετρίας και τη συστηματική ένταξη και ενασχόληση των φωτογραμμετρών με τις αποτυπώσεις μνημείων και αρχαιολογικών χώρων, τα προϊόντα περιορίζονταν μόνο σε γραμμικά σχέδια, όπως κατόψεις, όψεις, τομές, κ.τ.λ. Η επιστήμη της Φωτογραμμετρίας εισάγει όμως τις μετρήσιμες φωτογραφίες και όλα τα παράγωγά τους, όπως ορθοφωτογραφίες, φωτομωσαϊκά, κ.ά. Η σύγχρονη τεχνολογία εξέλιξε ακόμα περισσότερο τα παράγωγα προϊόντα της Φωτογραμμετρίας και έτσι βρήκαν εφαρμογή σε πιο σύνθετα και πολύπλοκα μέσα απεικόνισης του χώρου, όπως είναι για παράδειγμα τα πολυμέσα, τα τρισδιάστατα μοντέλα, τα συστήματα πληροφοριών χώρου, τα 3D animation videos και τα εκπαιδευτικά serious games. Συνοπτικά λοιπόν τα διαφορετικής μορφής αποτελέσματα της αποτύπωσης είναι τα εξής:

- ✓ Φωτογραμμετρικές εικόνες. Αποτελούν τα πρώτα και πιο απλά προϊόντα, τα οποία όμως παρέχουν πλήθος μετρητικών και ποιοτικών πληροφοριών. Οι εικόνες στα πρώτα στάδια της

Φωτογραμμετρίας ήταν αναλογικές, ενώ σήμερα είναι ψηφιακές και ιδιαίτερα χρήσιμες για τη δημιουργία ανηγμένων εικόνων, ορθοφωτογραφιών, φωτομωσαϊκών κ.τ.λ.

- ✓ Αρχιτεκτονικά κροκί- Σκαριφήματα μετρήσεων. Τα συγκεκριμένα προϊόντα είναι μικρής μετρητικής αξίας, αλλά καθοριστικής σημασίας για τη σωστή αντίληψη του χώρου και του αντικειμένου προς αποτύπωση. Επίσης, αποτελούν το βασικό υπόβαθρο για τις περαιτέρω τοπογραφικές ή απλές αρχιτεκτονικές μετρήσεις.
- ✓ Αρχιτεκτονικά/ Τοπογραφικά σχέδια. Τα γραμμικά μετρητικά σχέδια (όψεις, κατόψεις, τομές κ.τ.λ.) και διαγράμματα είναι το κλασικό προϊόν της αποτύπωσης και αποτελούν και το βασικό υλικό τεκμηρίωσης. Αναγκαστικά, στην έντυπη μορφή τους είναι δισδιάστατα, όμως η πλήρης αποτύπωση είναι τρισδιάστατη και η τρίτη αυτή διάσταση μπορεί πάντοτε να χρησιμοποιηθεί με τη μορφή είτε ισοϋψών καμπυλών, είτε τρισδιάστατων ψηφιακών σχεδίων.
- ✓ Ανηγμένες εικόνες. Ο σκοπός της παραγωγής ανηγμένων εικόνων είναι η απαλοιφή των σφαλμάτων που προκαλούνται από τις παραμορφώσεις εξ αιτίας των κλίσεων των εικόνων. Οι ανηγμένες εικόνες παράγονται πιο εύκολα από τις ορθοφωτογραφίες, αλλά βρίσκουν εφαρμογή μόνο σε επίπεδες επιφάνειες και αντικείμενα.
- ✓ Ορθοφωτογραφίες. Στην ορθοφωτογραφία, εκτός από τα σφάλματα εξαιτίας της κλίσης της εικόνας, έχουν επιπλέον εξαλειφθεί και οι αποκλίσεις από την ορθή προβολή λόγω του ανάγλυφου του αντικειμένου. Έτσι προκύπτει μια ορθή προβολή του συνόλου της επιφάνειας του αντικειμένου.
- ✓ Ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας. Αποτελεί ένα ενδιάμεσο προϊόν, που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ορθοφωτογραφιών, αλλά και ένα σημαντικό τελικό φωτογραμμετρικό προϊόν κυρίως για εφαρμογές που σχετίζονται με τη μορφολογία του εδάφους ή του αρχαιολογικού χώρου. Γραφικά μπορεί να αποδοθεί με ισοϋψείς καμπύλες, ένα τρισδιάστατο κάναβο σημείων (wireframe) ή ένα τρισδιάστατο φωτορρεαλιστικά σκιασμένο μοντέλο της επιφάνειας (shaded model).
- ✓ Φωτογραμμετρικά αποτυπωμένο αντικείμενο σε πλήρη τρισδιάστατη ψηφιακή διανυσματική μορφή. Πρόκειται για ένα πλήρες φωτογραμμετρικό προϊόν, που προκύπτει χάρη στις πολλές δυνατότητες που έχουν σήμερα τα συστήματα αυτοματοποιημένης σχεδίασης. Συγκεκριμένα, το προϊόν αυτό μπορεί να είναι ένα τρισδιάστατο γραμμικό σχέδιο ή συνθετικές εικόνες που έχουν προκύψει από αυτό με την προσθήκη και την απόδοση χρώματος και υφής. Η δημιουργία ενός βίντεο από τέτοιες εικόνες επιτρέπει την παρουσίαση του αποτυπωμένου αντικειμένου με φωτορρεαλιστική κίνηση γύρω, μέσα και πάνω από αυτό.
- ✓ Πλήρες τρισδιάστατο ψηφιακό αντικείμενο με συνύπαρξη διανυσμάτων και εικονοψηφίδων. Είναι ένα πολύπλοκο φωτογραμμετρικό προϊόν και αποτελείται από τη μορφή που περιγράφηκε πριν, εμπλουτισμένο όμως με ψηφιακές εικόνες, κατά κανόνα ανηγμένες ή ορθοφωτογραφίες, που έχουν προβληθεί στην επιφάνεια του αντικειμένου. Το συγκεκριμένο προϊόν είναι ιδιαίτερα εποπτικό και αποτελεί το πρώτο στάδιο για τη δημιουργία ενός συστήματος πολυμέσων.
- ✓ Συστήματα πληροφοριών χώρου. Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν τα πλήρη τρισδιάστατα (ή και δισδιάστατα) ψηφιακά γραφικά αρχεία των αντικειμένων με δομές βάσεων δεδομένων, όπου καταχωρούνται μια σειρά από άλλες θεματικές πληροφορίες, όπως αρχιτεκτονικές, αρχαιολογικές, ιστορικές, κ.τ.λ. Είναι τα πιο ολοκληρωμένα προϊόντα και εφαρμόζονται κυρίως όταν η τεκμηρίωση είναι πιο απαιτητική.
- ✓ Συστήματα πολυμέσων. Εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας για να εισάγουν ηχητικές ή/ και οπτικές περιγραφές ως συμπληρωματικό στοιχείο της τεκμηρίωσης. Συνήθως αποβλέπουν στην ευρεία διάδοση των επιμέρους φωτογραμμετρικών προϊόντων, και μάλιστα για μη ειδικευμένους τελικούς χρήστες και το ευρύ κοινό (Πατιάς Π., 2008). Σε συνδυασμό και με τα πλήρη τρισδιάστατα μοντέλα και τα συστήματα πληροφοριών του χώρου

μπορούν να δημιουργήσουν ένα σύνθετο τελικό προϊόν, όπως είναι οι εικονικές περιηγήσεις και τα εκπαιδευτικά-ψυχαγωγικά παιχνίδια.

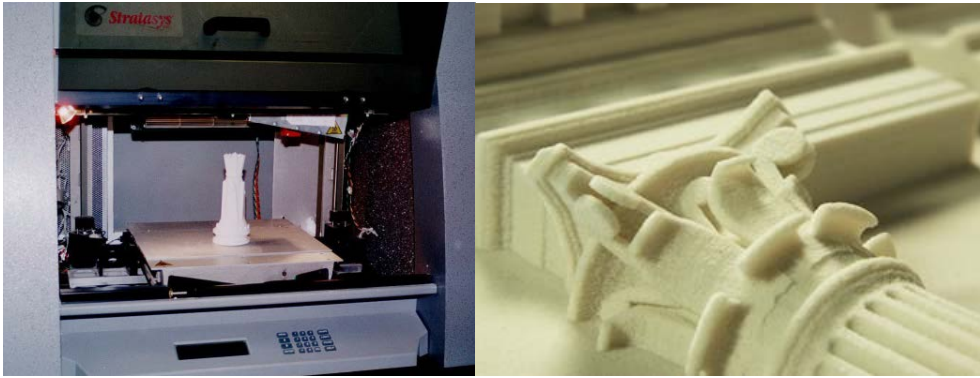
Το μέγεθος και η πολυπλοκότητα του αντικειμένου, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις του χρήστη και το σκοπό της αποτύπωσης, αποτελούν τις βασικές παραμέτρους και τις κατευθυντήριες οδηγίες για την επιλογή της μεθόδου αποτύπωσης και τα τελικά παραγόμενα προϊόντα.

3.9. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ (3D Printing)

Οι μέθοδοι ψηφιοποίησης, αποτύπωσης, καταγραφής και ανακατασκευής της πολιτιστικής κληρονομιάς είναι τα πρώτα και βασικά στάδια προς τη διατήρηση των μνημείων και αρχαιολογικών χώρων και προσφέρουν πλήθος παραγόμενων προϊόντων, όπως έχει ήδη επισημανθεί. Οι δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας δεν σταματούν όμως εκεί και σήμερα μπορούν να προσφέρουν και τη μαζική παραγωγή και αντιγραφή των μνημείων που αποτυπώνονται, με χαμηλό κόστος και μεγάλη ποιότητα. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing) που σχετικά πρόσφατα άρχισε να χρησιμοποιείται ως εργαλείο για τη διαφύλαξη και προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς, σε συνδυασμό με τα εργαλεία και τις μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι προσπάθειες εφαρμογής των τρισδιάστατων εκτυπωτών στον πολιτιστικό τομέα είναι αποσπασματικές, ειδικά στην Ελλάδα, με αξιόλογα ωστόσο αποτελέσματα.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διάφορων τεχνικών τρισδιάστατης εκτύπωσης. Κάποιοι εκτυπωτές λειτουργούν με τη μέθοδο της τήξης της ύλης (SLS) για την παραγωγή των επιμέρους στρωμάτων του αντικειμένου, ενώ άλλοι λειτουργούν με τη μέθοδο της εναπόθεσης τηγμένης ύλης (FDM). Ένα άλλο είδος τρισδιάστατης εκτύπωσης χρησιμοποιεί υγρά υλικά με διαφορετικές τεχνολογίες (SLA), ενώ στην περίπτωση της κατασκευής πλαστικοποιημένου αντικειμένου (LOM), κόβονται λεπτές στρώσεις υλικού σε διάφορα σχήματα και ενώνονται (Γούλας Δ., 2012). Στην τρισδιάστατη εκτύπωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι υλικού, κυρίως κεραμικά και πολυμερή, ενώ οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι συνήθως ταχύτεροι, φθηνότεροι και ευκολότεροι στη χρήση από άλλα τεχνολογικά μέσα προσθετικής κατασκευής (Wikipedia). Ουσιαστικά, η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης πρόκειται για τη μετατροπή ενός δισδιάστατου σχεδίου ή τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου, το οποίο μετατρέπεται σε τρισδιάστατο υλικό αντικείμενο. Τα διαθέσιμα είδη τρισδιάστατων εκτυπωτών χωρίζονται στις παρακάτω μεγάλες κατηγορίες:

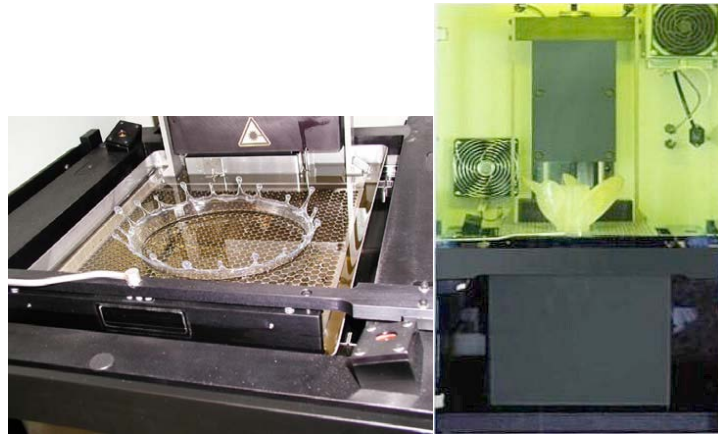
- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές συνεχούς εναπόθεσης ύλης (FDM). Η λειτουργία των συγκεκριμένων εκτυπωτών είναι παρόμοια με αυτή των εκτυπωτών χάρτου εκτόξευσης μελάνης. Κατά τη διαδικασία της εκτύπωσης μια ειδική κεφαλή μετακινείται ελεύθερα στο επίπεδο εκτύπωσης, αποθέτει τόσο το ειδικό υλικό από το οποίο κατασκευάζεται το μοντέλο, όσο και το υλικό υποστήριξης, πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί η επόμενη στρώση. Όταν η διαδικασία εναπόθεσης ενός στρώματος τελειώσει, το δάπεδο της εκτύπωσης βυθίζεται ελάχιστα και ξεκινά η εναπόθεση νέου. Αυτή η διαδικασία εναπόθεσης στρωμάτων συνεχίζεται μέχρι να σχηματιστεί το επιθυμητό τρισδιάστατο μοντέλο. Η κεφαλή εκτύπωσης μετακινείται και κατά την οριζόντια και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, εξασφαλίζοντας ότι το υλικό θα τοποθετηθεί στην σωστή θέση. Αφού τελειώσει η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, το αντικείμενο καθαρίζεται από το υλικό υποστήριξης και είναι έτοιμο για χρήση (Γούλας Δ., 2012), (Digitech III, 2008).



Εικόνα 3.12.: Συσκευή τρισδιάστατης εκτύπωσης με εναπόθεση υλικού και δείγμα εκτύπωσης.
Πηγή: Digitech III, 2008

- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές που επιτυγχάνουν την κοκκώδη σύνδεση του υλικού (Granular Material Binding). Πρόκειται ουσιαστικά για μια άλλη προσέγγιση, όπου πραγματοποιείται η επιλεκτική τήξη των μέσων εκτύπωσης σε ένα κοκκώδες υπόστρωμα. Τα ασύνδετα μέσα χρησιμεύουν για να υποστηρίξουν προεξοχές και λεπτά τοιχία στα παραγόμενα τμήματα, μειώνοντας την ανάγκη για προσωρινά βοηθητικά υποστηρίγματα για το αντικείμενο εργασίας. Συνήθως στην συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιείται ένα laser για την τήξη του μέσου και τη δημιουργία του στερεού.
- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές με επιλεκτική πυροσυσσωμάτωση με Laser (SLS). Η μέθοδος αυτή είναι χαρακτηριστική, καθώς χρησιμοποιεί μέταλλα και πολυμερή υλικά για την επιλεκτική πυροσυσσωμάτωση με laser και την άμεση τήξη των υλικών. Μια δέσμη laser ενώνει σωματίδια (σκόνη) προκειμένου να σχηματίσει ένα στερεό σώμα. Κάθε στρώση που δημιουργείται τοποθετείται επάνω στις υπόλοιπες κ.ο.κ. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει υψηλή ακρίβεια, αλλά και κόστος ταυτόχρονα, λόγω της υψηλής τιμής των υλικών και του ίδιου του εκτυπωτή.
- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές δέσμης ηλεκτρονίων τήξης (EBM). Πρόκειται για έναν τύπο τεχνολογίας παρόμοιο με εκείνον της προσθετικής κατασκευής για τα μεταλλικά τμήματα. Οι εκτυπωτές της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εξαρτημάτων μέσω της τήξης μιας ποσότητας σκόνης μετάλλου σε στρώματα. Οι εκτυπωτές αυτοί λειτουργούν με μια δέσμη ηλεκτρονίων σε υψηλό κενό και χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή μεταλλικών μερών και εξαρτημάτων, τα οποία απαιτούν υψηλή ακρίβεια και ποιότητα., όπως είναι οι μεταλλικοί σύνδεσμοι αντικατάστασης οστών στο ανθρώπινο σώμα.
- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές μελάνης. Με τη μέθοδο αυτή ένας εκτυπωτής «μελάνης» εκτυπώνει ένα συνδετικό υλικό, σε μορφή κόλλας, πάνω σε κάποιου είδους σκόνη, έτσι ώστε να δημιουργήσει ένα στερεοποιημένο στρώμα υλικών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτή την περίπτωση είναι συνήθως γύψος, κεραμικά, κόλλα. Η λειτουργία των εκτυπωτών μοιάζει με αυτή των συνηθισμένων εκτυπωτών μελάνης, όμως ο τρισδιάστατος εκτυπωτής εναποθέτει το συνδετικό υλικό σε λεπτά στρώματα σκόνης και αντί να τροφοδοτείται με χαρτί, οι κεφαλές της εκτύπωσης κινούνται πάνω από το στρώμα αυτό για να αποτυπώσουν το αντικείμενο (Γούλας Δ., 2012).
- ✓ Τρισδιάστατοι εκτυπωτές λιθογραφίας. Η αρχή λειτουργίας των συσκευών στερεολιθογραφίας βασίζεται στο φαινόμενο του φωτοπολυμερισμού, κατά το οποίο, όταν ένα φωτοπολυμερές υγρό εκτεθεί σε υπεριώδες φως, τότε αυτό στερεοποιείται. Η λιθογραφική συσκευή τρισδιάστατης εκτύπωσης αποτελείται από μια δεξαμενή γεμάτη με διάφανο φωτοπολυμερές υγρό, η οποία παραμένει βυθισμένη ελάχιστα πιο κάτω από την επιφάνεια του υγρού, καθώς και από μια πλατφόρμα ελεγχόμενη από τον Η/Υ, η οποία μπορεί να μετακινείται πάνω και

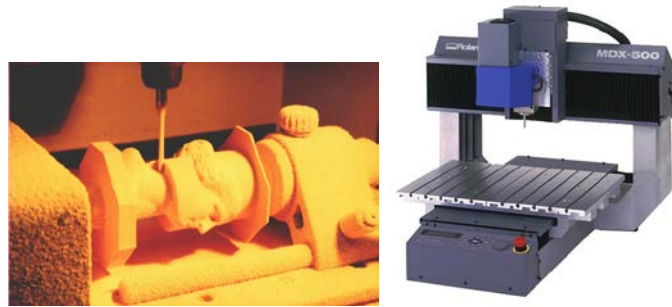
κάτω με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Επίσης ο Η/Υ κατευθύνει με πολύ μεγάλη ακρίβεια μια ισχυρή ακτίνα λέιζερ, η οποία στερεοποιεί την επιφάνεια του φωτοπολυμερούς υγρού σύμφωνα με μια τομή του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου. Όταν το λέιζερ τελειώσει με τη στερεοποίηση μιας οριζόντιας τομής του τρισδιάστατου μοντέλου, τότε η πλατφόρμα κατεβαίνει για δέκατα του χιλιοστού, έτσι ώστε η στερεοποιημένη επιφάνεια να βρεθεί ελάχιστα πιο κάτω από την επιφάνεια του υγρού, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο στη συσκευή να προβεί στη στερεοποίηση της υπερκείμενης τομής. Για κάθε χιλιοστό του παραγόμενου αντικειμένου, αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται 5 με 10 φορές, καθιστώντας έτσι το τελικό αποτέλεσμα ιδιαίτερα λεπτομερές και ακριβές, αλλά και την όλη διαδικασία αρκετά χρονοβόρα. Αφού η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης τελειώσει, το υλοποιημένο τρισδιάστατο μοντέλο αναδύεται από τον πυθμένα της δεξαμενής και ξεπλένεται με ένα διαλυτικό από το πολυμερές υγρό. Στη συνέχεια, αφού το αντικείμενο στραγγίσει, τοποθετείται σε έναν ειδικό φούρνο ακτινοβολίας για την περαιτέρω σκλήρυνσή του. Το τελικό προϊόν της στερεολιθογραφίας είναι ένα στερεό και ανθεκτικό ημιδιαφανές πλαστικό αντικείμενο, το οποίο δε διαφέρει σχεδόν καθόλου από το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο.



Εικόνα 3.13.: Συσκευές στερεολιθογραφίας με δείγματα τρισδιάστατης εκτύπωσης.
Πηγή: Digitech III, 2008.

Μια ακόμη τεχνική που χρησιμοποιείται για την μετατροπή τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων σε υλικά αντικείμενα και θα μπορούσε να ενταχθεί στις μεθόδους δημιουργίας αντιγράφων από ψηφιακά δεδομένα, είναι η τρισδιάστατη σμίλευση ή ρομποτική γλυπτική. Η διαδικασία της τρισδιάστατης σμίλευσης είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια στη βαριά βιομηχανία ως CNC (Computer Numerical Control – Αριθμητικός Έλεγχος με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή) και αποτελεί την αυτοματοποίηση των παραδοσιακών τόνων. Οι συσκευές τρισδιάστατης σμίλευσης αποτελούνται από ένα ηλεκτρικό τρυπάνι/τόρνο, το οποίο έχει προσαρμοστεί πάνω σε ένα ειδικό ηλεκτρομηχανικό σύστημα μετακίνησης ελεγχόμενο από Η/Υ. Ανάλογα με τον αριθμό των αξόνων μετακίνησης (βαθμοί ελευθερίας) του τρυπανιού, είναι εφικτό να σμιλευτούν από απλά σχέδια δύο διαστάσεων μέχρι και πολύπλοκα τρισδιάστατα γλυπτά. Επίσης, το μέγεθος του παραγόμενου αντικειμένου καθορίζεται από το μήκος των αξόνων μετακίνησης της κεφαλής, το οποίο ανάλογα με τη συσκευή μπορεί να κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι και 4 με 5 μέτρα. Με την τρισδιάστατη σμίλευση είναι εφικτή η κατασκευή αντικειμένων από υλικά ποικίλης σκληρότητας και χαρακτηριστικών. Τα πιο κοινά από αυτά είναι η πολυουρεθάνη, η πολυστερίνη (φελιζόλ), το πλαστικό, το ξύλο, το αλουμίνιο, το μάρμαρο και άλλα. Ωστόσο, όσο αυξάνεται η σκληρότητα του υλικού τόσο αυξάνεται και ο χρόνος διεκπεραίωσης της διαδικασίας σμίλευσης, όπως επίσης και η φθορά του εργαλείου σμίλευσης (τρυπανιού). Στην περίπτωση μαζικής παραγωγής με τη μέθοδο

αυτή, η φθορά του εργαλείου σμίλευσης έχει ως επακόλουθο τη μικροσκοπική διαφοροποίηση μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου προϊόντος και στις περιπτώσεις αυτές η αλλαγή του συνιστάται σε τακτά χρονικά διαστήματα (Digitech III, 2008).



