



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«Ανάπτυξη Εικονικού Περιβάλλοντος Περιήγησης στο
Campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος»

IHVerse
Virtual Tour

Των φοιτητριών
Ευανθία Χριστοδούλου
Αρ. Μητρώου: 2019197
Αναστασία Παναγούλια
Αρ. Μητρώου: 2019126

Επιβλέπων
Όνοματεπώνυμο: Ρήγας Κωτσάκης

Μάιος 2025

Τίτλος Δ.Ε. Ανάπτυξη Εικονικού Περιβάλλοντος Περιήγησης στο Campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος

Κωδικός Δ.Ε. 25112

Όνοματεπώνυμο φοιτητή/των Ευανθία Χριστοδούλου, Αναστασία Παναγούλια

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Ρήγας Κωτσάκης

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 07/02/2025

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 28/05/2025

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητριών Ευανθία Χριστοδούλου και Αναστασία Παναγούλια που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Η επιλογή του θέματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψε από το προσωπικό μας ενδιαφέρον για τις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας και τη χρήση τους στην εκπαίδευση και την πληροφόρηση. Η ιδέα για την ανάπτυξη ενός διαδραστικού εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος γεννήθηκε από την ανάγκη που παρατηρήσαμε για ένα ψηφιακό εργαλείο παρουσίασης του πανεπιστημιακού χώρου, ειδικά για άτομα έρχονται πρώτη φορά στο Πανεπιστήμιο όπως για παράδειγμα οι πρωτοετής φοιτητές/τριες ή ακόμη και για άτομα που δεν έχουν τη δυνατότητα φυσικής επίσκεψης.

Μέσα από την υλοποίηση της εργασίας λοιπόν, μας δόθηκε η ευκαιρία να εμβαθύνουμε στη χρήση της Unreal Engine, να εφαρμόσουμε γνώσεις τρισδιάστατης μοντελοποίησης και να αποκτήσουμε παράλληλα πολύτιμη εμπειρία στη σχεδίαση πολυμεσικών εφαρμογών. Το έργο αυτό ακόμη μας βοηθήσουμε να αναπτύξουμε τόσο τεχνικές όσο και οργανωτικές ικανότητες μέσα από την εκτέλεση ενός σύνθετου έργου, ενώ ταυτόχρονα βελτιώθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι δεξιότητες μας στην επίλυση προβλημάτων, την αισθητική αντίληψη και τη μεθοδική εργασία.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη σχεδίαση και την υλοποίηση ενός διαδραστικού εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης στους χώρους του campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Στόχος της είναι η ανάπτυξη μιας ρεαλιστικής και λειτουργικής αναπαράστασης του πανεπιστημιακού χώρου, η οποία επιτρέπει την ελεύθερη εξερεύνηση τόσο των εξωτερικών χώρων όσο και του εσωτερικού του κτιρίου της Ηλεκτρονικής. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να λειτουργήσει ως ένα ψηφιακό αντίγραφο (digital twin) του campus, προσφέροντας στους φοιτητές, υποψήφιους σπουδαστές και επισκέπτες μία πρώτη εμπειρία γνωριμίας με το Πανεπιστήμιο, χωρίς την ανάγκη φυσικής παρουσίας.

Η ανάπτυξη του περιβάλλοντος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της Unreal Engine, μιας σύγχρονης μηχανής γραφικών που υποστηρίζει υψηλής ποιότητας τρισδιάστατα γραφικά και αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή περιλαμβάνει φωτορεαλιστικά μοντέλα, ρεαλιστικό φωτισμό, σύστημα πλοήγησης με χρήση πληκτρολογίου ή χειριστηρίου, διαδραστικό μενού επιλογών, και χάρτη πλοήγησης για καθοδήγηση του χρήστη στον χώρο. Επιπλέον, το σύστημα είναι επεκτάσιμο και δύναται να υποστηρίξει μελλοντικά και λειτουργίες εικονικής πραγματικότητας (VR), προσφέροντας ακόμη πιο ενισχυμένη εμπειρία περιήγησης.

Η υλοποίηση της εφαρμογής βασίστηκε σε μια μεθοδική διαδικασία τεσσάρων σταδίων: αρχικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των χρηστών και καταγραφή των λειτουργικών και τεχνικών απαιτήσεων του έργου. Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε η δομή του περιβάλλοντος, οι διεπαφές χρήστη και ο τρόπος πλοήγησης. Ακολούθησε η φάση της ανάπτυξης, όπου κατασκευάστηκε το τρισδιάστατο περιβάλλον, με έμφαση στη λεπτομέρεια και την πιστότητα του μοντέλου σε σχέση με τον πραγματικό χώρο. Τέλος, έγινε αξιολόγηση της εφαρμογής από χρήστες, με σκοπό την αποτίμηση της εμπειρίας πλοήγησης, της χρηστικότητας και της ικανοποίησης από τη χρήση.

Η εργασία αναδεικνύει τις δυνατότητες των τεχνολογιών εικονικής περιήγησης στην ενίσχυση της ενημέρωσης, της εξοικείωσης και της διαδραστικής εμπειρίας με τον πανεπιστημιακό χώρο, συνεισφέροντας στην καινοτομία στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και της ψηφιακής παρουσίας.

«Development of a Virtual Campus Tour Environment for the International Hellenic University»



IHUverse
Virtual Tour

CHRISTODOULOU EVANTHIA iee2019197
PANAGOULIA ANASTASIA iee2019126

Abstract

This thesis focuses on the design and implementation of an interactive virtual environment for navigating the campus of the International Hellenic University. Its objective is to develop a realistic and functional representation of the university grounds, allowing users to explore both the exterior areas and the interior of the School of Science and Technology (Electronics Department). The application serves as a digital twin of the campus, offering students, prospective applicants, and visitors a first-hand virtual experience of the university without the need for physical presence.

The environment was developed using Unreal Engine, a state-of-the-art game engine that supports high-quality 3D graphics and real-time interactivity. The application features photorealistic models, realistic lighting, a navigation system using keyboard or game controller, an interactive menu, and an embedded map for guided exploration. Additionally, the system is scalable and may support virtual reality (VR) capabilities in the future, further enhancing the immersive experience.

The implementation followed a structured four-stage process: user and requirement analysis, design of the environment and user interfaces, development of the 3D space with attention to accuracy and detail, and finally, evaluation by users to assess usability, navigation experience, and overall satisfaction.

This project highlights the potential of virtual navigation technologies in improving orientation, engagement, and interactivity with academic spaces, contributing to innovation in educational technology and digital representation.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Περιεχόμενα	vi
Εισαγωγή.....	ix
Κεφάλαιο 1ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο και Τεχνολογίες.....	1
1.1 Θεωρητικό Πλαίσιο και Τεχνολογικές Συνιστώσες.....	1
1.1.1 Θεωρητικό Πλαίσιο και Τεχνολογικές Συνιστώσες	1
1.1.2 Πεδία Εφαρμογής και Πλεονεκτήματα	1
1.2 Μοντελισμός Τρισδιάστατου Περιβάλλοντος.....	2
1.2.1 Αρχιτεκτονική Αποτύπωση & Διαδικασία Μοντελισμού	2
1.3 Εικονική Πραγματικότητα (VR) και Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).....	3
1.3.1 Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR).....	4
1.3.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR).....	4
1.3.3 Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality – MR)	4
1.4 Τεχνολογίες Πλοήγησης σε Εικονικά Περιβάλλοντα	5
1.4.1 Μέθοδοι Πλοήγησης	5
1.4.2 Εργαλεία και Λογισμικά Πλοήγησης	5
1.5 Η Μηχανή Unreal Engine	6
1.5.1 Βασικά Χαρακτηριστικά της Unreal Engine.....	6
1.5.2 Unreal Engine και Ανάπτυξη Εικονικού Campus	6
1.6 Επίλογος.....	7
Κεφάλαιο 2ο: Μεθοδολογικό Υπόβαθρο.....	8
2.1 Σκοπός, Αντικείμενο και Ανάλυση Αναγκών Χρηστών	8
2.2 Τεχνολογική Επιλογή: Unreal Engine και Ανασκόπηση Παρόμοιων Εφαρμογών.....	8
2.2.1 Επιλογή Unreal Engine ως Πλατφόρμα Ανάπτυξης.....	9
2.2.2 Ανασκόπηση Παρόμοιων Εφαρμογών	9
2.3 Μοντέλα Ανάπτυξης Λογισμικού & Πολυμεσικών Συστημάτων.....	10
2.3.1 Μοντέλο Καταρράκτη	10
2.3.2 Μοντέλο Πρωτοτυποποίησης – Εξελικτικό/ Επαυξητικό Μοντέλο.....	11
2.3.3 Ελικοειδές – Σπειροειδές Μοντέλο.....	12
2.3.4 Αστεροειδές Μοντέλο	13
2.3.5 Αρχές Ανθρωποκεντρικού Σχεδιασμού – Μοντέλο Lucid.....	14

2.4	Επίλογος.....	15
Κεφάλαιο 3ο:	Ανάλυση Λειτουργικών και Μη Λειτουργικών Απαιτήσεων.....	17
3.1.1	Λειτουργικές Απαιτήσεις.....	17
3.1.2	Ειδικά Χαρακτηριστικά Λειτουργίας.....	17
3.1.3	Απαιτήσεις Χειρισμού και Ελάχιστες Δεξιότητες Χρήστη.....	18
3.2	Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις.....	18
3.2.1	Απόδοση και Τεχνικές Προδιαγραφές.....	18
3.2.2	Ευχρηστία και Απλότητα Χρήσης.....	18
3.2.3	Αισθητική Ποιότητα και Οπτικός Ρεαλισμός.....	19
3.2.4	Επεκτασιμότητα και Συντηρησιμότητα.....	19
3.3	Περιορισμοί του Συστήματος.....	19
3.3.1	Τεχνικοί Περιορισμοί.....	19
3.3.2	Περιβαλλοντικοί Περιορισμοί.....	20
3.3.3	Περιορισμοί Ανθρώπινου Παράγοντα.....	20
3.4	Κριτήρια Επιτυχίας του Έργου.....	20
3.4.1	Πληρότητα Περιεχομένου και Οπτική Πιστότητα.....	20
3.4.2	Ομαλή και Ρεαλιστική Πλοήγηση.....	21
3.4.3	Χαμηλή Πολυπλοκότητα και Προσιτότητα Χρήσης.....	21
3.4.4	Τεχνική Σταθερότητα και Απόδοση.....	21
3.4.5	Εκπαιδευτικός και Προωθητικός Χαρακτήρας.....	21
3.5	Επίλογος.....	21
Κεφάλαιο 4ο:	Σχεδίαση Εφαρμογής.....	23
4.1	Ανάλυση Χρηστικού Σεναρίου.....	23
4.1.1	Εμπειρία Χρήστη (User Experience – UX).....	23
4.1.2	Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases).....	24
4.2	Τεχνική Σχεδίαση.....	25
4.2.1	Διάγραμμα Συστήματος.....	25
4.2.2	Διάγραμμα Ροής Δεδομένων ή Ακολουθίας.....	26
4.3	Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση (3D Modeling).....	27
4.3.1	Υλικά και Υφές (Textures and Materials).....	28
4.3.2	Σχεδίαση δρόμων και εξωτερικών χώρων.....	29
4.3.3	Δημιουργία και Μοντελοποίηση 3D αντικειμένου.....	30
4.3.4	Επισκόπηση του Blender και Μοντελοποίηση αντικειμένων.....	31
4.3.5	Εξαγωγή και Ενσωμάτωση στην Unreal Engine 5.....	34
4.4	Επίλογος.....	35

Κεφάλαιο 5ο:	Ανάπτυξη Εφαρμογής.....	36
5.1	Περιβάλλον Εργασίας και Οργάνωση Έργου	36
5.1.1	Unreal Engine: επιλογή και ρυθμίσεις project.....	36
5.1.2	Δομή φακέλων και επιπέδων	37
5.2	Δημιουργία Εικονικού Campus.....	37
5.2.1	Τοποθέτηση βασικών 3D αντικειμένων (κτίρια, δρόμοι, κ.λπ.).....	38
5.2.2	Ενσωμάτωση υλικών, υφών και φωτισμού	38
5.3	Πλοήγηση Χρήστη	38
5.3.1	Χρήση first person controller	39
5.3.2	Σενάριο περιήγησης.....	40
5.4	Τελική Εμπειρία Χρήστη & Παρατηρήσεις	40
5.4.1	Παρουσίαση του αποτελέσματος.....	41
5.4.2	Τεχνικά ζητήματα, βελτιώσεις, δοκιμές	42
5.5	Επίλογος Κεφαλαίου	43
Κεφάλαιο 6ο:	Αξιολόγηση και αποτελέσματα Εφαρμογής	44
6.1	Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου	44
6.1.1	Σκοπός του Ερωτηματολογίου	44
6.1.2	Δομή και Περιεχόμενο Ερωτήσεων.....	44
6.1.3	Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	45
6.2	Παρουσίαση Αποτελεσμάτων	45
6.2.1	Στατιστική Ανάλυση.....	45
6.2.2	Οπτική Απεικόνιση.....	46
6.2.3	Βασικές Παρατηρήσεις.....	51
6.3	Συμπεράσματα και Προτάσεις	52
6.3.1	Ερμηνεία Αποτελεσμάτων.....	52
6.3.2	Ισχυρά Σημεία της Εφαρμογής.....	53
6.3.3	Συστάσεις για Βελτιώσεις.....	54
Κεφάλαιο 7ο:	Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	55
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	56
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	58

Εισαγωγή

Η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας στον τομέα των τρισδιάστατων γραφικών και των εικονικών περιβαλλόντων έχει οδηγήσει στη δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών που επιτρέπουν στο χρήστη να βιώσει εμπειρίες προσομοιωμένες στον ψηφιακό χώρο, με τρόπο ρεαλιστικό και διαδραστικό. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη εικονικών αναπαραστάσεων πραγματικών τοποθεσιών βρίσκει ολοένα και περισσότερες εφαρμογές σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η αρχιτεκτονική, ο τουρισμός και η πολιτιστική προβολή.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη μιας εφαρμογής εικονικής περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (IHU). Μέσα από την αξιοποίηση σύγχρονων εργαλείων όπως το Blender και η Unreal Engine 5, δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό περιβάλλον, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί ελεύθερα, να γνωρίσει την αρχιτεκτονική δομή των εγκαταστάσεων και να εξοικειωθεί με τη διάταξη των σχολών και των υποδομών του πανεπιστημίου.

Η επιλογή του θέματος βασίστηκε στην ανάγκη παροχής ενός εργαλείου που μπορεί να υποστηρίξει φοιτητές, επισκέπτες και διοικητικό προσωπικό στην καλύτερη κατανόηση του χώρου του πανεπιστημίου, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εξ αποστάσεως ενημέρωσης ή υποδοχής πρωτοετών φοιτητών. Παράλληλα, το έργο αναδεικνύει τις δυνατότητες των εικονικών περιηγήσεων ως εκπαιδευτικών και προωθητικών εργαλείων.

Η υλοποίηση της εφαρμογής βασίστηκε σε αρχιτεκτονική αποτύπωση, τρισδιάστατη μοντελοποίηση και προσεκτικό σχεδιασμό της εμπειρίας πλοήγησης, με σκοπό τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που είναι ταυτόχρονα ρεαλιστικό, αισθητικά ευχάριστο και τεχνικά λειτουργικό. Κατά την ανάπτυξη, δόθηκε έμφαση στην ευχρηστία, την απόδοση και τη δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ενώ αξιοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες της Unreal Engine, όπως το δυναμικό φωτισμό και τα έξυπνα υλικά.

Η εργασία οργανώνεται σε επτά κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό και τεχνολογικό υπόβαθρο. Το δεύτερο επικεντρώνεται στη μεθοδολογική προσέγγιση και στα μοντέλα ανάπτυξης. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής. Το τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο περιγράφουν αντίστοιχα τη φάση της σχεδίασης και της τεχνικής υλοποίησης, ενώ το έκτο κεφάλαιο εξετάζει την αξιολόγηση της εφαρμογής. Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο διατυπώνονται τα βασικά συμπεράσματα και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντικές επεκτάσεις.

Μέσα από την παρούσα εργασία επιχειρείται να αποδειχθεί ότι η τεχνολογία των εικονικών περιβαλλόντων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως εργαλείο προσβασιμότητας, εκπαίδευσης και προβολής, προσφέροντας μία καινοτόμο και πρακτική λύση στην ανάγκη για καλύτερη γνωριμία με τον χώρο του πανεπιστημίου.

Κεφάλαιο 1ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο και Τεχνολογίες

1.1 Θεωρητικό Πλαίσιο και Τεχνολογικές Συνιστώσες

Η έννοια των εικονικών περιβαλλόντων αποτελεί θεμελιώδη συνιστώσα στο πεδίο της σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας, καθώς συνδυάζει διαδραστικότητα, τρισδιάστατη αναπαράσταση και τεχνολογίες εμπύθισης με σκοπό τη δημιουργία ρεαλιστικών ή και φαντασιακών κόσμων. Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην παρουσίαση των βασικών θεωρητικών αρχών και τεχνολογικών συνιστωσών που διέπουν τα εικονικά περιβάλλοντα, εστιάζοντας στις έννοιες της εμπύθισης, της παρουσίας και της διάδρασης. Επιπλέον, εξετάζονται τα βασικά εργαλεία ανάπτυξης και σχεδιασμού (όπως το Unreal Engine) και γίνεται αναφορά στις κατηγορίες των εικονικών περιβαλλόντων, ανάλογα με τον βαθμό εμπλοκής του χρήστη. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα βασικά πεδία εφαρμογής των εικονικών περιβαλλόντων, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν η εκπαίδευση, η αρχιτεκτονική, η ιατρική και ο πολιτισμός. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον ρόλο των εικονικών περιβαλλόντων στην υποστήριξη βιομηχανικής μάθησης, στην εικονική περιήγηση σε κτίρια και πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις, καθώς και στην προβολή πολιτιστικού αποθέματος. Μέσα από την παρούσα επισκόπηση, αναδεικνύεται η σημασία των εικονικών περιβαλλόντων ως ένα δυναμικό εργαλείο που γεφυρώνει την τεχνολογία με την εμπειρία, την παιδεία και τον σχεδιασμό.

1.1.1 Θεωρητικό Πλαίσιο και Τεχνολογικές Συνιστώσες

Τα εικονικά περιβάλλοντα (ΕΠ) αποτελούν διαδραστικούς τρισδιάστατους κόσμους που προσομοιώνουν την πραγματικότητα ή δημιουργούν φανταστικά τοπία, με στόχο να εμπλέξουν ενεργά τον χρήστη μέσω πολλαπλών αισθήσεων. Η εμπειρία του χρήστη εξαρτάται από τον βαθμό εμπύθισης (immersion) και παρουσίας (presence), δύο όρων που περιγράφουν το πόσο "αληθινό" βιώνει ο χρήστης το περιβάλλον και πόσο αποκομμένος νιώθει από τον φυσικό του χώρο. Η αρχή αυτών των τεχνολογιών ανιχνεύεται στη δεκαετία του 1960, ωστόσο, η ραγδαία ανάπτυξη ψηφιακών εργαλείων τα τελευταία χρόνια έχει καταστήσει τα ΕΠ προσβάσιμα σε πολλαπλούς κλάδους .[1],[6]

Οι βασικές τεχνολογικές συνιστώσες των εικονικών περιβαλλόντων περιλαμβάνουν λογισμικά δημιουργίας τρισδιάστατων σκηνών όπως το Unreal Engine, εργαλεία μοντελισμού (π.χ. Blender, 3ds Max), συστήματα διαχείρισης φυσικής και φωτισμού, και, τέλος, συσκευές διάδρασης όπως τα head-mounted displays (HMDs), τα γάντια αφής ή οι αισθητήρες κίνησης. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το περιβάλλον είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς προσδίδει λειτουργικότητα και εξελιγμένη εμπειρία χρήσης. Ειδικότερα, η εμπύθιση ενισχύεται από στοιχεία όπως η ταχύτητα απόκρισης (latency), η ποιότητα των γραφικών και η αίσθηση βάθους στον χώρο .[2],[15]

Τα εικονικά περιβάλλοντα διακρίνονται με βάση την τεχνολογία σε τρεις κύριες κατηγορίες: μη εμπυθιστικά, ημι-εμπυθιστικά, και πλήρως εμπυθιστικά. Τα πρώτα αξιοποιούνται κυρίως μέσω συμβατικών υπολογιστών και προσφέρουν περιορισμένη διάδραση. Αντίθετα, τα πλήρως εμπυθιστικά περιβάλλοντα βασίζονται σε εξειδικευμένο εξοπλισμό και δημιουργούν σχεδόν απόλυτη απορρόφηση του χρήστη στον εικονικό χώρο, επιτρέποντας ακόμα και κινήσεις σε πραγματικό χρόνο .[3],[23]

1.1.2 Πεδία Εφαρμογής και Πλεονεκτήματα

Η εφαρμογή των εικονικών περιβαλλόντων καλύπτει ευρύ φάσμα τομέων, με κύριο άξονα την εκπαίδευση, την αρχιτεκτονική, την ιατρική, τη βιομηχανία, την πολιτιστική κληρονομιά, αλλά και την ψυχαγωγία. Στον χώρο της ανώτατης εκπαίδευσης, τα εικονικά περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη εικονικών πανεπιστημιούπολεων (virtual campuses), παρέχοντας στους φοιτητές τη δυνατότητα εξ αποστάσεως γνωριμίας με τους χώρους, γεγονός που συμβάλλει στην ομαλή ένταξή τους. [3],[5]

Επιπλέον, αξιοποιούνται για την προσομοίωση εργαστηριακών διαδικασιών ή ιατρικών επεμβάσεων, μειώνοντας το κόστος και τους κινδύνους πειραματισμού .[4]

Στην αρχιτεκτονική, τα ΕΠ επιτρέπουν την τρισδιάστατη απεικόνιση σχεδίων πριν από την υλοποίησή τους, προσφέροντας τόσο στους σχεδιαστές όσο και στους πελάτες τη δυνατότητα να «περιηγηθούν» σε μελλοντικά κτήρια ή αστικά τοπία. Επιπλέον, τα εργαλεία εικονικής πραγματικότητας υποστηρίζουν την συμμετοχική σχεδίαση (participatory design), μέσω της οποίας πολίτες και επαγγελματίες μπορούν να συνδιαμορφώσουν αστικά έργα . [5],[8]

Αναμφισβήτητα λοιπόν, τα εικονικά περιβάλλοντα προσφέρουν σειρά πλεονεκτημάτων, όπως η ενίσχυση της βιωματικής μάθησης, η δυνατότητα προσομοίωσης σπάνιων ή επικίνδυνων σεναρίων, η εξοικονόμηση κόστους και η ενίσχυση της προσβασιμότητας. Παράλληλα, η χρήση τους στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς επιτρέπει τη δημιουργία ψηφιακών μουσείων, εικονικών αναστηλώσεων και διαδραστικών ξεναγήσεων σε αρχαιολογικούς χώρους, προσφέροντας νέα εμπειρία μάθησης και διάδρασης με την Ιστορία .[9],[15]

1.2 Μοντελισμός Τρισδιάστατου Περιβάλλοντος

Ο μοντελισμός τρισδιάστατου περιβάλλοντος (3D modeling) αποτελεί θεμελιώδες στάδιο κατά την ανάπτυξη εικονικών κόσμων, καθώς μέσω αυτού αποδίδεται η γεωμετρία, η μορφή και η αισθητική των αντικειμένων και των χώρων που συνθέτουν το εικονικό περιβάλλον. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη δημιουργία ψηφιακών αναπαραστάσεων αντικειμένων σε τρεις διαστάσεις (πλάτος, ύψος, βάθος) και βασίζεται είτε στη σχεδίαση από το μηδέν μέσω λογισμικών μοντελισμού, είτε στην εισαγωγή γεωμετρικών δεδομένων από πραγματικούς χώρους με τεχνικές όπως η φωτογραμμετρία ή η σάρωση με λέιζερ (laser scanning)[10],[12].

Η χρήση τρισδιάστατου μοντελισμού είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε τομείς όπως η αρχιτεκτονική, η βιομηχανική σχεδίαση, τα ψηφιακά παιχνίδια και οι πολιτιστικές εφαρμογές. Κατά την υλοποίηση ενός εικονικού περιβάλλοντος πανεπιστημιακής εγκατάστασης, ο μοντελισμός επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση κτιρίων, διαδρόμων, υπαίθριων χώρων και επίπλων, ενώ διευκολύνει και την ενσωμάτωση διαδραστικών στοιχείων, όπως κουμπιά ή επεξηγηματικά πάνελ. Εξειδικευμένα εργαλεία όπως το Blender, το Autodesk 3ds Max και το SketchUp προσφέρουν δυνατότητες δημιουργίας πολυγωνικών πλεγμάτων (meshes), εφαρμογής υλικών (materials), χαρτογράφησης υφών (UV mapping) και φωτισμού, συμβάλλοντας στην αληθοφάνεια και την αισθητική ποιότητα της τελικής σκηνής .[11],[13]

Στο πλαίσιο της ανάπτυξης εφαρμογών σε Unreal Engine, ο μοντελισμός δεν περιορίζεται στη δημιουργία αντικειμένων, αλλά επεκτείνεται και στον σχεδιασμό επιπέδων (level design), την τοποθέτηση κameρών και τη σύνδεση των μοντέλων με κώδικα (Blueprints), προκειμένου να υποστηριχθεί η αλληλεπίδραση και η πλοήγηση του χρήστη. Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η βελτιστοποίηση των μοντέλων ως προς το μέγεθος και την πολυπλοκότητα, ώστε να διασφαλιστεί η απόδοση του συστήματος σε πραγματικό χρόνο, ιδίως όταν προορίζεται για χρήση σε συσκευές εικονικής πραγματικότητας (VR) .[14]

Συνοψίζοντας, ο μοντελισμός τρισδιάστατου περιβάλλοντος δεν αποτελεί απλώς αισθητική επιλογή, αλλά κρίσιμη τεχνολογική και σχεδιαστική διεργασία που επηρεάζει τη λειτουργικότητα, τη ρεαλιστικότητα και την αποδοτικότητα του εικονικού περιβάλλοντος. Η ποιότητα των μοντέλων συνδέεται άμεσα με την εμπειρία του χρήστη, καθιστώντας τον μοντελισμό κομβικό σημείο στη διαδικασία ανάπτυξης κάθε σύγχρονης διαδραστικής εφαρμογής.

1.2.1 Αρχιτεκτονική Αποτύπωση & Διαδικασία Μοντελισμού

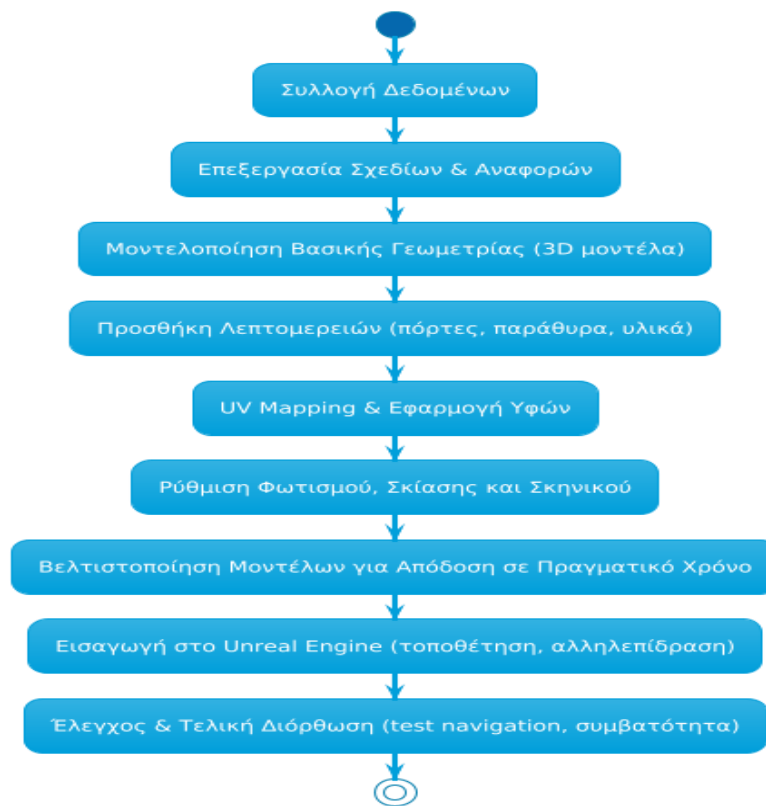
Η αρχιτεκτονική αποτύπωση αποτελεί βασικό στάδιο στην ανάπτυξη ενός ψηφιακού τρισδιάστατου περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων όπως κατόψεις, τομές και φωτογραφικό υλικό, προκειμένου να αποδοθούν με ακρίβεια οι γεωμετρικές και μορφολογικές ιδιότητες του πραγματικού χώρου . [16] Στην περίπτωση πανεπιστημιακών εγκαταστάσεων, η τεκμηρίωση αυτή μπορεί να

βασιστεί σε υφιστάμενα αρχιτεκτονικά σχέδια ή να συμπληρωθεί με μετρήσεις πεδίου και φωτογραμμετρικά δεδομένα.

Η μετάβαση στη φάση του τρισδιάστατου μοντελισμού γίνεται με τη χρήση λογισμικών 3D σχεδίασης, τα οποία επιτρέπουν την απόδοση βασικών γεωμετρικών όγκων, καθώς και την ενσωμάτωση λεπτομερειών που σχετίζονται με την υφή, τα υλικά και την αισθητική του χώρου. [17] Μετά την ολοκλήρωση του μοντέλου, γίνεται χαρτογράφηση υλικών (UV mapping), τοποθέτηση φωτισμού και προετοιμασία του περιβάλλοντος για εισαγωγή σε μηχανή γραφικών όπως το Unreal Engine [18].

Η διαδικασία αυτή απαιτεί τόσο τεχνική ακρίβεια όσο και δημιουργική ευαισθησία, καθώς στόχος είναι η ανάπτυξη ενός χώρου που όχι μόνο αναπαριστά πιστά την πραγματικότητα, αλλά προσφέρει και οπτική εμπύθιση στον χρήστη [19].

Η ροή εργασίας που ακολουθείται για τη μετατροπή της αρχιτεκτονικής πληροφορίας σε ψηφιακό τρισδιάστατο μοντέλο περιλαμβάνει διαδοχικά στάδια:



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής που παρουσιάζει τα στάδια της διαδικασίας μοντελισμού και αρχιτεκτονικής αποτύπωσης για την ανάπτυξη εικονικού περιβάλλοντος, από τη συλλογή δεδομένων έως την τελική ενσωμάτωση και έλεγχο στο Unreal Engine.

Η αρχιτεκτονική ακρίβεια λοιπόν είναι πολύ σημαντική όχι μόνο για λόγους ρεαλισμού, αλλά και για να εξυπηρετηθεί ο παιδαγωγικός ή πληροφοριακός ρόλος της εφαρμογής, ιδίως όταν πρόκειται για εκπαιδευτικές περιηγήσεις, απομακρυσμένη γνωριμία με εγκαταστάσεις ή ενίσχυση της προσβασιμότητας για άτομα με περιορισμένη κινητικότητα.

1.3 Εικονική Πραγματικότητα (VR) και Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR) και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) αποτελούν δύο από τις πιο σύγχρονες και δυναμικά αναπτυσσόμενες τεχνολογίες στον χώρο των διαδραστικών ψηφιακών περιβαλλόντων. Και οι δύο προσφέρουν στους χρήστες τη δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν με ψηφιακά δεδομένα με τρόπο που προσομοιάζει ή εμπλουτίζει την αντίληψη της πραγματικότητας. Παρόλο που συχνά συγχέονται, βασίζονται σε διαφορετικές αρχές και εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες.

1.3.1 Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR)

Η Εικονική Πραγματικότητα αναφέρεται σε ένα ψηφιακό περιβάλλον που δημιουργείται εξολοκλήρου από υπολογιστή και παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να «εισέλθει» σε έναν τρισδιάστατο, διαδραστικό κόσμο, αποκομμένο από τον φυσικό χώρο. Η εμπειρία αυτή επιτυγχάνεται μέσω ειδικών συσκευών όπως κράνη VR (π.χ. Oculus Rift, HTC Vive) και αισθητήρες παρακολούθησης κινήσεων, τα οποία παρέχουν οπτικά και ηχητικά ερεθίσματα υψηλού επιπέδου [22].

Η τεχνολογία VR επιδιώκει να προσφέρει πλήρη εμπύθιση (immersion) και την αίσθηση «παρουσίας» (presence), δηλαδή την εντύπωση του χρήστη ότι βρίσκεται πραγματικά μέσα στο ψηφιακό περιβάλλον [24]. Εφαρμόζεται ήδη σε τομείς όπως η αρχιτεκτονική απεικόνιση, η ιατρική προσομοίωση, η στρατιωτική εκπαίδευση και η εικονική περιήγηση πολιτιστικών χώρων [17]. Η εικονική πραγματικότητα ενισχύει την αντίληψη, μειώνει το κόστος προσομοιώσεων και επιτρέπει την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών υψηλής απόδοσης.

1.3.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μια τεχνολογία που επεκτείνει τον πραγματικό κόσμο ενσωματώνοντας σε αυτόν ψηφιακά στοιχεία, όπως εικόνες, τρισδιάστατα μοντέλα, βίντεο ή δεδομένα. Αντί να απομονώνει τον χρήστη, όπως η VR, η AR επιδιώκει τη σύζευξη του φυσικού και του εικονικού περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, tablets ή γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας (π.χ. Microsoft HoloLens) [20].

Η AR έχει ευρεία εφαρμογή σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η βιομηχανία, το ηλεκτρονικό εμπόριο και η πολιτιστική κληρονομιά, προσφέροντας πληροφόρηση με άμεσο και οπτικά ενισχυμένο τρόπο [21]. Στην αρχιτεκτονική και τον σχεδιασμό, επιτρέπει την προβολή ψηφιακών μοντέλων πάνω σε υφιστάμενους χώρους, συμβάλλοντας στη λήψη αποφάσεων, την επικοινωνία με πελάτες και την εικονική αξιολόγηση έργων [25].

1.3.3 Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality – MR)

Η Μικτή Πραγματικότητα (MR) αποτελεί ένα ενδιάμεσο πεδίο μεταξύ VR και AR, στο οποίο φυσικά και ψηφιακά αντικείμενα συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο. Ο χρήστης μπορεί να βλέπει και να χειρίζεται ταυτόχρονα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος και εικονικά αντικείμενα που ανταποκρίνονται με δυναμικό τρόπο στις ενέργειές του [23].

Η MR έχει αναδυθεί ως τεχνολογία με τεράστιες δυνατότητες στον σχεδιασμό, την εκπαίδευση και τη διαχείριση πολύπλοκων συστημάτων, καθώς επιτρέπει τον συγχρονισμό πραγματικού χρόνου μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Στο πεδίο της αρχιτεκτονικής αποτύπωσης και της περιήγησης, η MR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον συγχρονισμό δεδομένων με γεωχωρική ακρίβεια και την αλληλεπίδραση του χρήστη με στοιχεία του μοντέλου σε πραγματικό περιβάλλον [16].

Πίνακας 1.1: Σύγκριση μεταξύ VR, AR και MR ως προς βασικά χαρακτηριστικά, δυνατότητες και τεχνολογική εφαρμογή. [16],[20],[22]

Χαρακτηριστικό	Εικονική Πραγματικότητα (VR)	Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)	Μικτή Πραγματικότητα (MR)
Ορισμός	Ψηφιακό περιβάλλον πλήρως αποκομμένο από την πραγματικότητα	Εμπλουτισμός του πραγματικού περιβάλλοντος με ψηφιακά στοιχεία	Συνύπαρξη και αλληλεπίδραση φυσικών και ψηφιακών αντικειμένων
Βαθμός Εμβύθισης (Immersion)	Πολύ υψηλός	Χαμηλός έως μέτριος	Μέτριος έως υψηλός
Αλληλεπίδραση με τον φυσικό κόσμο	Δεν υπάρχει	Διατηρείται το φυσικό περιβάλλον	Υψηλού επιπέδου δυναμική αλληλεπίδραση
Απαιτούμενος Εξοπλισμός	VR headsets, motion sensors	Smartphones, tablets, AR glasses	MR glasses, advanced sensors
Πεδία Εφαρμογής	Εκπαίδευση, gaming, αρχιτεκτονική, προσομοιώσεις	Εκπαίδευση, εμπόριο, τουρισμός, τεχνική υποστήριξη	Βιομηχανία, χειρουργική, τεχνική εκπαίδευση
Παραδείγματα	Oculus Quest, HTC Vive	Pokémon GO, IKEA Place	Microsoft HoloLens, Magic Leap

1.4 Τεχνολογίες Πλοήγησης σε Εικονικά Περιβάλλοντα

1.4.1 Μέθοδοι Πλοήγησης

Οι βασικές μέθοδοι πλοήγησης σε εικονικά περιβάλλοντα διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες: πλοήγηση με φυσική μετακίνηση και πλοήγηση με τεχνητή μεταφορά. Η φυσική πλοήγηση επιτυγχάνεται μέσω ανίχνευσης των κινήσεων του σώματος ή του κεφαλιού του χρήστη μέσω αισθητήρων ή συστημάτων παρακολούθησης (π.χ. motion tracking). Αντίθετα, η τεχνητή μεταφορά περιλαμβάνει τεχνικές όπως teleportation, πλοήγηση με joystick, πλοήγηση με το βλέμμα (gaze-based navigation) ή πλοήγηση με χρήση gestures [26].

Η επιλογή μεθόδου επηρεάζει τη ρεαλιστικότητα και την άνεση της εμπειρίας. Για παράδειγμα, η τηλεμεταφορά μειώνει τα συμπτώματα ναυτίας (VR sickness), αλλά ενδέχεται να περιορίσει την αίσθηση συνέχειας του χώρου [22]. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και το interface πλοήγησης, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης χειρίζεται την εικονική του παρουσία, είτε μέσω χειριστηρίων είτε με κινήσεις σώματος.

1.4.2 Εργαλεία και Λογισμικά Πλοήγησης

Η ανάπτυξη πλοήγησης σε εικονικά περιβάλλοντα υλοποιείται μέσω εξειδικευμένων εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού. Πλατφόρμες όπως το Unreal Engine και το Unity 3D διαθέτουν ενσωματωμένες λειτουργίες για την προγραμματιστική υποστήριξη κίνησης, σύστημα καμερών και αλληλεπίδρασης με

αντικείμενα, καθώς και υποστήριξη για VR/AR συσκευές. Η Unreal Engine, στην οποία βασίζεται και η παρούσα διπλωματική εργασία, παρέχει δυνατότητες για δημιουργία ρεαλιστικής ελεύθερης πλοήγησης, αλλά και υλοποίηση triggers ή διαδρομών για καθοδηγούμενη περιήγηση [18].

Επιπλέον, η χρήση τεχνολογιών όπως pathfinding (αλγόριθμοι εύρεσης διαδρομής), collision detection, και navigation meshes επιτρέπει τη δημιουργία ρεαλιστικών και λειτουργικών πλάνων κίνησης για τον χρήστη ή για εικονικούς χαρακτήρες (NPCs). Η υλοποίηση αυτών των εργαλείων συνδέεται άμεσα με την απόδοση και τη σταθερότητα του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλης κλίμακας αναπαραστάσεις, όπως ένα πανεπιστημιακό campus.

1.5 Η Μηχανή Unreal Engine

Η Unreal Engine αποτελεί μια από τις πλέον προηγμένες και πολυκρηστικές μηχανές ανάπτυξης τρισδιάστατων γραφικών και εικονικών περιβαλλόντων, προσφέροντας ένα πλήρες οικοσύστημα εργαλείων για δημιουργία, προσομοίωση και αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο. Αν και αρχικά σχεδιάστηκε για τη δημιουργία ψηφιακών παιχνιδιών, έχει εξελιχθεί σε μία ισχυρή πλατφόρμα η οποία βρίσκει εφαρμογή σε ποικίλους τομείς όπως η αρχιτεκτονική απεικόνιση, η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, η κινηματογραφική παραγωγή και η εκπαίδευση.

1.5.1 Βασικά Χαρακτηριστικά της Unreal Engine

Η Unreal Engine, στην πιο πρόσφατη έκδοσή της (UE5), ενσωματώνει καινοτόμες τεχνολογίες όπως το Nanite Virtualized Geometry System για την αποδοτική απόδοση πολύπλοκων και λεπτομερών γεωμετριών χωρίς να απαιτείται χειροκίνητη βελτιστοποίηση, καθώς και το Lumen Global Illumination System, το οποίο επιτρέπει ρεαλιστικό φωτισμό και αντανάκλαση σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, αξιοποιεί σύγχρονες τεχνικές rendering, υποστηρίζει ανάπτυξη για πολλαπλές πλατφόρμες (PC, κονσόλες, κινητά, VR/AR) και διαθέτει ένα πλήρως ενσωματωμένο σύστημα οπτικού προγραμματισμού μέσω του Blueprint Visual Scripting.

Η αρχιτεκτονική της Unreal Engine προσφέρει υψηλό επίπεδο ευελιξίας, επιτρέποντας την ταυτόχρονη συνεργασία σχεδιαστών, προγραμματιστών και καλλιτεχνών μέσα σε ένα ενιαίο περιβάλλον ανάπτυξης. Επιπλέον, υποστηρίζει προηγμένα εργαλεία για animation, φυσική προσομοίωση (Physics Engine), δυναμικά συστήματα καιρού, ηχητική επεξεργασία και δημιουργία εφέ μέσω του Niagara VFX System.

Με βάση τη σύγχρονη βιβλιογραφία, η Unreal Engine παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την υλοποίηση λειτουργικών και αισθητικά αναβαθμισμένων εικονικών εφαρμογών, διευκολύνοντας τον χειρισμό αντικειμένων, την ενσωμάτωση αλληλεπιδράσεων και την τρισδιάστατη μοντελοποίηση σε πραγματικό χρόνο [28],[29].