Εικόνα 3.14.: Μηχανές τρισδιάστατης σμίλευσης ελεγχόμενες από Ηλεκτρονικό Υπολογιστή.
Πηγή: Digitech III, 2008.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και δεν έχει εφαρμοστεί στον πολιτιστικό τομέα σε μεγάλο βαθμό. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν αρκετά παραδείγματα μουσείων, τα οποία έχουν ενσωματώσει τη σύγχρονη αυτή τεχνολογία στο χώρο τους με εξαιρετικά αποτελέσματα. Το Metropolitan Museum της Νέας Υόρκης, το Βρετανικό Μουσείο, αλλά και το Αρχαιολογικό Μουσείο της Καταλονίας στην Ισπανία, χρησιμοποιούν τρισδιάστατους εκτυπωτές για την παραγωγή και διάθεση αναμνηστικών στους επισκέπτες, αλλά και μέσω διαδικτύου. Οι εταιρείες με τις οποίες συνεργάστηκαν έχουν διαμορφώσει κατάλληλες ιστοσελίδες με τα διαθέσιμα τρισδιάστατα μοντέλα ορισμένων εκθεμάτων από τις συλλογές των μουσείων. Οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να επισκεφτούν την ιστοσελίδα, να δουν και να επεξεργαστούν τα εκθέματα, να μοιραστούν και να κοινοποιήσουν την εμπειρία τους και στη συνέχεια, εάν επιθυμούν να κατεβάσουν το τρισδιάστατο μοντέλο στον υπολογιστή τους ή να παραγγείλουν ένα αντίγραφο.



Εικόνα 3.15.: Στιγμιότυπο από την ιστοσελίδα του Sketchfab, το οποίο διαθέτει τρισδιάστατα μοντέλα από διάφορους φορείς (μουσεία ή ιδιώτες) και παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης αναμνηστικών αντιγράφων.

Πηγή: <https://sketchfab.com>

Μάλιστα, στην Κίνα η καινοτομία και η τάση γύρω από την τρισδιάστατη εκτύπωση δημιούργησε ένα ολόκληρο μουσείο, το DRC Industrial Design and Creative Industry Base, στο οποίο οι επισκέπτες μπορούν να σαρώσουν τον εαυτό τους και φεύγοντας να αγοράσουν μια μικροσκοπική

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

φιγούρα- αντίγραφο του εαυτού τους. Μάλιστα στην Ελλάδα, πρόσφατα άρχισε να λειτουργεί μια εταιρεία, η οποία κατασκευάζει τρισδιάστατες μινιατούρες με την τεχνολογία του 3D Printing. Η συγκεκριμένη εταιρεία όμως δεν χρησιμοποιεί σαρωτές laser για την αποτύπωση των ενδιαφερόμενων, αλλά 60 κάμερες στοιχισμένες σε διάφορα ύψη ανά λίγα εκατοστά. Οι κάμερες συγχρονίζονται και λαμβάνουν ταυτόχρονα εικόνες, οι οποίες στη συνέχεια πρέπει να υποστούν κάποια επεξεργασία για να προκύψει το τρισδιάστατο μοντέλο. Τέλος, το τρισδιάστατο μοντέλο εκτυπώνεται με τη χρήση 3D εκτυπωτών. Το κόστος ξεκινά από 50€ και μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 700€, ανάλογα με την κλίμακα και το μέγεθος της μινιατούρας.



Εικόνα 3.16.: Τρισδιάστατη φιγούρα- αντίγραφο από το DRC Industrial Design and Creative Industry Base.
Πηγή: <http://motherboard.vice.com/blog/worlds-first-3d-printing-museum-lets-visitors-get-a-hard-copy-of-themselves>



Εικόνα 3.17.: Τρισδιάστατες μινιατούρες σε διάφορα μεγέθη από την εταιρεία It's You.
Πηγή: <http://m.poraganda.gr/iparchi-ena-meros-stin-athina-pou-boris-na-klonopiisis-ton-eafto-sou-merika-evro/>

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

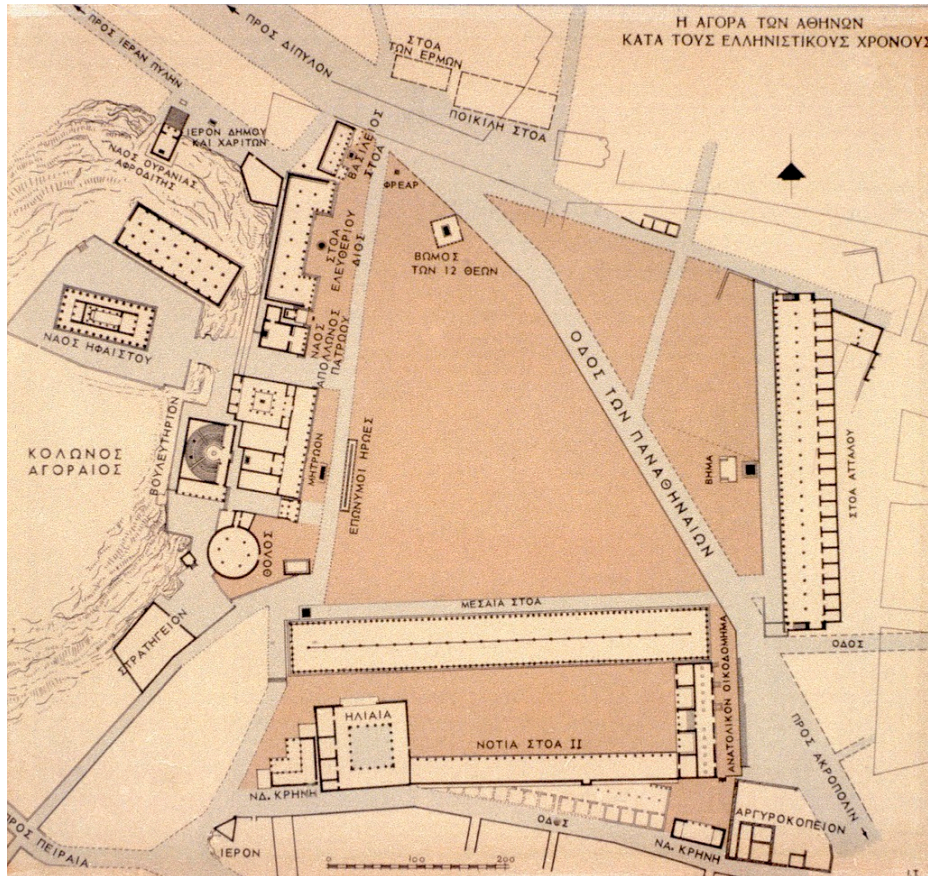
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΣΤΟΑΣ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ

4.1. ΑΡΧΑΙΑ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

Στα μέσα του 6^{ου} αι. π.Χ. ιδρύθηκε στα βορειοδυτικά του Ιερού Βράχου της Ακρόπολης, ανάμεσα στους λόφους του Αρείου Πάγου και του Αγοραίου Κολωνού, η Αγορά των Αθηνών, η οποία για τους επόμενους τέσσερις τουλάχιστον αιώνες αποτέλεσε το κέντρο της πόλης των κλασικών και ελληνιστικών χρόνων. Σ' αυτήν ανεγέρθηκαν τα σημαντικότερα δημόσια κτήρια και ιερά της πόλης. Στην Αγορά των Αθηνών αναπτύχθηκε έντονη διοικητική, πολιτική, δικαστική, εμπορική, κοινωνική, πολιτιστική και θρησκευτική δραστηριότητα. Τα πρώτα ίχνη της κατοίκησης του ανθρώπου στον ευρύτερο χώρο της Αγοράς χρονολογούνται στην Ύστερη Νεολιθική εποχή (περίπου 3000 π.Χ.) και αυτό αποδείχτηκε από όστρακα χειροποίητων αγγείων που βρέθηκαν σε φρέατα και λάκκους. Στις επόμενες περιόδους, την Ύστερη Ελλαδική ή Μυκηναϊκή (1550-1100 π.Χ.) και την Εποχή του Σιδήρου (1.100-700 π.Χ.), στην περιοχή αυτή έρχεται στο φως ένα νεκροταφείο, με θολωτούς και θαλαμωτούς τάφους, με καύσεις και ενταφιασμούς αντίστοιχα για κάθε περίοδο. Παράλληλα όμως αναπτύσσεται και ένα μικρός γεωμετρικός οικισμός.

Τον 6^ο αι. π.Χ. η πολιτεία με εκτεταμένες διαμορφώσεις μετέτρεψε τον χώρο αυτόν από ιδιωτικό σε δημόσιο για να φιλοξενήσει την Αγορά της πόλης. Τα πρώτα δημόσια κτήρια, η Νοτιοανατολική Κρήνη και ο Βωμός των 12 Θεών, εμφανίστηκαν το 520 π.Χ., κατά την εποχή της τυραννίδας των Πεισιστρατιδών. Με την αλλαγή του πολιτεύματος και πάλι σε δημοκρατικό, το 508/507 π.Χ. ξεκίνησε η έντονη οικοδομική δραστηριότητα στην Αγορά και έτσι πρώτα κατασκευάστηκαν το Παλαιό Βουλευτήριο για τη νέα Βουλή και η Βασίλειος Στοά, έδρα του Άρχοντα Βασιλέα. Ακόμη τοποθετήθηκαν οι δύο λίθινοι όροι στη νοτιοδυτική της γωνία για να σημάνουν τον ιερό χώρο (www.odysseus.culture.gr).

Η λεηλασία της Αγοράς από τα περσικά στρατεύματα το 480/479 π.Χ. μετέτρεψε πολλά από τα οικοδομήματά της σε ερείπια. Από το δεύτερο τέταρτο όμως του 5^{ου} αι. π.Χ. παρατηρήθηκε έντονη ανοικοδόμηση, η οποία συνεχίστηκε και στα μέσα του 4^{ου} αι. π.Χ. και συνδέεται άμεσα με την ακμή της Δημοκρατίας. Τότε κατασκευάστηκαν η Ποικίλη Στοά, η Θόλος, το Νέο Βουλευτήριο, η Στοά του Διός Ελευθερίου, η Ν. Στοά Ι, το Νομισματοκοπείο, τα Δικαστήρια, ο Ναός του Ηφαίστου, ο Ναός του Απόλλωνα Πατρώου, η Νοτιοδυτική κρήνη κ.ά. Την πολιτική παρακμή της Αθήνας που επέφερε η άνοδος του Μεγάλου Αλεξάνδρου στο βασίλειο της Μακεδονίας ακολούθησε η πολιτιστική ακμή του 2^{ου} π.Χ. αιώνα. Η Αγορά της Αθήνας έλαβε την εποχή εκείνη νέα μορφή με την ανέγερση των τριών μεγάλων στωικών οικοδομημάτων, δηλαδή της Μεσαίας Στοάς, της Νότιας Στοάς ΙΙ και της Στοάς του Αττάλου, δωρεά του Βασιλιά της Περγάμου Αττάλου Β' στην κοιτίδα της φιλοσοφίας.



Εικόνα 4.1.: Η Αγορά των Αθηνών κατά τους Ελληνιστικούς χρόνους.
Πηγή: <http://agora.ascsa.net>

Μεγάλο πλήγμα στα οικοδομήματα της Αγοράς έφερε η λεηλασία τους από τα στρατεύματα του Σύλλα το 86 π.Χ., προκειμένου να τιμωρήσει τους Αθηναίους, οι οποίοι τάχθηκαν με το μέρος του βασιλιά Μιθριδάτη του Πόντου και όχι των Ρωμαίων. Παρά τις καταστροφές η πόλη γνώρισε νέα ακμή κατά τους χρόνους της αυτοκρατορίας του Οκταβιανού-Αυγούστου (27π.Χ.-14 μ.Χ) και του Αδριανού (117-138 μ.Χ.). Στο κεντρικό τετράγωνο της Αγοράς ανεγέρθηκαν το Ωδείο για να φιλοξενήσει τις μουσικές εκδηλώσεις, ο Νοτιοδυτικός και ο Νοτιοανατολικός ναός για τη λατρεία της αυτοκρατορικής οικογένειας, ενώ μεταφέρθηκε αυτούσιος και ο Ναός του Άρη από την Παλλήνη. Το 267 μ.Χ. η εισβολή των Ερουλών κατέστρεψε εκ θεμελίων τα οικοδομήματα της Αγοράς. Στην επόμενη φάση ανοικοδόμησης της πόλης η περιοχή βρέθηκε εκτός του νέου οχυρωματικού περιβόλου και αναπτύχθηκαν σ' αυτήν τα πολυτελή συγκροτήματα των αστικών επαύλεων του 5^{ου} και 6^{ου} αι. μ.Χ. Οι αλληπάλληλες επιθέσεις βαρβαρικών φύλων από το τέλος του 4^{ου} έως τα τέλη του 6^{ου} αι. μ.Χ., είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των κτηρίων της Αγοράς και συνεπώς την οριστική παρακμή του χώρου (www.odysseus.culture.gr).

Τα οικοδομήματα της Αρχαίας Αγοράς των Αθηνών αναπτύχθηκαν στις τέσσερις πλευρές ενός τετράγωνου χώρου που περικλείεται από τρεις λόφους, της Ακρόπολης, του Αρείου Πάγου και του Αγοραίου Κολωνού. Ο χώρος διασχίζεται από τα βορειοδυτικά έως τα νοτιοανατολικά από την οδό των Παναθηναίων, μια από τις σημαντικότερες οδικές αρτηρίες της αρχαίας πόλης, πλάτους 12-20 μ., την οποία ακολουθούσε κάθε τετραετία η φημισμένη πομπή των Μεγάλων Παναθηναίων.

Κοντά στη βορειοδυτική γωνία βρίσκεται ο Βωμός των 12 Θεών (522/521 π.Χ.), άσυλο των ικετών και αφετηρία των οδικών μετρήσεων της πόλης. Στην δυτική πλευρά του τετραγώνου της Αγοράς

κατά μήκος της αρχαίας "Δυτικής οδού" αναπτύχθηκαν σταδιακά τα σημαντικότερα διοικητικά οικοδομήματα και ιερά των Αθηνών, όπως η κυκλική Θόλος (470 π.Χ.), έδρα των πρυτάνεων της Βουλής των 500, το Νέο Βουλευτήριο (τέλη 5^{ου} αι. π.Χ.), αμφιθεατρικός χώρος για την προετοιμασία των νομοσχεδίων πριν δοθούν προς ψήφιση στην Εκκλησία του Δήμου, το Μητρώο (2^{ος} αι. π.Χ.), κτήριο τεσσάρων δωματίων με κιονοστοιχία στην πρόσοψη για τη στέγαση του Ιερού της Μητέρας των Θεών και του αρχείου της πόλης, το Μνημείο των Επωνύμων Ηρώων (350 π.Χ.), επίμηκες βάθρο με περίβολο, επάνω στο οποίο υψώνονταν τα χάλκινα αγάλματα των μυθικών ηρώων των δέκα αθηναϊκών φυλών. Στη δυτική πλευρά της Αγοράς βρίσκονται επίσης ο Ναός του Απόλλωνα Πατρώου (325 π.Χ.), ιδρυτή της φυλής των Ιώνων, με τέσσερις ιωνικούς κίονες στην πρόσοψή του, ο μονόχωρος ναός του Διός Φρατρίου και της Αθηνάς Φρατριάς (350 π.Χ.), αφιερωμένος στις προστάτιδες θεότητες των θρησκευτικών φρατριών των Ιώνων, η Στοά του Διός Ελευθερίου, του θεού ελευθερωτή, ο οποίος στη μάχη των Πλαταιών (479π.Χ.) βοήθησε τους Έλληνες να διώξουν τους Πέρσες και η Βασίλειος Στοά (500π.Χ.), έδρα του άρχοντα βασιλέα, υπεύθυνου για τα θρησκευτικά ζητήματα και για τους νόμους.

Στην κορυφή του λόφου του Αγοραίου Κολωνού δεσπόζει ο Ναός του Ηφαίστου (μέσα του 5^{ου} αι. π.Χ.), το γνωστό "Θησείο". Στην νοτιοδυτική γωνία του τετραγώνου της Αγοράς τοποθετήθηκε γύρω στο 500 π.Χ. ένας μαρμάρινος όρος με την επιγραφή "όρος ειμί τες αγοράς", ο οποίος βρίσκεται δίπλα στο υποδηματοποιείο του Σίμωνος, γνωστό από τους αρχαίους συγγραφείς ως τόπο συνάντησης του Σωκράτη με τους μαθητές του. Στα νοτιοδυτικά μέχρι την Πνύκα εκτείνεται μια κοιλάδα, στην οποία οι ανασκαφές αποκάλυψαν τα λείψανα αρχαίων οικιών, καταστημάτων και εργαστηρίων. Εδώ αποκαλύφθηκε το λεγόμενο Πώρινο Κτήριο, το οποίο ταυτίστηκε με το δημόσιο Δεσμωτήριο του 5^{ου} αι. π.Χ., όπου φυλακίστηκε και θανατώθηκε ο Σωκράτης.

Στη νότια πλευρά της Αγοράς ανεγέρθηκαν οικοδομήματα δημόσιου χαρακτήρα όπως η Νοτιοδυτική κρήνη (340-325 π.Χ.), το Αιάκειον των αρχών του 5ου αι. π.Χ., η Νότια Στοά I (430-420 π.Χ.) και η μεταγενέστερή της Νότια Στοά II (2ος αι. π.Χ.), η Νοτιοανατολική κρήνη (530-520 π.Χ.) και το Νομισματοκοπείο (400 π.Χ.). Ο Ναός των Αγίων Αποστόλων χρονολογείται στις αρχές του 10^{ου} αι. μ.Χ. και ανήκει στο βυζαντινό οικισμό που αναπτύχθηκε στην περιοχή. Στο μέσον του ανοιχτού χώρου της Αγοράς κατασκευάστηκε τον 2^ο αι. π.Χ. η Μεσαία Στοά, προορισμένη πιθανότατα για το εμπόριο, το 15 π.Χ. το Ωδείο, δωρεά του Αγρίππα στους πολίτες της Αθήνας με μεγάλη αίθουσα συναυλιών και πρόσοψη με κολοσσιαία αγάλματα Τριτώνων και Γιγάντων, ο ναός του Άρη, δωρικός περίπτερος του 5^{ου} αι. π.Χ., ο οποίος μεταφέρθηκε στην Αγορά από την Παλλήνη την Ρωμαϊκή περίοδο. Στην ανατολική πλευρά της Αγοράς δεσπόζει η Στοά του Αττάλου (159-138 π.Χ.), αποκατεστημένη στην αρχική της μορφή για να στεγάσει το μουσείο της Αρχαίας Αγοράς και στη βόρεια πλευρά ξεχωρίζει η Ποικίλη Στοά (475-450 π.Χ.), διακοσμημένη με ζωγραφικούς πίνακες. Στο λόφο του Αρείου Πάγου, τόπο συνδεδεμένο με δίκες μυθικές και ιστορικές, αποκαλύφθηκαν, στη βόρεια κλιτύ τέσσερις πολυτελείς κατοικίες της Ύστερης Αρχαιότητας και στις νότιες υπώρειες μια συνοικία του αρχαίου δήμου του Κολλυτού με ιερά και κατοικίες (www.odysseus.culture.gr).

4.2. Η ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ ΚΑΙ Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Η ιστορία του μουσείου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορία της αναστήλωσης της Στοάς του Αττάλου. Πριν την έναρξη του Β' Παγκοσμίου Πολέμου υπήρξαν σχέδια για τη δημιουργία μουσείου στον αρχαιολογικό χώρο της Αγοράς των Αθηνών, όπου τα ευρήματα θα μπορούσαν να εκτίθενται στον τόπο που είχαν ανακαλυφθεί. Άλλωστε ένα εύρημα αποκτά ακόμα μεγαλύτερη αξία, όταν παραμένει στον τόπο και τη θέση που είχε κατά τη δημιουργία ή την εύρεσή του. Έτσι λοιπόν η περιοχή στα δυτικά του Αρείου Πάγου θεωρήθηκε κατάλληλος τόπος για τη δημιουργία ενός τέτοιου μουσείου και το 1946 ξεκίνησαν στην περιοχή αυτή προκαταρκτικές ανασκαφές.

Παράλληλα, ετοιμάστηκαν και τα σχέδια των κτηρίων που θα ανεγείρονταν για τη δημιουργία του μουσείου (Gawlinski L., 2014).

Όταν όμως ήρθε στο φως κατά τη διάρκεια των ανασκαφών ένας μεγάλος αριθμός σημαντικών κτηρίων, ο τότε διευθυντής της ανασκαφής Homer A. Thompson πρότεινε την αναστήλωση ενός αρχαίου κτηρίου ως λύση στο πρόβλημα της στέγασης των αρχαιοτήτων. Επιλέχθηκε λοιπόν η Στοά του Αττάλου, η οποία κατασκευάστηκε με δαπάνη του βασιλιά της Περγάμου Αττάλου Β΄, 159-138 π.Χ. Ο τύπος του συγκεκριμένου κτηρίου κρίθηκε κατάλληλος για τη στέγαση ενός μουσείου με διάφορες αίθουσες και χώρους εργασίας, καθώς επίσης και επειδή το μεγάλο τμήμα της αρχικής κατασκευής που είχε διατηρηθεί επέτρεπε την ακριβή αποκατάστασή της. Μάλιστα, το βόρειο άκρο του κτηρίου στεκόταν ακέραιο έως το ύψος της αρχικής στέγης. Η αναστήλωση της Στοάς πραγματοποιήθηκε μεταξύ των ετών 1953-1956 με τη γενναιόδωρη χορηγία του John D. Rockefeller Jr. Τον Ιούνιο του 1957 η ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία ανέλαβε τη φύλαξη και συντήρηση του αρχαιολογικού χώρου της Αγοράς και της Στοάς του Αττάλου. Στο πλαίσιο της προετοιμασίας εν όψει των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004 στην Αθήνα, το Υπουργείο Πολιτισμού πραγματοποίησε εργασίες καθαρισμού της πρόσοψης της Στοάς του Αττάλου και των κιονοστοιχιών του ισόγειου, ενώ την ίδια περίοδο οι αίθουσες του Μουσείου αναδιαρθρώθηκαν και ανακαινίστηκαν. Το 2012 ένα νέο τμήμα της έκθεσης άνοιξε για το κοινό στον επάνω όροφο του κτηρίου με συγχρηματοδότηση από το Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και από τον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο (ΕΟΧ).

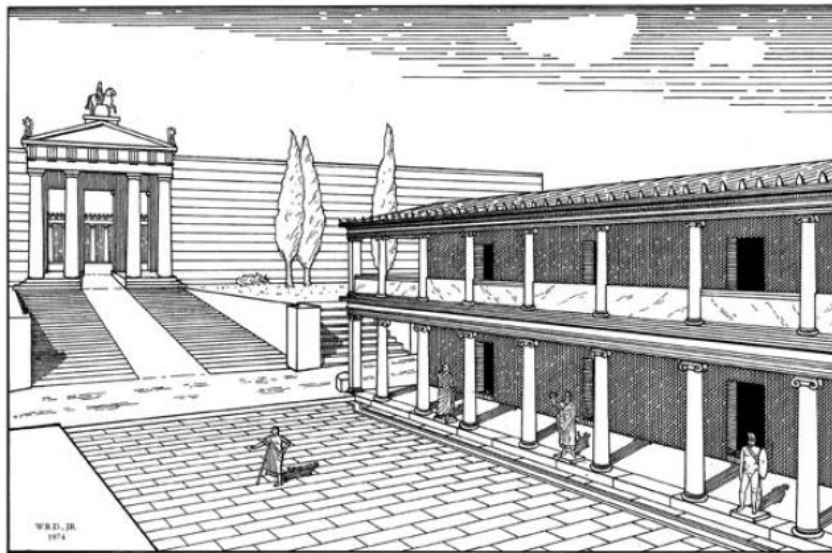


Εικόνα 4.2.: Η Στοά του Αττάλου μετά την αναστήλωση (1956).

Πηγή: Gawlinski Laura, (2014), Η Αρχαία Αγορά της Αθήνας, Οδηγός του Μουσείου.

Σήμερα η Στοά του Αττάλου δεν παρέχει μόνο επαρκή χώρο για τη φύλαξη, έρευνα και έκθεση των αντικειμένων, αλλά επιτρέπει επίσης στον επισκέπτη να εκτιμήσει τη λειτουργία και τη μορφή αυτού του συνηθισμένου τύπου αρχαίου δημόσιου κτηρίου. Πρόκειται για ένα εξαιρετικό παράδειγμα του πλήρως εξελιγμένου τύπου στοάς, τόσο στο ισόγειο όσο και στον πρώτο όροφο, ενώ μια διπλή κιονοστοιχία βρίσκεται μπροστά από μια σειρά 21 δωματίων, τα οποία χρησίμευαν πρωτίστως ως καταστήματα. Μπροστά από την κιονοστοιχία του ισόγειου υπάρχει άνδηρο κατά μήκος όλου του κτηρίου. Κύρια λειτουργία της Στοάς ήταν να παρέχει στους πολίτες έναν

προφυλαγμένο τόπο ανεπίσημων συναντήσεων και περιπάτου, γεγονός που πρέπει να διασφάλισε και την επιτυχία της ως εμπορικό κέντρο. Τα καταστήματα εκμισθώνονταν από το κράτος σε ιδιώτες εμπόρους, συνεπώς το κτήριο χρησίμευε και ως πηγή εσόδων. Αξιοσημείωτη είναι η προσαρμογή της μορφής των δωρικών κίωνων του ισογείου στις ανάγκες μιας στοάς. Σε αντίθεση με τους ναούς, οι στοές ήταν κτήρια σχεδιασμένα για χρήση από πολλούς ανθρώπους, εξαιτίας αυτού λοιπόν οι κίονες έχουν μεγαλύτερο κενό ανάμεσά τους, προκειμένου να διευκολύνεται η πρόσβαση στο εσωτερικό. Επίσης, το κάτω τμήμα κάθε κίονα της εξωτερικής κιονοστοιχίας είναι αράβδωτο, ώστε να μην φθείρεται κατά την μεταφορά αγαθών ή την κίνηση των ανθρώπων.



Εικόνα 4.3.: Αναπαράσταση της μαρμαρόστρωτης οδού και της στοάς του συγκροτήματος στα ανατολικά της Στοάς του Αττάλου, περ. 420 μ.Χ. Στο αριστερό τμήμα της εικόνας το πρόπυλο της Αθήνας, που αποτελούσε την είσοδο της Ρωμαϊκής Αγοράς.

Πηγή: John Mck Camp II, (2003), Η Αγορά της Αρχαίας Αθήνας, Σύντομος Οδηγός.

Μετά από τέσσερις αιώνες κατά τους οποίους η Στοά είχε δεχτεί περιορισμένες μετατροπές, το 267 μ.Χ. καταστράφηκε από τους Ερούλους. Ίχνη πυρκαγιάς είναι ακόμα και σήμερα ορατά στην εσωτερική όψη του νότιου τοίχου της. Λίγα χρόνια αργότερα, η Στοά ενσωματώθηκε στο Υστερορωμαϊκό τείχος της Αθήνας, ενώ η πρόσοψη και όλοι οι κίονες της αφαιρέθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη στερέωση του πίσω μέρους του κτηρίου. Τέλος, τα δωμάτια στο πίσω μέρος συνέχισαν να χρησιμοποιούνται έως τους χρόνους της Οθωμανικής αυτοκρατορίας (15^{ος} αιώνας).

Το γεγονός ότι αρκετοί από τους τοίχους και τα αρχιτεκτονικά μέλη του κτηρίου είχαν διατηρηθεί, κατέστησε δυνατή την πλήρη και ορθή αποκατάστασή του. Ποικίλα σωζόμενα μέλη ενσωματώθηκαν στην ανακατασκευή της Στοάς, κυρίως στο νότιο τμήμα του κτηρίου, κοντά στην είσοδο. Κατά την αναστήλωση χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια υλικά με αυτά του αρχικού κτηρίου, δηλαδή μάρμαρο για την πρόσοψη, τους κίονες και διάφορα σημεία του εσωτερικού, ασβεστόλιθο για τους τοίχους και πήλινα κεραμίδια για τη στέγη. Ο επάνω όροφος και η στέγη εδράζονται σήμερα σε δοκάρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, καλυμμένα από ξύλινα κελύφη, έτσι ώστε να αναπαριστούν ακριβώς τη διάταξη και τις διαστάσεις των αρχικών ξύλινων δοκαριών. Το σχέδιο των ξύλινων θυρών ανακτήθηκε από τις εγχοπές στις μαρμάρινες παραστάδες και στα κατώφλια, αλλά και με βάση τις αναλογίες σωζόμενων μαρμαρίνων θυρών από τάφους, οι οποίες αντέγραφαν ξύλινες θύρες.

Όλα τα ευρήματα των ανασκαφών που διεξάγει η Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αρχαία Αγορά, από το 1931, φιλοξενούνται σήμερα στη Στοά του Αττάλου. Επιπλέον, εδώ έχουν μεταφερθεί τα σημαντικότερα αντικείμενα που είχαν αποκαλυφθεί σε παλαιότερες ανασκαφές Ελλήνων αρχαιολόγων και βρίσκοντας στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, μεταξύ άλλων το άγαλμα του Απόλλωνα Πατρώου, οι προσωποποιήσεις της Ιλιάδας και της Οδύσσειας και ένα κιονόκρανο κορινθιακού ρυθμού από το Ωδείο του Αγρίππα (σήμερα βρίσκεται στο χώρο του Ωδείου). Τέλος, τα ευρήματα που ανακαλύφθηκαν κατά τις ανασκαφές της Αμερικανικής Σχολής στη Βόρεια Κλιτύ της Ακρόπολης και στην Πνύκα φυλάσσονται, επίσης, στη Στοά του Αττάλου.

Χάρη στην ανακατασκευή της Στοάς του Αττάλου, ο επισκέπτης μπορεί να αντιληφθεί για ποιο λόγο οι στοές ήταν κατάλληλες για δημόσιες συναθροίσεις. Ο χώρος των κιονοστοιχιών παρείχε καταφύγιο σε χιλιάδες ανθρώπους, προστατεύοντάς τους από τον δυνατό ήλιο το καλοκαίρι και από τον άνεμο και τη βροχή το χειμώνα, ενώ ταυτόχρονα διέθετε άφθονο φυσικό φως και καθαρό αέρα (Gawlinski L., 2014).

4.3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

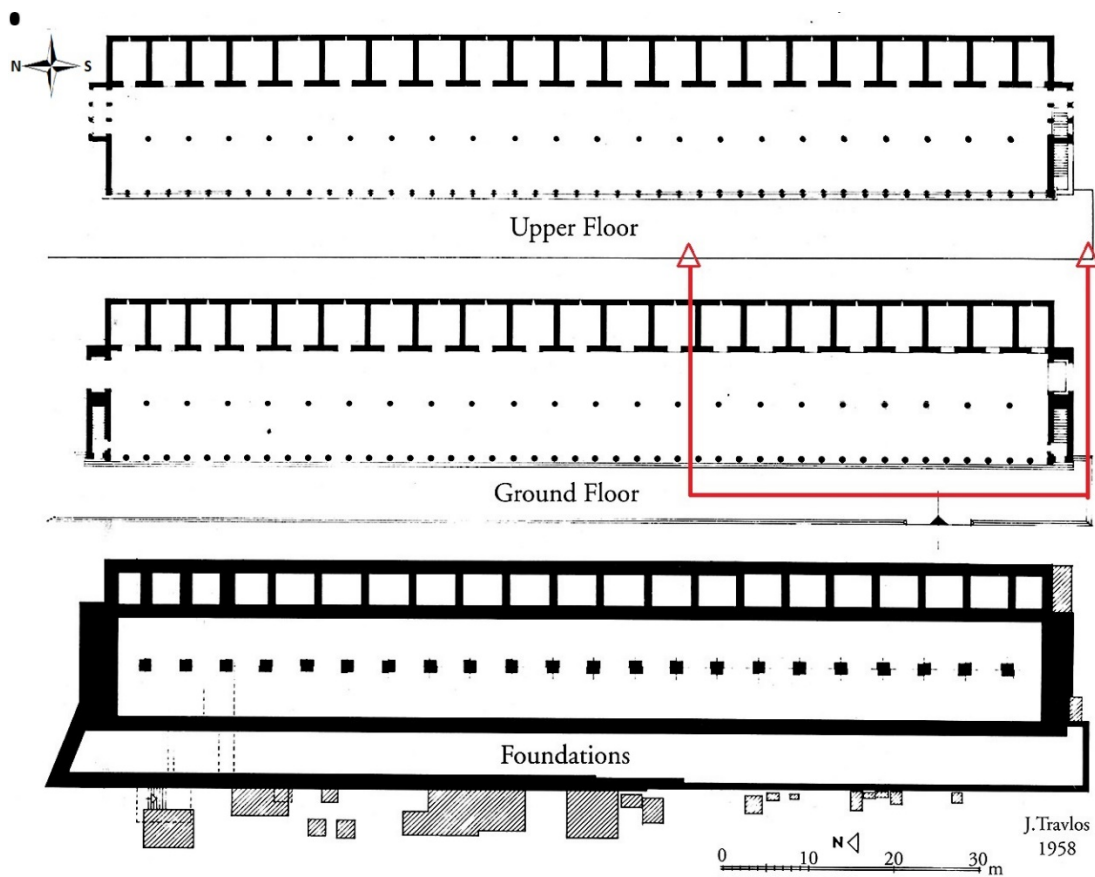
Η διαδικασία πραγματοποίησης μετρήσεων και κάθε είδους εργασίας σε έναν αρχαιολογικό χώρο παρουσιάζει πολλές δυσκολίες, περιορισμούς και ιδιαιτερότητες. Για το λόγο αυτό, το πρώτο και βασικότερο στάδιο στην αποτύπωση ενός αρχαιολογικού χώρου ή τμήματός του είναι η αναγνώριση της περιοχής και η πλήρης κατανόηση του χώρου, των ιδιαίτερων στοιχείων των αντικειμένων προς αποτύπωση, αλλά και των περιορισμών που παρουσιάζουν για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων. Συνήθως, οι περιορισμοί που προκύπτουν σε τέτοιου είδους εργασίες αφορούν στην προσβασιμότητα στο χώρο, στις ιδιαίτερες συνθήκες φωτισμού που επηρεάζουν κυρίως τη διαδικασία της λήψης εικόνων κατά τη φωτογραμμετρική διαδικασία, στην έλλειψη επαρκούς χώρου γύρω από τα προς αποτύπωση αντικείμενα και σε πολλά άλλα ακόμα.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής η συλλογή των δεδομένων αφορούσε στη λήψη εικόνων για 16 εκθέματα στο ισόγειο της Στοάς του Αττάλου, τα οποία βρίσκονται στο περιστύλιο που σχηματίζουν η δωρική εξωτερική κιονοστοιχία και η ιωνική εσωτερική, με αράβδωτους κίονες. Η επιλογή των εκθεμάτων έγινε με βάση το υπάρχον τρισδιάστατο μοντέλο της Στοάς του Αττάλου, το οποίο δημιούργησε και επιμελήθηκε ο Αρχιτέκτων Μηχανικός Χρήστος Κουτσαφτής στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διατριβής για το Καθολικό Πανεπιστήμιο της Λουβέν (Koutsaftis 2016). Το συγκεκριμένο μοντέλο περιορίζεται σε ένα τμήμα μόνο της Στοάς του Αττάλου, δηλαδή στο τμήμα που αντιστοιχεί στους 18 δωρικούς κίονες της εξωτερικής κιονοστοιχίας ξεκινώντας από το νότιο άκρο της στοάς προς το βόρειο, όπως παρουσιάζεται και στην παρακάτω εικόνα. Το τμήμα αυτό αντιστοιχεί στα οκτώ πρώτα καταστήματα της Στοάς του Αττάλου, όπως ήταν διαμορφωμένα κατά την αρχαιότητα.

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.



Εικόνα 4.4.: Το νότιο τμήμα της Στοάς του Αττάλου με τα 16 εκθέματα.



Εικόνα 4.5.: Σχέδια της Στοάς του Αττάλου, 159-138 π.Χ.

Πηγή: <http://agora.ascsa.net/>

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν απλός, καθώς για τη συγκεκριμένη εφαρμογή και άλλες παρόμοιες δεν απαιτούνται γεωδαιτικές μετρήσεις για τη γεωαναφορά των εκθεμάτων σε κάποιο σύστημα, αλλά αρκεί μόνο η απόδοση κλίμακας σε αυτά. Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν:

- ✓ Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή με τις εξής τεχνικές προδιαγραφές:

Τύπος	D3200 Nikon Μονοοπτική ψηφιακή μηχανή reflex
Ωφέλιμα pixel	24,2 εκατομμύρια
Αισθητήρας εικόνας	23,2 x 15,4 mm CMOS sensor

- ✓ Φακός NIKKOR AF-S DX τύπου G με ενσωματωμένο CPU και μοντούρα F, μεταβλητής εστιακής απόστασης 18-55 mm, μέγιστο διάφραγμα f/3.5-5.6
- ✓ Ειδικό φωτογραφικό τρίποδο
- ✓ Κυκλικός ανακλαστήρας φωτός
- ✓ Μεταλλικός χάρακας 1 μέτρου με προσημασμένους στόχους στα 10, 40, 70 και 95 εκατοστά
- ✓ Σκάλα

Στόχος ήταν η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των 16 εκθεμάτων, τα οποία προέκυψαν με τη λήψη και την επεξεργασία εικόνων. Η λήψη των εικόνων πραγματοποιήθηκε για κάθε έκθεμα ξεχωριστά, ενώ ο αριθμός των εικόνων ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του εκθέματος.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν τρεις επισκέψεις στο χώρο της Στοάς του Αττάλου, μια για το σύνολο των εκθεμάτων και δύο ακόμη για τη λήψη συμπληρωματικών εικόνων και λήφθηκαν 1.208 εικόνες, οι περισσότερες με τη χρήση του τριπόδου για μεγαλύτερη σταθερότητα. Η πρώτη επίσκεψη διήρκησε 7 ώρες, ενώ οι δύο επόμενες 4 ώρες συνολικά. Κατά μέσο όρο κάθε έκθεμα για την πλήρη απόδοσή του χρειάστηκε 60-90 εικόνες, ενώ ορισμένα εκθέματα είχαν μεγάλο ύψος και παρουσίαζαν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, οπότε χρειάστηκαν περισσότερες εικόνες. Αντίθετα, πιο απλά εκθέματα και μικρότερα σε μέγεθος χρειάστηκαν τη λήψη περίπου 30-45 εικόνων.

Κατά τη διάρκεια των λήψεων, δίπλα από κάθε έκθεμα τοποθετούνταν ο χάρακας με τους προσημασμένους στόχους, ώστε να εμφανίζεται σε τουλάχιστον 3 εικόνες προκειμένου να γίνει η απόδοση της κλίμακας στο τρισδιάστατο μοντέλο μετέπειτα.



Εικόνα 4.6.: Χρήση του χάρακα με τους προσημασμένους στόχους κατά τη διάρκεια της λήψης των εικόνων.



Εικόνα 4.7.: Λήψη εικόνων του άνω τμήματος των αγαλμάτων.

Ιδιαίτερα σημαντικό κατά τη διάρκεια της λήψης των εικόνων ήταν το μεγάλο βάθος πεδίου. Από ολόκληρη την εικόνα που φαίνεται μέσα από το σκόπευτρο της φωτογραφικής μηχανής, μόνο ένα επίπεδο του θέματος αποτυπώνεται πάνω στο φιλμ ή στο CMOS με απόλυτη ευκρίνεια. Τα θέματα που βρίσκονται μπροστά ή πίσω από το σημείο απόλυτης ευκρίνειας και εστίασης, εμφανίζονται με λιγότερη ευκρίνεια, και όσο αλλάζει η εστίαση της μηχανής σε σχέση με αυτό το σημείο, τα θέματα καταγράφονται με όλο και λιγότερη ευκρίνεια. Για την ακρίβεια, τα θέματα που είναι σε ευκρινή εστίαση δεν βρίσκονται σε ένα επίπεδο, αλλά καλύπτουν ένα φάσμα αποστάσεων μπροστά και πίσω από το σημείο εστίασης. Το εύρος ή βάθος αυτής της ζώνης ονομάζεται βάθος πεδίου. Το βάθος πεδίου εξαρτάται από το διάφραγμα και είναι ελάχιστο σε μεγάλα διαφράγματα ($f/1$, $f/1.4$, $f/1.8$). Όσο κλείνει το διάφραγμα, αυξάνει το βάθος πεδίου και μεγαλύτερο μέρος του θέματος έρχεται σε εστίαση, αλλά ταυτόχρονα και τόσο λιγότερο φως περνάει. Για να επιτύχουμε ευκρίνεια σε όλο το θέμα προς αποτύπωση, πρέπει να επιλεγθούν πολύ μικρά διαφράγματα ($f/9$, $f/11$, $f/16$ κ.λπ.). Το βάθος πεδίου εξαρτάται επίσης από την εστιακή απόσταση και την απόσταση εστίασης της μηχανής.

Για τον σωστό προσδιορισμό του βάθους πεδίου χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή DoF Calculator, στην οποία επιλέγοντας τον τύπο της φωτογραφικής μηχανής, την εστιακή απόσταση και την απόσταση από το έκθεμα προκύπτει το βάθος πεδίου (depth of field), η υπερεστιακή απόσταση (hyperfocal distance) και οι αποστάσεις μπροστά και πίσω από το αντικείμενο. Η υπερεστιακή απόσταση είναι η κοντινότερη απόσταση στην οποία μπορεί να εστιάσει ο φακός, ώστε τα αντικείμενα να είναι πολύ καθαρά. Όταν ο φακός εστιάζει σε αυτή την απόσταση, όλα τα αντικείμενα σε απόσταση από το μισό της υπερεστιακής απόστασης έως και το άπειρο θα φαίνονται καθαρά.

4.4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Η δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό του PhotoScan Professional 1.1, το οποίο είναι ένα λογισμικό IBM (Image Based Modelling), δηλαδή δημιουργεί τρισδιάστατα μοντέλα με τη χρήση εικόνων. Το συγκεκριμένο είναι ένα εμπορικό λογισμικό της εταιρείας Agisoft, που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρέμβει ή όχι σε κάποιο συγκεκριμένο βαθμό στη διαδικασία δημιουργίας των μοντέλων και τον καθορισμό των παραμέτρων τους, ενώ περιλαμβάνει και αρκετά εργαλεία επεξεργασίας του τρισδιάστατου νέφους.

4.4.1. Τρόπος λειτουργίας του PhotoScan

Στόχος του λογισμικού είναι η δημιουργία επαγγελματικής ποιότητας τρισδιάστατου περιεχομένου από εικόνες, με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας multi-view για 3D ανακατασκευή. Λειτουργεί με αυθαίρετες, τυχαίες εικόνες και είναι αποτελεσματικό κάτω από ελεγχόμενες ή μη καταστάσεις, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να ακολουθήσει αυτόματες ή ημιαυτόματες διαδικασίες. Οι εικόνες μπορούν να ληφθούν από οποιαδήποτε θέση, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι το αντικείμενο προς ανακατασκευή εμφανίζεται σε τουλάχιστον δύο εικόνες. Τόσο η διαδικασία του προσανατολισμού (alignment) των εικόνων, όσο και η διαδικασία της ανακατασκευής του τρισδιάστατου μοντέλου είναι πλήρως αυτοματοποιημένες.

Σε γενικές γραμμές ο τελικός στόχος της επεξεργασίας των εικόνων με το λογισμικό του PhotoScan είναι η ανακατασκευή ενός τρισδιάστατου μοντέλου με υφή. Η διαδικασία της επεξεργασίας των εικόνων και της ανακατασκευής του τρισδιάστατου μοντέλου περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στάδια, τα οποία είναι τα εξής:

- ✓ Το πρώτο στάδιο είναι ο προσανατολισμός της κάμερας, δηλαδή των εικόνων με τη διαδικασία του alignment. Σε αυτό το στάδιο, το PhotoScan αναζητά κοινά σημεία στις εικόνες και τα αντιστοιχεί μεταξύ τους, ενώ ταυτόχρονα προσδιορίζει τη θέση της κάμερας για κάθε εικόνα και βελτιώνει τις παραμέτρους βαθμονόμησης. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ένα αραιό νέφος σημείων (sparse point cloud) και μια σειρά από τις θέσεις της κάμερας που εμφανίζονται στο περιβάλλον του λογισμικού. Το αραιό νέφος σημείων αντιπροσωπεύει τα αποτελέσματα της διαδικασίας του προσανατολισμού και δεν χρησιμοποιούνται άμεσα στην περαιτέρω διαδικασία κατασκευής του τρισδιάστατου μοντέλου, εκτός και αν επιλεγεί ως διαδικασία ανακατασκευής του μοντέλου εκείνη που βασίζεται στο αραιό νέφος σημείων. Ωστόσο, το αραιό νέφος μπορεί να εξαχθεί από το λογισμικό για περαιτέρω επεξεργασία και χρήση σε άλλα προγράμματα και λογισμικά. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας τρισδιάστατων μοντέλων (3D editor) ως νέφος αναφοράς. Αντίθετα, το σύνολο των θέσεων της κάμερας κατά τη διάρκεια των λήψεων απαιτείται για την περαιτέρω κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου με το PhotoScan.
- ✓ Το επόμενο στάδιο είναι η δημιουργία ενός πυκνού νέφους σημείων (dense point cloud), το οποίο προκύπτει από το λογισμικό με βάση τις εκτιμώμενες θέσεις της κάμερας και τις ίδιες τις εικόνες. Το πυκνό νέφος σημείων μπορεί να υποστεί επεξεργασία και να ταξινομηθεί σε κατηγορίες (κλάσεις) πριν την εξαγωγή του από το λογισμικό ή τη χρήση του για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου στα επόμενα στάδια.
- ✓ Ένα άλλο στάδιο είναι η κατασκευή του πλέγματος των τριγώνων (mesh). Το PhotoScan αναδομεί ένα τρισδιάστατο πολυγωνικό πλέγμα, που αντιπροσωπεύει την επιφάνεια του αντικειμένου με βάση το πυκνό νέφος σημείων που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο στάδιο. Επιπλέον, υπάρχει μια μέθοδος για τη γρήγορη παραγωγή της γεωμετρίας του αντικειμένου, η οποία βασίζεται στο αραιό νέφος σημείων και μόνο. Γενικά, υπάρχουν δύο αλγοριθμικές μέθοδοι που διαθέτει το PhotoScan και μπορούν να εφαρμοστούν για την παραγωγή του 3D mesh, η High Field μέθοδος για επίπεδες επιφάνειες και η Arbitrary μέθοδος για κάθε είδους επιφάνεια και αντικείμενο. Έχοντας δημιουργήσει το πλέγμα, ίσως χρειαστεί περαιτέρω επεξεργασία και διορθώσεις με τη χρήση των εργαλείων του PhotoScan, όπως είναι η κατάτμησή του (mesh decimation), η αφαίρεση και απομάκρυνση ορισμένων τμημάτων και στοιχείων που προσκολλήθηκαν στο πλέγμα, κ.ά. Για πιο σύνθετη επεξεργασία βέβαια, το PhotoScan δεν διαθέτει τα απαραίτητα εργαλεία, ωστόσο το πλέγμα μπορεί να εξαχθεί για την περαιτέρω αυτή επεξεργασία και να εισαχθεί ξανά στη συνέχεια.
- ✓ Μετά τη διαδικασία της ανακατασκευής της γεωμετρίας του αντικειμένου και τη δημιουργία του πλέγματος, το λογισμικό μπορεί να αποδώσει την υφή και το χρώμα (texture) στο αντικείμενο ή να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ορθοφωτογραφιών. Οι λειτουργίες που διαθέτει το PhotoScan για την απόδοση της υφής είναι πολλές, δηλαδή οι generic, adaptive orthophoto, orthophoto, spherical, single photo, keep uv (www.agisoft.com).