1.5.2 Unreal Engine και Ανάπτυξη Εικονικού Campus

Η επιλογή της Unreal Engine για την ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος βασίστηκε τόσο στη γραφική της υπεροχή όσο και στη λειτουργικότητα των εργαλείων που διαθέτει. Μέσω της μηχανής δίνεται η δυνατότητα για την απρόσκοπτη εισαγωγή και επεξεργασία 3D μοντέλων (σε μορφές .FBX ή .OBJ, ή με χρήση του εργαλείου Datasmith), τον καθορισμό διαδρομών πλοήγησης (με spline paths, teleport nodes ή ελεύθερη περιήγηση) και τη δημιουργία εφέ φωτισμού, σκιών και υλικών υψηλής ρεαλιστικότητας.

Η υλοποίηση της λειτουργικότητας πραγματοποιήθηκε κατά κύριο λόγο μέσω των Blueprints, που επέτρεψαν τη διαχείριση λογικής και αλληλεπίδρασης χωρίς τη χρήση εξωτερικού κώδικα. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία όπως το Landscape Tool για τη διαμόρφωση του φυσικού περιβάλλοντος και το Post Process Volume για την οπτική βελτιστοποίηση του χώρου. Το σύστημα υποστηρίζει

πλήρως τις συσκευές εικονικής πραγματικότητας και επιτρέπει τόσο την desktop όσο και την immersive (VR) πλοήγηση.

Η υλοποίηση επιβεβαίωσε την καταλληλότητα της Unreal Engine για έργα μεγάλης κλίμακας με αυξημένες απαιτήσεις εμπύθισης, ρεαλιστικής απεικόνισης και διεπαφής με τον χρήστη, στοιχεία που καθιστούν τη συγκεκριμένη πλατφόρμα εξαιρετικά αποτελεσματική στην ανάπτυξη εικονικών πανεπιστημιακών περιβαλλόντων.

1.6 Επίλογος

Το πρώτο κεφάλαιο αποτέλεσε τη βάση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, παρουσιάζοντας ένα ολοκληρωμένο θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση και αξιολόγηση των εικονικών περιβαλλόντων και των τεχνολογιών που τα υποστηρίζουν. Μέσα από την ανάλυση των βασικών εννοιών της εικονικής πραγματικότητας (VR), της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και των τεχνολογιών εμπύθισης, αναδείχθηκε η πολυπλοκότητα αλλά και η δυναμική εξέλιξη στον χώρο των διαδραστικών ψηφιακών εφαρμογών. Η επισκόπηση των τεχνικών πλοήγησης σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα και των συστημάτων μοντελοποίησης τόνισε τη σημασία της ακρίβειας και της βελτιστοποίησης τόσο σε αισθητικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο, ώστε να επιτυγχάνεται μια ολοκληρωμένη και ευχάριστη εμπειρία χρήστη. Παράλληλα, η παρουσίαση της Unreal Engine ως βασικού εργαλείου ανάπτυξης ανέδειξε τον ρόλο της τεχνολογικής υποδομής στην υλοποίηση πολύπλοκων και απαιτητικών ψηφιακών περιβαλλόντων, συνδυάζοντας προηγμένες δυνατότητες rendering, φυσικής προσομοίωσης και οπτικού scripting. Η μελέτη των μεθοδολογιών και εργαλείων που παρέχει η Unreal Engine επιβεβαίωσε την καταλληλότητά της για την ανάπτυξη εικονικών campus και άλλων εκπαιδευτικών εφαρμογών με υψηλό βαθμό εμπύθισης και διαδραστικότητας.

Τέλος, η θεωρητική προσέγγιση της αρχιτεκτονικής αποτύπωσης και της διαδικασίας μοντελισμού υπογραμμίζει τη σημασία της ενσωμάτωσης ακριβών γεωμετρικών και αισθητικών στοιχείων στη δημιουργία ψηφιακών περιβαλλόντων, εξασφαλίζοντας ρεαλισμό και λειτουργικότητα. Όλες αυτές οι πτυχές συγκλίνουν στο να αποτελέσουν τη βάση για την επόμενη φάση της εργασίας, η οποία εστιάζει στην πρακτική εφαρμογή και στην ανάπτυξη του εικονικού campus, αξιοποιώντας τις θεωρητικές και τεχνολογικές γνώσεις που παρουσιάστηκαν.

Κεφάλαιο 2ο: Μεθοδολογικό Υπόβαθρο

Η παρούσα ενότητα περιγράφει το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη της εικονικής εφαρμογής περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται οι στόχοι και το αντικείμενο της εφαρμογής, το προφίλ των χρηστών στους οποίους αυτή απευθύνεται, καθώς και οι ανάγκες που καλείται να καλύψει. Παράλληλα, παρουσιάζονται τα βασικά μοντέλα ανάπτυξης πολυμεσικών εφαρμογών που μελετήθηκαν, με έμφαση στο μοντέλο που επιλέχθηκε για την υλοποίηση του έργου. Επιπλέον, γίνεται ανασκόπηση συναφών έργων και εφαρμογών, προκειμένου να εντοπιστούν καλές πρακτικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις που συνέβαλαν στον καθορισμό της μεθοδολογίας. Το κεφάλαιο αυτό λειτουργεί ως θεμέλιο για την κατανόηση των στρατηγικών επιλογών που διαμόρφωσαν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της εφαρμογής.

2.1 Σκοπός, Αντικείμενο και Ανάλυση Αναγκών Χρηστών

Η ραγδαία πρόοδος των τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας (VR) επιτρέπει πλέον τη δημιουργία εμπειριών που ξεπερνούν τις παραδοσιακές διαστάσεις απεικονίσεις και προσφέρουν στον χρήστη αίσθηση χώρου, κλίμακας και αλληλεπίδρασης κοντά στην πραγματική ζωή [1]. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός τρισδιάστατου, διαδραστικού εικονικού περιβάλλοντος που αναπαριστά πιστά το campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος.

Βασικός λοιπόν σκοπός είναι να καταστήσει το ίδρυμα «προσβάσιμο» ψηφιακά—είτε ο χρήστης βρίσκεται χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά είτε απλώς επιθυμεί μια προεπισκόπηση πριν από τη φυσική επίσκεψη. Τέτοιου τύπου εφαρμογές έχουν ήδη αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην ενίσχυση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, της πρόσβασης ατόμων με κινητικές δυσκολίες και της προβολής των πανεπιστημιακών υποδομών σε διεθνές κοινό [32].

Το εικονικό περιβάλλον του campus απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών με διαφορετικά κίνητρα και ανάγκες. Πρωτίστως, απευθύνεται σε υποψήφιους φοιτητές, οι οποίοι μέσω της εφαρμογής μπορούν να αποκτήσουν μια ξεκάθαρη εικόνα των εγκαταστάσεων πριν ακόμη εγγραφούν, γεγονός που συντελεί στη λήψη πιο συνειδητοποιημένων αποφάσεων και ενισχύει το αίσθημα εξοικείωσης με το νέο ακαδημαϊκό περιβάλλον [31]. Παράλληλα, η εφαρμογή είναι χρήσιμη για τους ενεργούς φοιτητές, ιδίως κατά τα πρώτα εξάμηνα φοίτησης, καθώς τους βοηθά να προσανατολιστούν στους χώρους του Ιδρύματος και να εντοπίσουν γρήγορα υπηρεσίες, αίθουσες και γραφεία.

Το εργαλείο αυτό ακόμη μπορεί να λειτουργήσει και ως εργαλείο προβολής για το διδακτικό και διοικητικό προσωπικό, καθώς προσφέρει έναν εύχρηστο τρόπο παρουσίασης των υποδομών του Πανεπιστημίου σε υποψήφιους συνεργάτες, αξιολογητές ή ερευνητικούς φορείς. Τέλος, δεν θα πρέπει να παραβλέπεται η σημασία της χρήσης από εξωτερικούς επισκέπτες, όπως είναι οι γονείς φοιτητών ή συμμετέχοντες σε εκδηλώσεις, που ενδέχεται να επιθυμούν να πλοηγηθούν στον χώρο εικονικά, προτού τον επισκεφθούν φυσικά.

Η δημιουργία μιας εφαρμογής που απευθύνεται σε τόσες διαφορετικές κατηγορίες χρηστών επιβάλλει έναν σχεδιασμό που να συνδυάζει λειτουργικότητα, αισθητική, προσβασιμότητα και προσαρμοστικότητα [31]. Μέσω της εικονικής περιήγησης, οι χρήστες αποκτούν μια εξατομικευμένη εμπειρία του campus, με δυνατότητα προσαρμογής στις δικές τους πληροφοριακές ανάγκες και ενδιαφέροντα.

2.2 Τεχνολογική Επιλογή: Unreal Engine και Ανασκόπηση Παρόμοιων Εφαρμογών

Η παρούσα ενότητα εστιάζει στη θεμελίωση της τεχνολογικής βάσης του έργου, με έμφαση στην επιλογή της Unreal Engine ως κύριας πλατφόρμας ανάπτυξης, καθώς και στην επισκόπηση υφιστάμενων εφαρμογών εικονικής περιήγησης σε εκπαιδευτικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα. Η επιλογή της

συγκεκριμένης μηχανής βασίζεται στα προηγμένα χαρακτηριστικά απόδοσης και διαδραστικότητας που προσφέρει, ενώ η μελέτη παρόμοιων παραδειγμάτων βοηθά στον προσδιορισμό βέλτιστων πρακτικών και στη διαμόρφωση του σχεδιασμού της εφαρμογής.

2.2.1 Επιλογή Unreal Engine ως Πλατφόρμα Ανάπτυξης

Η Unreal Engine 5 αποτέλεσε την τεχνολογική βάση για την ανάπτυξη του εικονικού περιβάλλοντος του πανεπιστημίου, κυρίως λόγω των προηγμένων δυνατοτήτων της σε ρεαλιστική απεικόνιση και πραγματικό χρόνο απόδοσης. Η μηχανή αξιοποιεί τεχνολογίες όπως το Nanite, ένα σύστημα εικονικής γεωμετρίας που επιτρέπει τη χρήση λεπτομερών μοντέλων χωρίς σημαντικό κόστος σε απόδοση, και το Lumen, μια δυναμική μέθοδος φωτισμού που παρέχει παγκόσμιο φωτισμό σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας όπως ένα campus. [18]

Επιπλέον, η Unreal προσφέρει ένα ευέλικτο περιβάλλον ανάπτυξης μέσω των Blueprints, επιτρέποντας τη δημιουργία λογικής αλληλεπίδρασης χωρίς απαραίτητα να απαιτείται γνώση παραδοσιακού προγραμματισμού. Αυτή η προσέγγιση επιτάχυνε την ανάπτυξη της εφαρμογής και διευκόλυνε τον σχεδιασμό σεναρίων πλοήγησης και διαδραστικότητας. Η συμβατότητα της Unreal με δεδομένα CAD και BIM (Building Information Modeling) ενίσχυσε την ακρίβεια της αρχιτεκτονικής αναπαράστασης, επιτρέποντας την άμεση ενσωμάτωση υλικού από πραγματικά σχέδια κτιρίων στο περιβάλλον του έργου [18].

Η Unreal, προερχόμενη από τον χώρο των videogames, έχει εξελιχθεί ώστε να περιλαμβάνει βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση μεγάλων και πολύπλοκων σκηνών. Τεχνικές όπως το Level of Detail (LOD) και το Occlusion Culling επιτρέπουν την απόδοση μεγάλων σκηνών χωρίς απώλεια επιδόσεων, διατηρώντας σταθερό ρυθμό καρέ ακόμη και σε απαιτητικά περιβάλλοντα [31]. Αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν καθοριστικά για την επιλογή της Unreal Engine στο παρόν έργο, το οποίο απαιτεί υψηλή ποιότητα γραφικών και ομαλή εμπειρία χρήστη.

2.2.2 Ανασκόπηση Παρόμοιων Εφαρμογών

Η σχεδίαση και ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε και στη μελέτη υπάρχοντων παραδειγμάτων εικονικών περιηγήσεων, που παρέχουν πολύτιμα πρότυπα όσον αφορά τη χρηστικότητα, τη διάταξη πληροφορίας και την τεχνολογική υλοποίηση. Ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το Harvard Virtual Tour, το οποίο προσφέρει μια διαδραστική 360° περιήγηση στον χώρο του πανεπιστημίου, συνδυάζοντας φωτογραφικό υλικό υψηλής ανάλυσης με αφηγήσεις και πληροφοριακά hotspots. Αν και περιορίζεται κυρίως σε στατικές πανοραμικές προβολές, αποτελεί ένα καλό υπόδειγμα ενσωμάτωσης πολυμεσικού περιεχομένου για σκοπούς προβολής και ενημέρωσης [42].

Αντίστοιχα, το Stanford Virtual Campus Walk επεκτείνει την έννοια της περιήγησης ενσωματώνοντας τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας. Η εφαρμογή του Stanford δίνει έμφαση στην προσβασιμότητα, επιτρέποντας στον χρήστη να περιηγηθεί σε εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις με χρήση VR εξοπλισμού, παρέχοντας παράλληλα πληροφόρηση σχετικά με τη λειτουργία κάθε κτιρίου [43]. Παρότι δεν φτάνει τα επίπεδα φωτορεαλισμού της Unreal, καταδεικνύει τη σημασία της εστίασης στην εμπειρία του τελικού χρήστη.

Επιπλέον, η εφαρμογή Virtual Acropolis Museum παρότι προέρχεται από τον πολιτιστικό τομέα, αξιοποιεί προηγμένα μοντέλα 3D αναπαράστασης και διαδραστικό περιβάλλον για την ξενάγηση επισκεπτών στους εκθεσιακούς χώρους. Η ακρίβεια της γεωμετρίας και η δυναμική πλοήγηση που προσφέρει, την καθιστούν παράδειγμα τεχνολογικά συγγενές με το παρόν έργο, καθώς ενσωματώνει στοιχεία τόσο εκπαιδευτικού όσο και βιωματικού χαρακτήρα [33].

Η ανάλυση των παραπάνω παραδειγμάτων συνέβαλε καθοριστικά στον καθορισμό των τεχνικών και λειτουργικών προδιαγραφών της παρούσας εφαρμογής. Μέσα από την παρατήρηση των δυνατοτήτων αλλά και των περιορισμών τους, κατέστη δυνατή η διαμόρφωση μιας πιο ολοκληρωμένης, ρεαλιστικής και αλληλεπιδραστικής εμπειρίας περιήγησης για το περιβάλλον του Διεθνούς Πανεπιστημίου.

2.3 Μοντέλα Ανάπτυξης Λογισμικού & Πολυμεσικών Συστημάτων

Η ανάπτυξη λογισμικού και πολυμεσικών εφαρμογών βασίζεται σε τυποποιημένες διαδικασίες που συμβάλλουν στον συστηματικό σχεδιασμό, στην οργάνωση των εργασιών και στην αποτελεσματική παραγωγή του τελικού προϊόντος [34]. Τα μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού, τα οποία συχνά αποκαλούνται και κύκλοι ζωής λογισμικού, παρέχουν ένα δομημένο πλαίσιο για τη διαχείριση κάθε φάσης του έργου, από την ανάλυση απαιτήσεων μέχρι τη συντήρηση [35]. Η ύπαρξη αυτών των μοντέλων προσφέρει σαφήνεια στον τρόπο οργάνωσης της ομάδας ανάπτυξης, ενισχύει την αποδοτικότητα, μειώνει τα λάθη και συμβάλλει στη συνεπή τεκμηρίωση του έργου [36].

Η ανάπτυξη πολυμεσικών συστημάτων ακολουθεί τις ίδιες αρχές με την ανάπτυξη λογισμικού, καθώς αποτελούν ουσιαστικά μια ειδική κατηγορία εφαρμογών λογισμικού που εστιάζει στη χρήση πολυμεσικού περιεχομένου και στη διαδραστικότητα [34]. Για τον λόγο αυτόν, τα μοντέλα ανάπτυξης που έχουν διαμορφωθεί στον τομέα της τεχνολογίας λογισμικού εφαρμόζονται, με μικρές προσαρμογές, και στα έργα πολυμέσων [35].

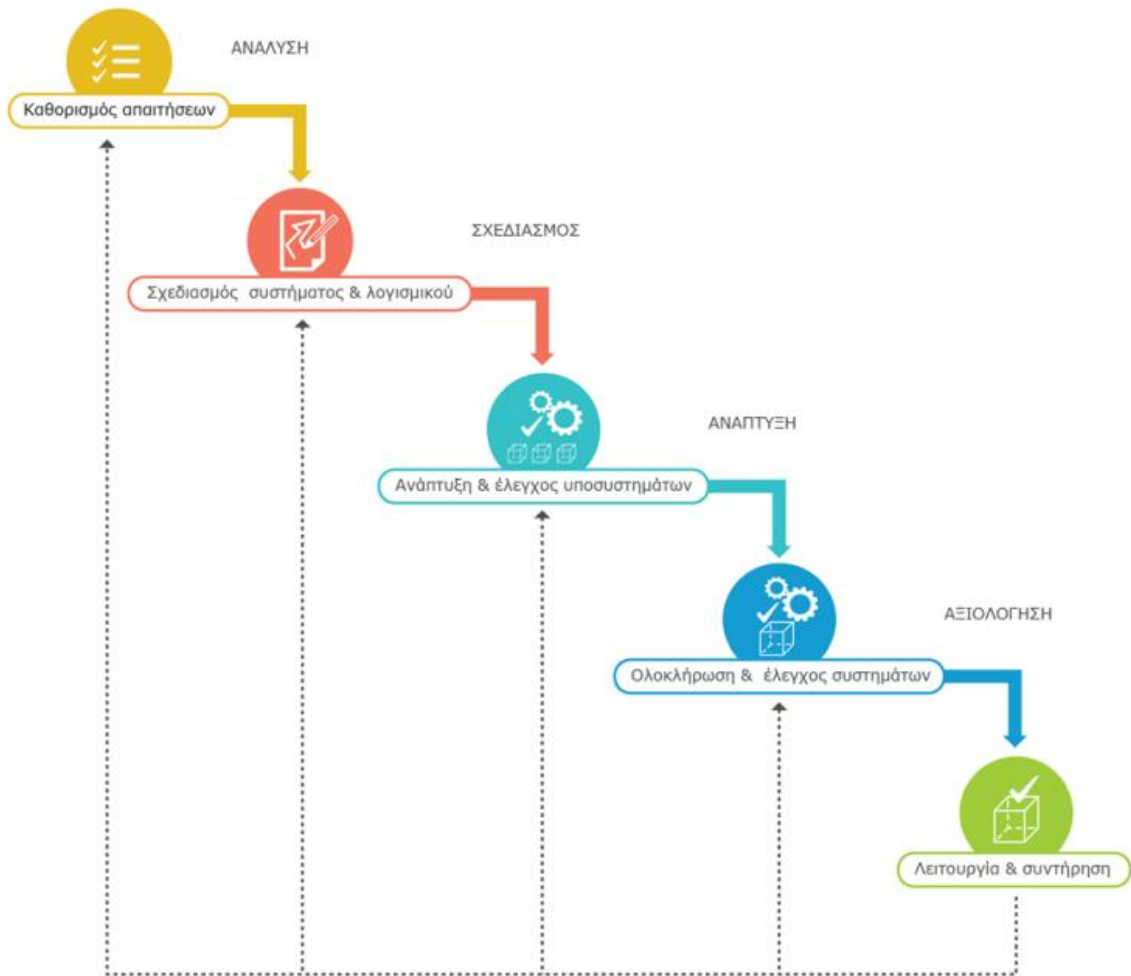
Στην προσπάθεια κατάταξης αυτών των μοντέλων, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τα γραμμικά ή ακολουθιακά μοντέλα, όπως το μοντέλο καταρράκτη, όπου κάθε φάση πρέπει να ολοκληρωθεί πλήρως πριν προχωρήσουμε στην επόμενη, χωρίς δυνατότητα επιστροφής [36]. Η δεύτερη περιλαμβάνει τα επαναληπτικά ή αυξητικά μοντέλα, όπως το μοντέλο γρήγορης ανάπτυξης εφαρμογών (RAD), όπου οι φάσεις επαναλαμβάνονται κυκλικά και το προϊόν εξελίσσεται σταδιακά με βάση τη συνεχή ανατροφοδότηση. Τέλος, υπάρχουν τα εξελικτικά μοντέλα, όπως το σπειροειδές, που δίνουν έμφαση στην ανάλυση κινδύνων, στον διαχωρισμό της διαδικασίας σε υποενότητες και στη συνεχή προσαρμογή του έργου στις ανάγκες του χρήστη [35].