4.4.2. Δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων

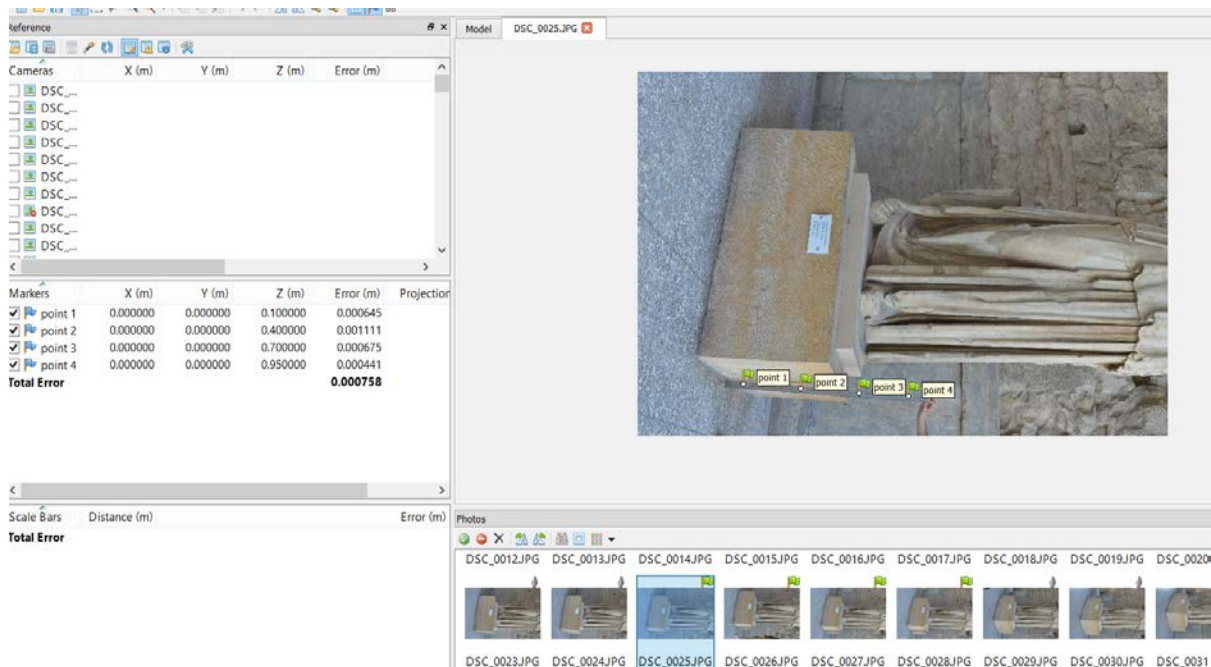
Η επεξεργασία των εικόνων με το PhotoScan περιλαμβάνει τα εξής βασικά βήματα:

- ✓ Φόρτωση των εικόνων στο PhotoScan (loading photos).
- ✓ Επιθεώρηση των εικόνων που φορτώθηκαν, αξιολόγησή τους και εξάλειψη των περιττών ή άχρηστων εικόνων.
- ✓ Προσανατολισμός (ευθυγράμμιση) των εικόνων (align photos).
- ✓ Δημιουργία πυκνού νέφους σημείων (build dense cloud).
- ✓ Δημιουργία του τρισδιάστατου πλέγματος του αντικειμένου (build mesh).
- ✓ Απόδοση της υφής (generate texture).

✓ Εξαγωγή αποτελεσμάτων και προϊόντων.

Τα βήματα αυτά είναι τα απαραίτητα για την κατασκευή ενός τρισδιάστατου μοντέλου με υφή και αυτά ακολουθήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων των 16 εκθεμάτων της Στοάς του Αττάλου.

Αρχικά για κάθε έκθεμα ξεχωριστά φορτώθηκαν οι εικόνες που είχαν ληφθεί περιμετρικά από το καθένα, ελέγχθηκαν ως προς την ποιότητα και την ευκρίνειά τους και όσες ήταν περιττές σβήστηκαν. Πριν τη διαδικασία του προσανατολισμού των εικόνων και του προσδιορισμού των θέσεων λήψης τους (alignment), εντοπίστηκε ο χάρακας με τους προσημασμένους στόχους στις εικόνες όπου εμφανίζονταν. Προστέθηκαν σημεία (create marker) στους τέσσερις στόχους μιας εικόνας από αυτές και στις υπόλοιπες επισημάνθηκαν (place marker). Στη συνέχεια ορίστηκαν οι συντεταγμένες των στόχων στα πεδία X, Y, Z για κάθε σημείο (π.χ. 0, 0, 0.10 m). Με τον τρόπο αυτό καθορίστηκε η κλίμακα του μοντέλου, καθώς ο καθορισμός ενός συγκεκριμένου γεωδαιτικού συστήματος δεν ήταν απαραίτητος στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

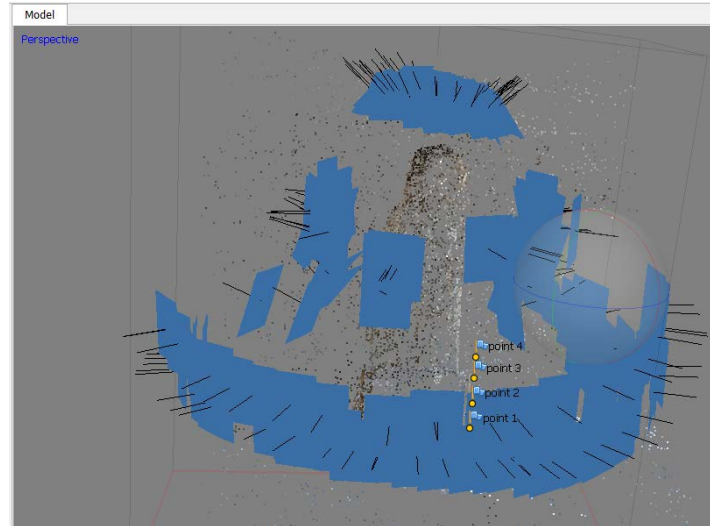


Εικόνα 4.8.: Στιγμιότυπο από το περιβάλλον του λογισμικού κατά την επισήμανση των στόχων (place marker) στις εικόνες, όπου εμφανίζεται ο χάρακας.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διαδικασία του προσανατολισμού των εικόνων (align photos) για την παραγωγή του αραιού νέφους σημείων και τον προσδιορισμό των θέσεων της κάμερας κατά τη λήψη των εικόνων. Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται, επιλέγονται οι παράμετροι που αφορούν στη συγκεκριμένη διαδικασία και ιδιαίτερα στην ακρίβεια με την οποία θα υλοποιηθεί αυτή. Οι επιλογές που εμφανίζονται σχετικά με την ακρίβεια είναι Υψηλή (High), Μέτρια (Medium) και Χαμηλή (Low). Το αποτέλεσμα της διαδικασίας παρουσιάζεται στην εικόνα 4.8..

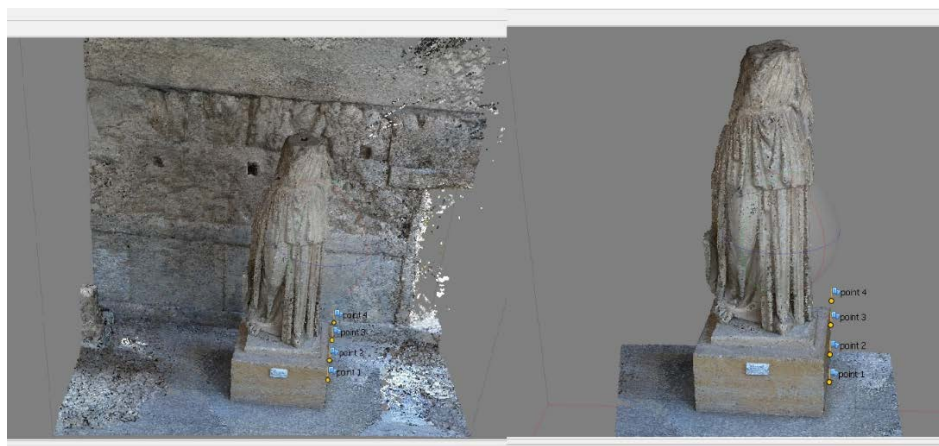
Οι απαιτήσεις ακρίβειας στη συγκεκριμένη εφαρμογή δεν είναι μεγάλες για την τελική παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων, ενώ και οι επιλογές των χαμηλότερων και μεσαίων ρυθμίσεων στο λογισμικό δεν προκαλούν ιδιαίτερες μεταβολές και δεν επιβαρύνουν σημαντικά την ακρίβεια και το τελικό προϊόν. Άλλωστε, ο στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η εύκολη και γρήγορη παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων καλής ποιότητας και μικρού όγκου δεδομένων, ώστε να

χρησιμοποιηθούν σε περαιτέρω εφαρμογές, όπως είναι η εικονική περιήγηση. Για το λόγο αυτό, στα 10 εκθέματα η ακρίβεια που επιλέχθηκε για κάθε στάδιο της διαδικασίας παραγωγής του τρισδιάστατου μοντέλου ήταν η χαμηλή (Low), ενώ για τα υπόλοιπα 6 εκθέματα, τα οποία παρουσίαζαν ορισμένες ιδιαιτερότητες και πολυπλοκότητα ως προς το σχήμα, το μέγεθος και τη μορφή τους, επιλέχθηκε η μεσαία (Medium) ακρίβεια.



Εικόνα 4.9.: Στιγμιότυπο του αποτελέσματος της διαδικασίας της ευθυγράμμισης των εικόνων και του προσδιορισμού της θέσης τους.

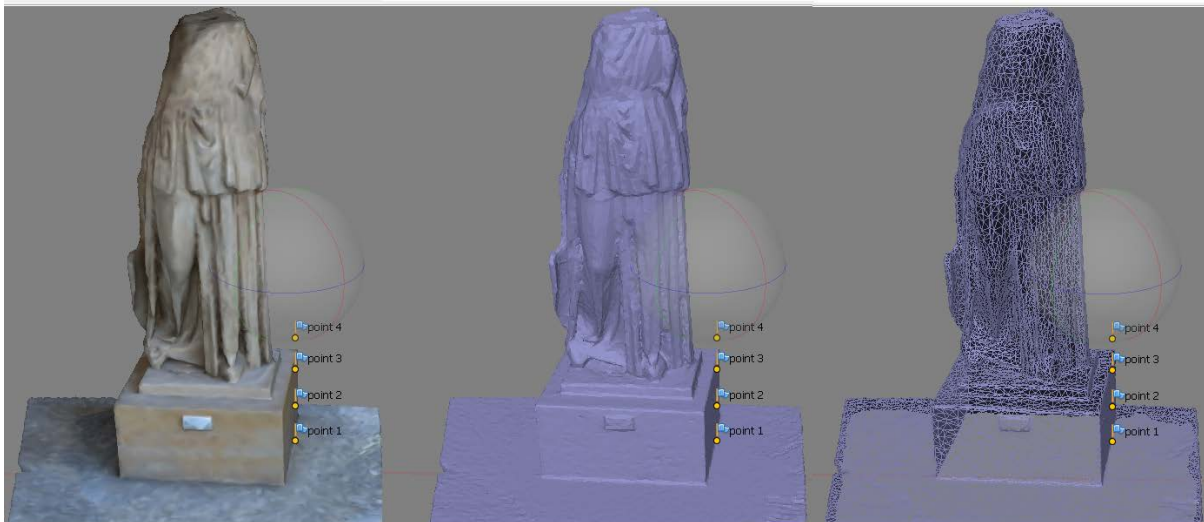
Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της οικοδόμησης του πυκνού νέφους σημείων (build dense cloud), εφόσον πρώτα ελέγχθηκε το αποτέλεσμα που προέκυψε από το προηγούμενο στάδιο. Το λογισμικό του PhotoScan δημιουργεί και οπτικοποιεί ένα πυκνό νέφος σημείων, με βάση τις εκτιμώμενες θέσεις της κάμερας, υπολογίζει το βάθος των πληροφοριών για κάθε κάμερα και το συνδυάζει σε ένα ενιαίο πυκνό νέφος. Η ακρίβεια με την οποία θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία, επιλέχθηκε να είναι η χαμηλή για τα περισσότερα εκθέματα, για τους λόγους που έχουν προαναφερθεί. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας παρουσιάζεται στην εικόνα 4.9. Πριν το επόμενο στάδιο της παραγωγής των τρισδιάστατων μοντέλων, το πυκνό νέφος σημείων υπέστη επεξεργασία προκειμένου να περιοριστεί στα σημεία που αφορούν το κάθε έκθεμα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.9.



Εικόνα 4.10.: Στα αριστερά εμφανίζεται το αποτέλεσμα της οικοδόμησης του πυκνού νέφους σημείων και στα δεξιά παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα μετά από επεξεργασία.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το τρισδιάστατο πλέγμα (build mesh) του αντικειμένου για την απόδοση της γεωμετρίας του. Το λογισμικό του PhotoScan υποστηρίζει διάφορες μεθόδους ανακατασκευής τρισδιάστατου μοντέλου και διαθέτει διάφορες ρυθμίσεις, που συμβάλλουν στην παραγωγή βέλτιστων μοντέλων με βάση το δοθέν σύνολο δεδομένων σε κάθε περίπτωση. Στο πλαίσιο διαλόγου για την εκτέλεση της συγκεκριμένης εντολής, ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το είδος της επιφάνειας του αντικειμένου, εάν δηλαδή πρόκειται για τυχαία ή επίπεδη επιφάνεια. Μια ακόμη παράμετρος που μπορεί να καθοριστεί από το χρήστη στο στάδιο αυτό είναι η πηγή των δεδομένων για τη δημιουργία του πλέγματος. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το αραιό ή το πυκνό νέφος σημείων, με βάση το οποίο θα γίνει και η δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να ορίσει το πλήθος των πολυγώνων (Polygon count) που θα δημιουργηθούν, δηλαδή την ποιότητα του πλέγματος. Η παράμετρος αυτή καθορίζει το μέγιστο αριθμό των πολυγώνων στο τελικό πλέγμα και οι προτεινόμενες τιμές είναι Υψηλή (High), Μεσαία (Medium) και Χαμηλή (Low), όπως και στα προηγούμενα στάδια.

Συγκεκριμένα, για τη δημιουργία του πλέγματος των 16 εκθεμάτων της Στοάς του Αττάλου οι παράμετροι καθορίστηκαν ως εξής: επιλέχθηκε η αυθαίρετου τύπου επιφάνεια, καθώς προτείνεται για κλειστά αντικείμενα όπως τα αγάλματα, ως πηγή δεδομένων καθορίστηκε το πυκνό νέφος σημείων για μεγαλύτερη λεπτομέρεια και καλύτερο αποτέλεσμα και για το πλήθος των πολυγώνων επιλέχθηκε η χαμηλή και μεσαία τιμή. Το αποτέλεσμα που προέκυψε παρουσιάζεται στην εικόνα 4.10.



Εικόνα 4.11: Παρουσίαση του πλέγματος πολυγώνων όπως παρουσιάζεται στο περιβάλλον του λογισμικού με τρεις διαφορετικούς τρόπους.

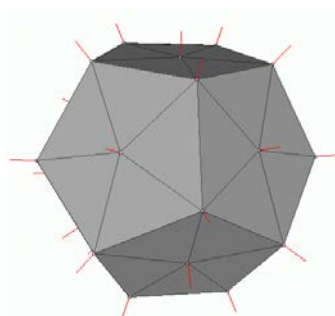
Επόμενο στάδιο στη διαδικασία δημιουργίας του τρισδιάστατου μοντέλου είναι η απόδοση της υφής. Το λογισμικό του PhotoScan διαθέτει διάφορες μεθόδους με τις οποίες μπορεί να υλοποιηθεί αυτή η διαδικασία και καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο η υφή, το χρώμα θα περάσει και θα παρουσιαστεί πάνω στο αντικείμενο. Η επιλογή του σωστού και κατάλληλου τρόπου απόδοσης της υφής για κάθε περίπτωση παίζει καθοριστικό ρόλο στη βέλτιστη οπτική απόδοση του αντικειμένου και τη συνολική του ποιότητα. Οι μέθοδοι που διαθέτει το PhotoScan για την απόδοση της υφής είναι οι Generic, Adaptive orthophoto, Orthophoto, Spherical, Single photo και Keep uv. Κάθε μέθοδος έχει διαφορετική λειτουργία και χρησιμοποιείται για διαφορετικό σκοπό, ανάλογα με το αντικείμενο και τις απαιτήσεις (www.agisoft.com).

Η καταλληλότερη μέθοδος απόδοσης της υφής για τα συγκεκριμένα μοντέλα, σύμφωνα με το εγχειρίδιο του λογισμικού και έπειτα από δοκιμές είναι η Generic, η οποία και τελικά χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα μοντέλα και το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην εικόνα 4.11. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η προεπιλεγμένη (default) που χρησιμοποιεί το λογισμικό και επιτρέπει την παραμετροποίηση της υφής για αυθαίρετες, τυχαίες επιφάνειες (Arbitrary surface). Το λογισμικό δεν κάνει παραδοχές σχετικά με το είδος της σκηνής και του τοπίου, αλλά προσπαθεί να αποδώσει όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα την υφή στο αντικείμενο.



Εικόνα 4.12.: Το αποτέλεσμα που προκύπτει από την απόδοση της υφής στο τρισδιάστατο μοντέλο.

Τελικά λοιπόν και μετά την απόδοση της υφής, η διαδικασία δημιουργίας του τρισδιάστατου μοντέλου ολοκληρώνεται και μπορεί να εξαχθεί από το λογισμικό για να χρησιμοποιηθεί σε περαιτέρω εφαρμογές ή να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία, εφόσον κάτι τέτοιο απαιτείται. Η εξαγωγή των μοντέλων έγινε σε μορφή αρχείου Wavefront OBJ (.obj) και η υφή του μοντέλου σε μορφή εικόνας TIFF. Μια ακόμα παράμετρος που εξήχθη ήταν τα vertex normal, τα διανύσματα δηλαδή των σημείων του μοντέλου, που προορίζονται ως υποκατάστατο για την πραγματική γεωμετρία της επιφάνειας και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα κυρίως σε εφαρμογές σχετικές με γραφικά υπολογιστών (computer graphics).



Εικόνα 4.13.: Τα vertex normal ενός δωδεκάεδρου πλέγματος (mesh).

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Vertex_normal

4.4.3. Τελικά παραγόμενα τρισδιάστατα μοντέλα

Στον πίνακα 4.1. που ακολουθεί παρουσιάζονται τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν για τα 16 εκθέματα, η τιμή που καθορίστηκε για τα επιμέρους στάδια δημιουργίας τους σχετικά με την ποιότητα και ένα στιγμιότυπο από το περιβάλλον του PhotoScan με το τελικό αποτέλεσμα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΤΩΝ ΕΚΘΕΜΑΤΩΝ		
		
Έκθεμα 1-LOW	Έκθεμα 2-LOW	Έκθεμα 3-MEDIUM
		
Έκθεμα 4-MEDIUM	Έκθεμα 5-LOW	Έκθεμα 6-LOW
		
Έκθεμα 7-LOW	Έκθεμα 8-LOW	Έκθεμα 9-LOW

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.



Πίνακας 4.1.: Παρουσίαση των 16 εκθεμάτων της Στοάς του Αττάλου μετά την επεξεργασία στο λογισμικό του PhotoScan.

4.5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Τα διαθέσιμα λογισμικά που επιτρέπουν τη διαχείριση, επεξεργασία και παρουσίαση τρισδιάστατων μοντέλων είναι πολυάριθμα. Ειδικότερα για τη δημιουργία ενός εικονικού μουσείου

έχουν αναπτυχθεί λογισμικά, όπως είναι το VEX-CMS (Virtual EXhibition Content Management System) και το 3DSSE, αποκλειστικά και μόνο για αυτό το σκοπό, ενώ λογισμικά και πλατφόρμες όπως το ArcGIS με τα κατάλληλα Extensions της Esri και η Unity μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τέτοιου είδους εφαρμογές, χωρίς να είναι μόνο αυτή η λειτουργία τους και οι δυνατότητές τους να σταματούν εκεί.

4.5.1. Σύγκριση και αξιολόγηση διαθέσιμων λογισμικών

Αρχικά το VEX-CMS είναι μια εφαρμογή που επιτρέπει σε ανθρώπους, χωρίς καμία εμπειρία στη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, να δημιουργήσουν εικονικές εκθέσεις και περιηγήσεις, ενσωματώνοντας στο εικονικό περιβάλλον αυτών, αντικείμενα και πληροφορίες. Το VEX-CMS δεν προορίζεται για τη δημιουργία και επεξεργασία τρισδιάστατων μοντέλων, αλλά έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί εικονικές περιηγήσεις σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία, χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα μοντέλα που έχουν προκύψει από κάποιο άλλο λογισμικό, για την απόδοση των επιμέρους στοιχείων του εικονικού περιβάλλοντος. Το συγκεκριμένο λογισμικό δίνει στο χρήστη τις εξής δυνατότητες:

- ✓ Να συμπεριλάβει και να τοποθετήσει στο εικονικό περιβάλλον τα τρισδιάστατα μοντέλα.
- ✓ Να προσδιορίσει και να εντοπίσει σημεία ενδιαφέροντος (Points of Interest- POIs) για τον επισκέπτη, τα οποία και θα συνδέσει με πρόσθετες πληροφορίες και πολυμέσα.
- ✓ Να δημιουργήσει έτοιμες, προκαθορισμένες ξεναγήσεις στο εικονικό περιβάλλον (<http://hcilab.uniud.it/vex/>).

Παρόλο που πολλά εγχειρήματα έχουν εστιάσει στην οργάνωση των συλλογών και των εκθεμάτων ενός μουσείου σε ψηφιακές βιβλιοθήκες με μεταδεδομένα, από τις οποίες μπορούν στη συνέχεια να δημιουργηθούν τρισδιάστατες εικονικές εκθέσεις, υπάρχει η ανάγκη δημιουργίας συγκεκριμένων εργαλείων, τα οποία θα βοηθούν τους μουσειολόγους και τους υπεύθυνους των μουσείων στα συνήθη καθήκοντά τους. Τα καθήκοντα αυτά αφορούν στην τοποθέτηση των εκθεμάτων στις αίθουσες, στη σωστή διαρρύθμιση του χώρου, στην παροχή των πληροφοριών που χρειάζονται οι επισκέπτες για το μουσείο και τα εκθέματα ξεχωριστά, καθώς και στη δημιουργία διαφορετικού τύπου ξεναγήσεων ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις προτιμήσεις κάθε ομάδας επισκεπτών. Τα εργαλεία αυτά θα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εργαζόμενους του μουσείου, χωρίς εκείνοι να διαθέτουν απαραίτητα ειδικές τεχνικές και τεχνολογικές γνώσεις. Το VEX-CMS χρησιμοποιεί τεχνικές που βοηθούν τους υπεύθυνους των μουσείων στη διαδικασία της εύρεσης σημείων ενδιαφέροντος για τα εκθέματα και το ευρύτερο περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν ξεναγήσεις με διαφορετικό βαθμό διαδραστικότητας και συμμετοχής του επισκέπτη, ανάλογα με τις προτιμήσεις του. Ωστόσο, θα πρέπει τα τρισδιάστατα μοντέλα του χώρου και των εκθεμάτων αυτού, καθώς και οποιοδήποτε χαρακτηριστικό στοιχείο του εικονικού περιβάλλοντος, να δημιουργηθούν και να σχεδιαστούν σε κάποιο άλλο λογισμικό, μιας και το VEX-CMS δεν παρέχει αυτή τη δυνατότητα, παρά μόνο την εισαγωγή τους στο λογισμικό (Chittaro L. et al., 2010).

Το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένες εφαρμογές και κρίνεται καταλληλότερο κυρίως για τη χρήση του από μουσειολόγους, προκειμένου να εξερευνήσουν τις εναλλακτικές λύσεις ως προς το στήσιμο και τη διεύθυνση των εκθεμάτων στο χώρο του μουσείου κατά τη δημιουργία μιας έκθεσης. Οι δυνατότητες του VEX-CMS ως προς τη διαδραστικότητα και τις δυνατότητες που προσφέρει στον επισκέπτη είναι περιορισμένες, εφόσον για παράδειγμα ο επισκέπτης δεν μπορεί να διαχειριστεί τα εκθέματα, να τα περιστρέψει, να εστιάσει σε συγκεκριμένα σημεία, κ.ά. Για το λόγο αυτό, απορρίφθηκε για τη δημιουργία του εικονικού μουσείου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εφαρμογή είναι η 3DSSE, μια μηχανή αναζήτησης τρισδιάστατων σκηνών (3D scene search engine). Η ιδέα πίσω από τη συγκεκριμένη προσπάθεια είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής, ενός λογισμικού, το οποίο θα διευκολύνει τον εικονικό επισκέπτη στην αναζήτηση και περιήγησή του σε περίπλοκα τρισδιάστατα μοντέλα και σκηνές, με λέξεις-κλειδιά που θα εισάγει σε κατάλληλη μηχανή αναζήτησης. Οι τρισδιάστατες σκηνές θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον απαραίτητο σχολιασμό (annotation) και πληροφορίες αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, ιστορικά γεγονότα, αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες και σχόλια, καθώς και τις χωρικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων του τρισδιάστατου περιβάλλοντος. Ο στόχος μιας τέτοιας μηχανής αναζήτησης είναι να γλυτώσει το χρήστη από τη χρονοβόρα διαδικασία της χειροκίνητης εξερεύνησης στο χώρο και τον εντοπισμό των σημείων και των αντικειμένων που τον ενδιαφέρουν. Έτσι, θα έχει μια αποτελεσματικότερη περιήγηση, προσανατολισμένη με βάση τις προτιμήσεις και τα ενδιαφέροντά του, δίνοντάς του ταυτόχρονα την ευκαιρία και το χρόνο να εξερευνήσει τις λεπτομέρειες των πολύπλοκων τρισδιάστατων σκηνών.

Η λειτουργία της 3DSSE επιτρέπει στο χρήστη να εκτελέσει ερωτήματα με λέξεις κλειδιά (keyword-based queries), χωρικά και τοπολογικά ερωτήματα, καθώς και ερωτήματα με προκαθορισμένους όρους που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική και την ιστορία των τρισδιάστατων αντικειμένων. Μια από τις βασικές αρχές της 3DSSE είναι ο καθορισμός των τοπολογικών σχέσεων μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος στις τρισδιάστατες σκηνές και των πληροφοριών που δίνουν πρόσθετη αξία σε αυτά, περιγράφοντας την ιστορική, αρχαιολογική, αρχιτεκτονική, τοπολογική και χωρική πλευρά των αντικειμένων. Ιδιαίτερα σημαντική εργασία, κατά την ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος, είναι η ενίσχυση του συστήματος των ερωτήσεων (querying system), ούτως ώστε να μπορεί να διαχειριστεί πιο πολύπλοκα και σύνθετα ερωτήματα. Σημαντική βελτίωση στο σύνολο της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι η προσθήκη μιας συμβατής έκδοσης X3DOM-WebGL, η οποία θα αντικαταστήσει τα VRML/X3D plug-ins που πρέπει να εγκαθίστανται στο πρόγραμμα περιήγησης διαδικτύου (web browser) που χρησιμοποιεί ο χρήστης (Koutsoudis A. et al., 2012). Ουσιαστικά το X3DOM είναι ένας νέος, εύκολος και καινοτόμος τρόπος παρουσίασης των τρισδιάστατων σκηνών και μοντέλων σε διάφορες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, που έρχεται να αντικαταστήσει τη VRML (Virtual Reality Modelling Language) και χρησιμοποιείται από διάφορες μηχανές αναζήτησης, ιστοσελίδες και εφαρμογές στο διαδίκτυο.

Ένα τρισδιάστατο μοντέλο παρέχει μια καλύτερη αντίληψη του αντικειμένου από ό,τι μια εικόνα ή ένα βίντεο. Τα τρισδιάστατα ψηφιακά αντίγραφα γενικότερα έχουν δώσει λύση σε διάφορες τουριστικές, εκπαιδευτικές ανάγκες και έχουν χρησιμοποιηθεί για ποικίλους λόγους, ακόμα και για την ψηφιακή διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες που αφορούν την εφαρμογή ενός Web-based τρισδιάστατου περιβάλλοντος και κατά συνέπεια έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που υποστηρίζουν την εφαρμογή και τονίζουν τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και ανακατασκευές. Μάλιστα, επισημαίνουν το σημαντικό αντίκτυπο που έχουν στον εικονικό επισκέπτη και το γεγονός ότι ενθαρρύνουν σε σημαντικό βαθμό όλο και περισσότερους ανθρώπους να επισκεφτούν το φυσικό, πραγματικό μουσείο ή αρχαιολογικό χώρο.

Παρόλο που υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διαθέσιμων λύσεων για να παρουσιάσει και να φέρει κανείς τρισδιάστατες πληροφορίες στο διαδίκτυο με τη χρήση plug-ins, υπάρχει τώρα πια μια λύση που δεν απαιτεί την εγκατάστασή τους. Το πλαίσιο του X3DOM (προφέρεται X-Freedom) είναι μια πειραματική εφαρμογή ανοιχτού κώδικα (open-source framework) και runtime που αναπτύχθηκε από το ινστιτούτο ερευνών Fraunhofer IGD Visual Computing System Technologies. Στόχος του είναι η υποστήριξη και πρόοδος της συζήτησης που βρίσκεται σε εξέλιξη, σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα παρουσιάσουν οι κοινότητες το τρισδιάστατο περιεχόμενο. Συγκεκριμένα, προσπαθεί να

εκπληρώσει τις τρέχουσες προδιαγραφές του HTML5 σχετικά με το τρισδιάστατο περιεχόμενο και επιτρέπει την ένταξη των X3D μοντέλων και στοιχείων ως μέρος του «δέντρου» HTML5 DOM (HTML5 DOM tree).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδότησε το έργο 3D-COFORM, το οποίο χρησιμοποιεί τη δυαδική μέθοδο συμπίεσης που διαθέτει το X3DOM για την οπτικοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων με μικρό αριθμό πολυγώνων και μεγάλου όγκου τρισδιάστατων δεδομένων (μέχρι 4 εκατομμύρια πολύγωνα) σε πραγματικό χρόνο (realtime). Τα μοντέλα ψηφιοποιήθηκαν από το μουσείο Victoria & Albert του Λονδίνου, το οποίο και τα διέθεσε για το συγκεκριμένο έργο. Επίσης, το Ερευνητικό Κέντρο Athena, μέσω της Διεύθυνσης Πολυμέσων (Multimedia Department), έχει θέσει σε εφαρμογή μια προθήκη στην οποία εκτίθενται τρισδιάστατα αντικείμενα σχετικά με την πολιτιστική κληρονομιά, ως μια εναλλακτική συλλογή. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ένα από τα τρισδιάστατα μοντέλα, μέσα από δισδιάστατες εικόνες και ένα ειδικό μενού. Στη συνέχεια μπορεί να διαχειριστεί και να εξερευνήσει το αντικείμενο στις τρεις διαστάσεις του, χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα ελέγχου και πλοήγησης που προσφέρει το πλαίσιο του X3DOM. Ακόμη, το Digital Irish Light Experience είναι ένα έργο που δημιούργησε μια θεματική ιστοσελίδα με τους φάρους της Ιρλανδίας και επίσης εκμεταλλεύτηκε το πλαίσιο του X3DOM. Τέλος, και το Lornet-Design έχει διαμορφώσει μια θεματική ιστοσελίδα σχετικά με την πόλη Dijon, της ανατολικής Γαλλίας. Ο επισκέπτης μπορεί να πραγματοποιήσει μια εικονική περιήγηση στο τρισδιάστατο μοντέλο ενός τμήματος της πόλης, το οποίο μάλιστα δεν παρουσιάζει και ιδιαίτερη πολυπλοκότητα. Είναι ακόμη διαθέσιμη και μια σειρά από σημεία ενδιαφέροντος για τον επισκέπτη, στα οποία μπορεί να τηλεμεταφερθεί απευθείας (Koutsoudis A. et al., 2015).



Εικόνα 4.14.: Πλήρεις ή μερικά τρισδιάστατα ψηφιακά αντίγραφα πραγματικών αντικειμένων από τη Διεύθυνση Πολυμέσων του Ερευνητικού Κέντρου Athena.

Πηγή: Koutsoudis A. et al., 2015

Οι εφαρμογές της 3DSSE και του X3DOM παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αποτελούν βασικά συστατικά στοιχεία για τη δημιουργία μιας διαδικτυακής (online) εφαρμογής ή ενός διαδικτυακού μουσείου. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής ωστόσο, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μόνο ως ένα εξελικτικό στάδιο για τη δημιουργία και τη διαχείριση μιας ιστοσελίδας που θα παρουσιάζει το εικονικό μουσείο της Στοάς του Αττάλου. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές δεν μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία και το στήσιμο της εφαρμογής, στον προγραμματισμό των δυνατοτήτων και των όσων θα προσφέρει στο χρήστη ως μουσείο, αλλά μόνο στην περαιτέρω εξέλιξη του και στην εισαγωγή και διαχείριση της πλατφόρμας στο διαδίκτυο.

Στη συνέχεια, μελετώντας τις δυνατότητες και όσα προσφέρει το ArcGIS σε συνδυασμό με τα κατάλληλα Extensions της Esri, δηλαδή πιο συγκεκριμένα τις δυνατότητες του 3D Analyst και το περιβάλλον του ArcScene και του ArcGlobe, προέκυψε πως ούτε το συγκεκριμένο λογισμικό ήταν κατάλληλο για τη δημιουργία ενός εικονικού μουσείου. Αρχικά, το λογισμικό δεν έχει πολλές δυνατότητες όσον αφορά στο διαδραστικό κομμάτι της εφαρμογής και στην ελεύθερη περιήγηση στο χώρο, κυρίως ως προς το ρόλο και τις δυνατότητες που θα έχει ο χρήστης, αλλά και ο δημιουργός της εφαρμογής χάνει τα πνευματικά δικαιώματα των τρισδιάστατων μοντέλων και στοιχείων που εισάγει στην συγκεκριμένη πλατφόρμα και περνούν απευθείας στην εταιρεία. Η πλατφόρμα του ArcGIS είναι κατάλληλη για τη δημιουργία animations με τη χρήση τρισδιάστατων μοντέλων, αλλά και για πολλές άλλες εφαρμογές που ξεφεύγουν από το πλαίσιο της εικονικής πραγματικότητας και περνούν σε τομείς της χωρικής ανάλυσης, της χαρτογραφίας, της δημιουργίας online εφαρμογών και διαδραστικών χαρτών, κ.ά.

Η πλατφόρμα Unity κρίθηκε τελικά ως η καταλληλότερη επιλογή λογισμικού για την ορθή και αποτελεσματική δημιουργία και διαμόρφωση του εικονικού μουσείου στη Στοά του Αττάλου. Η Unity είναι μια πλατφόρμα που χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία παιχνιδιών (game engine), αλλά και για τη δημιουργία βίντεο για τρισδιάστατες εφαρμογές και οποιουδήποτε είδους εφαρμογή σχετική με κάποιο διαδραστικό περιεχόμενο. Η συγκεκριμένη μηχανή παρέχει ένα plugin, το οποίο είναι συμβατό με διάφορα προγράμματα περιήγησης στο διαδίκτυο, όπως Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox Safari, Opera, Google Chrome και Camino. Η Unity είναι επίσης σε θέση να εξάγει τις εφαρμογές και τα παιχνίδια που δημιουργούνται σε αυτή ως αυτόνομες εφαρμογές για κινητές συσκευές (π.χ. iOS, Android, Blackberry). Μάλιστα, στη συγκεκριμένη πλατφόρμα δημιουργήθηκε και το εικονικό μουσείο Valentino Garavani Virtual Museum, για το οποίο έχει ήδη γίνει εκτενής αναφορά στο κεφάλαιο 2 (www.docs.unity3d.com).

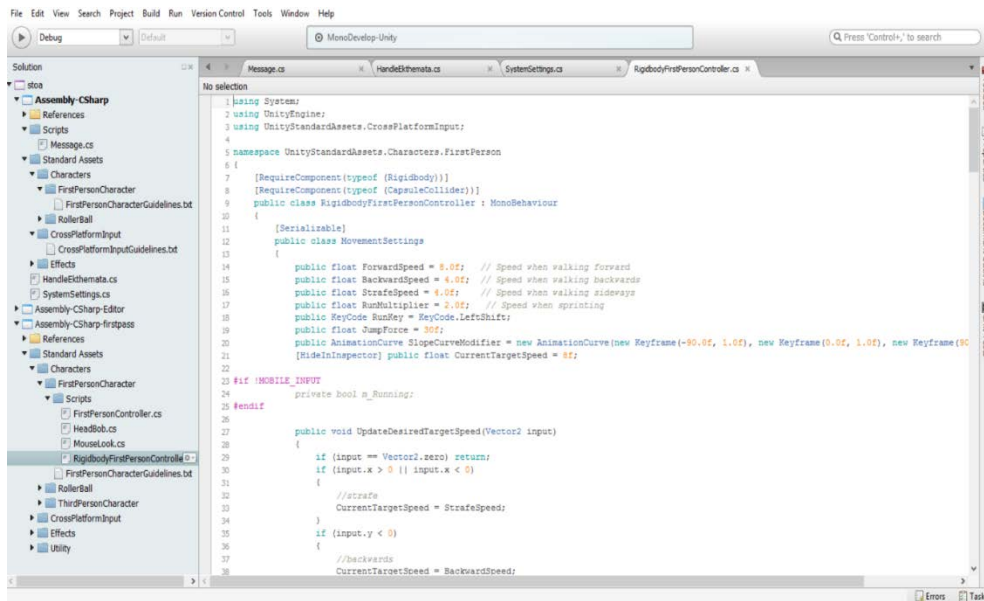
4.5.2. Βασικές λειτουργίες και χαρακτηριστικά της Unity

Στις 3 Μαρτίου του 2015 κυκλοφόρησε η Ενότητα 5.0 της Unity, ενώ τώρα είναι διαθέσιμη η έκδοση 5.1. με περισσότερες βελτιώσεις, διορθώσεις και εργαλεία. Η Unity έχει γίνει μια πλήρης μηχανή, που διατίθεται πλέον δωρεάν, και συμπεριλαμβάνονται όλες οι δυνατότητες των προηγούμενων εκδόσεων, έχει λιγότερο πηγαίο κώδικα και υποστήριξη υψηλής ποιότητας. Συνολικά έχουν κυκλοφορήσει πέντε εκδόσεις της Unity.

Η Unity παρέχει στο χρήστη μια μεγάλη ποικιλία δυνατοτήτων και εργαλείων, τα οποία αφορούν για παράδειγμα στην υφή των αντικειμένων, στις συνθήκες φωτισμού, στον ήχο, στη χαρτογράφηση, στην ατμόσφαιρα και στις δυναμικές σκιές και πολλά ακόμη. Το σημαντικότερο ίσως χαρακτηριστικό της μηχανής αυτής είναι η δυνατότητα scripting που παρέχει στο χρήστη, δηλαδή η δυνατότητα να προγραμματίσει και να ρυθμίσει μόνος του τις λειτουργίες και τη ροή των στοιχείων της εφαρμογής του. Η scripting μηχανή του παιχνιδιού είναι σχεδιασμένη σε Mono, με την εφαρμογή ανοικτού κώδικα του .NET Framework. Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη UnityScript, μια προσαρμοσμένη γλώσσα με ECMAScript που αναφέρεται ως JavaScript από το λογισμικό, είτε τη C#, ή Boo, η οποία έχει σύνταξη βασισμένη σε Python (www.wikipedia.com). Η δυνατότητα αυτή είναι ένα επουσιώδες συστατικό στοιχείο σε όλα τα παιχνίδια και τις εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας, καθώς ακόμα και η πιο απλή εφαρμογή χρειάζεται scripts, τα οποία θα χρησιμοποιούν με κατάλληλο τρόπο τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης-παίκτης και θα καθορίζουν τη σειρά των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στο εικονικό περιβάλλον. Πέρα από αυτό όμως, τα scripts μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό και τη δημιουργία γραφικών εφέ, για τον έλεγχο της συμπεριφοράς των χαρακτήρων και των αντικειμένων του εικονικού περιβάλλοντος, κ.ά. Η διαδικασία του προγραμματισμού δεν είναι απλή και απαιτεί κατάλληλες γνώσεις, χρόνο και συνεχείς ελέγχους σε κάθε στάδιο. Η Unity

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

παρέχει στους δημιουργούς παιχνιδιών και εφαρμογών γενικότερα, αρκετά έτοιμα scripts που καθορίζουν βασικές λειτουργίες και χρησιμοποιούνται πιο συχνά όπως είναι η κίνηση των χαρακτήρων στο εικονικό περιβάλλον.



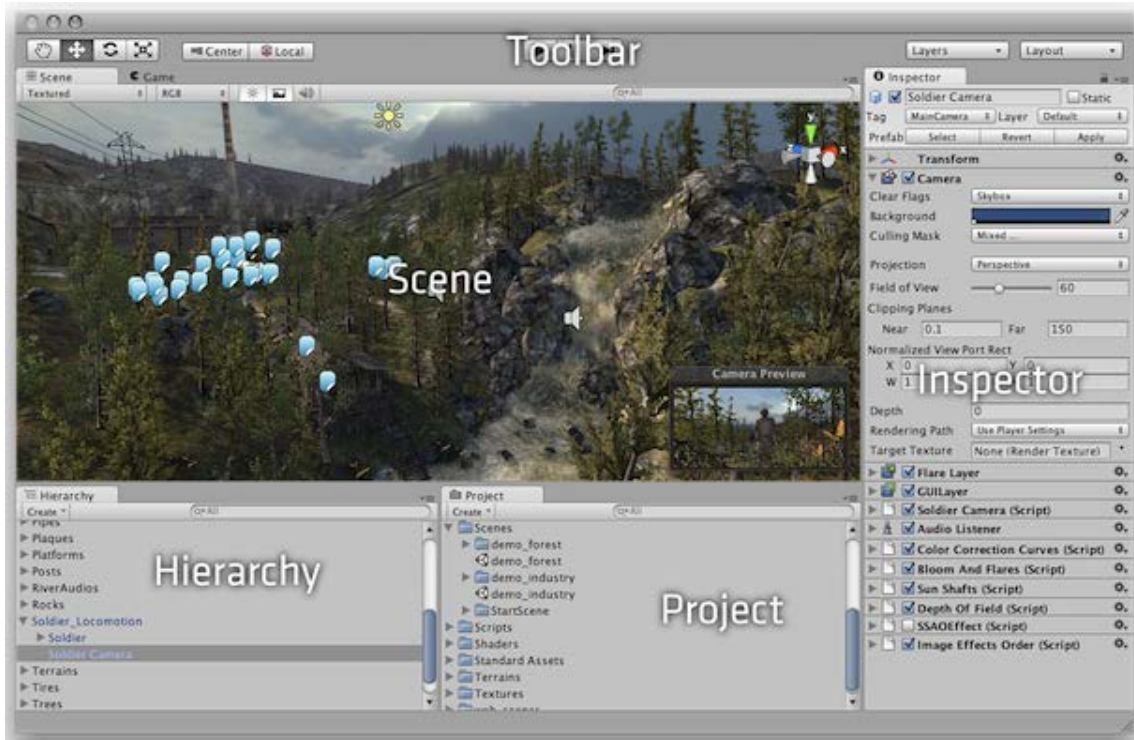
Εικόνα 4.15.: Το περιβάλλον προγραμματισμού Scripts της Unity.