Σημαντικό ρόλο παίζουν και τα πιο σύγχρονα ή υβριδικά μοντέλα, τα οποία ενσωματώνουν παραμέτρους όπως η ευελιξία, η επαναχρησιμοποίηση και η ανθρωποκεντρική προσέγγιση. Το αστεροειδές μοντέλο και το μοντέλο CBSE (Component-Based Software Engineering) υποστηρίζουν ανακατασκευή και επανάχρηση στοιχείων λογισμικού, ενώ το μοντέλο Lucid δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον σχεδιασμό με βάση τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά των χρηστών [34]. Αυτές οι προσεγγίσεις είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για έργα πολυμέσων, στα οποία απαιτείται τόσο τεχνική αρτιότητα όσο και υψηλή ποιότητα χρήσης και αισθητικής.

Τελικά, η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου ανάπτυξης είναι μια κρίσιμη απόφαση, καθώς ορίζει το πώς θα προχωρήσει το έργο από το αρχικό στάδιο έως την τελική του μορφή. Ανάλογα με τους στόχους, τη διάρκεια, τους διαθέσιμους πόρους και το επίπεδο διαδραστικότητας που απαιτείται, η ομάδα ανάπτυξης οφείλει να επιλέξει το μοντέλο που ανταποκρίνεται καλύτερα στις συγκεκριμένες συνθήκες και ανάγκες του έργου [35].

2.3.1 Μοντέλο Καταρράκτη

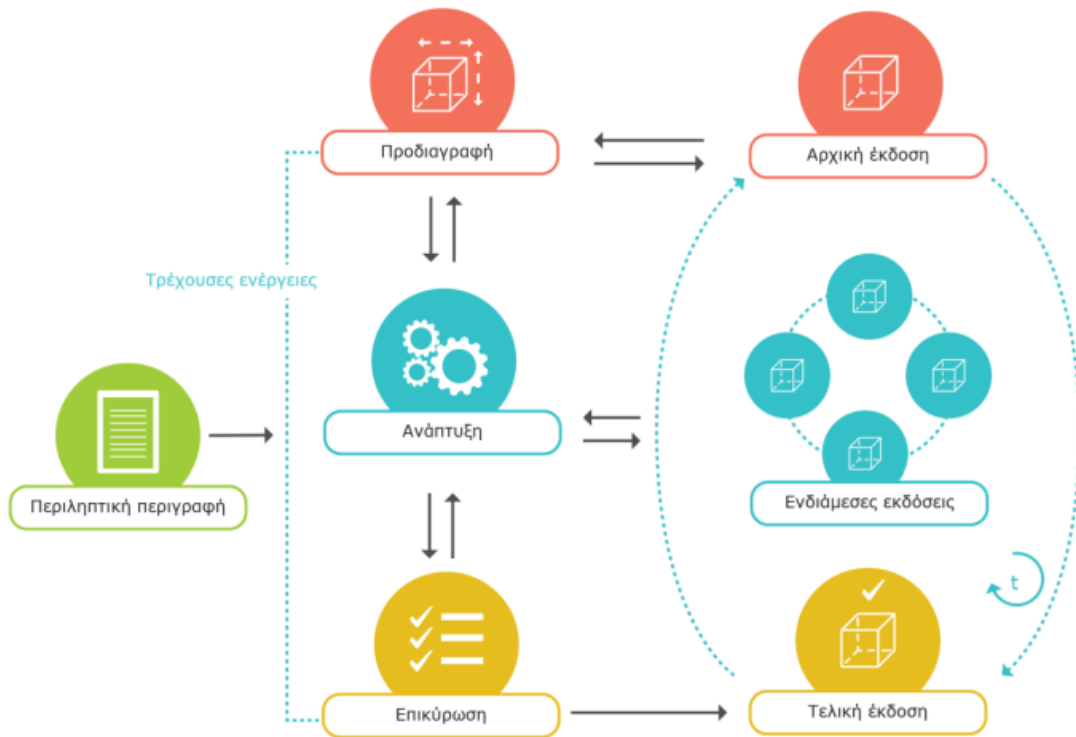
Το μοντέλο καταρράκτη (Waterfall Model) αποτελεί ένα από τα πιο παραδοσιακά και συστηματικά μοντέλα ανάπτυξης λογισμικού. Ακολουθεί μια αυστηρά γραμμική προσέγγιση, όπου κάθε φάση – όπως η συλλογή απαιτήσεων, η ανάλυση, ο σχεδιασμός, η υλοποίηση, οι δοκιμές και η συντήρηση – πρέπει να ολοκληρώνεται πλήρως προτού ξεκινήσει η επόμενη. Η σταθερότητα που προσφέρει το μοντέλο αυτό διευκολύνει τη διαχείριση του έργου, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο προόδου, καθώς κάθε στάδιο έχει ξεκάθαρους στόχους και παραδοτέα. Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα άκαμπτο και δεν επιτρέπει εύκολες ανατροπές ή επαναπροσδιορισμό των απαιτήσεων, κάτι που αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα σε έργα όπου οι ανάγκες μπορεί να μεταβληθούν κατά την ανάπτυξη. Για το λόγο αυτό, ταιριάζει περισσότερο σε έργα με σαφείς, σταθερές απαιτήσεις και καθορισμένο τελικό αποτέλεσμα, και λιγότερο σε ευέλικτα ή καινοτόμα έργα όπως τα πολυμεσικά [34], [35].



Εικόνα 2.1 : Μοντέλο Καταρράκτη: στάδια πολυμεσικής ανάπτυξης [34].

2.3.2 Μοντέλο Πρωτοτυποποίησης – Εξελικτικό/ Επαυξητικό Μοντέλο

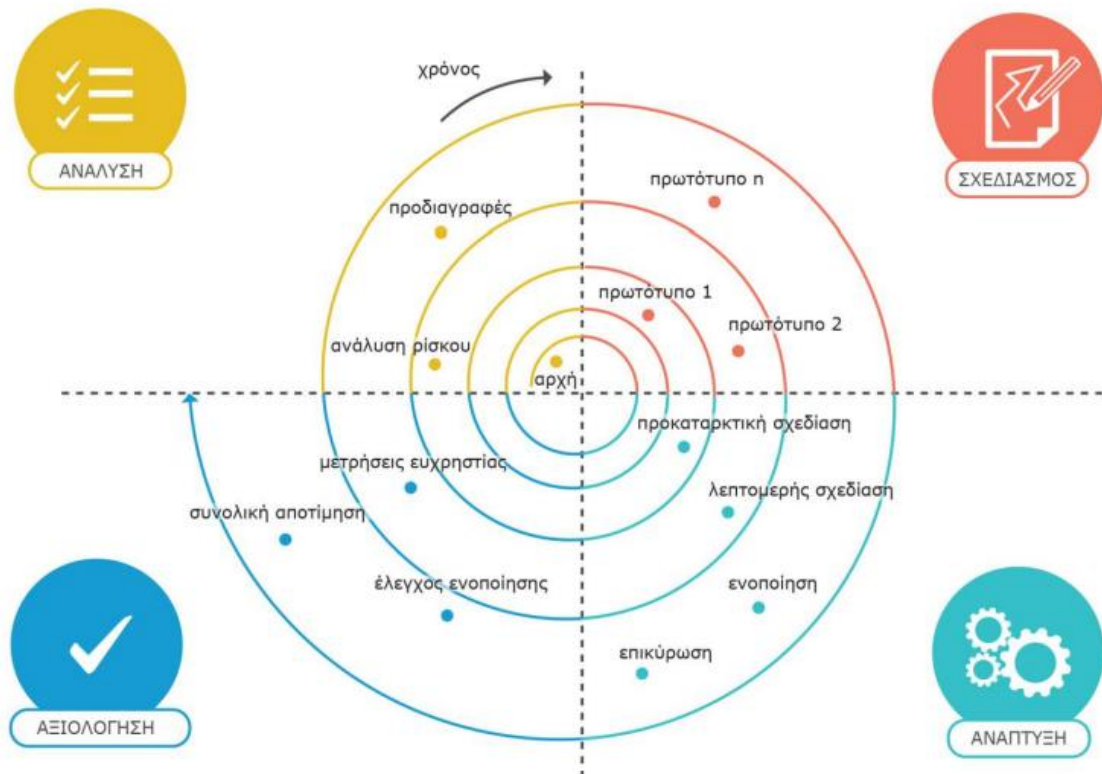
Το μοντέλο πρωτοτυποποίησης, γνωστό και ως εξελικτικό ή επαυξητικό, βασίζεται στην έννοια της σταδιακής προσέγγισης του τελικού προϊόντος μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους υλοποίησης. Στην αρχή δημιουργείται ένα πρωτότυπο, δηλαδή μια πρώτη εκδοχή της εφαρμογής με περιορισμένες λειτουργίες, το οποίο παρουσιάζεται στον χρήστη ώστε να δώσει σχόλια και κατευθύνσεις για τη συνέχεια. Οι απόψεις του χρήστη αξιοποιούνται για τη βελτίωση του επόμενου πρωτοτύπου, και η διαδικασία συνεχίζεται κυκλικά έως ότου επιτευχθεί η τελική μορφή του προϊόντος. Η προσέγγιση αυτή ενθαρρύνει τη συνεργασία σχεδιαστών και χρηστών, μειώνει τον κίνδυνο παρερμηνείας απαιτήσεων και οδηγεί σε πιο χρηστικά και λειτουργικά αποτελέσματα. Είναι ιδανική για πολυμεσικές εφαρμογές, όπου η εμπειρία χρήστη και η δοκιμή διαδραστικών στοιχείων παίζουν κρίσιμο ρόλο στην επιτυχία του έργου [34],[36].



Εικόνα 2.2 :Εξελικτικό/ επαυξητικό μοντέλο: φάσεις πολυμεσικής ανάπτυξης [34].

2.3.3 Ελικοειδές – Σπειροειδές Μοντέλο

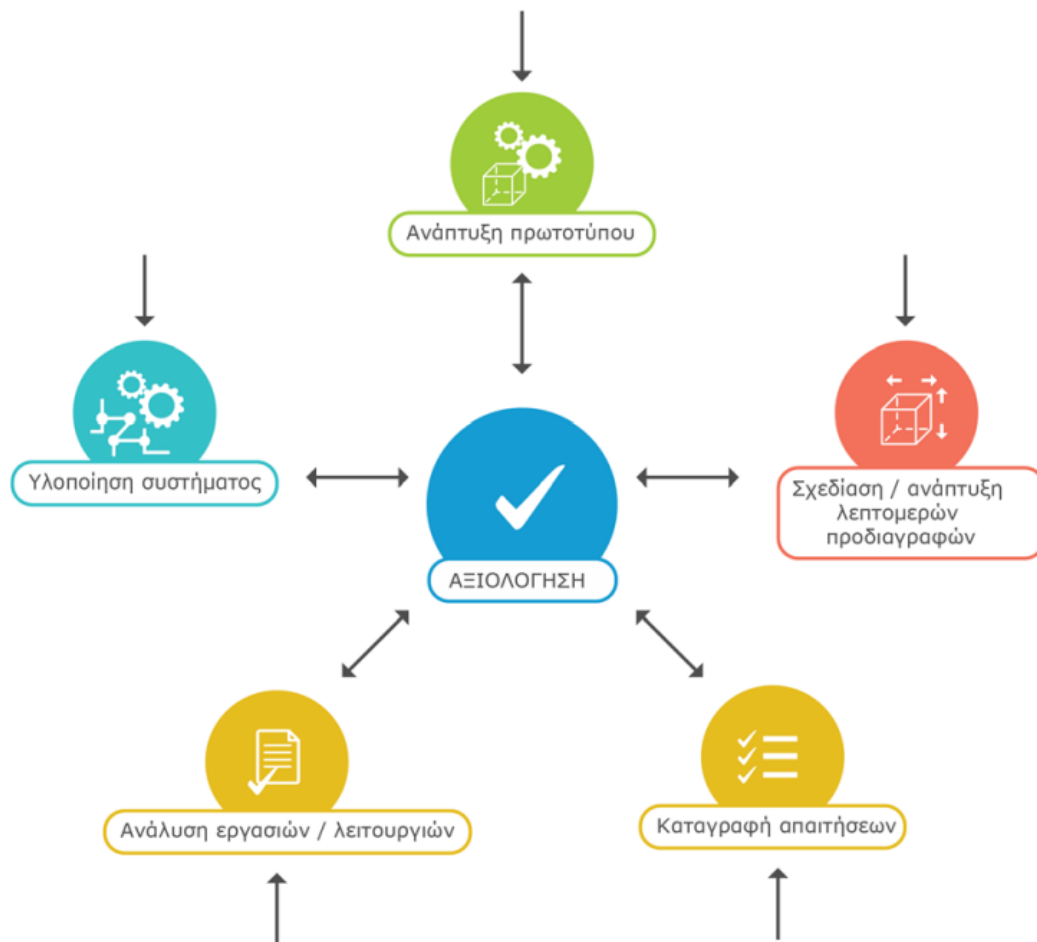
Το σπειροειδές ή ελικοειδές μοντέλο (Spiral Model) αποτελεί έναν ευέλικτο και ισχυρό συνδυασμό των πλεονεκτημάτων του μοντέλου καταρράκτη και της πρωτοτυποποίησης, ενσωματώνοντας παράλληλα έντονη εστίαση στη διαχείριση κινδύνων. Η ανάπτυξη πραγματοποιείται μέσα από συνεχείς κύκλους (ή σπείρες), οι οποίοι περιλαμβάνουν την ανάλυση απαιτήσεων, την εκτίμηση κινδύνων, τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση. Μετά από κάθε κύκλο, γίνεται επαναξιολόγηση και αποφασίζεται αν θα προχωρήσει το έργο, αν θα επανεκκινήσει κάποια φάση ή αν απαιτούνται αλλαγές. Αυτή η κυκλική πορεία επιτρέπει την ενσωμάτωση νέων πληροφοριών και την ευελιξία στην τροποποίηση των στόχων. Είναι ιδανικό για μεγάλης κλίμακας έργα με υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας ή καινοτομίας, και ενδείκνυται ιδιαίτερα για πολυμεσικά έργα που εξελίσσονται μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης και απαιτούν στρατηγική προσέγγιση κινδύνων [34],[35].



Εικόνα 2.3: Ελικοειδές/ σπειροειδές μοντέλο: φάσεις πολυμεσικής ανάπτυξης [34].

2.3.4 Αστεροειδές Μοντέλο

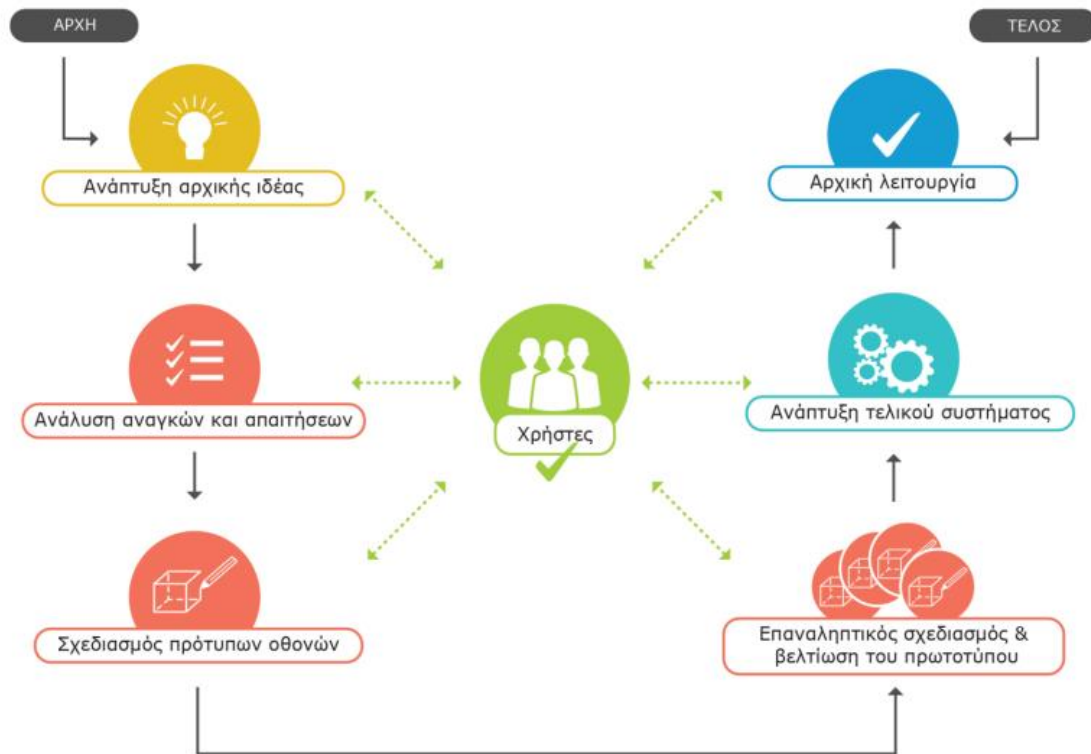
Το αστεροειδές μοντέλο (Star Model) διακρίνεται για τη μη γραμμική του προσέγγιση στην ανάπτυξη λογισμικού. Δεν ακολουθεί μια αυστηρά καθορισμένη σειρά φάσεων, αλλά αντιμετωπίζει την αξιολόγηση ως κεντρικό και συνεχή άξονα καθ' όλη τη διάρκεια του έργου. Σε οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε στάδιο, ο σχεδιαστής μπορεί να επιστρέψει, να επανεξετάσει ή να αναθεωρήσει κάποιο προηγούμενο βήμα με βάση νέα δεδομένα, σχόλια χρηστών ή τεχνικούς περιορισμούς. Το μοντέλο ενθαρρύνει την ευελιξία, τη δημιουργικότητα και τη σταθερή βελτίωση του προϊόντος μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης. Εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών, είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για την ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών με έντονα διαδραστικά ή καλλιτεχνικά χαρακτηριστικά, όπου η εμπειρία χρήστη μπορεί να μεταβάλει ουσιαστικά τη ροή σχεδιασμού [36].



Εικόνα 2.4: Αστεροειδές μοντέλο: φάσεις πολυμεσικής ανάπτυξης [34].

2.3.5 Αρχές Ανθρωποκεντρικού Σχεδιασμού – Μοντέλο Lucid

Το μοντέλο Lucid (Logical User-Centered Interactive Design) αποτελεί μια εξελιγμένη μεθοδολογία βασισμένη στις αρχές του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού, σύμφωνα με τις οποίες ο τελικός χρήστης αποτελεί τον πυρήνα της αναπτυξιακής διαδικασίας. Η προσέγγιση αυτή δίνει έμφαση στην κατανόηση των αναγκών, των προσδοκιών και των περιορισμών των χρηστών και ενσωματώνει αυτά τα δεδομένα σε κάθε στάδιο σχεδιασμού. Το Lucid δεν αποτελεί απλώς ένα τεχνικό πλαίσιο αλλά ένα νοοτροπιακό εργαλείο που ενισχύει τη χρηστικότητα, την προσβασιμότητα και τη συναισθηματική σύνδεση του χρήστη με την εφαρμογή. Είναι εξαιρετικά κατάλληλο για πολυμεσικά έργα που απευθύνονται σε διαφορετικά κοινά και απαιτούν δυναμικές και προσαρμοστικές διεπαφές. Ιδιαίτερη αξία αποκτά σε εφαρμογές πολιτιστικού ή εκπαιδευτικού χαρακτήρα, όπως ψηφιακές περιηγήσεις ή εικονικά μουσεία [34],[35].



Εικόνα 2.5: Το μοντέλο του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού «LUCID»: φάσεις πολυμεσικής ανάπτυξης [34].

2.4 Επίλογος

Το Κεφάλαιο 2 αποτέλεσε τον πυλώνα για την κατανόηση των μεθοδολογικών επιλογών που καθόρισαν τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε το πολυμεσικό έργο. Μέσα από τη διαμόρφωση ενός στιβαρού θεωρητικού και τεχνικού υπόβαθρου, εντοπίστηκαν οι ανάγκες των τελικών χρηστών, καθορίστηκε το περιβάλλον ανάπτυξης και αναλύθηκαν οι εναλλακτικές στρατηγικές που θα μπορούσαν να υιοθετηθούν για την υλοποίηση του έργου.

Αρχικά, η ενότητα 2.1 ανέδειξε τη σημασία της στοχοθεσίας, της ανάλυσης του κοινού-στόχου και της αποτύπωσης των βασικών αναγκών και απαιτήσεων των χρηστών. Αυτή η προσέγγιση δημιούργησε τις προϋποθέσεις για μια ανθρωποκεντρική σχεδιαστική πορεία, η οποία καθοδήγησε το έργο από την αρχή έως το τέλος. Στη συνέχεια, η ενότητα 2.2 εστίασε στην τεχνολογική επιλογή της Unreal Engine ως κύριου εργαλείου ανάπτυξης, αναλύοντας τα συγκριτικά της πλεονεκτήματα έναντι άλλων μηχανών γραφικών, όπως η υψηλή ποιότητα απεικόνισης, η υποστήριξη για ρεαλιστικές εμπειρίες και η ευελιξία στον σχεδιασμό διαδραστικών εφαρμογών. Παράλληλα, μέσα από την ανασκόπηση παρόμοιων εφαρμογών, αναδείχθηκαν οι σύγχρονες τάσεις στον χώρο των ψηφιακών εμπειριών και εντοπίστηκαν τα στοιχεία και οι πρακτικές που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ή να αποφευχθούν.