Οι βασικές λειτουργίες και δυνατότητες της Unity θα μπορούσαν να συνοψιστούν στις παρακάτω κατηγορίες, για τις οποίες η ιστοσελίδα της Unity (www.docs.unity3d.com) παρέχει αναλυτικές πληροφορίες και επεξηγεί κάθε μια ξεχωριστά:

- ✓ Unity Overview
- ✓ Editor
- ✓ Graphics
- ✓ Physics
- ✓ Scripting
- ✓ Multiplayer and Networking
- ✓ Audio
- ✓ Animation
- ✓ UI
- ✓ Navigation and Pathfinding
- ✓ Architecture
- ✓ Unity Services
- ✓ Virtual Reality
- ✓ Platform Specific

Ξεκινώντας οποιαδήποτε εφαρμογή στη Unity, ο χρήστης συναντά το περιβάλλον του λογισμικού, το οποίο παρουσιάζεται στην εικόνα 4.15. Μερικά από τα βασικά στοιχεία του περιβάλλοντος είναι η σκηνή (Scene), στην οποία ο χρήστης καθορίζει και τοποθετεί όλα τα στοιχεία του παιχνιδιού ή της εφαρμογής, ενώ στην καρτέλα Game ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στο περιβάλλον του παιχνιδιού, είναι δηλαδή μια επισκόπηση του τι θα βλέπει ο χρήστης. Προκειμένου ο χρήστης να κάνει μια δοκιμή του παιχνιδιού ή της εφαρμογής που έχει δημιουργήσει, αρκεί να πατήσει τα διαθέσιμα πλήκτρα Play και Pause που εμφανίζονται στο περιβάλλον της Unity.

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.



Εικόνα 4.16.: Το βασικό περιβάλλον της Unity.

Πηγή: www.docs.unity3d.com

Ακόμη, κατά τη διαδικασία προγραμματισμού και δημιουργίας του παιχνιδιού ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον τρόπο με τον οποίο θα παρουσιάζονται τα αντικείμενα, την υφή τους αλλά και πώς θα φωτίζονται (Shader, Lighting). Τα στοιχεία αυτά παρόλο που μοιάζουν δευτερεύοντα, μπορούν να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο παρουσίασης του εικονικού περιβάλλοντος. Επίσης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετακινεί, να περιστρέφει και να αλλάζει την κλίμακα των αντικειμένων και των τρισδιάστατων μοντέλων που εισάγονται στο περιβάλλον, καθώς και να τους προσθέτει λειτουργίες, επιμέρους δυνατότητες μέσω scripts και συστατικά στοιχεία (Components), όπως είναι για παράδειγμα διάφορα γραφικά εφέ ή στοιχεία που προσδιορίζουν τις φυσικές τους δυνατότητες. Πιο συγκεκριμένα, είναι σημαντικό τα τρισδιάστατα μοντέλα να έχουν όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικές φυσικές ιδιότητες, δηλαδή να είναι συμπαγή ώστε να μην μπορεί ο παίκτης να περνάει μέσα από το τρισδιάστατο πλέγμα τους (mesh) και κάτι τέτοιο μπορεί να καθοριστεί με το Mesh Collider.

Ένα ακόμα στοιχείο του περιβάλλοντος της Unity είναι η καρτέλα Project, στην οποία παρουσιάζονται όλοι οι φάκελοι και τα δεδομένα που ήδη περιέχει η Unity, αλλά και όλα όσα προσθέτει και δημιουργεί ο χρήστης. Ο χρήστης κατηγοριοποιεί τα δεδομένα του και τα οργανώνει σε φακέλους, ανάλογα με τις προτιμήσεις του και το είδος των αρχείων, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως όλα στοιχεία βρίσκονται εκεί έχουν αυτόματα προστεθεί και στο εικονικό περιβάλλον. Στη συνέχεια, στην καρτέλα Console εμφανίζονται όλα τα μηνύματα και τα σφάλματα του συστήματος, για να προειδοποιήσουν το χρήστη κατά τον προγραμματισμό και σχεδιασμό του περιβάλλοντος και των επιμέρους συστατικών στοιχείων του. Επίσης, στην καρτέλα Hierarchy ο χρήστης εισάγει και δημιουργεί τα τρισδιάστατα μοντέλα και στοιχεία που επιθυμεί να εμφανίζονται και να συμπεριλαμβάνονται στο παιχνίδι ή την εφαρμογή που σχεδιάζει. Εκεί εισάγονται οι οντότητες και εμφανίζεται η ιεραρχία τους, καθώς μπορούν να δημιουργηθούν ομάδες δεδομένων κάτω από τις οποίες εμφανίζονται τα επιμέρους συστατικά στοιχεία τους. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται κάποιου είδους ιεραρχία, θέτοντας για κάθε ομάδα δεδομένων

έναν «πατέρα», ο οποίος περνά στα «παιδιά» (child) του τις ιδιότητες που έχει, χωρίς να συμβαίνει το αντίστροφο όμως. Τα επιμέρους στοιχεία που βρίσκονται στην κατώτερη βαθμίδα της ιεραρχίας μπορούν να έχουν τις δικές τους ιδιότητες ξεχωριστά. Τέλος, ο Inspector είναι το παράθυρο που αναγνωρίζει τα τρισδιάστατα μοντέλα και επιμέρους στοιχεία του περιβάλλοντος και εμφανίζει τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους. Σε αυτό το παράθυρο, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει τις επιμέρους ιδιότητες και λειτουργίες των στοιχείων του περιβάλλοντος και να τα επεξεργαστεί.

4.5.3. Η Στοά του Αττάλου στη Unity

Η δημιουργία του εικονικού μουσείου στη μηχανή της Unity ήταν μια σύνθετη διαδικασία, η οποία απαιτούσε την εξοικείωση με ένα τελείως καινούργιο λογισμικό, με έννοιες και εργαλεία, πέρα από τις συνηθισμένες εργασίες ενός Αγρονόμου και Τοπογράφου Μηχανικού.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα νέο Project, στο οποίο δημιουργήθηκαν φάκελοι αρχείων (Assets) για κάθε ομάδα οντοτήτων. Αναλυτικά δημιουργήθηκαν οι εξής φάκελοι:

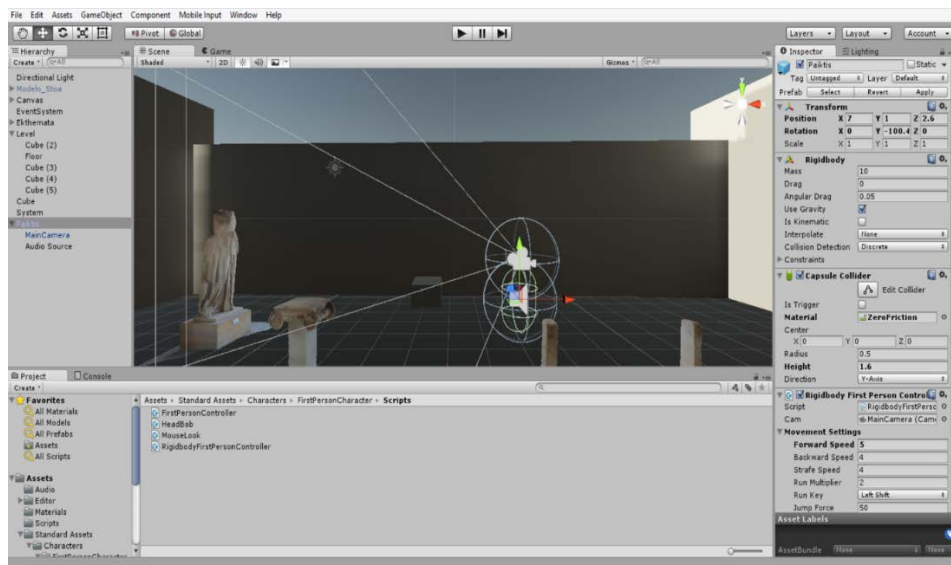
- ✓ Audio: Περιλαμβάνει το αρχείο ήχου που χρησιμοποιήθηκε ως ηχητικό εφέ κατά τη διάρκεια της εικονικής περιήγησης.
- ✓ Materials: Περιλαμβάνει τα αρχεία, που αντιπροσωπεύουν το υλικό της υφής κάθε εκθέματος.
- ✓ Scripts: Περιλαμβάνει τα scripts, που δημιουργήθηκαν για τον προγραμματισμό των λειτουργιών του εικονικού μουσείου, τα οποία είναι όλα γραμμένα σε C#.
- ✓ Static Meshes: Περιλαμβάνει τα αρχεία .obj των 16 εκθεμάτων και του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου, όπως προέκυψαν από το PhotoScan.
- ✓ Textures: Περιλαμβάνει τα αρχεία .tiff που περιγράφουν την υφή των 16 εκθεμάτων και του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου, όπως προέκυψαν από το PhotoScan.
- ✓ Standard Assets: Περιλαμβάνει το σύνολο των αρχείων, που διαθέτει η Unity για την περιγραφή και την απόδοση των αντικειμένων και των στοιχείων, που μπορούν να εισαχθούν σε ένα εικονικό περιβάλλον.
- ✓ Editor: Περιλαμβάνει τα scripts που διαθέτει η Unity για την περιγραφή των οπτικών εφέ.

Για κάθε αρχείο .obj και .tiff που εισήχθη, προκειμένου να γίνει η εισαγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων των εκθεμάτων και του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου, δημιουργήθηκε και από μια αντίστοιχη οντότητα Material, η οποία περιγράφει την υφή κάθε μοντέλου. Σε κάθε τέτοια οντότητα πέρασε το αρχείο .tiff, που αντιστοιχεί σε κάθε τρισδιάστατο μοντέλο από τον αντίστοιχο φάκελο Textures. Είναι σημαντικό να τονιστεί, ότι προκειμένου τα εκθέματα να εμφανίζονται στο εικονικό περιβάλλον, όπως ακριβώς δημιουργήθηκαν στο PhotoScan, η επιλογή του Shader στο Material κάθε εκθέματος ορίστηκε ως Unlit/ Texture.

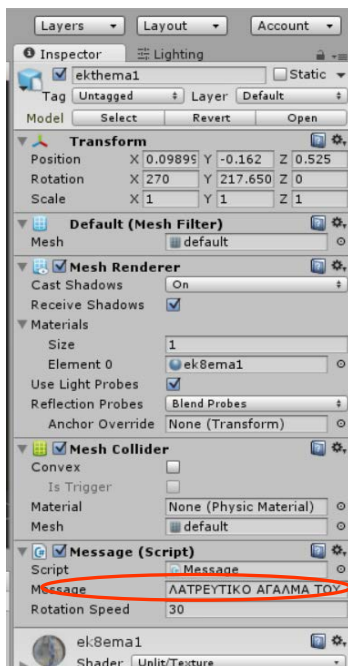
Στη συνέχεια, όλα τα τρισδιάστατα μοντέλα εισήχθησαν στην αντίστοιχη καρτέλα Hierarchy, προκειμένου να εμφανιστούν στη σκηνή του εικονικού περιβάλλοντος, και τοποθετήθηκαν ως «παιδιά» κάτω από την οντότητα «Ekthemata». Κάθε τρισδιάστατο μοντέλο εισάγεται με έναν προκαθορισμένο (default) «πατέρα», ο οποίος διαγράφηκε και αντικαταστάθηκε από ένα κενό GameObject της Unity, ως παιδί της κατηγορίας «Ekthemata». Με αυτόν τον τρόπο, κάθε έκθεμα είχε μια ιεραρχικά ανώτερη, κενή οντότητα, η οποία τοποθετήθηκε στην κατάλληλη θέση του εικονικού περιβάλλοντος και στον κεντρικό άξονα των τρισδιάστατων μοντέλων, ούτως ώστε να επιτευχθεί αργότερα η περιστροφή των αντικειμένων γύρω από αυτόν τον άξονα. Όλα τα εκθέματα, μετακινήθηκαν, περιστράφηκαν και τοποθετήθηκαν στο κτήριο της Στοάς του Αττάλου, όπως είναι και στην πραγματικότητα.

Έπειτα, δημιουργήθηκε μια οντότητα με το όνομα «Paiktis», η οποία περιλαμβάνει το αρχείο ήχου, που έχει χρησιμοποιηθεί ως μουσική επένδυση για την εφαρμογή, καθώς και την κεντρική κάμερα

της εφαρμογής, με την οποία γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις σχετικά με το πώς κινείται ο εικονικός επισκέπτης, τι ακριβώς βλέπει στο εικονικό περιβάλλον και με ποιο τρόπο. Για την απόδοση της οντότητας του παίκτη εισήχθη μια κάψουλα, ένα τυχαίο δηλαδή αντικείμενο, μόνο και μόνο για να αποκτήσει υλική υπόσταση ως οντότητα. Η εικονική περιήγηση γίνεται σε πρώτο πρόσωπο και έτσι δεν χρειάστηκε η δημιουργία ενός avatar. Φυσικά η κάψουλα δεν εμφανίζεται στο περιβάλλον. Το script που καθορίζει και ρυθμίζει τον τρόπο με τον οποίο θα πραγματοποιείται η κίνηση του επισκέπτη συμπεριλαμβάνεται στα έτοιμα scripts που διαθέτει η Unity, με την ονομασία «RigidBodyFirstPersonController». Επιπλέον, έγιναν ρυθμίσεις σχετικά με την ταχύτητα, με την οποία θα κινείται και θα στρέφεται ο παίκτης, καθώς επίσης και το ύψος που θα έχει, ώστε να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα και να μπορεί να εποπτεύει μεγαλύτερο τμήμα του εικονικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 4.17.: Στιγμιότυπο από τη σκηνή του Unity, όπου παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που διαμορφώνουν την οντότητα του επισκέπτη.



Εικόνα 4.18.: Στιγμιότυπο με την καρτέλα Inspector, όπου επισημαίνεται το πεδίο των πληροφοριών του εκθέματος.

Μαργαρίτα Σκαμαντζάρη

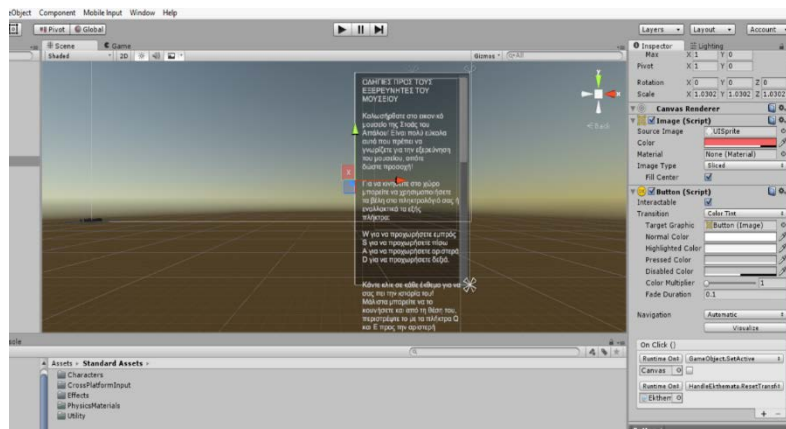
Στην οντότητα της κεντρικής κάμερας (main camera) προστέθηκαν και συστατικά στοιχεία (components), που αφορούν την ατμόσφαιρα στο εικονικό περιβάλλον, το βάθος πεδίου, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ευκρινή τα αντικείμενα στο χώρο και πιο ρεαλιστικός ο τρόπος, που ο εικονικός επισκέπτης βλέπει το εικονικό περιβάλλον και κινείται μέσα σε αυτό.

Ακόμη, η οντότητα «Directional Light» χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό των φωτιστικών συνθηκών στο χώρο. Πρόκειται ουσιαστικά για την τοποθέτηση στην κατάλληλη θέση μιας φωτιστικής πηγής παρόμοια με τον ήλιο, ώστε να είναι πιο ρεαλιστικό το αποτέλεσμα. Υπάρχει η δυνατότητα ποικίλων ρυθμίσεων σχετικά με την ένταση, τον προσανατολισμό και το είδος του φωτισμού και της πηγής αυτής στο εικονικό περιβάλλον, ανάλογα με το αποτέλεσμα που επιθυμεί να επιτύχει κάθε φορά ο χρήστης.

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η εικονική περιήγηση, έπρεπε να συμπληρωθούν ορισμένα βασικά στοιχεία σχετικά με τα εκθέματα,

όπως είναι η δυνατότητα περιστροφής γύρω από τον κεντρικό τους άξονα, αλλά και η εμφάνιση πληροφοριών σχετικά με αυτά, όταν ο χρήστης το επιλέγει, ενώ έπρεπε να προγραμματιστεί και η έξοδος του επισκέπτη από την εφαρμογή. Έτσι λοιπόν, σε πρώτο στάδιο για κάθε έκθεμα έγινε η δημιουργία ενός script με το όνομα «Message», σύμφωνα με το οποίο, κάθε φορά που ο επισκέπτης θα επιλέγει ένα από τα εκθέματα, θα έχει τη δυνατότητα να το περιστρέψει με τα πλήκτρα Q και E, ενώ ταυτόχρονα θα εμφανίζεται και ένα πλαίσιο (panel) με τις σχετικές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές γράφτηκαν, για κάθε έκθεμα ξεχωριστά, στο αντίστοιχο πεδίο «Message» του Inspector, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.17. Οι πληροφορίες των εκθεμάτων 12 και 13 προέρχονται από το βιβλίο του John McK. Camp II με τίτλο «Η Αγορά της Αρχαίας Αθήνας. Σύντομος Οδηγός», (2004), ενώ οι πληροφορίες για όλα τα υπόλοιπα εκθέματα προέρχονται από το βιβλίο της Laura Gawlinski με τίτλο «Η Αρχαία Αγορά της Αθήνας. Οδηγός του Μουσείου», (2014). Τα εκθέματα 3, 4 και 5 δεν ανήκουν στη μόνιμη συλλογή του Μουσείου και δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για τα αρχιτεκτονικά αυτά στοιχεία που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια των ανασκαφών. Οι πληροφορίες παρουσιάζονται αναλυτικά για κάθε έκθεμα στο Παράρτημα Α. Επίσης, δημιουργήθηκε ένα script με όνομα «SystemSettings», το οποίο επιτρέπει την έξοδο του παίκτη από το εικονικό μουσείο, πατώντας το πλήκτρο Esc.

Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη διαμόρφωση του πλαισίου, στο οποίο εμφανίζονται οι αρχικές οδηγίες για την περιήγηση του παίκτη στο εικονικό μουσείο, αλλά και οι πληροφορίες σχετικά με κάθε ένα από τα εκθέματα του μουσείου. Στην καρτέλα Hierarchy έγινε η εισαγωγή μιας σειράς από GameObject της κατηγορίας UI (User Interfaces), που διαθέτει η Unity, με ιεραρχικά ανώτερο έναν καμβά. Πάνω σε αυτόν τον καμβά δημιουργήθηκε ένα πλαίσιο για να εμφανίζεται κάθε φορά η περιγραφή κάθε εκθέματος. Το πλαίσιο αυτό διαμορφώθηκε κατάλληλα, ώστε να μοιάζει με ένα παράθυρο διαλόγου και έτσι τοποθετήθηκε μια μπάρα κύλισης (scrollbar), καθορίστηκε η περιοχή κύλισης (scroll area) και η περιοχή ολίσθησης (sliding area) του κειμένου. Όλα αυτά τα στοιχεία υπέστησαν επεξεργασία και καθορίστηκαν οι επιμέρους παράμετροί τους, όπως είναι η θέση, οι διαστάσεις και το χρώμα τους, ενώ στην οντότητα της περιγραφής (Description) εισήχθησαν οι απαραίτητες οδηγίες προς τον επισκέπτη. Μια πρόσθετη λεπτομέρεια που έπρεπε να ενταχθεί στο σύνολο αυτό των επιμέρους στοιχείων, ήταν ένα κατάλληλο πλήκτρο, ώστε ο επισκέπτης να μπορεί να απενεργοποιεί το πάνελ των πληροφοριών. Η Unity επιτρέπει με την κατηγορία UI, την εισαγωγή ενός έτοιμου πλήκτρου (Button), το οποίο μπορεί ο χρήστης να επεξεργαστεί και να χρησιμοποιήσει για οποιαδήποτε λειτουργία, εφόσον καθορίσει τις παραμέτρους του και τη λειτουργία του, συνδέοντάς το με κάποια scripts.



Εικόνα 4.19.: Στα αριστερά του στιγμιότυπου εμφανίζεται η καρτέλα Hierarchy και στα δεξιά παρουσιάζονται οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά που έχουν καθοριστεί για το πλήκτρο εξόδου από το πάνελ των

Δημιουργία εικονικού μουσείου με εκμετάλλευση τρισδιάστατων απεικονίσεων. Εφαρμογή στη Στοά του Αττάλου.

πληροφοριών. Στο κέντρο της σκηνής εμφανίζεται ο καμβάς με το επιμέρους πάνελ και τις οδηγίες για την εικονική περιήγηση του επισκέπτη.

Τέλος, προστέθηκε ένα ακόμη συστατικό στοιχείο στο εικονικό περιβάλλον της περιήγησης, ένας μικρός χάρτης (mini-map), ο οποίος ακολουθεί τον παίκτη και απεικονίζει τη θέση του στον ευρύτερο χώρο του μουσείου. Ο χάρτης αυτός διαμορφώθηκε με την προσθήκη μιας επιπλέον κάμερας, η οποία εποπτεύει από ψηλά το χώρο του μουσείου. Ακόμη, δημιουργήθηκε ένα script με το όνομα «CameraFollow», προκειμένου η κίνηση της δεύτερης αυτής κάμερας να ακολουθεί τη κίνηση του παίκτη κατά τους άξονες x και z, διατηρώντας τη θέση της κατά τον άξονα y.



Εικόνα 4.20.: Στιγμιότυπο από την εικονική περιήγηση στο νότιο τμήμα της Στοάς του Αττάλου, όπου εμφανίζεται κάτω αριστερά ο χάρτης και στο δεξί τμήμα της οθόνης παρουσιάζεται το πλαίσιο των πληροφοριών.

Η προσθήκη, η χρήση, η επεξεργασία, η τοποθέτηση, η εφαρμογή και οι λειτουργίες όλων των παραπάνω στοιχείων ήταν μια σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία, που απαιτούσε συνεχείς δοκιμές και έλεγχο σε κάθε στάδιο δημιουργίας του εικονικού μουσείου, προκειμένου να ελέγχεται το αποτέλεσμα από τη σκοπιά κυρίως του παίκτη, αλλά και από την πλευρά του χρήστη, ούτως ώστε να διατηρούνται ακριβή και αναλλοίωτα τα τρισδιάστατα μοντέλα, οι πληροφορίες και τα στοιχεία που έχουν εισαχθεί και χρησιμοποιηθεί. Το αποτέλεσμα που προέκυψε από την παραπάνω διαδικασία είναι φιλικό προς τον παίκτη, εύκολο στη χρήση και την κατανόηση και διατηρεί την ακρίβεια και την ορθότητα των πληροφοριών και των λεπτομερειών, ενώ τα τρισδιάστατα μοντέλα δεν έχουν αλλοιωθεί ως προς την υφή και την λεπτομέρειά τους.