Στο πλαίσιο της ενότητας 2.3, παρουσιάστηκε ένα ευρύ φάσμα μοντέλων ανάπτυξης λογισμικού και πολυμεσικών συστημάτων, τα οποία προσφέρουν διαφορετικές προσεγγίσεις σχεδιασμού, από τη στατική και προγραμματισμένη ροή του μοντέλου καταρράκτη, μέχρι τις πιο ευέλικτες και κυκλικές διαδικασίες όπως τα εξελικτικά και σπειροειδή μοντέλα. Το αστεροειδές μοντέλο ενίσχυσε την ανάγκη για διαρκή αξιολόγηση, ενώ το ανθρωποκεντρικό μοντέλο Lucid προσέδωσε ιδιαίτερη έμφαση στη διαδραστικότητα και τη συμπερίληψη των χρηστών καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης. Η παρουσίαση αυτών των μοντέλων δεν έγινε αποσπασματικά, αλλά με στόχο τη δημιουργία ενός πλαισίου που να στηρίζει την ορθολογική και στρατηγική επιλογή μεθόδου ανάπτυξης, προσαρμοσμένης στις ανάγκες του συγκεκριμένου πολυμεσικού έργου.

Κεφάλαιο 2

Συνολικά, το μεθοδολογικό υπόβαθρο που καταγράφηκε σε αυτό το κεφάλαιο δεν αποτελεί απλώς ένα ακαδημαϊκό εργαλείο, αλλά ένα πρακτικό θεμέλιο που επέτρεψε την υλοποίηση του έργου με σαφή προσανατολισμό, τεκμηριωμένες επιλογές και συνέπεια στον σχεδιασμό. Η σύνδεση μεταξύ της τεχνολογικής πλατφόρμας, της ανάλυσης των χρηστών και της επιλογής του κατάλληλου μοντέλου ανάπτυξης εξασφάλισε όχι μόνο την τεχνική αρτιότητα του τελικού προϊόντος, αλλά και τη λειτουργικότητά του ως εμπειρία χρήστη. Έτσι, το Κεφάλαιο 2 έθεσε τις βάσεις για τη δημιουργία ενός καινοτόμου και ουσιαστικού πολυμεσικού έργου, στο οποίο η μεθοδολογία συνάντησε τη δημιουργικότητα με γνώμονα πάντα τον άνθρωπο και την εμπειρία του.

Κεφάλαιο 3ο: Ανάλυση Λειτουργικών και Μη Λειτουργικών Α- παιτήσεων

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην καταγραφή και ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος που αναπτύχθηκε, τόσο από λειτουργική όσο και από μη λειτουργική σκοπιά. Οι απαιτήσεις αποτελούν τη βάση για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης, καθώς καθορίζουν τι πρέπει να υλοποιηθεί (λειτουργικές απαιτήσεις) και πώς πρέπει να το υλοποιηθεί (μη λειτουργικές απαιτήσεις). Παράλληλα, γίνεται αναφορά στους βασικούς περιορισμούς που επηρέασαν την ανάπτυξη, καθώς και στα κριτήρια επιτυχίας του έργου. Η ανάλυση αυτή αποτελεί καθοριστικό βήμα στην ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών και διαδραστικών περιβαλλόντων, καθώς εξασφαλίζει τη σαφήνεια, πληρότητα και αξιοπιστία της υλοποίησης.

3.1.1 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Η εφαρμογή προσφέρει στον χρήστη τη δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης εντός του εικονικά αποτυπωμένου campus, το οποίο έχει σχεδιαστεί ώστε να προσομοιώνει με ακρίβεια τον πραγματικό χώρο του Πανεπιστημίου. Ο χρήστης κινείται σε λειτουργία πρώτου προσώπου (First-Person View), αξιοποιώντας τα βασικά πλήκτρα κατεύθυνσης του πληκτρολογίου (WASD), σύμφωνα με τις προκαθορισμένες δυνατότητες που προσφέρει το Unreal Engine μέσω του ενσωματωμένου First Person Template και των Blueprints.

Η περιήγηση δεν περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις με αντικείμενα ή διεπαφές (UI), γεγονός που εστιάζει την εμπειρία χρήσης στην οπτική εξερεύνηση του χώρου και την προσομοίωση της φυσικής μετακίνησης μέσα σε ένα ρεαλιστικό, τρισδιάστατο πανεπιστημιακό περιβάλλον.[44]

3.1.2 Ειδικά Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Η εφαρμογή περιήγησης έχει σχεδιαστεί ώστε να προσφέρει στον χρήστη μια ρεαλιστική εμπειρία εξερεύνησης του campus, με επίκεντρο την ακρίβεια και την πιστότητα στην αναπαράσταση του φυσικού περιβάλλοντος. Ολόκληρος ο εικονικός χώρος έχει αποδοθεί σε φυσική κλίμακα, στηριζόμενος σε πραγματικές αρχιτεκτονικές αναφορές και αποτυπώσεις, γεγονός που ενισχύει την αίσθηση αυθεντικότητας και επιτρέπει την εύκολη αναγνώριση των περιοχών από άτομα που έχουν ήδη επισκεφθεί τον χώρο φυσικά. Η πλοήγηση είναι μονοκατευθυνόμενη και δεν παρέχει δυνατότητα εξόδου από τα όρια του campus, καθώς έχουν εφαρμοστεί περιοριστικά στοιχεία όπως αόρατα τοιχώματα (colliders ή bounding volumes), που καθορίζουν τα επιτρεπτά όρια μετακίνησης του χρήστη. Επιπλέον, η εμπειρία είναι μονοχρηστική και απευθύνεται σε όλους τους χρήστες με τον ίδιο τρόπο, χωρίς διακριτούς ρόλους ή απαιτήσεις σύνδεσης. Όλοι οι επισκέπτες έχουν ισοδύναμες δυνατότητες πλοήγησης, χωρίς δυνατότητα παρέμβασης ή αλληλεπίδρασης με επιμέρους αντικείμενα. Η απλότητα αυτή στον σχεδιασμό επιτρέπει την άμεση εστίαση στην εξερεύνηση και την κατανόηση της διάταξης του πανεπιστημιακού χώρου, χωρίς να αποσπάται η προσοχή από πολύπλοκα μενού ή λειτουργίες.[37]

3.1.3 Απαιτήσεις Χειρισμού και Ελάχιστες Δεξιότητες Χρήστη

Η χρήση της εφαρμογής δεν προϋποθέτει εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις ή προηγούμενη εμπειρία με τρισδιάστατα περιβάλλοντα. Η σχεδίαση έχει στηριχθεί στην αρχή της ευχρηστίας και της προσβασιμότητας, ώστε να καθίσταται δυνατή η χρήση από οποιονδήποτε χρήστη με βασικές δεξιότητες χειρισμού υπολογιστή. Η πλοήγηση πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω της χρήσης του πληκτρολογίου, με αξιοποίηση των κλασικών πλήκτρων κατεύθυνσης (WASD), της κάμερας με τη βοήθεια του ποντικιού και της βασικής λειτουργικότητας του προτύπου “First Person Character” της Unreal Engine.

Επιπλέον, λόγω της απουσίας μενού, επιλογών ή διαδραστικών στοιχείων, ο χρήστης δεν χρειάζεται να ερμηνεύσει περίπλοκες διεπαφές ή να λάβει αποφάσεις εντός της εφαρμογής. Η περιήγηση είναι καθαρά παθητική και επικεντρώνεται στην εξερεύνηση του χώρου, προσφέροντας μια οπτικά ικανοποιητική εμπειρία χωρίς γνωστικά εμπόδια. Αυτή η προσέγγιση καθιστά την εφαρμογή κατάλληλη ακόμη και για ηλικιακά ή τεχνολογικά ετερόκλητες ομάδες χρηστών, όπως μαθητές, επισκέπτες ή νέους φοιτητές που δεν είναι εξοικειωμένοι με τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας ή πολυμεσικών εφαρμογών[37].

3.2 Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν εκείνα τα χαρακτηριστικά που δεν σχετίζονται με το τι μπορεί να κάνει το σύστημα, αλλά με το πώς το κάνει. Αφορούν κυρίως την απόδοση, τη σταθερότητα, την ευχρηστία, την αισθητική και τη δυνατότητα μελλοντικής επεκτασιμότητας της εφαρμογής. Η καλή υλοποίηση αυτών των απαιτήσεων επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την τελική εμπειρία του χρήστη, καθώς και τη βιωσιμότητα του έργου μακροπρόθεσμα.

3.2.1 Απόδοση και Τεχνικές Προδιαγραφές

Η απόδοση της εφαρμογής αποτέλεσε κρίσιμο στοιχείο κατά την ανάπτυξή της, καθώς το εικονικό περιβάλλον που απεικονίζει ολόκληρο το campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος απαιτεί σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους. Για την επίτευξη σταθερής απόδοσης, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές όπως το Level of Detail (LOD), το occlusion culling, και το light baking, που συμβάλλουν στη μείωση του φορτίου κατά την απεικόνιση. Η Unreal Engine παρέχει εγγενή υποστήριξη για αυτές τις τεχνικές, επιτρέποντας τη διατήρηση ομαλής εμπειρίας ακόμα και σε μεγάλους χώρους. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί για υπολογιστές με τουλάχιστον τετραπύρηνο επεξεργαστή, 8GB μνήμης RAM και κάρτα γραφικών συμβατή με DirectX 11. Δεν προσφέρεται υποστήριξη για κινητές συσκευές ή VR προς το παρόν, γεγονός που επιτρέπει πιο σταθερή απόδοση και καλύτερο έλεγχο της ποιότητας γραφικών [18].

3.2.2 Ευχρηστία και Απλότητα Χρήσης

Η ευχρηστία της εφαρμογής ήταν στρατηγική απόφαση στον σχεδιασμό, δεδομένου ότι απευθύνεται σε ευρύ κοινό — όπως δυνητικοί φοιτητές, επισκέπτες, ή ακαδημαϊκοί — χωρίς την προϋπόθεση προηγούμενης εξοικείωσης με ψηφιακά περιβάλλοντα πλοήγησης. Δεν ενσωματώνεται περιβάλλον μενού ή επιλογών διεπαφής, προκειμένου να διατηρηθεί η εμπειρία καθαρή και απλή. Ο χρήστης κινείται με τα πλήκτρα κατεύθυνσης WASD και ελέγχει το οπτικό του πεδίο με το ποντίκι, όπως συμβαίνει στα περισσότερα first-person περιβάλλοντα. Η επιλογή αυτού του μοντέλου χειρισμού βασίστηκε στην

ευρύτερη αποδοχή και εξοικείωση του κοινού με τον συγκεκριμένο τύπο πλοήγησης. Η προσέγγιση αυτή μειώνει τον γνωστικό φόρτο και αποτρέπει την ανάγκη εκμάθησης πολύπλοκων λειτουργιών [38].

3.2.3 Αισθητική Ποιότητα και Οπτικός Ρεαλισμός

Οπτικός ρεαλισμός και αισθητική συνέπεια αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες για την επίτευξη εμπύ-
θησης στο εικονικό περιβάλλον. Η αρχιτεκτονική και χωρική απόδοση των κτηρίων του πανεπιστημίου
βασίστηκε σε πραγματικά φωτογραφικά δεδομένα και διαθέσιμες κατόψεις, ώστε να αποδοθεί με ακρί-
βεια η κλίμακα, τα υλικά, και η γεωμετρία. Χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνικές φωτισμού όπως
dynamic lighting, global illumination, HDR skyboxes και ambient occlusion. Τα υλικά που εφαρμόστη-
καν στα μοντέλα διαθέτουν ρεαλιστική υφή και αντανακλάσεις, δίνοντας βάθος και φυσικότητα στο
περιβάλλον. Το αποτέλεσμα είναι ένας χώρος που αναπαριστά πειστικά τον πραγματικό πανεπιστη-
μιακό χώρο, προσφέροντας στον χρήστη αίσθηση παρουσίας και πιστότητας [39].

3.2.4 Επεκτασιμότητα και Συντηρησιμότητα

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τρόπο που να επιτρέπει μελλοντικές επεκτάσεις ή παραμετροποιήσεις,
χωρίς να απαιτείται επανασχεδιασμός του βασικού πυρήνα. Η χρήση του συστήματος Blueprint της
Unreal Engine ενισχύει αυτή τη δυνατότητα, αφού παρέχει έναν εύχρηστο και ευέλικτο τρόπο δημιουρ-
γίας λογικής χωρίς τη χρήση γλώσσας προγραμματισμού. Μελλοντικές προσθήκες, όπως υποστήριξη
VR συσκευών, δυνατότητα εμφάνισης πληροφοριακών στοιχείων (tooltips ή hotspots) ή ακόμα και πο-
λυγλωσσική υποστήριξη, μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στην υπάρχουσα δομή. Επιπλέον, η
modular αρχιτεκτονική επιτρέπει τη συντήρηση του περιβάλλοντος, την ενημέρωση επιμέρους περιο-
χών ή ακόμα και την αντικατάσταση μοντέλων χωρίς επιπτώσεις στη συνολική λειτουργικότητα. [18]

3.3 Περιορισμοί του Συστήματος

Η ανάπτυξη και λειτουργία του εικονικού περιβάλλοντος του campus δεν είναι απαλλαγμένη από ορι-
σμένους περιορισμούς που επηρεάζουν τόσο την τεχνική απόδοση όσο και την εμπειρία του χρήστη.
Παρότι έχει γίνει σημαντική προσπάθεια να επιτευχθεί υψηλή ποιότητα απεικόνισης, ρεαλισμός και
ευχρηστία, το σύστημα περιορίζεται από τεχνικές δυνατότητες της πλατφόρμας και των υπολογιστικών
πόρων, καθώς και από τις επιλογές σχεδίασης που διασφαλίζουν απλότητα και προσβασιμότητα. Επι-
πλέον, η εφαρμογή αντανακλά στατικά το φυσικό περιβάλλον του Πανεπιστημίου, χωρίς υποστήριξη
δυναμικών αλλαγών σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, παρά την απλότητα της πλοήγησης, η έλλειψη εξει-
δικευμένων εργαλείων υποστήριξης μπορεί να περιορίσει την προσβασιμότητα για ορισμένες ομάδες
χρηστών. Στα επόμενα υποκεφάλαια, εξετάζονται αναλυτικά οι κύριοι τεχνικοί, περιβαλλοντικοί και
ανθρώπινοι περιορισμοί που χαρακτηρίζουν το σύστημα.

3.3.1 Τεχνικοί Περιορισμοί

Η ανάπτυξη του εικονικού περιβάλλοντος βασίστηκε στην Unreal Engine, η οποία παρότι είναι εξαιρε-
τικά ισχυρή πλατφόρμα, παρουσιάζει ορισμένους τεχνικούς περιορισμούς. Η εφαρμογή υποστηρίζει
αποκλειστικά την πλοήγηση σε υπολογιστές (desktop και laptop), γεγονός που περιορίζει τη χρήση της
σε άλλες συσκευές όπως κινητά ή VR headsets. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα του μοντέλου και ο όγκος
των δεδομένων του campus επιβάλλουν υψηλές απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ, γεγονός που ενδέχε-
ται να μειώσει την απόδοση σε παλαιότερους ή λιγότερο ισχυρούς υπολογιστές [18]. Επίσης, η χρήση

μόνο του first-person keyboard navigation χωρίς υποστήριξη άλλων τύπων αλληλεπίδρασης περιορίζει την ευελιξία και τις δυνατότητες που μπορεί να έχει ο χρήστης.

3.3.2 Περιβαλλοντικοί Περιορισμοί

Το εικονικό περιβάλλον αναπαριστά με υψηλή πιστότητα και λεπτομέρεια το campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη και ρεαλιστική εμπειρία πλοήγησης. Η προσεκτική χρήση φωτορεαλιστικών υφών και ακριβών μοντέλων αποτυπώνει με ακρίβεια την αρχιτεκτονική και την αισθητική των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων. Ωστόσο, λόγω της φύσης της εφαρμογής, η απεικόνιση βασίζεται σε στατικές καταστάσεις, χωρίς δυνατότητα δυναμικών αλλαγών ή άμεσης ενημέρωσης βάσει πραγματικού χρόνου. Αυτό σημαίνει πως τυχόν μελλοντικές τροποποιήσεις ή ανακαινίσεις στο φυσικό campus δεν μπορούν να ενσωματωθούν άμεσα στην εφαρμογή. Παρά τον περιορισμό αυτό, το επίπεδο λεπτομέρειας και η πιστότητα της αναπαράστασης διασφαλίζουν μια άκρως ικανοποιητική και εμπυθιστική εμπειρία για τον χρήστη, αντανακλώντας το σύγχρονο πρόσωπο του Πανεπιστημίου με εξαιρετική ακρίβεια [39].

3.3.3 Περιορισμοί Ανθρώπινου Παράγοντα

Η σχεδίαση του εικονικού περιβάλλοντος έχει ως βασική αρχή την απλότητα και την προσβασιμότητα, επιτρέποντας σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών να εξερευνήσουν το campus χωρίς περιττές δυσκολίες. Ωστόσο, η εστίαση στην εύκολη και άμεση πλοήγηση μέσω πρώτου προσώπου (first-person navigation) με τη χρήση πληκτρολογίου και ποντικιού, ενώ εξασφαλίζει ομαλή εμπειρία για τους περισσότερους χρήστες, περιορίζει τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης και εξατομίκευσης. Η έλλειψη μενού επιλογών ή διεπαφής χρήστη σημαίνει ότι η εμπειρία είναι «καθαρή» και μη φορτισμένη, δίνοντας έμφαση στον χώρο και την οπτική ανακάλυψη, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να αποθαρρύνει χρήστες που επιζητούν περισσότερες λειτουργίες και ελευθερία κινήσεων.

Επιπλέον, αν και το περιβάλλον είναι προσεκτικά σχεδιασμένο ώστε να είναι προσβάσιμο στο ευρύ κοινό, υπάρχουν περιθώρια για περαιτέρω βελτιώσεις που θα εξυπηρετούσαν καλύτερα χρήστες με ειδικές ανάγκες, όπως η ενσωμάτωση υποστήριξης για βοηθητικές τεχνολογίες (π.χ. voice commands, εναλλακτικά χειριστήρια) ή οπτικές/ηχητικές οδηγίες πλοήγησης. Τέτοιες βελτιώσεις όχι μόνο θα διευρύναν το κοινό της εφαρμογής, αλλά θα ενίσχυαν και την εμπειρία εμπύθισης, καθιστώντας την πιο φιλική και διαδραστική.

Συνολικά, ενώ οι ανθρώπινοι περιορισμοί δεν υποβαθμίζουν την αξία της εφαρμογής, αντιθέτως προσφέρουν πολύτιμα σημεία αναφοράς για την εξέλιξη της, ανοίγοντας το δρόμο για καινοτόμες επεκτάσεις που θα συνδυάζουν ρεαλισμό, προσβασιμότητα και διαδραστικότητα [40].

3.4 Κριτήρια Επιτυχίας του Έργου

Η αξιολόγηση της επιτυχίας ενός έργου, και ιδίως μιας πολυμεσικής ή διαδραστικής εφαρμογής, εξαρτάται από το κατά πόσο επιτυγχάνονται οι αρχικοί στόχοι, καλύπτονται οι ανάγκες των χρηστών και διασφαλίζεται η τεχνική και λειτουργική πληρότητα της λύσης. Στην περίπτωση του παρόντος έργου, που αφορά την ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, τα κριτήρια επιτυχίας μπορούν να διαχωριστούν σε λειτουργικά, τεχνικά, χρηστικά και ποιοτικά.

3.4.1 Πληρότητα Περιεχομένου και Οπτική Πιστότητα

Ένα από τα βασικότερα κριτήρια επιτυχίας είναι η ρεαλιστική και ακριβής αναπαράσταση των εγκαταστάσεων του Πανεπιστημίου. Αυτό περιλαμβάνει την πιστή αποτύπωση του χώρου (κτιριακά

συγκροτήματα, μονοπάτια, φυσικό περιβάλλον), την ποιότητα της 3D μοντελοποίησης και την αληθοφανή απεικόνιση μέσω φωτισμών, υφών και υλικών (textures). Όσο πιο πιστό είναι το περιβάλλον στην πραγματική εμπειρία, τόσο μεγαλύτερη η επιτυχία του έργου σε επίπεδο απεικόνισης [22].

3.4.2 Ομαλή και Ρεαλιστική Πλοήγηση

Η πλοήγηση στον χώρο θα πρέπει να είναι απρόσκοπτη, φυσική και ευχάριστη. Η επιλογή του first-person χειρισμού μέσω πληκτρολογίου (keyboard navigation) αποτελεί μια σταθερή και διαδομένη μέθοδο, η οποία όταν υλοποιείται σωστά, προσφέρει στον χρήστη την αίσθηση της εξερεύνησης με φυσικό τρόπο. Η απουσία κολλημάτων, bugs ή καθυστερήσεων θεωρείται βασικός δείκτης επιτυχίας, καθώς η εμπειρία του χρήστη πρέπει να είναι ομαλή και χωρίς τεχνικές διακοπές.