4.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η εκμετάλλευση, χρήση και αξιοποίηση των τρισδιάστατων αποτυπώσεων και των προϊόντων, που μπορούν να προκύψουν από μια φωτογραμμετρική διαδικασία, με σκοπό την περαιτέρω εφαρμογή τους στη δημιουργία ενός εικονικού μουσείου. Η παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων με φωτογραμμετρικές μεθόδους είναι μια διαδικασία, στην οποία μπορεί να ανταπεξέλθει με εξαιρετική ακρίβεια και συνέπεια ένας Τοπογράφος Μηχανικός. Ωστόσο, η ενασχόλησή του, το στήσιμο και η δημιουργία ενός εικονικού μουσείου σε ένα λογισμικό

όπως η Unity, ξεπερνά τις συνηθισμένες εργασίες του Τοπογράφου Μηχανικού, ίσως και τις δυνατότητές του. Ουσιαστικά όμως, το νόημα και η ουσία της διαδικασίας αυτής είναι η εξέλιξη που μπορούν να έχουν τα συνηθισμένα πλέον τρισδιάστατα προϊόντα της εργασίας του Μηχανικού και η εφαρμογή και χρήση τους για τη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων. Τα συμπεράσματα, λοιπόν, και η εμπειρία που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη εργασία είναι ποικίλα.

Αρχικά, επισημαίνεται η ανάγκη σχεδιασμού και ανάπτυξης Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) για την καταγραφή, τεκμηρίωση και προβολή των μνημείων, των αρχαιολογικών ευρημάτων και χώρων. Η δημιουργία τέτοιων συστημάτων παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση, επεξεργασία, ανάκτηση και ανάλυση των χωρικών και περιγραφικών δεδομένων, που σχετίζονται με την πολιτιστική κληρονομιά. Η τεχνολογία των Σ.Γ.Π. μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις εφαρμογές που έχουν ως παράμετρο το γεωγραφικό χώρο και έτσι δεν μπορεί να μην σχετίζεται και με τις εφαρμογές αποτύπωσης, τεκμηρίωσης και διαχείρισης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η ψηφιοποίηση της πολιτιστικής κληρονομιάς περιλαμβάνει όχι μόνο τη συλλογή δεδομένων, αλλά και την επεξεργασία των πληροφοριών για την περιγραφή, αναπαράσταση και τεκμηρίωση των μνημείων, ώστε τελικά να προκύψουν η παρουσίαση, η αποθήκευση, η διατήρηση και η εύκολη πρόσβαση στην πληροφορία και στο ψηφιακό περιεχόμενο.

Ο κλάδος της Γεωπληροφορικής μέσω της δημιουργίας Σ.Γ.Π. εξασφαλίζει την παρουσίαση, διατήρηση και εύκολη πρόσβαση στην ψηφιοποιημένη πολιτιστική κληρονομιά, με την ανάπτυξη βάσεων δεδομένων, ψηφιακών βιβλιοθηκών, αλλά και με την παραγωγή εναλλακτικών προϊόντων. Τα Σ.Γ.Π. που αφορούν στην πολιτιστική κληρονομιά συμβάλλουν στην τεκμηρίωση των μνημείων σε πολλά και διαφορετικά επίπεδα, επιτυγχάνοντας έτσι περισσότερους στόχους και συσχετίζοντας διαφορετικά είδη δεδομένων μεταξύ τους. Επίσης, κάνουν πιο εύκολη τη διαχείριση και αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα οι πληροφορίες του συστήματος μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να εμπλουτιστούν και να ενημερωθούν (Ιωαννίδης Χ., 2007). Ο ρόλος της Γεωπληροφορικής και των Σ.Γ.Π. είναι σημαντικός και καθοριστικός, ενώ σήμερα με την ανάπτυξη και δημιουργία καινοτόμων, εναλλακτικών προϊόντων όπως είναι οι εικονικές αποκαταστάσεις, οι εικονικές ανακατασκευές και περιηγήσεις, καθώς και οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας και πολλά ακόμη προϊόντα, προάγουν τον επιστημονικό αυτό κλάδο και βοηθούν σημαντικά στην εξέλιξή του.

Η τρισδιάστατη απόδοση ενός μνημείου και ειδικά ενός αγάλματος, είναι μια διαδικασία πρόκληση, αφού οι ιδιαιτερότητες και η λεπτομέρεια που παρουσιάζει κάνουν ξεχωριστή τη διαδικασία αυτή. Όσον αφορά το αρχικό στάδιο της εργασίας, δηλαδή τη συλλογή των δεδομένων που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων, πρέπει να τονιστεί, πως είναι μια διαδικασία απαιτητική και χρονοβόρα, ειδικά όταν πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κάποιο αρχαιολογικό χώρο. Κατά τη διάρκεια των εργασιών στη Στοά του Αττάλου, έπρεπε να αντιμετωπιστούν ζητήματα που δεν είχαν άμεση σχέση με τη διαδικασία των μετρήσεων, αλλά επηρέασαν το αποτέλεσμα. Τέτοιου είδους ζητήματα ήταν οι συνθήκες φωτισμού στο χώρο, οι οποίες δεν επέτρεπαν πάντα και καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, τη λήψη φωτιστικά σωστών εικόνων.

Ακόμη, ήταν δύσκολη η λήψη εικόνων σε ορισμένα τμήματα των εκθεμάτων, όταν εκείνα βρίσκονταν πολύ κοντά μεταξύ τους ή ήταν τοποθετημένα σε μικρή απόσταση από κάποιο τοίχο, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η καλή και σωστή απόδοση της επιφάνειας των τρισδιάστατων μοντέλων στα τμήματα αυτά. Επίσης, οι ιδιαιτερότητες, οι λεπτομέρειες, η πολυπλοκότητα, ακόμα και το μέγεθος ορισμένων εκθεμάτων έκαναν πιο δύσκολη και απαιτητική τη διαδικασία της συλλογής των φωτογραφικών δεδομένων στο χώρο της Στοάς του Αττάλου. Η πολυπλοκότητα των εκθεμάτων έκανε απαραίτητη τη λήψη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων, δηλαδή περισσότερων

εικόνων, προκειμένου να επιτευχθεί η πλήρης απόδοσή τους. Τέλος, ο χρόνος, η διάρκεια και ο τρόπος της λήψης των δεδομένων προσαρμόστηκε με βάση το ωράριο λειτουργίας της Αρχαίας Αγοράς και φυσικά έπρεπε να δοθεί και ιδιαίτερη προσοχή στους επισκέπτες του χώρου.

Τα ζητήματα που αναφέρονται παραπάνω, είναι εύκολο να αντιμετωπιστούν με τη σωστή οργάνωση της διαδικασίας της συλλογής των δεδομένων, με την καλή και πλήρη αναγνώριση της περιοχής, καθώς και με την κατανόηση των αντικειμένων προς απόδοση και των ιδιοτήτων που παρουσιάζουν. Οι ελλείψεις που παρουσιάζουν τα τελικά τρισδιάστατα μοντέλα στα τμήματα όπου η επιφάνειά τους δεν ήταν εύκολο ή δυνατό να αποδοθεί λόγω της θέσης τους στο χώρο, θα μπορούσαν να διορθωθούν και να βελτιωθούν, είτε με περισσότερες εικόνες, είτε με την περαιτέρω επεξεργασία των μοντέλων σε κάποιο άλλο λογισμικό, όπως είναι το Geomagic. Επίσης, τα προβλήματα που δημιούργησαν οι συνθήκες φωτισμού κατά τη λήψη των εικόνων θα μπορούσαν να διορθωθούν μετά τη λήψη τους, με την επεξεργασία των εικόνων στο λογισμικό του Photoshop. Οι περαιτέρω αυτές διορθώσεις και βελτιώσεις δεν κατάφεραν να υλοποιηθούν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, λόγω της έλλειψης του απαραίτητου χρόνου και όχι λόγω της έλλειψης της τεχνογνωσίας. Άλλωστε, η δημιουργία ενός απόλυτα πλήρους και ακριβούς τρισδιάστατου μοντέλου είναι μια εφικτή διαδικασία, η οποία όμως δεν αποτελούσε το βασικό στόχο της παρούσας διπλωματικής.

Η διαδικασία της δημιουργίας των τρισδιάστατων μοντέλων στο λογισμικό του PhotoScan δεν παρουσίασε ιδιαίτερες δυσκολίες και προβλήματα, καθώς ήταν μια διαδικασία γνώριμη και σχετικά αυτοματοποιημένη, με την οποία υπήρχε ήδη εξοικείωση. Τα προβλήματα και οι ελλείψεις που προέκυψαν στα τελικά τρισδιάστατα μοντέλα, οφείλονται στα αρχικά δεδομένα, δηλαδή στις εικόνες που λήφθηκαν και όχι στη διαδικασία παραγωγής τους. Τα ζητήματα αυτά έχουν ήδη αναφερθεί και αναλυθεί παραπάνω.

Η δημιουργία του εικονικού μουσείου στην πλατφόρμα της Unity ήταν η μεγαλύτερη πρόκληση της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς αποτελεί μια νέα και άγνωστη διαδικασία για τον Τοπογράφο Μηχανικό. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι ιδιαίτερα σύνθετη, με μεγάλη ποικιλία λειτουργιών και δυνατοτήτων, γεγονός που δυσχέρανε την εξοικείωση και την καλή γνώση των επιμέρους εργαλείων της. Η Unity χρησιμοποιείται κυρίως από προγραμματιστές και game designers, για το σχεδιασμό και τη δημιουργία παιχνιδιών και εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας. Το τελικό αποτέλεσμα και το εικονικό μουσείο που δημιουργήθηκε είναι αρκετά καλό, σίγουρα όμως θα μπορούσε να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο.

Η διαχείριση των εκθεμάτων και η εμφάνιση των πληροφοριών τους θα μπορούσαν να έχουν προγραμματιστεί και σχεδιαστεί σε ξεχωριστή σκηνή (Scene) της Unity, από την υπόλοιπη περιήγηση, σε συνδυασμό με κάθε τρισδιάστατο μοντέλο ξεχωριστά. Έτσι, ο παίκτης θα μπορούσε να περιστρέψει, να εστιάσει και να διαχειριστεί πολύ καλύτερα και με περισσότερη λεπτομέρεια τα εκθέματα σε ένα νέο παράθυρο, από ότι στην ίδια σκηνή, διαβάζοντας ταυτόχρονα με μεγαλύτερη ευκολία και άνεση τις πληροφορίες που παρέχονται. Η δημιουργία, διαμόρφωση και σύνδεση όμως πολλαπλών σκηνών στη Unity είναι μια πολύπλοκη και δύσκολη διαδικασία, που απαιτεί πολύ καλή γνώση της πλατφόρμας και των εργαλείων της. Επίσης, παρουσιάζει και υψηλό βαθμό δυσκολίας στη διαδικασία του προγραμματισμού και της δημιουργίας των κατάλληλων scripts για κάτι τέτοιο. Ακόμη, θα μπορούσαν να είχαν προστεθεί περισσότερα εφέ και συστατικά στοιχεία, που θα βελτίωναν την εμπειρία του παίκτη και το εικονικό περιβάλλον συνολικά. Τέτοια στοιχεία θα μπορούσαν να αφορούν το φωτισμό, την ύπαρξη ενός μικρότερου χάρτη της Στοάς του Αττάλου για τον καλύτερο προσανατολισμό του παίκτη, τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, την real-time αλλαγή της θέσης του ήλιου και πολλά ακόμη, που ένας έμπειρος σχεδιαστής παιχνιδιών θα μπορούσε εύκολα να σκεφτεί και να ενσωματώσει στο περιβάλλον.

Όλα αυτά τα ζητήματα αποτελούν τροφή για σκέψη και περαιτέρω αναζήτηση, προβληματισμό και έρευνα. Το τελικό και σημαντικότερο συμπέρασμα της συγκεκριμένης εργασίας είναι, πως με τη συνεργασία διάφορων ειδικοτήτων και επαγγελματιών, όπως είναι οι Τοπογράφοι Μηχανικοί, οι Αρχαιολόγοι και οι Προγραμματιστές, μπορούν να τεθούν σε εφαρμογή εξαιρετικές ιδέες, καινοτόμες και πρωτότυπες, καθώς κάθε επιστημονικός κλάδος μπορεί να συμβάλλει σημαντικά και σε μεγάλο βαθμό σε οποιοδήποτε εγχείρημα. Η διεπιστημονικότητα που απαιτεί η δημιουργία ενός εικονικού μουσείου είναι ίσως και το στοιχείο που την κάνει ιδιαίτερη και εντυπωσιακή για το κοινό. Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η ανάδειξη του ρόλου και της προσφοράς του Τοπογράφου Μηχανικού στην προσπάθεια δημιουργίας ενός εικονικού μουσείου, το οποίο ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, μέσα από την εκμετάλλευση των τρισδιάστατων αποτυπώσεων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Chittaro L., Ieronutti L., Ranon R., Visintini D., Siotto E., 2010, «A High-Level Tool for Curators of 3D Virtual Visits and its Application to a Virtual Exhibition of Renaissance Frescoes», Proceedings of VAST 2010: 11th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Eurographics/Blackwell Publishing, Oxford, UK, September 2010, pp. 147-154.
- EURO INNOVANET, 2008, «Beyond The Traditional Museum. Character, profile and extent of European Virtual Museums», F-MU.S.EU.M. Project, Italy, Rome, 151pp.
- Friess P., 2008, «Museums: agents of social change and development, The Tech Virtual: Digital Democracy in Exhibit Design», ICOM News, Vol.61, No.1.
- Griffiths, J-M., King D.W., 2007, «Physical Spaces and Virtual Visitors: The Methodologies of Comprehensive Study of Users and Uses of Museums», in International Cultural Heritage Informatics Meeting (ICHIM07): Proceedings, J. Trant and D. Bearman (eds). Toronto: Archives & Museum Informatics. Published October 24, 2007 at <http://www.archimuse.com/ichim07/papers/griffiths/griffiths.html>
- Hornecker E., Bartie P., 2006, «Technology in Tourism: Handheld Guide Systems and Museum Technologies», Human Interface Technology Laboratory New Zealand, Technical Report TR-2006-1, 28pp.
- Huhtamo E., 2002, «On the Origins of the Virtual Museum», Proceedings of Nobel Symposium (NS 120), Virtual Museums and Public Understanding of Science and Culture, Stockholm, Sweden, May 26-29.
- Koutsoudis A., Arnaoutoglou F., Pavlidis G., 2015, «Practical Implementation of a web based virtual museum. Using the X3DOM framework to deliver 3D content on the Web», Proceedings of DIGARCH 2015 NOTES, 19pp.
- Koutsoudis A., Stavroglou K., Pavlidis G., Chamzas C., 2012, «3DSSE-A 3D Scene Search Engine: Exploring 3D scenes using keywords», Journal of Cultural Heritage, 04/2012, 13(2): pp.187-194.
- Lepouras G., Katifori A., Vassilakis C., Haritos D., 2004, «Real Exhibitions in a Virtual Museum», Journal of Virtual Reality, Vol.7, Issue 2, pp. 120-128.
- Loomis R.J., Elias S.M., Wells M., 2003, «Website availability and visitor motivation: An evaluation study for the Colorado Digitization Project», Unpublished Report. Fort Collins, CO: Colorado State University, available at: http://www.cdpheritage.org/resource/reports/loomis_report.pdf
- McGlone J. (Ed.), 2004, «Manual of Photogrammetry – Fifth Edition», American Society of Photogrammetry (ASPRS).
- Moldoveanu A., Moldoveanu F., Soceanu A., Asavei V., 2003, «A 3D Virtual Museum», U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol.70, No.3, ISSN 1454-234x.

- NEMO (Network of European Museum Organisations), 2015, «Museums' 4 Values - Values 4 Museums», ISBN 978-3-9816628-2-5, 61pp.
- Razaq R., Griffin K., Morpeth N.D., 2013, «Cultural Tourism», CABI Publishing, ISBN 978-18-45939-23-6, 260pp.
- Sani M., Nicholls A., Pereira M., 2012, «Report 1: The Virtual Museum», The Learning Museum Network Project, Istituto dei Beni Culturali, Italy, ISBN 978-88-97281-13-9, 89pp.
- Sani M., Nicholls A., Pereira M., 2013, «Report 7: New trends in museums of the 21st century», The Learning Museum Network Project, Istituto dei Beni Culturali, Italy, ISBN 978-88-97281-13-9, 141pp.
- Schwarzer M., 2001, «Art & Gadgetry – The Future of the Museum Visit», Museum News, 80:4 (July-August 2001).
- Schweibenz W., 2004, «Virtual Museums. The Development of Virtual Museums», ICOM News, Vol.57, No.3
- Sylaiou S., Liarokapis F., Kotsakis K., Patias P., 2009, «Virtual museums, a survey and some issues for consideration», Journal of Cultural Heritage, Elsevier, 10, ISSN: 1296-2074, pp. 520-528.
- Wallace M.A., 2006, «Museum branding: how to create and maintain image, loyalty, and support», AltaMira Press, ISBN 978-0-7591-0992-6, 199pp.
- Winter M., 2011, «Scan Me. Everybody's Guide to the Magical World of QR Codes. Barcodes, Mobile Devices and Hyperlinking the Real to the Virtual», Westsong Publishing, ISBN 978-0-9659000-3-4, 135pp.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Gawlinski L., 2014, «Η Αρχαία Αγορά της Αθήνας. Οδηγός του Μουσείου», Μετάφραση Μαρία Μιχάλαρου, Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα, Princeton, New Jersey, ISBN 978-960-7067-08-1, 200 σελ.
- Γούλας Δ., 2012, «Διερεύνηση Μεθόδων Παραγωγής Τρισδιάστατων Χαρτών με τη Χρήση της Ολογραφίας και της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης. Διπλωματική Εργασία.» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, 93 σελ.
- Δεληκαράογλου Δ., Τσούλος Λ., 2007, «Γεωπληροφορική-“ΓΕΩΤΟΠΟΣ” μια βάση γεωγνώσης για τον Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό», Το ΕΜΠ στην Πρωτοπορία της Έρευνας και Τεχνολογίας, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα, 6 σελ.
- Ινστιτούτο Πολιτιστικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Κέντρο Εφαρμογών των Τεχνολογιών Επικοινωνίας & Πληροφορίας, 2005, «DIGITECH III: Μελέτη Τεχνολογιών Ψηφιοποίησης σε Τρεις Διαστάσεις. Εγχειρίδιο Τρισδιάστατης Ψηφιοποίησης Ακίνητων Μνημείων και Χώρων», 338 σελ.
- Ιωαννίδης Χ., 2007, «Η Συμβολή των Συστημάτων Πληροφοριών στη Γεωμετρική Τεκμηρίωση Μνημείων», Συμπόσιο: Το ΕΜΠ στην Πρωτοπορία της Έρευνας και Τεχνολογίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

- Καπαγερίδης Ι.Κ., 2006, «Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Σημειώσεις Θεωρίας», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Κοζάνη, 59 σελ.
- Κιτσάκης Δ., 2011, «Συγκριτική Αξιολόγηση Φωτογραμμετρικών Μεθόδων Συλλογής Τρισδιάστατης Πληροφορίας. Διπλωματική Εργασία», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, 147 σελ.
- Κουτσόπουλος Κ., 2002, «Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και ανάλυση χώρου», Παπασωτηρίου, Αθήνα, 401 σελ.
- Mc Camp II, J., 2004, «Η Αρχαία Αγορά της Αθήνας: Σύντομος Οδηγός», Μετάφραση Ειρήνη Μαραθάκη, Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών, Αθήνα, Packhard Humanities Institute, ISBN 9789607067012, 48 σελ.
- Πατιάς Π., 1991, «Εισαγωγή στη Φωτογραμμετρία», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, ISBN 960-431-021-6, 346 σελ.
- Πατιάς Π., 2008, «Φωτογραμμετρία και Τεκμηρίωση Αρχαιολογικών Χώρων και Ευρημάτων με απλά λόγια», Ανάσκαμμα 2.2008, ArchaeoinAction, σελ. 69-79.
- Πρόκος Α., 2012, «Δημιουργία Φωτογραμμετρικού Σαρωτή Laser με Χρήση Πρόσθετων Γεωμετρικών Δεσμεύσεων. Διδακτορική Διατριβή», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, 171 σελ.
- Σταθοπούλου Ε., 2011, «Τρισδιάστατα Μοντέλα Αρχιτεκτονικά Σύνθετων Αντικειμένων. Διπλωματική Εργασία», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, 89 σελ.
- Συμεωνίδης Π., 2007, «Σαρωτές Laser. Τεχνολογία, τεχνικές και εφαρμογές», Τμήμα Εκδόσεων και Βιβλιοθήκης ΤΕΙ Σερρών, Σέρρες, ISBN 978-960-88247-4-4, 129 σελ.
- Φώτης Γ.Ν., 2009, «Ποσοτική Χωρική Ανάλυση», Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα, ISBN 978-960-446-027-7, 383 σελ.

Ιστότοποι

www.ktpae.gr (8/2015)

www.digitalplan.gov.gr (8/2015)

www.minervaeurope.org (6/2015)

www.athenaplus.eu (6/2015)

www.psvaluetalks.gr (5/2015)

www.strategy2020.europeana.eu (6/2015)

www.ne-mo.org (6/2015)

www.linkedheritage.org (6/2015)

www.cidoc-crm.org (8/2015)

<http://googleblog.blogspot.gr/2011/02/explore-museums-and-great-works-of-art.html> (7/2015)

www.en.wikipedia.org/wiki/Google_Art_Project (7/2015)

www.thetechvirtual.org (7/2015)

www.interartive.org/2009/11/virtual-museums/ (7/2015)

www.theacropolismuseum.gr (8/2015)

www.radiant-tech.gr (7/2015)

www.blackboxav.co.uk (7/2015)

www.bedfordhighstreet.blogspot.co.uk (7/2015)

www.qfuse.com/blog/qr-codes-enhance-museum-experience/ (7/2015)

www.charta-von-venedig.de (8/2015)

www.odysseus.culture.gr (8/2015)

www.agisoft.com (6/2015)

<http://hclilab.uniud.it/vex/> (5/2015)

www.docs.unity3d.com (8/2015)

<http://www.hih.org.gr/> (8/2015)

www.wikipedia.org (6/2015)

<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1995/50/contents> (9/2015)

<http://www.eeoc.gov/laws/types/disability.cfm> (9/2015)

<http://gefyri-plakas.ntua.gr/> (9/2015)

<http://www.getmap.gr/> (9/2015)

<http://projectmosul.org/> (9/2015)

<http://its-you.gr/index.html> (9/2015)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Έκθεμα 1

ΛΑΤΡΕΥΤΙΚΟ ΑΓΑΛΜΑ ΤΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΠΑΤΡΩΟΥ: Μπροστά από τον αρχαίο νότιο τοίχο του κτηρίου της Στοάς του Αττάλου βρίσκεται ένα κολοσσιαίο άγαλμα του Απόλλωνα (S2154) από πεντελικό μάρμαρο (4ος αιώνας π.Χ.). Το κεφάλι του ήταν πρόσθετο, από ξεχωριστό κομμάτι μαρμάρου, και δεν σώζεται, ενώ τα χέρια έχουν αποσπασθεί. Στην αριστερή πλευρά του κορμού στηριζόταν η κιθάρα. Είναι ενδεδυμένος με πέπλο και μιάτιο, το μακρύ ένδυμα, δηλαδή, που συνήθιζε να φορά ως θεός της μουσικής. Αρχαίο αντίγραφο του αγάλματος σε μικρογραφία εκτίθεται στην προθήκη 59 του Μουσείου. Το άγαλμα ανακαλύφθηκε το 1907 από Έλληνες ανασκαφείς στη δυτική πλευρά της Αγοράς. Ταυτίστηκε με το λατρευτικό άγαλμα του Ναού του Απόλλωνα Πατρώου, έργο το οποίο ο Πausanias αποδίδει στον Ευφράνορα, έναν από τους κορυφαίους γλύπτες και ζωγράφους της Αθήνας των μέσων του 4ου αι. π.Χ.