3.4.3 Χαμηλή Πολυπλοκότητα και Προσιτότητα Χρήσης

Η εφαρμογή απευθύνεται σε επισκέπτες χωρίς ειδικές τεχνικές γνώσεις, κάτι που σημαίνει ότι δεν πρέπει να απαιτεί εκπαίδευση ή οδηγίες για τη χρήση της. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει πολύπλοκο μενού, σύστημα επιλογών ή διεπαφή (GUI), λειτουργεί θετικά στην απλότητα και την προσβασιμότητα της εμπειρίας. Η επιτυχία του έργου μετριέται και από το κατά πόσο ακόμη και αρχάριοι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή χωρίς απογοήτευση ή δυσκολία.

3.4.4 Τεχνική Σταθερότητα και Απόδοση

Ένα ακόμα ουσιαστικό κριτήριο είναι η αξιοπιστία και σταθερότητα της εφαρμογής κατά την εκτέλεση. Η επιτυχής χρήση της Unreal Engine και των Blueprints για την ανάπτυξη εξασφάλισε ότι η εφαρμογή τρέχει με υψηλό ρυθμό καρτέ (frame rate), χωρίς κρασαρίσματα ή σημαντικά σφάλματα. Η βελτιστοποίηση της απόδοσης, σε συνδυασμό με τις οπτικές απαιτήσεις, θεωρείται θεμελιώδης στόχος για μια εικονική περιήγηση υψηλού ρεαλισμού.

3.4.5 Εκπαιδευτικός και Προωθητικός Χαρακτήρας

Η εφαρμογή λειτουργεί όχι μόνο ως ένα τεχνολογικό επίτευγμα, αλλά και ως ένα χρήσιμο εργαλείο για την ενίσχυση της εξωστρέφειας του πανεπιστημίου. Μέσα από την εικονική περιήγηση, δίνεται η δυνατότητα στους επισκέπτες να γνωρίσουν τους χώρους του Ιδρύματος με άμεσο και ρεαλιστικό τρόπο, σαν να πραγματοποιούν μια πραγματική επίσκεψη. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερο πλεονέκτημα για υποψήφιους φοιτητές, γονείς, αλλά και συνεργαζόμενους φορείς, που μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις εγκαταστάσεις και τις υποδομές του πανεπιστημίου. Επιπλέον, το έργο μπορεί να αξιοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς, παρουσιάσεις, εκθέσεις ή ψηφιακή προβολή του Ιδρύματος, ενισχύοντας την εικόνα και τη φήμη του στο ευρύτερο κοινό.

3.5 Επίλογος

Το Κεφάλαιο 3 εστίασε στην ουσιαστική καταγραφή και ανάλυση των απαιτήσεων του συστήματος, οι οποίες καθοδήγησαν κάθε στάδιο της ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν οι λειτουργικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τις βασικές δυνατότητες της εφαρμογής, όπως η τρισδιάστατη πλοήγηση, η απόδοση του χώρου και η εμπειρία του χρήστη μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Παράλληλα, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις καθόρισαν το πλαίσιο ποιότητας του έργου, με έμφαση σε θέματα απόδοσης, τεχνικής συμβατότητας, υποστήριξης συσκευών, ευχρηστίας και ρεαλιστικότητας.

Κεφάλαιο 3

Αναλύθηκαν επίσης οι περιορισμοί που προέκυψαν κατά την υλοποίηση, όπως η στόχευση αποκλειστικά σε περιβάλλον desktop και η απουσία διαδραστικών λειτουργιών. Παρόλα αυτά, το έργο ανταποκρίνεται πλήρως στους βασικούς στόχους του, όπως αυτοί τέθηκαν από την αρχή. Τέλος, τα κριτήρια επιτυχίας που ορίστηκαν συμβάλλουν στην αξιολόγηση της εφαρμογής, τόσο από τεχνικής όσο και από παιδαγωγικής και προωθητικής πλευράς.

Η συστηματική καταγραφή αυτών των παραμέτρων διασφαλίζει τον ορθό σχεδιασμό και την επιτυχία του τελικού προϊόντος, προσφέροντας ένα σαφές πλαίσιο αναφοράς για τις επόμενες φάσεις ανάπτυξης του έργου.

Κεφάλαιο 4ο: Σχεδίαση Εφαρμογής

Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στη διαδικασία σχεδίασης και ανάλυσης του εικονικού περιβάλλοντος που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Η σχεδίαση ενός εικονικού campus δεν περιορίζεται μόνο στη μοντελοποίηση τρισδιάστατων αντικειμένων, αλλά περιλαμβάνει και την κατανόηση των αναγκών του χρήστη, την τεχνική αρχιτεκτονική του συστήματος, καθώς και την εμπειρία πλοήγησης και αλληλεπίδρασης μέσα στο περιβάλλον. Η υλοποίηση βασίστηκε σε σύγχρονες τεχνολογίες τρισδιάστατης μοντελοποίησης και game engines, με βασικά εργαλεία το Blender και το Unreal Engine, ενώ έμφαση δόθηκε στην χρηστικότητα, ρεαλιστικότητα και αποτελεσματικότητα της πλοήγησης. Η παρουσίαση των επιμέρους ενοτήτων ξεκινά με την ανάλυση της χρηστικής εμπειρίας, συνεχίζεται με την τεχνική σχεδίαση του συστήματος, και ολοκληρώνεται με την τρισδιάστατη μοντελοποίηση και την πρακτική υλοποίηση του περιβάλλοντος.

4.1 Ανάλυση Χρηστικού Σεναρίου

Η ενότητα αυτή εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον του campus. Στόχος είναι η κατανόηση της συνολικής εμπειρίας πλοήγησης και η ανάδειξη των βασικών σεναρίων χρήσης που καθοδηγούν τη σχεδίαση του έργου. Η επιτυχία μιας τέτοιας εφαρμογής δεν εξαρτάται μόνο από την αισθητική αρτιότητα ή την τεχνική πληρότητα, αλλά και από το πώς ο τελικός χρήστης βιώνει την εμπειρία. Για τον λόγο αυτό, αναλύονται στοιχεία χρηστικότητας, απλότητας στον έλεγχο, και δομημένης παρουσίας πληροφορίας, καθώς και τα βασικά μοτίβα πλοήγησης στο campus. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ενδεικτικά σενάρια χρήσης (use cases), τα οποία αντικατοπτρίζουν διαφορετικούς τύπους χρηστών (φοιτητές, επισκέπτες, μέλη ΔΕΠ) και τις κύριες ενέργειες που καλούνται να πραγματοποιήσουν.

4.1.1 Εμπειρία Χρήστη (User Experience – UX)

Η εμπειρία χρήστη (User Experience – UX) αποτελεί βασικό πυλώνα της ανάπτυξης του εικονικού περιβάλλοντος, καθώς επηρεάζει άμεσα την αίσθηση πλοήγησης, την αντιληπτή ποιότητα της εφαρμογής και τη συνολική ευκολία χρήσης. Κατά την είσοδο του χρήστη στο εικονικό campus, το σύστημα τον μεταφέρει αυτόματα στην κεντρική πύλη του Πανεπιστημίου, όπου ξεκινά η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Η κίνηση του avatar πραγματοποιείται μέσω των πλήκτρων W, A, S, D του πληκτρολογίου, ενώ η οπτική γωνία μεταβάλλεται δυναμικά με τη χρήση του ποντικιού, επιτρέποντας την περιήγηση με φυσικό και οικείο τρόπο. Στην αρχική οθόνη εμφανίζονται βασικές οδηγίες χειρισμού, ώστε ο χρήστης να μπορεί άμεσα να κατανοήσει πώς να κινηθεί και να εξερευνήσει τον χώρο.

Καθώς ο χρήστης προσεγγίζει ένα σημαντικό σημείο ενδιαφέροντος (π.χ. Βιβλιοθήκη, Διοικητικό Κτήριο), έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει με λεπτομέρεια την τρισδιάστατη αναπαράσταση του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου. Ο ρεαλιστικός σχεδιασμός και η κλίμακα των αντικειμένων βοηθούν στην αναγνώριση των χώρων, προσφέροντας μια όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική και κατανοητή απεικόνιση του campus.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αίσθηση εμπύθισης (immersion), με ρεαλιστικά μοντέλα, κατάλληλο φωτισμό και ομαλές μεταβάσεις. Το περιβάλλον είναι σχεδιασμένο ώστε να προσομοιώνει την πραγματική εμπειρία περιήγησης στον φυσικό χώρο του campus, προσφέροντας παράλληλα επιπλέον πληροφοριακά και διαδραστικά στοιχεία που ενισχύουν τη λειτουργικότητα της εφαρμογής.

4.1.2 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases)

Η ανάλυση περιπτώσεων χρήσης αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα κατά τον σχεδιασμό διαδραστικών εφαρμογών, καθώς αποτυπώνει τις βασικές ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει ο χρήστης στο εικονικό περιβάλλον. Στην παρούσα εφαρμογή εικονικής περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, οι περιπτώσεις χρήσης επικεντρώνονται σε βασικά σενάρια πλοήγησης, εξερεύνησης και κατανόησης της διάταξης των κτιρίων και των εξωτερικών χώρων.

Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κινούνται ελεύθερα στο περιβάλλον, να προσεγγίζουν συγκεκριμένες τοποθεσίες, να παρατηρούν λεπτομερώς τα τρισδιάστατα μοντέλα και να αποκτούν μια ρεαλιστική εικόνα των χώρων. Η εμπειρία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για φοιτητές, μέλη ΔΕΠ ή επισκέπτες που επιθυμούν να γνωρίσουν το campus από απόσταση, πριν από μια πραγματική επίσκεψη.

Η σχεδίαση της εφαρμογής λοιπόν, βασίστηκε σε μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση, η οποία δίνει έμφαση στις ανάγκες και τις προσδοκίες των διαφορετικών χρηστών. Για την καλύτερη κατανόηση και καταγραφή των λειτουργιών που πρέπει να υποστηρίζει το σύστημα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιπτώσεων χρήσης (use cases) με βάση διακριτούς ρόλους. Κάθε ρόλος αντιπροσωπεύει έναν διαφορετικό τύπο χρήστη, με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και επιμέρους ανάγκες κατά την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή.

Πίνακας 4.1: Αναγνώριση ρόλων και βασικών σεναρίων χρήσης της εφαρμογής

Ρόλος Χρήστη	Περιγραφή Ρόλου	Κύριες Περιπτώσεις Χρήσης
Νέος Φοιτητής	Φοιτητής που εξερευνά το campus και μαθαίνει για τις εγκαταστάσεις	Είσοδος στο εικονικό campus Πλοήγηση σε κτίρια Λήψη πληροφοριών για κτίρια και υπηρεσίες
Επισκέπτης	Άτομο που περιηγείται στο campus χωρίς να είναι φοιτητής	Είσοδος στο campus Περιήγηση εξωτερικών χώρων και κτιρίων Προβολή γενικών πληροφοριών για το πανεπιστήμιο
Αξιολογητής	Πρόσωπο που αξιολογεί τη λειτουργικότητα και το περιεχόμενο της εφαρμογής	Πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες Καταγραφή εμπειρίας χρήστη Αναφορά σφαλμάτων ή προβλημάτων στην πλοήγηση
Διοικητικό Προσωπικό	Χρήστης με ρόλο διαχείρισης περιεχομένου ή συντήρησης	Ενημέρωση πληροφοριών κτιρίων Προσθήκη νέων σημείων ενδιαφέροντος

Ο παραπάνω πίνακας 4.1 συνοψίζει τους βασικούς ρόλους χρηστών και τις αντίστοιχες περιπτώσεις χρήσης. Η ανάλυση αυτή αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη του σεναρίου πλοήγησης και την επιλογή των απαραίτητων λειτουργιών της εφαρμογής, ώστε να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις απαιτήσεις κάθε κατηγορίας χρήστη. Η διακριτή αντιμετώπιση των ρόλων συνέβαλε στον σχεδιασμό μιας ευέλικτης και χρηστικής διεπαφής.

4.2 Τεχνική Σχεδίαση

Η τεχνική σχεδίαση αποτελεί κρίσιμο στάδιο στην ανάπτυξη του εικονικού περιβάλλοντος, καθώς αποτυπώνει την αρχιτεκτονική δομή και τη λειτουργική οργάνωση της εφαρμογής. Μέσω της τεχνικής σχεδίασης καθορίζονται τα βασικά υποσυστήματα και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, διασφαλίζοντας ότι η εφαρμογή θα λειτουργεί με αποδοτικότητα και συνέπεια.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, το διάγραμμα συστήματος προσφέρει μια οπτική αναπαράσταση των κύριων στοιχείων του εικονικού campus, όπως η μονάδα πλοήγησης, η διαχείριση δεδομένων και η διεπαφή χρήστη, και περιγράφει τη συνεργασία τους για την επίτευξη των επιθυμητών λειτουργιών. Με την κατάλληλη σχεδίαση, το σύστημα υποστηρίζει τόσο την ευχρηστία όσο και την επεκτασιμότητα, επιτρέποντας μελλοντικές αναβαθμίσεις και προσθήκες λειτουργιών.

Η σαφής οργάνωση της τεχνικής σχεδίασης συμβάλλει στην αποφυγή προβλημάτων κατά την ανάπτυξη, διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών και λειτουργεί ως οδηγός για την υλοποίηση και τη συντήρηση της εφαρμογής.

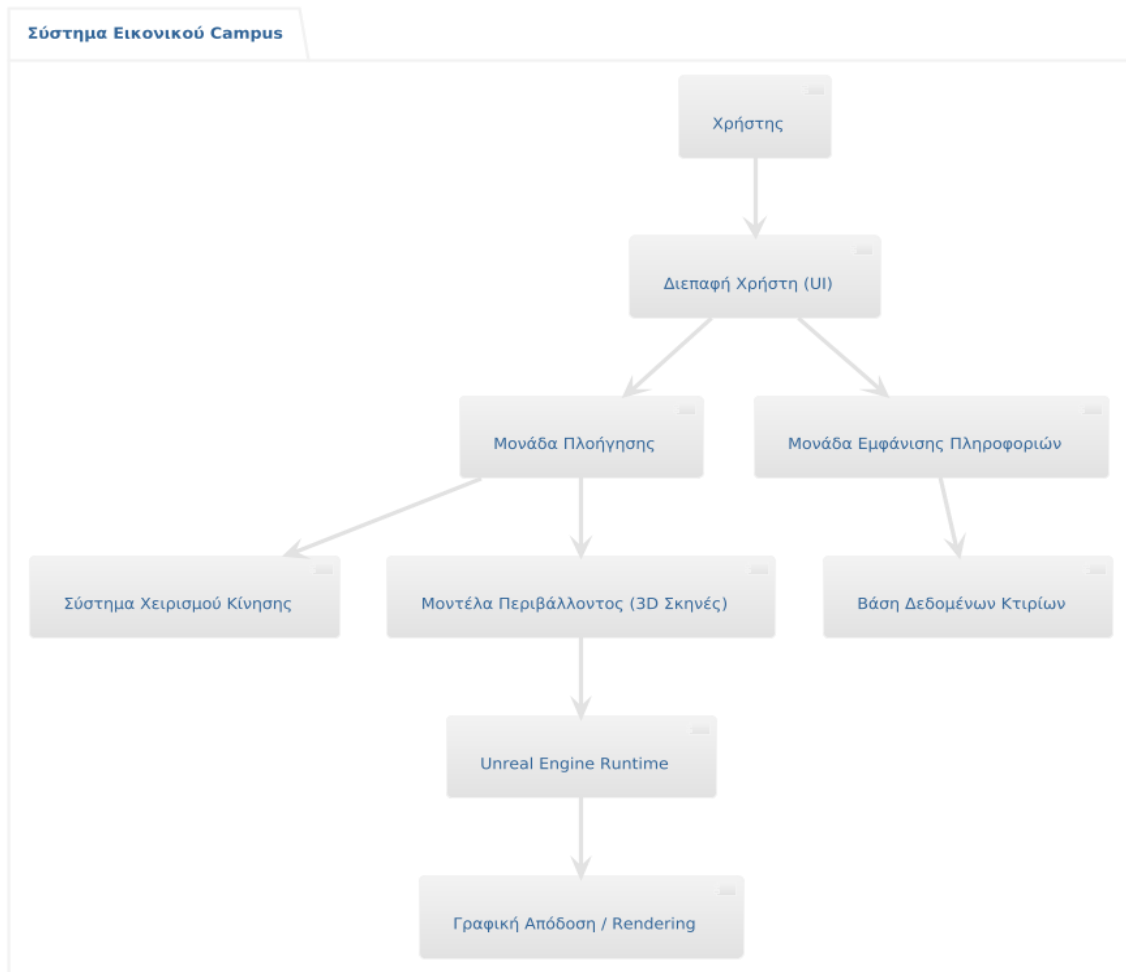
4.2.1 Διάγραμμα Συστήματος

Το διάγραμμα συστήματος αποτελεί ένα βασικό εργαλείο που απεικονίζει τη συνολική δομή και τη λειτουργική αρχιτεκτονική της εφαρμογής εικονικού περιβάλλοντος του campus. Μέσω αυτού του διαγράμματος, καταγράφονται τα κύρια υποσυστήματα ή μονάδες που απαρτίζουν το σύστημα, καθώς και οι σχέσεις και οι ροές δεδομένων μεταξύ τους.

Στο συγκεκριμένο έργο, το διάγραμμα συστήματος περιλαμβάνει την ενότητα πλοήγησης του χρήστη, την μονάδα διαχείρισης δεδομένων για τα τρισδιάστατα μοντέλα και τα μεταδεδομένα, την διεπαφή χρήστη που παρέχει τα οπτικά στοιχεία και τα εικονικά πάνελ πληροφοριών, καθώς και το υποσύστημα ελέγχου της φυσικής κίνησης και αλληλεπίδρασης μέσα στο περιβάλλον. Η σαφής αποτύπωση των σχέσεων μεταξύ αυτών των μονάδων διασφαλίζει τη σωστή συνεργασία τους και διευκολύνει την ανάπτυξη και την υλοποίηση της εφαρμογής.

Η χρήση του διαγράμματος συστήματος βοηθά επίσης στην καλύτερη κατανόηση της συνολικής λειτουργίας του έργου από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, όπως οι προγραμματιστές, οι σχεδιαστές και οι χρήστες, προσφέροντας μια κοινή βάση αναφοράς και επικοινωνίας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μετέπειτα συντήρησης.

Στην Εικόνα X απεικονίζεται το διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει τα βασικά υποσυστήματα της εφαρμογής και τις σχέσεις μεταξύ τους. Ο χρήστης πιο συγκεκριμένα αλληλοεπιδρά μέσω της διεπαφής χρήστη, η οποία συνδέεται με τις μονάδες πλοήγησης και εμφάνισης πληροφοριών. Τα δεδομένα για τα 3D μοντέλα και τα κτίρια διαχειρίζονται από τη μηχανή Unreal Engine, η οποία αναλαμβάνει και την τελική γραφική απόδοση του εικονικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 4.1: Διάγραμμα Συστήματος της Εφαρμογής Εικονικής Περιήγησης στο Campus.

4.2.2 Διάγραμμα Ροής Δεδομένων ή Ακολουθίας

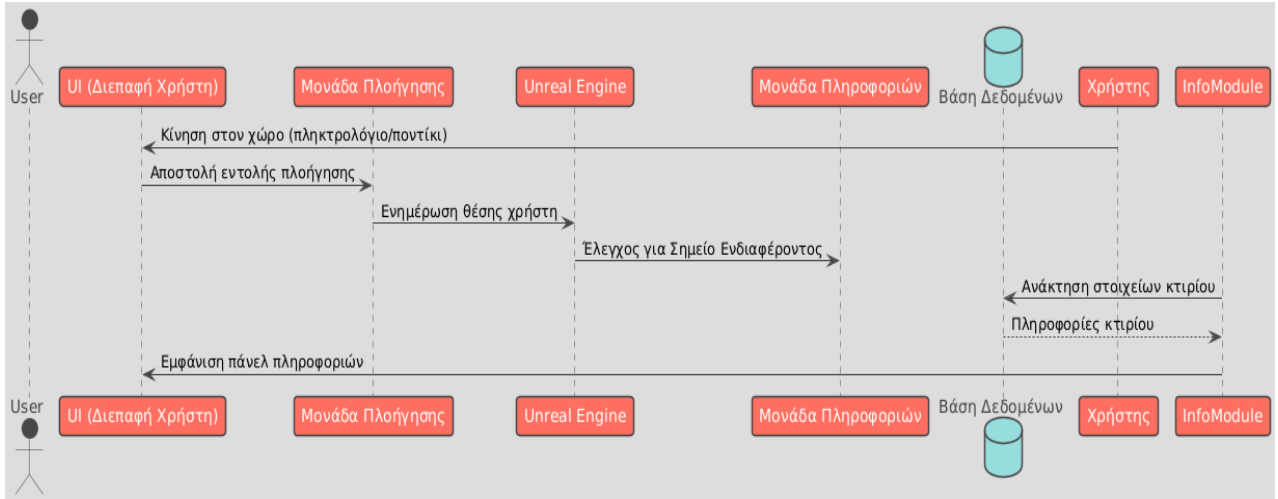
Το διάγραμμα ακολουθίας παρουσιάζει τη ροή των ενεργειών μεταξύ του χρήστη και των κύριων υπομονάδων του συστήματος κατά την πλοήγηση στο εικονικό campus. Εστιάζει στην αλληλεπίδραση κατά την ενεργοποίηση ενός σημείου ενδιαφέροντος (π.χ. προσέγγιση στη Βιβλιοθήκη).

Περιγραφή της διαδικασίας:

1. Ο χρήστης κινείται μέσα στο περιβάλλον μέσω του πληκτρολογίου και του ποντικιού.
2. Η διεπαφή χρήστη (UI) στέλνει εντολές στη μονάδα πλοήγησης.
3. Η Unreal Engine ελέγχει εάν υπάρχει ενεργό σημείο ενδιαφέροντος στην περιοχή που πλησιάζει ο χρήστης.
4. Εάν υπάρχει, στέλνεται σήμα προς τη μονάδα εμφάνισης πληροφοριών.
5. Η μονάδα αυτή αντλεί τα δεδομένα από τη βάση και τα εμφανίζει ως πάνελ πληροφορίας.
6. Το περιεχόμενο προβάλλεται στην οθόνη του χρήστη.

Το διάγραμμα ακολουθίας στην εικόνα X παρουσιάζει τη σειρά των ενεργειών και την επικοινωνία ανάμεσα στον χρήστη και τα βασικά υποσυστήματα της εφαρμογής κατά τη διάρκεια της πλοήγησης στο εικονικό campus. Αρχικά, ο χρήστης ελέγχει την κίνηση μέσω της διεπαφής χρήστη (UI), η οποία στέλνει εντολές στη μονάδα πλοήγησης. Η Unreal Engine ενημερώνει τη θέση του χρήστη στο

περιβάλλον και ελέγχει αν ο χρήστης πλησιάζει κάποιο σημείο ενδιαφέροντος. Σε αυτήν την περίπτωση, η μονάδα πληροφορίας ανακτά τα σχετικά δεδομένα από τη βάση δεδομένων και εμφανίζει στην οθόνη έναν πίνακα πληροφοριών με τα στοιχεία του κτιρίου ή του χώρου. Η ροή αυτή εξασφαλίζει μια διαδραστική και άμεση εμπειρία περιήγησης, βελτιώνοντας την ευχρηστία και την πληροφόρηση του χρήστη.



Εικόνα 4.2: Διάγραμμα ακολουθίας που παρουσιάζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και των βασικών υπομονάδων του συστήματος κατά την ενεργοποίηση ενός σημείου ενδιαφέροντος στο εικονικό περιβάλλον.

4.3 Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση (3D Modeling)

Η τρισδιάστατη (3D) μοντελοποίηση στην περίπτωση μας είναι ουσιαστικά η δημιουργία, ή αλλιώς η αναπαράσταση ενός φυσικού αντικειμένου που υπάρχει στον πανεπιστημιακό χώρο, μέσα στην εφαρμογή μας. Έχει ως αποτέλεσμα την ρεαλιστική αναπαράσταση των αντικειμένων αυτών, όπως είναι για παράδειγμα τα κτίρια του πανεπιστημίου, και αντικείμενα όπως οι κάδοι, τα παγκάκια, τα συντριβάνια και οτιδήποτε άλλο χρειαστεί σχεδιαστικά, για να υπάρχει όση περισσότερη ακρίβεια γίνεται στην αναπαράσταση του campus. Ο Κυρίαρχος στόχος της τρισδιάστατης μοντελοποίησης είναι να υπάρχει η αίσθηση ότι όντως βρίσκεσαι στον συγκεκριμένο χώρο, με το αποτέλεσμα να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στην πραγματικότητα.

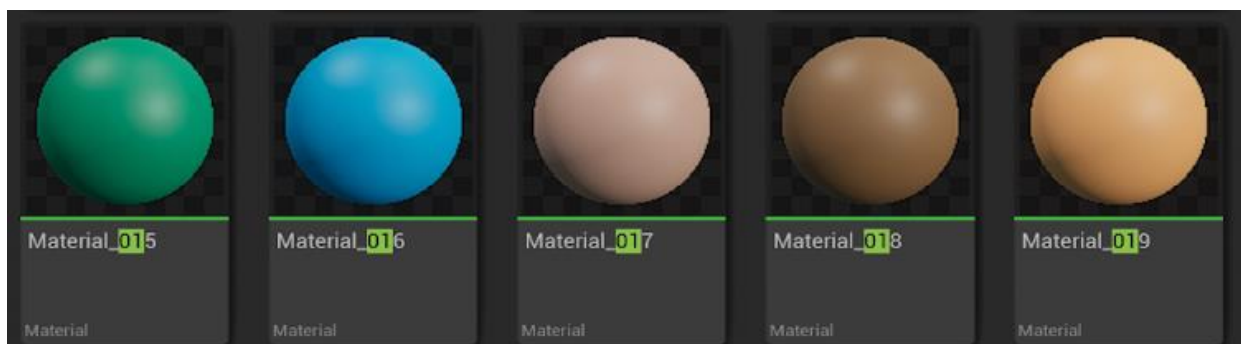


Εικόνα 4.3: Πραγματική φωτογραφία της εισόδου της Αλεξάνδρειας Πανεπιστημιούπολης (ΔΙ.ΠΑ.Ε.) (αριστερά) σε σύγκριση με το αντίστοιχο τρισδιάστατο μοντέλο που δημιουργήθηκε στην Unreal Engine για την εφαρμογή εικονικής περιήγησης (δεξιά).

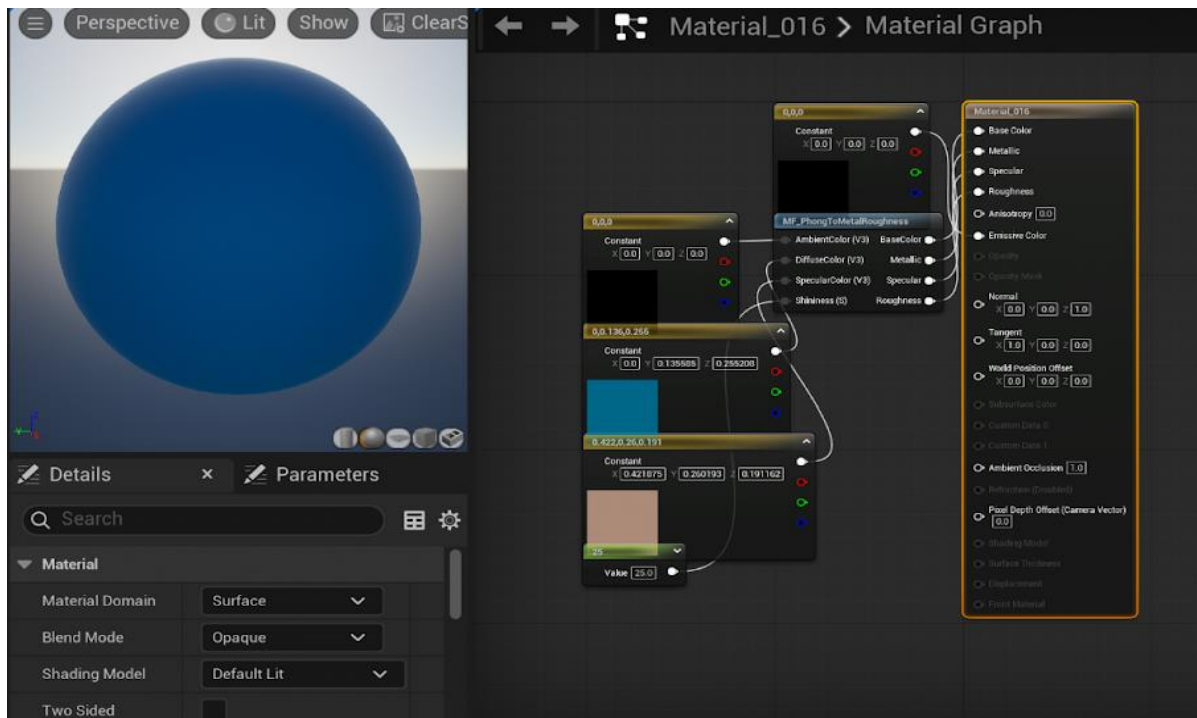
4.3.1 Υλικά και Υφές (Textures and Materials)

Στην Unreal Engine, όπως και σε άλλα λογισμικά τρισδιάστατης μοντελοποίησης, τα υλικά (materials) και οι υφές (textures) αποτελούν βασικά στοιχεία για την οπτική απόδοση των αντικειμένων. Τα Υλικά (materials) είναι αυτά που χρησιμοποιούμε για να ορίσουμε το χρώμα ενός αντικειμένου (actor), ενώ οι υφές (textures) είναι δισδιάστατες εικόνες τις οποίες μετέπειτα εφαρμόζουμε στα τρισδιάστατα μας μοντέλα (meshes) και αντικείμενα (actors), οι οποίες προσδίδουν διάφορες οπτικές λεπτομέρειες σε αυτά, όπως η λάμψη, το χρώμα, η τραχύτητα και τυχόν ανωμαλίες. Ένα texture μπορεί να θεωρηθεί μια ταπετσαρία η οποία καλύπτει μετά ένα αντικείμενο. Πιο συγκεκριμένα, οι υφές στην Unreal Engine 5 είναι το base color το οποίο καθορίζει το βασικό χρώμα, το Normal Map το οποίο μιμείται προεξοχές στο αντικείμενο χωρίς να αλλάζει την γεωμετρία του, το Roughness Map το οποίο σχετίζεται με το πόσο λεία ή τραχιά είναι μια επιφάνεια, το Metallic Map όπου ορίζει αν είναι μεταλλικό ή όχι το αντικείμενο (1=μεταλλικό, 0=μη μεταλλικό), το Displacement Map το οποίο ελέγχει το ύψος της επιφάνειας και δίνει την δυνατότητα παραμόρφωσης της επιφάνειας για ρεαλισμό, και τέλος το Opacity Map το οποίο ελέγχει το πόσο διαφανές είναι ένα αντικείμενο.

Ο συνδυασμός αυτών των στοιχείων λοιπόν δημιουργεί ένα πλήρες, οπτικά πειστικό υλικό, το οποίο εφαρμόζεται σε τρισδιάστατα μοντέλα εντός του εικονικού περιβάλλοντος. Μέσω αυτής της διαδικασίας επιτυγχάνεται μια πιο ρεαλιστική και καθηλωτική εμπειρία για τον χρήστη, καθώς κάθε επιφάνεια, από το έδαφος μέχρι τα κτήρια και τα διακοσμητικά στοιχεία αποκτά τα χαρακτηριστικά που την κάνουν να μοιάζει φυσική και αληθινή.



Εικόνα 4.4 : Διαμόρφωση Material μέσω Material Graph στην Unreal Engine 5.



Εικόνα 4.5: Ενδεικτικά υλικά (Materials) σχεδιασμένα στο περιβάλλον της Unreal Engine για την απόδοση ρεαλιστικών επιφανειών.

4.3.2 Σχεδίαση δρόμων και εξωτερικών χώρων

Για την αποτύπωση του εξωτερικού χώρου του πανεπιστημιακού campus χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες και χάρτες της περιοχής, με στόχο την κατανόηση της χωροταξικής διάταξης και την όσο το δυνατόν ακριβέστερη αναπαράστασή της στο εικονικό περιβάλλον. Το υλικό αυτό αποτέλεσε οδηγό για τη χωροθέτηση των βασικών στοιχείων του εξωτερικού χώρου, όπως οι δρόμοι, τα πεζοδρόμια, οι πράσινες ζώνες και οι ελεύθεροι χώροι.

Η σχεδίαση και η διαμόρφωση αυτών των περιοχών πραγματοποιήθηκαν εξ ολοκλήρου μέσα στην Unreal Engine, αξιοποιώντας τα ενσωματωμένα εργαλεία της πλατφόρμας. Για την αναπαράσταση των επιφανειών, εφαρμόστηκαν κατάλληλα materials που δημιουργήθηκαν ή παραμετροποιήθηκαν ώστε να αποδώσουν ρεαλιστικά υλικά όπως άσφαλτο, τσιμέντο, λιθόστρωτο, γρασίδι και χρώμα.

Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη βιβλιοθήκη του Unreal Engine για τη διακόσμηση του τοπίου και την ενίσχυση του ρεαλισμού. Τοποθετήθηκαν δέντρα, φυτά, θάμνοι, πέτρες και άλλα αντικείμενα φυσικού περιβάλλοντος, προκειμένου να αποδοθεί μια φυσική και ευχάριστη αίσθηση στο χώρο. Η τοποθέτηση έγινε με στόχο τη δημιουργία ενός οπτικά ισορροπημένου και ρεαλιστικού περιβάλλοντος που προσομοιώνει πιστά την πραγματικότητα του campus.

Ο φωτισμός, οι σκιές και τα εφέ καιρού ενσωματώθηκαν ώστε να βελτιώσουν την οπτική εμπειρία του χρήστη και να ενισχύσουν την αίσθηση βύθισης στο εικονικό περιβάλλον. Η συνολική σχεδίαση επιδιώκει να προσφέρει όχι μόνο ρεαλισμό, αλλά και λειτουργικότητα, διευκολύνοντας την πλοήγηση και την εξερεύνηση του campus από τον χρήστη.



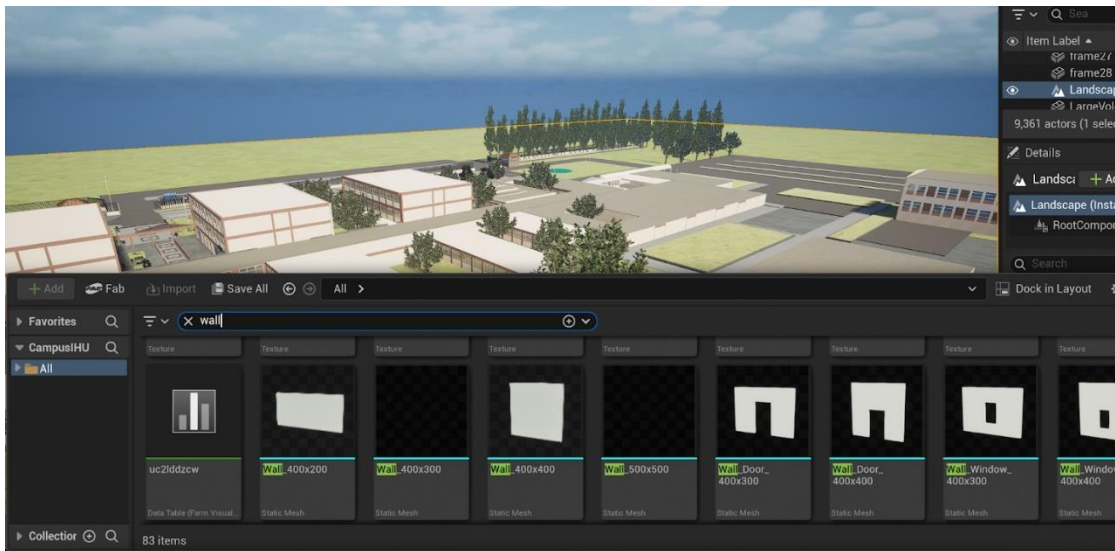
Εικόνα 4.6 : Γενική άποψη του εικονικού campus από ψηλά, όπου αποτυπώνονται οι βασικοί χώροι, οι δρόμοι και το φυσικό περιβάλλον.

4.3.3 Δημιουργία και Μοντελοποίηση 3D αντικειμένου

Η Unreal Engine προσφέρει μια πλούσια εργαλειοθήκη για τη δημιουργία και τη μοντελοποίηση τρισδιάστατων αντικειμένων, γεγονός που διευκολύνει ιδιαίτερα τον σχεδιασμό σύνθετων σκηνών χωρίς να απαιτείται εξωτερικό λογισμικό για κάθε επιμέρους στοιχείο. Συγκεκριμένα, το περιβάλλον της Unreal περιλαμβάνει προκαθορισμένα γεωμετρικά σχήματα (όπως κύβους, σφαίρες, κυλίνδρους, επίπεδα και καμπύλες επιφάνειες), τα οποία ονομάζονται Geometry Brushes ή BSPs (Binary Space Partitioning). Αυτά τα σχήματα μπορούν να τροποποιηθούν ως προς το μέγεθος, τη θέση και την περιστροφή τους, και να χρησιμεύσουν ως βάση για την κατασκευή πιο σύνθετων αντικειμένων, όπως τοίχοι, πατώματα, ταβάνια ή ακόμα και ολόκληρα κτήρια.

Επιπλέον, η Unreal Engine διαθέτει ενσωματωμένα εργαλεία για την τοποθέτηση και διαμόρφωση αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο, ενώ υποστηρίζει τη χρήση έτοιμων πακέτων (asset packs) που περιλαμβάνουν φωτορεαλιστικά μοντέλα, σκηνικά και υλικά. Για παράδειγμα, πακέτα όπως το "Nature Pack" προσφέρουν φυσικά στοιχεία όπως δέντρα, θάμνους, πέτρες και γρασίδι, τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην αναπαράσταση ενός εξωτερικού περιβάλλοντος με ρεαλισμό. Επιπρόσθετα, υπάρχουν διαθέσιμα μοντέλα από αστικά ή αρχιτεκτονικά στοιχεία, όπως πεζοδρόμια, φωτιστικά, παγκάκια ή φράχτες.

Στην παρούσα εργασία, αξιοποιήθηκαν κυρίως τα ενσωματωμένα 3D αντικείμενα και οι actors της Unreal Engine για τη δημιουργία του πανεπιστημιακού campus. Χρησιμοποιήθηκαν βασικά γεωμετρικά σχήματα για τη μοντελοποίηση των κτηρίων και των δρόμων, ενώ για την απόδοση του φυσικού τοπίου αξιοποιήθηκαν έτοιμα στοιχεία βλάστησης και φυσικού περιβάλλοντος. Αυτή η μεθοδολογία μάς επέτρεψε να κατασκευάσουμε μια λειτουργική, ρεαλιστική και οπτικά ελκυστική αναπαράσταση του campus, χωρίς την ανάγκη εισαγωγής πολύπλοκων εξωτερικών μοντέλων, μειώνοντας παράλληλα τον χρόνο ανάπτυξης και τη γενική πολυπλοκότητα του έργου.



Εικόνα 4.7: Στάδιο τρισδιάστατης μοντελοποίησης στην Unreal Engine: επιλογή έτοιμων στοιχείων (walls) από τη βιβλιοθήκη του project και προεπισκόπηση του εικονικού περιβάλλοντος.

4.3.4 Επισκόπηση του Blender και Μοντελοποίηση αντικειμένων

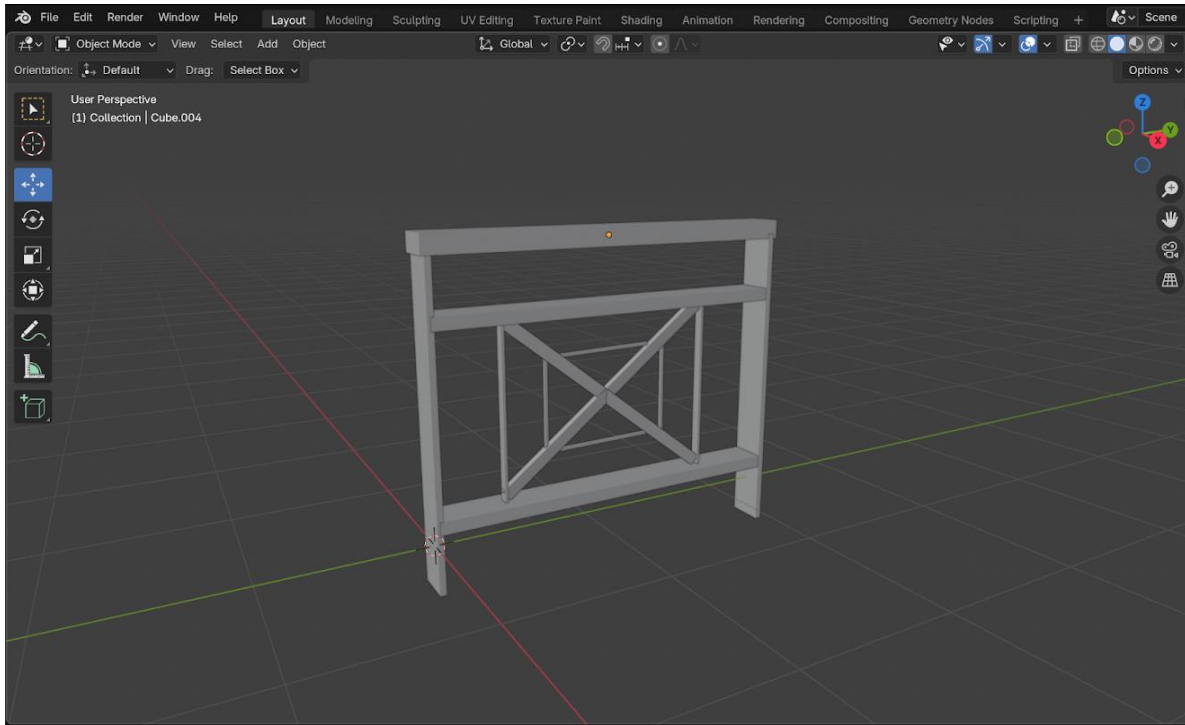
Το Blender είναι ένα ισχυρό, δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό τρισδιάστατης γραφιστικής, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για μοντελοποίηση, ανίχνευση κίνησης (rigging), animation, rendering, καθώς και για δημιουργία παιχνιδιών και εικονικών περιβαλλόντων. Προσφέρει ένα πλούσιο σύνολο εργαλείων για τη δημιουργία και τον λεπτομερή έλεγχο τρισδιάστατων αντικειμένων, υποστηρίζοντας παράλληλα εξαγωγή σε μορφές που είναι συμβατές με game engines όπως η Unreal Engine.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, το Blender χρησιμοποιήθηκε για τη μοντελοποίηση περίπλοκων και εξειδικευμένων αντικειμένων που δεν ήταν άμεσα διαθέσιμα στην Unreal Engine. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν αντικείμενα όπως κάδοι απορριμμάτων, συντριβάνια, παγκάκια, πινακίδες, διακοσμητικά στοιχεία εξωτερικού χώρου, καθώς και διάφορες μικροδομές που προσδίδουν χαρακτήρα και λεπτομέρεια στο εικονικό πανεπιστημιακό campus. Αυτά τα στοιχεία συνέβαλαν στη δημιουργία ενός πιο πλούσιου, ρεαλιστικού και λειτουργικού περιβάλλοντος.