Έκθεμα 2

ΒΑΣΗ ΑΓΑΛΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΑΞΙΤΕΛΗ: Η βάση από λευκό μάρμαρο (I 4165: 4^{ος} αι. π.Χ.) στα αριστερά του Απόλλωνα Πατρώου έφερε δύο εικονιστικά αγάλματα, του Σπυδία και της συζύγου του Κλειοκράτειας. Τα πορτραίτα ήταν αφιερωμένα στη Δήμητρα και την Κόρη. Το ζευγάρι είναι επίσης γνωστό από τον 41^ο Λόγο του Δημοσθένη, όπου αναφέρεται ότι συμμετείχαν σε οικογενειακή διένεξη (*Τίνος οὖν ἔνεχ' ὑμῖν, ὧ ἄνδρες δικασταί, ταῦτ' εἶπον ὅτι τὴν προῖκ' οὐ κομισάμενος ἄπασαν, ἀλλ' ὑπολειφθεισῶν χιλίων δραχμῶν καὶ ὁμολογηθεισῶν ἀπολαβεῖν ὅταν Πολύευκτος ἀποθάνῃ, ἕως μὲν ὁ Λεωκράτης ἦν κληρονόμος τῶν Πολυεύκτου, πρὸς ἐκεῖνον ἦν μοι τὸ συμβόλαιον· ἐπειδὴ δ' ὁ τε Λεωκράτης ἐξεκεχωρήκει ὁ τε Πολύευκτος μοχθηρῶς εἶχεν, τῆνικαῦτ', ὧ ἄνδρες δικασταί, τὴν οἰκίαν ταύτην ἀποτιμῶμαι πρὸς τὰς δέκα μναῖς, ἐξ ἧς διακωλύει με τὰς μισθώσεις κομίζεσθαι Σπυδίας. Πρῶτον μὲν οὖν ὑμῖν μάρτυρας παρέξομαι τοὺς παραγενομένους ὅτ' ἠγγύα μοι Πολύευκτος τὴν θυγατέρ' ἐπὶ τετταράκοντα μναῖς· ἔπειθ' ὡς ἔλαττον ταῖς χιλίαις ἐκομισάμην· ἔτι δ' ὡς ἅπαντα τὸν χρόνον ὀφείλειν ὠμολόγει μοι Πολύευκτος, καὶ τὸν Λεωκράτην συνέστησε, καὶ ὡς τελευτῶν διέθεθ' ὄρους ἐπιστῆσαι χιλίων δραχμῶν ἐμοὶ τῆς προικὸς ἐπὶ τὴν οἰκίαν. Καὶ μοι κάλει τοὺς μάρτυρας*). Στο δεξί τμήμα της μπροστινής πλευράς της βάσης, κάτω από το όνομα της Κλειοκράτειας, με μικρότερα γράμματα, υπάρχει η υπογραφή του πιο διάσημου γλύπτη της Αθήνας του 4^{ου} αι. π.Χ.: του Πραξιτέλη. Στη φθαρμένη αριστερή πλευρά της όψης διακρίνονται διάσπαρτα γράμματα από το όνομα του Σπυδία και από το όνομα κάποιου άλλου γλύπτη που φιλοτέχνησε το άγαλμά του. Η βάση βρέθηκε στα βόρεια του Ναού του Ηφαίστου, σε θεμελίωση της πρώιμης Ρωμαϊκής εποχής. Πιθανότατα βρισκόταν σε ιερό της θεάς Δήμητρας από τη μέσα πλευρά του Διύλου, το οποίο είδε ο Πausanias, και προφανώς υπέστη μεγάλες φθορές κατά την πολιορκία από τους Ρωμαίους το 86 π.Χ.

Έκθεμα 3

Αρχιτεκτονικό στοιχείο, το οποίο δεν ανήκει στη μόνιμη συλλογή του Μουσείου και δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες.

Έκθεμα 4

Αρχιτεκτονικό στοιχείο, το οποίο δεν ανήκει στη μόνιμη συλλογή του Μουσείου και δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες.

Έκθεμα 5

Αρχιτεκτονικό στοιχείο, το οποίο δεν ανήκει στη μόνιμη συλλογή του Μουσείου και δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες.

Έκθεμα 6

ΙΩΝΙΚΟ ΚΙΟΝΟΚΡΑΝΟ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΚΙΟΝΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ: Απέναντι από τη βάση των αγαλμάτων, δίπλα στον 1^ο κίονα της εσωτερικής κιονοστοιχίας, βρίσκεται μία από τις αυθεντικές βάσεις κίωνων (Α 2567: 2^{ος} αι. π.Χ.) της Στοάς. Η βάση ανακαλύφθηκε στην αρχική της θέση, αλλά μετακινήθηκε προκειμένου να διατηρηθεί. Το κιονόκρανο (Α 2073: 2^{ος} αι. π.Χ.), επίσης από τη Στοά του Αττάλου, έχει συγκολληθεί από πολλά θραύσματα. Σε αυτά τα αρχιτεκτονικά μέλη βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό η αναστήλωση της Στοάς του Αττάλου.

Έκθεμα 7

ΙΩΝΙΚΟ ΚΙΟΝΟΚΡΑΝΟ ΜΕ ΙΧΝΗ ΧΡΩΜΑΤΩΝ: Ένα ιωνικό κιονόκρανο από πεντελικό μάρμαρο βρίσκεται μεταξύ των θυρών των καταστημάτων Α και Β (Α 2973: 5^{ος} αι. π.Χ.). Προέρχεται από το Υστερορωμαϊκό τείχος, νότια της Στοάς του Αττάλου, και μαζί του αποκαλύφθηκε ολόκληρος ο κίονας που σήμερα βρίσκεται στο κατάστημα Α (Α 2972), καθώς και κορμοί δύο κίωνων από την ίδια κιονοστοιχία, που τώρα βρίσκονται μπροστά στη Βιβλιοθήκη του Πανταίνου. Όλα προέρχονται από ένα κατά τα άλλα άγνωστο κτήριο του γ' τετάρτου του 5^{ου} αιώνα π.Χ. Σύμβολα τεχνιτών που διακρίνονται πάνω τους υποδεικνύουν, ότι τα αρχιτεκτονικά μέλη είχαν τοποθετηθεί και αλλού πριν ενσωματωθούν στο Υστερορωμαϊκό τείχος τον 3^ο αιώνα μ.Χ. Ο επισκέπτης μπορεί ακόμη να διακρίνει (αλλά παρακαλείται να μην αγγίζει) ίχνη από χρώματα που τονίζουν τις λαξευμένες λεπτομέρειες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σύγκριση του κιονόκρανου με το μεταγενέστερο κιονόκρανο από τη Στοά του Αττάλου (Α 2073), προκειμένου να διαπιστωθούν οι αλλαγές στον ιωνικό ρυθμό με το πέρασμα του χρόνου.

Έκθεμα 8

ΕΝΕΠΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΗ ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ ΙΛΙΑΔΑΣ: Η ταύτιση του αγάλματος ως προσωποποίηση της Ιλιάδας επιβεβαιώθηκε με την ανακάλυψη της συμφυούς αυτής βάσης (Ι 6628: 2^{ος} αιώνας μ.Χ.). Πρόκειται για τμήμα του ίδιου κομματιού πεντελικού μαρμάρου με το άγαλμα, όπου έχει λαξευτεί το παρακάτω επίγραμμα: «*The Iliad, I that was after Homer and before Homer, have been set up alongside him who bore me in his youth*». Μαζί με τη βάση βρέθηκε και το αριστερό σκέλος της Ιλιάδας (δεν εκτίθεται). Σύμφωνα με το επίγραμμα, υπήρχε και τρίτη μορφή, ενδεχομένως κιθαριστή: ο Όμηρος, πλαισιωμένος από τις προσωποποιήσεις των δύο μεγάλων έργων του, σαν πατέρας με τις κόρες του. Η ενεπίγραφη βάση και το αριστερό σκέλος βρέθηκαν σε βυζαντινό πηγάδι κοντά στην περιοχή της Στοάς του Αττάλου, το 1953. Η προέλευση, η χρονολόγηση (αρχές 2^{ου} αι. μ.Χ.) και η θεματολογία των αγαλμάτων συγκλίνουν στον συσχετισμό τους με τη Βιβλιοθήκη του Πανταίνου. Ωστόσο, δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμη το ακριβές σημείο μέσα στη Βιβλιοθήκη, όπου ήταν τοποθετημένη η βάση.

Έκθεμα 9

ΠΡΟΣΩΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΙΛΙΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΔΥΣΣΕΙΑΣ ΜΕ ΕΝΥΠΟΓΡΑΦΗ ΒΑΣΗ: Τα αγάλματα των εύρωστων γυναικείων μορφών με πανοπλία, απέναντι από τον 2^ο κίονα, αποτελούν προσωποποιήσεις της *Ιλιάδας* και της *Οδύσσειας* (S 2038, S 2039, I 6628: 2^{ος} αιώνας μ.Χ.). Το μικρό τμήμα ξίφους που σώζεται στη δεξιά πλευρά της συγκεκριμένης μορφής είναι χαρακτηριστικό της Ιλιάδας. Το μέγεθος και η ηλικία της φανερώνουν ότι αυτή είναι η μεγαλύτερη αδερφή. Η ταύτισή της ως προσωποποίηση της Ιλιάδας επιβεβαιώθηκε με την ανακάλυψη της συμφυούς βάσης της,

που σήμερα βρίσκεται στα δεξιά του αγάλματος. Πρόκειται για τμήμα του ίδιου κομματιού πεντελικού μαρμάρου με το άγαλμα, όπου έχει λαξευτεί το παρακάτω επίγραμμα: «*The Iliad, I that was after Homer and before Homer, have been set up alongside him who bore me in his youth*». Μαζί με τη βάση βρέθηκε και το αριστερό σκέλος της Ιλιάδας (δεν εκτίθεται). Σύμφωνα με το επίγραμμα, υπήρχε και τρίτη μορφή, ενδεχομένως κιθαριστή: ο Όμηρος, πλαισιωμένος από τις προσωποποιήσεις των δύο μεγάλων έργων του, σαν πατέρας με τις κόρες του. Τα αγάλματα ήρθαν στο φως το 1869, στη νοτιοδυτική γωνία της Στοάς του Αττάλου. Η ενεπίγραφη βάση και το αριστερό σκέλος βρέθηκαν σε βυζαντινό πηγάδι κοντά στην περιοχή, το 1953. Η προέλευση, η χρονολόγηση (αρχές 2^{ου} αι. μ.Χ.) και η θεματολογία των αγαλμάτων συγκλίνουν στον συσχετισμό τους με τη Βιβλιοθήκη του Πανταίνου. Ωστόσο, δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμη το ακριβές σημείο μέσα στη Βιβλιοθήκη, όπου ήταν τοποθετημένη η βάση.

Έκθεμα 10

ΠΡΟΣΩΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΙΛΙΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΔΥΣΣΕΙΑΣ ΜΕ ΕΝΥΠΟΓΡΑΦΗ ΒΑΣΗ: Τα αγάλματα των εύρωστων γυναικείων μορφών με πανοπλία, απέναντι από τον 2^ο κίονα, αποτελούν προσωποποιήσεις της *Ιλιάδας* και της *Οδύσσειας* (S 2038, S 2039, I 6628: 2^{ος} αιώνας μ.Χ.). Τα στοιχεία για την ταύτιση της Οδύσσειας βρίσκονται στις μορφές που απεικονίζονται στην πανοπλία του μικρότερου αυτού αγάλματος: η τερατόμορφη Σκύλλα- με τους σκύλους να εξέχουν από το κάτω τμήμα της- κυριαρχεί στον θώρακα της πανοπλίας, ενώ στις πτέρυγες του θώρακα διακρίνονται ο Αίολος, θεός των ανέμων, τρεις σειρήνες με φτερά πουλιών που παίζουν μουσικά όργανα και ο Κύκλωπας Πολύφημος με το τρίτο μάτι στο μέτωπο. Όλες αυτές οι εικόνες παραπέμπουν σε σκηνές από την *Οδύσσεια*. Σε μια από τις κατώτερες μακριές πτέρυγες του θώρακα διακρίνεται η υπογραφή του γλύπτη: Ιάσων ο Αθηναίος. Τα αγάλματα ήρθαν στο φως το 1869, στη νοτιοδυτική γωνία της Στοάς του Αττάλου. Η ενεπίγραφη βάση και το αριστερό σκέλος βρέθηκαν σε βυζαντινό πηγάδι κοντά στην περιοχή, το 1953. Η προέλευση, η χρονολόγηση (αρχές 2^{ου} αι. μ.Χ.) και η θεματολογία των αγαλμάτων συγκλίνουν στον συσχετισμό τους με τη Βιβλιοθήκη του Πανταίνου. Ωστόσο, δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμη το ακριβές σημείο μέσα στη Βιβλιοθήκη, όπου ήταν τοποθετημένη η βάση.

Έκθεμα 11

ΑΓΑΛΜΑ ΘΕΑΣ, ΠΙΘΑΝΟΤΑΤΑ ΤΗΣ ΑΦΡΟΔΙΤΗΣ ΗΓΕΜΟΝΗΣ: Η αγέρωχη γυναικεία μορφή από πεντελικό μάρμαρο σε υπερφυσικό μέγεθος, που βρίσκεται σήμερα απέναντι από τον 3^ο κίονα, ανακαλύφθηκε στο Υστερορωμαϊκό τείχος κοντά στη Βιβλιοθήκη του Πανταίνου (S 378 περίπου 170-150 π.Χ.). Το κεφάλι, ο δεξιός βραχίονας και το δεξί πέλμα ήταν πρόσθετα στον μαρμάρينو κορμό και δεν σώζονται. Πάνω από τον χιτώνα η θεά φορά μάτιο, που καλύπτει διαγωνίως την πλάτη και ακουμπά χαλαρά στον αριστερό ώμο και στον δεξιό μηρό. Τα ανοιγμένα δάχτυλα του αριστερού της χεριού στηρίζονται στον γοφό. Το δεξί χέρι ήταν υπερυψωμένο σαν να κρατούσε σκήπτρο. Αυτός ο αγαλματικός τύπος ήταν πολύ διαδεδομένος στον ελληνιστικό κόσμο και το συγκεκριμένο άγαλμα από την Αρχαία Αγορά αποτελεί ένα από τα πιο μνημειακά δείγματά του. Ο ίδιος τύπος αγάλματος έχει χρησιμοποιηθεί για διάφορες θεότητες (σίγουρα για την Άρτεμη, αλλά και για την Αφροδίτη), όπως φαίνεται και σε μικρογραφικό άγαλμα από την Αρχαία Αγορά (S 1192, προθήκη 59). Για αυτό υποστηρίζεται, ότι η αρχική θέση αυτού του αγάλματος της Αφροδίτης ήταν έξω από τη βορειοδυτική γωνία της Αγοράς, στο ιερό που ήταν αφιερωμένο στην Αφροδίτη Ηγεμόνη, στον Δήμο και στις Χάριτες. Πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι το άγαλμα αποκαλύφθηκε στο Υστερορωμαϊκό τείχος, κοντά στην Αφροδίτη που περιγράφεται παρακάτω (S 1882) και κοντά σε τμήματα από την οροφή του Ναού του Άρεως. Επομένως, είναι πιθανό, αυτά τα δύο αγάλματα της Αφροδίτης να είναι εκείνα που είδε ο Πausanias μέσα στον Ναό του Άρεως. Προφανώς, η

Αφροδίτη Ηγεμόνη είχε μετακινηθεί εκεί από το αρχικό σημείο λατρείας της πριν από την περιήγηση του Πausανία τον 2^ο αιώνα μ.Χ.

Έκθεμα 12

ΛΙΘΙΝΟΣ «ΟΡΟΣ» ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ (I 7039): Ενεπίγραφες μαρμάρινες στήλες (όροι) χρησιμοποιούνταν για να ορίσουν τις εισόδους στην Αγορά, στα σημεία όπου ένας δρόμος κατέληγε στην ανοιχτή πλατεία. Το συγκεκριμένο ορόσημο βρέθηκε βαθιά κάτω από τα θεμέλια της Μεσαίας Στοάς, στην αρχική του θέση με την επιγραφή «ΗΟΡΟΣ ΕΙΜΙ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ». Η μορφή των γραμμάτων της επιγραφής χρονολογείται γύρω στο 500 π.Χ. ενώ και το κείμενο της επιγραφής και ο τρόπος επεξεργασίας του λίθου υποδηλώνουν, ότι ανήκει στην ίδια ομάδα με το δεύτερο ορόσημο (I 5510), μόνο που η επιγραφή είναι «ΕΠΙ ΤΑ ΛΑΙΑ», δηλαδή από τα δεξιά προς τα αριστερά. Τα όρια της πλατείας έπρεπε να είναι σαφώς καθορισμένα για δύο λόγους: πρώτον, επειδή οι ανήλικοι και όσοι είχαν καταδικαστεί για συγκεκριμένα αδικήματα (π.χ. ασέβεια προς τους γονείς, λιποταξία, ασέβεια προς τους θεούς) απαγορευόταν να εισέλθουν στην Αγορά και δεύτερον, για να αποφεύγεται η καταπάτηση της δημόσιας γης από ιδιωτικά κτίσματα.

Έκθεμα 13

ΛΙΘΙΝΟΣ «ΟΡΟΣ» ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ (I 5510): Ενεπίγραφες μαρμάρινες στήλες (όροι) χρησιμοποιούνταν για να ορίσουν τις εισόδους στην Αγορά, στα σημεία όπου ένας δρόμος κατέληγε στην ανοιχτή πλατεία. Δύο από αυτά τα ορόσημα βρέθηκαν στην αρχική τους θέση και φέρουν την επιγραφή «ΗΟΡΟΣ ΕΙΜΙ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ» και το συγκεκριμένο βρέθηκε ανατολικά της Θόλου. Η μορφή των γραμμάτων της επιγραφής χρονολογείται γύρω στο 500 π.Χ. Τα όρια της πλατείας έπρεπε να είναι σαφώς καθορισμένα για δύο λόγους: πρώτον, επειδή οι ανήλικοι και όσοι είχαν καταδικαστεί για συγκεκριμένα αδικήματα (π.χ. ασέβεια προς τους γονείς, λιποταξία, ασέβεια προς τους θεούς) απαγορευόταν να εισέλθουν στην Αγορά και δεύτερον, για να αποφεύγεται η καταπάτηση της δημόσιας γης από ιδιωτικά κτίσματα.

Έκθεμα 14

ΕΡΜΑΪΚΗ ΣΤΗΛΗ, ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ: Η διπλανή γυναικεία μορφή βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ερμαϊκές στήλες, αναπαραστάσεις του θεού Ερμή με τη μορφή των τετράπλευρων στηλών με ανθρώπινο κεφάλι και φαλλό (S 33: 2^{ος} αι. μ.Χ. και S 198: Ρωμαϊκή εποχή). Η ερμαϊκή στήλη χρησίμευε ως υποστήριγμα, στο πλάι μεγάλων αγαλμάτων. Στη συγκεκριμένη στήλη (S 33), όπου ο Ερμής είναι γενειοφόρος, στηριζόταν ένα νήπιο. Παραπέμπει στο σύμπλεγμα του Ερμή που κρατά τον μικρό Διόνυσο στην Αρχαία Ολυμπία. Ίσως, όμως, πρόκειται για το αντίγραφο ενός χάλκινου συμπλέγματος των δύο θεών που είχε φιλοτεχνήσει ο Κηφισόδοτος ο Πρεσβύτερος, σύμφωνα με περιγραφές του Πλίνιου. Η ερμαϊκή στήλη ανακαλύφθηκε στη δυτική πλευρά της Αρχαίας Αγοράς και χρονολογείται στη Ρωμαϊκή εποχή.

Έκθεμα 15

ΑΓΑΛΜΑ ΓΥΝΑΙΚΑΣ: Η ώριμη γυναικεία μορφή από πεντελικό μάρμαρο (S 1016: μέσα 4^{ου} αι. π.Χ.) που βρίσκεται απέναντι από τον 4^ο κίονα, σε κακή κατάσταση διατήρησης, φορά χιτώνα και ιμάτιο και ανήκει σε τύπο αγάλματος που χρονολογείται στα μέσα του 4^{ου} αιώνα π.Χ. Το άγαλμα αποκαλύφθηκε ακριβώς στα δυτικά του Ελευσινίου όπου πιθανόν στεκόταν. Ίσως να πρόκειται για την Πεισικράτεια από τη βάση που βρισκόταν κάποτε στο Ελευσίνιο και σήμερα είναι τοποθετημένη στο άνδρηρο της Στοάς του Αττάλου (I 5407).

Έκθεμα 16

ΕΡΜΑΪΚΗ ΣΤΗΛΗ, ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑ ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ: Η διπλανή γυναικεία μορφή βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ερμαϊκές στήλες, αναπαραστάσεις του θεού Ερμή με τη μορφή των τετράπλευρων στηλών με ανθρώπινο κεφάλι και φαλλό (S33: 2^{ος} αι. μ.Χ. και S 198: Ρωμαϊκή εποχή). Η ερμαϊκή στήλη χρησίμευε ως υποστήριγμα, στο πλάι μεγάλων αγαλμάτων. Η συγκεκριμένη στήλη (S 198) απεικονίζει τον Ερμή νεαρό και αγένειο. Πάνω στο κεφάλι του ακουμπά ο πρόχειρα διπλωμένος μανδύας της μεγαλύτερης μορφής που βρισκόταν δίπλα του. Η ερμαϊκή στήλη ανακαλύφθηκε επίσης στη δυτική πλευρά της Αρχαίας Αγοράς και χρονολογείται στη Ρωμαϊκή εποχή.