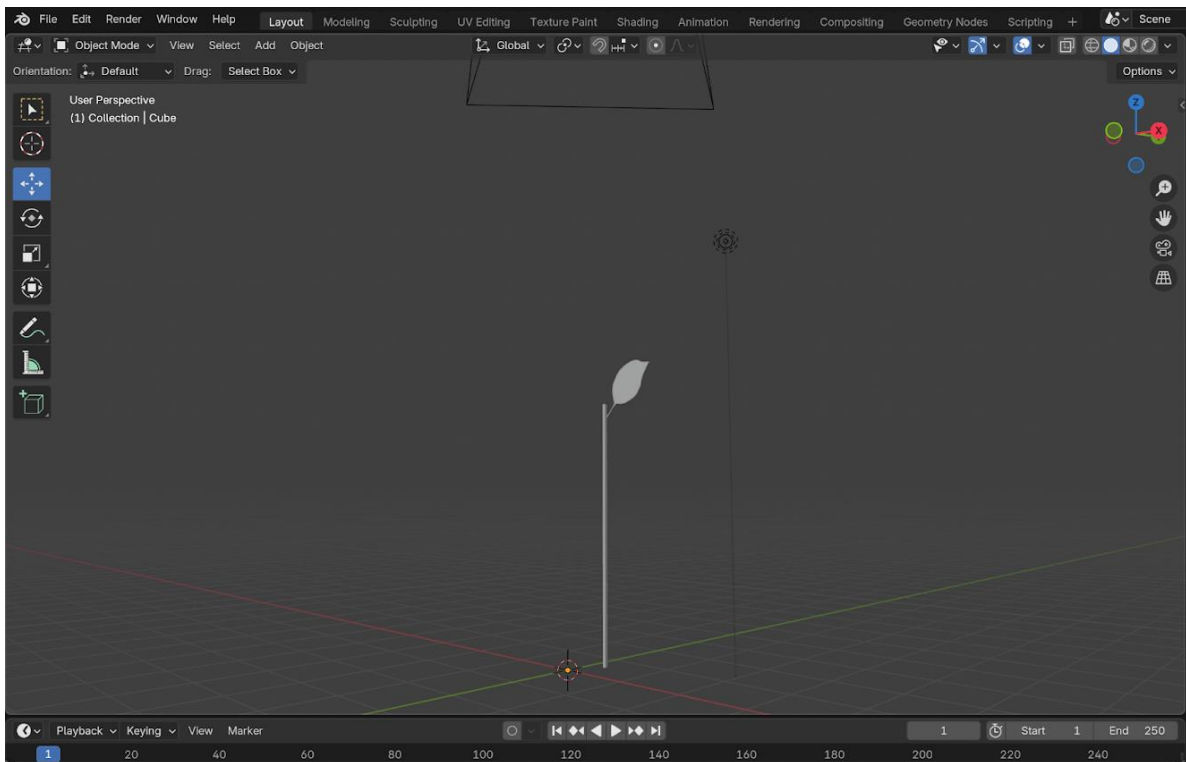
Η διαδικασία περιλάμβανε τον σχεδιασμό των αντικειμένων εντός του Blender, την εφαρμογή κατάλληλων υλικών και την εξαγωγή τους σε μορφή .fbx, ώστε να είναι συμβατά με την Unreal Engine. Στη συνέχεια, τα αντικείμενα αυτά εισήχθησαν στο project και τοποθετήθηκαν με ακρίβεια στον εικονικό χώρο, σε σημεία που υποδείκνυαν οι χάρτες και οι φωτογραφίες αναφοράς του πραγματικού campus.

Η χρήση του Blender προσέφερε σημαντική ευελιξία και δημιουργική ελευθερία, καθώς επέτρεψε την κατασκευή μοναδικών στοιχείων που ενίσχυσαν την αισθητική ποιότητα και την αυθεντικότητα του περιβάλλοντος, καλύπτοντας λειτουργικές και οπτικές ανάγκες που δεν θα μπορούσαν να ικανοποιηθούν αποκλειστικά με τα έτοιμα assets της Unreal Engine.

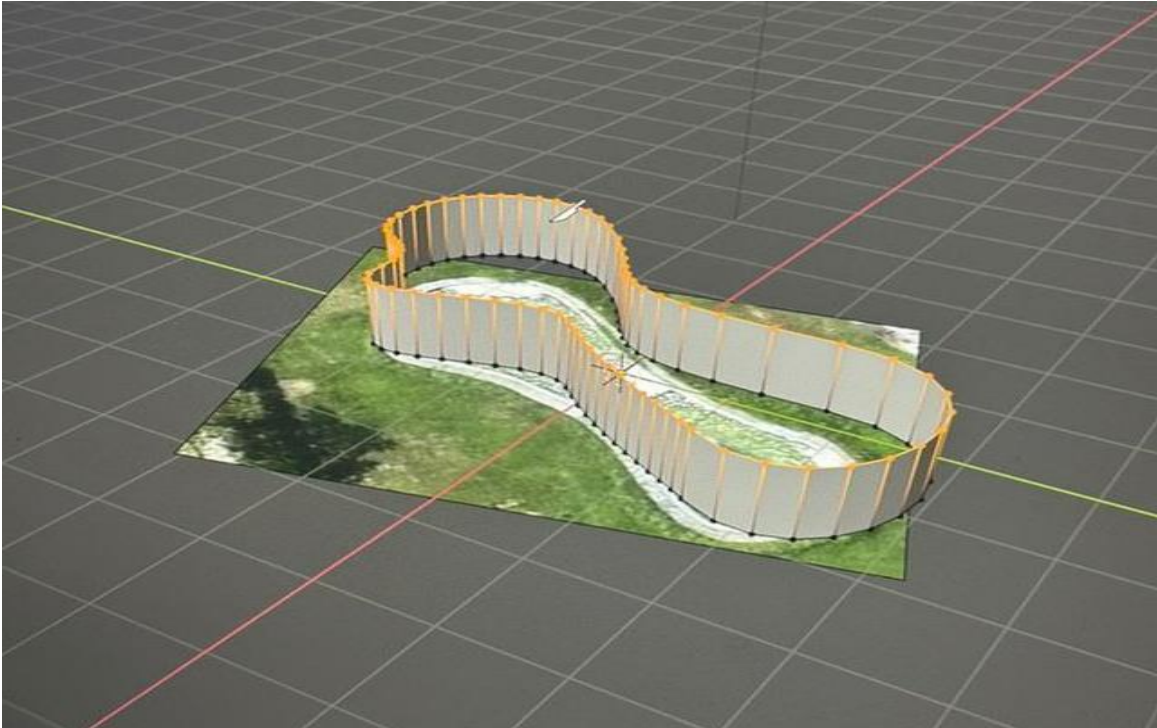
Κεφάλαιο 4



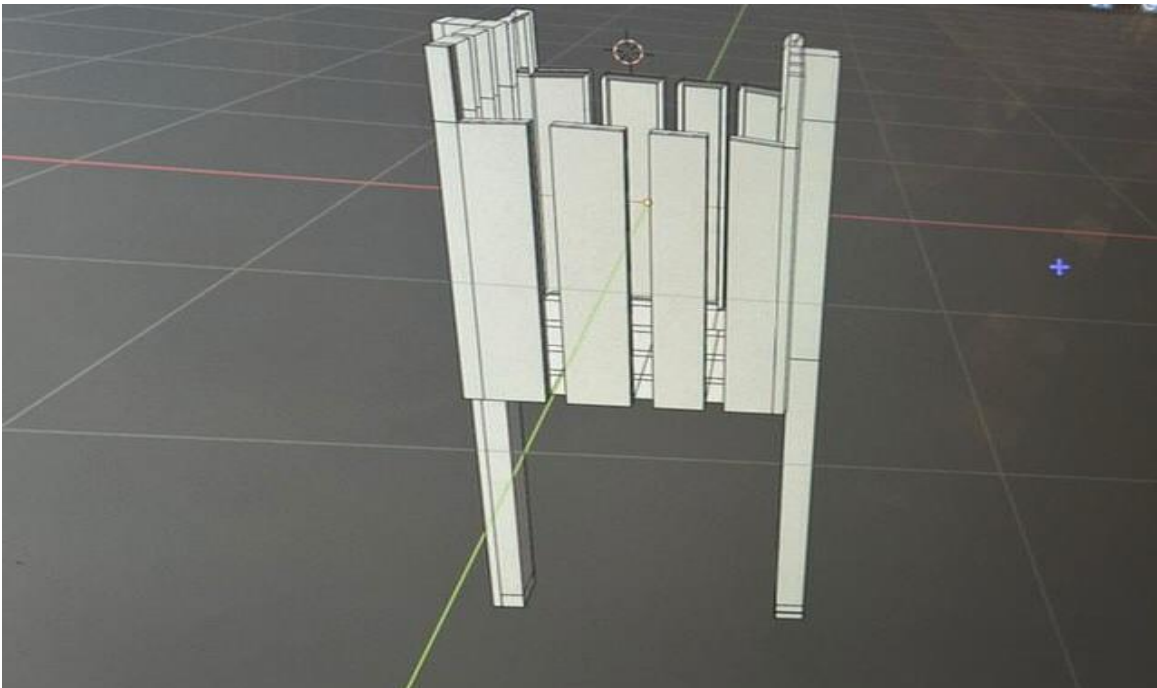
Εικόνα 4.8: Μοντελοποίηση μεταλλικού κιγκλιδώματος από το εσωτερικό της Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών στο Blender.



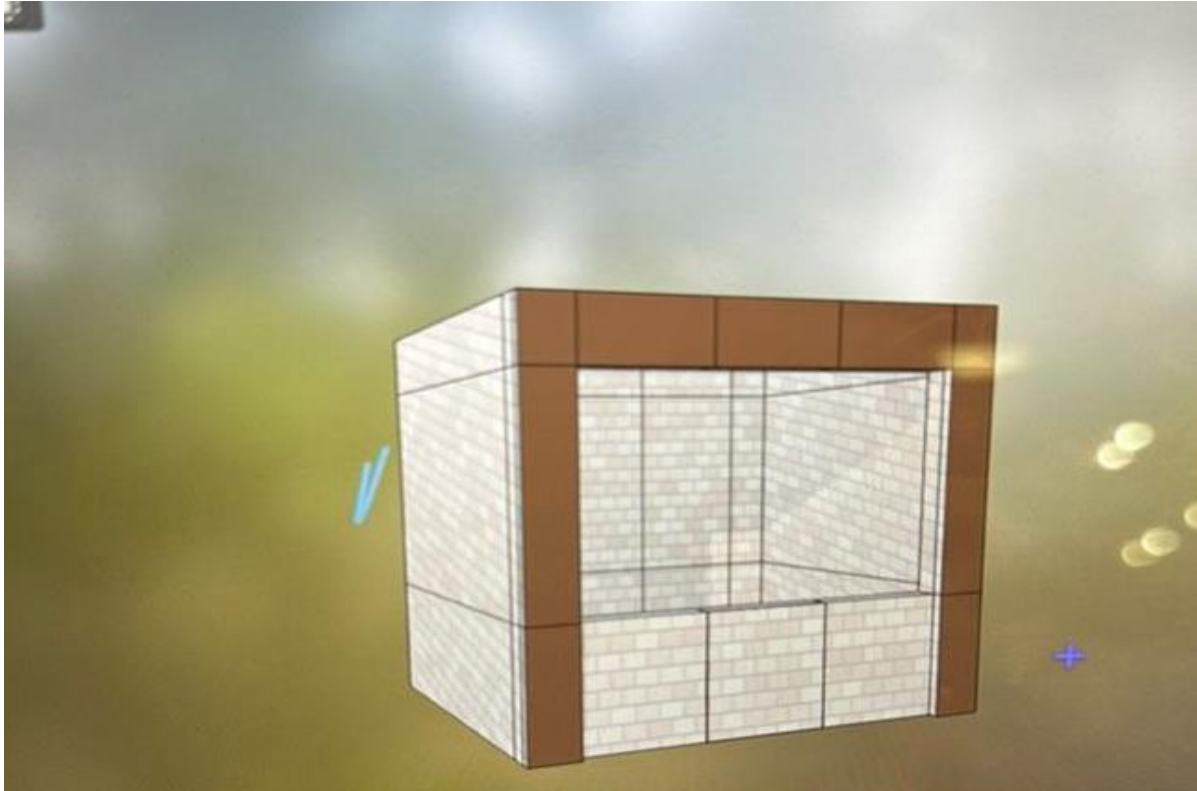
Εικόνα 4.9: Δημιουργία διακοσμητικού στοιχείου μεγάλης κλίμακας που τοποθετείται σε εξωτερικό χώρο του campus, σχεδιασμένο στο Blender.



Εικόνα 4.10: Μοντελοποίηση σιντριβανιού και διαμόρφωση γεωμετρίας με καμπύλες επιφάνειες, βασισμένη σε φωτογραφική αποτύπωση, στο Blender.



Εικόνα 4.11: Τρισδιάστατη σχεδίαση κάδου απορριμμάτων, ως μέρος των αντικειμένων αστικού εξοπλισμού του campus, σε περιβάλλον Blender.



Εικόνα 4.12: Μοντελοποίηση του φυλακίου ασφαλείας στην είσοδο του ΔΙ.ΠΑ.Ε., με εφαρμογή τούβλινου υλικού και ρυθμίσεις UV mapping στο Blender.

4.3.5 Εξαγωγή και Ενσωμάτωση στην Unreal Engine 5

Με την ολοκλήρωση της δημιουργίας των τρισδιάστατων αντικειμένων στο Blender, το επόμενο βήμα είναι η εξαγωγή τους και η ενσωμάτωσή τους στην Unreal Engine 5. Η εξαγωγή πραγματοποιείται σε μορφή αρχείου .fbx, που αποτελεί τη βιομηχανικά αποδεκτή μορφή για ανταλλαγή 3D μοντέλων μεταξύ διαφορετικών λογισμικών.

Κατά την εξαγωγή, είναι σημαντικό να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις, όπως η σωστή κλίμακα (scale), το κέντρο του αντικειμένου (origin), καθώς και η επιλογή των σωστών παραμέτρων animation (αν υπάρχουν), ώστε να διασφαλιστεί ότι το μοντέλο θα εισαχθεί στην Unreal Engine χωρίς προβλήματα. Επίσης, γίνεται εφαρμογή των modifiers στο Blender (π.χ. Subdivision Surface, Boolean), καθώς αυτά δεν μεταφέρονται αυτόματα.

Το .fbx αρχείο αποθηκεύεται και μεταφέρεται στην Unreal Engine μέσω της λειτουργίας Import. Κατά την εισαγωγή του αρχείου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν θα εισαχθεί το αντικείμενο ως static mesh, αν θα συνοδεύεται από υλικά και υφές, και αν θα δημιουργηθούν αυτόματα collision boundaries. Έπειτα, το αντικείμενο τοποθετείται στον εικονικό χώρο, και μπορεί να προσαρμοστεί σε μέγεθος, θέση και υλικά.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, έγινε και επανασυσχέτιση των υλικών ή προσθήκη νέων materials εντός της Unreal Engine για την καλύτερη απόδοση των textures και του φωτισμού. Η ορθή εισαγωγή των μοντέλων διασφαλίζει τόσο την αισθητική συνοχή όσο και την τεχνική σταθερότητα του περιβάλλοντος.

Η διαδικασία αυτή καθιστά δυνατή την ομαλή ενσωμάτωση αντικειμένων υψηλής ποιότητας που έχουν σχεδιαστεί στο Blender, εμπλουτίζοντας έτσι το περιβάλλον με μοναδικά στοιχεία που δεν διατίθενται στις βασικές βιβλιοθήκες της Unreal Engine.



Εικόνα 4.13 : Τοποθέτηση τρισδιάστατων κικλιδωμάτων που σχεδιάστηκαν στο Blender, εντός του εσωτερικού περιβάλλοντος της Unreal Engine, στη Σχολή Ηλεκτρονικών Μηχανικών.

4.4 Επίλογος

Το παρόν κεφάλαιο ανέλυσε διεξοδικά τη διαδικασία σχεδίασης και ανάλυσης του εικονικού περιβάλλοντος, συνδυάζοντας θεωρητικές προσεγγίσεις με την πρακτική εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών. Μέσω της εκτενούς ανάλυσης των χρηστικών σεναρίων και της εμπειρίας χρήστη, εδραιώθηκαν οι βάσεις για μια αποτελεσματική και φιλική πλοήγηση εντός του ψηφιακού campus. Παράλληλα, η παρουσίαση των διαγραμμάτων συστήματος και ροής δεδομένων προσέφερε σαφή κατανόηση της τεχνικής δομής και των λειτουργικών ροών της εφαρμογής. Η λεπτομερής περιγραφή της τρισδιάστατης μοντελοποίησης, καθώς και η αξιοποίηση προηγμένων εργαλείων όπως η Unreal Engine και το Blender, ανέδειξαν τη μεθοδική δημιουργία του περιβάλλοντος, από τα βασικά κτίρια και τους δρόμους έως τα υλικά και τα διακοσμητικά στοιχεία. Η ορθή εξαγωγή και ενσωμάτωση των μοντέλων, σε συνδυασμό με την προσεκτική διαχείριση των υλικών και υφών, εξασφαλίζουν την αισθητική αρμονία και τη λειτουργική ακεραιότητα του εικονικού χώρου. Συνολικά, το κεφάλαιο αυτό συνιστά το θεμέλιο λίθο για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου, ρεαλιστικού και τεχνολογικά άρτιου εικονικού campus, ικανό να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των σύγχρονων χρηστών.

Κεφάλαιο 5ο: Ανάπτυξη Εφαρμογής

5.1 Περιβάλλον Εργασίας και Οργάνωση Έργου

Η επιτυχία ενός έργου που βασίζεται στην ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου εικονικού περιβάλλοντος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σωστή προετοιμασία και την ορθολογική οργάνωση του περιβάλλοντος εργασίας. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στον τρόπο με τον οποίο οργανώθηκε το έργο εσωτερικά, αλλά και στις αποφάσεις που ελήφθησαν σε σχέση με τις τεχνικές υποδομές και τις ροές εργασίας. Το περιβάλλον ανάπτυξης στην Unreal Engine σχεδιαστική και τεχνική επάρκεια, αλλά και ικανότητα οργάνωσης των στοιχείων που συνθέτουν το project, είτε πρόκειται για 3D assets, είτε για υλικά, scripts, επίπεδα ή λειτουργικές ροές.

Από την αρχή, ακολουθήθηκε μια μεθοδική προσέγγιση που εξασφάλισε τη σταθερότητα και την επεκτασιμότητα της εφαρμογής. Καθιερώθηκε ένας κύκλος εργασιών βασισμένος σε προκαθορισμένα στάδια: δημιουργία βασικής δομής φακέλων, επιλογή κατάλληλου template για το gameplay, ρύθμιση των φωτιστικών παραμέτρων, σταδιακή εισαγωγή των μοντελοποιημένων στοιχείων, και τέλος, ενσωμάτωση μηχανισμών πλοήγησης και διαδραστικότητας. Όλα τα παραπάνω οργανώθηκαν με σαφήνεια μέσα στο περιβάλλον της Unreal, με στόχο τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ανάπτυξης το οποίο να είναι βιώσιμο, ευανάγνωστο και αποτελεσματικό για τον δημιουργό, αλλά και για οποιονδήποτε τρίτο χρειαστεί να το επεκτείνει ή να το διαχειριστεί μελλοντικά.

Παράλληλα, η χρήση του εργαλείου “World Outliner” και της κονσόλας “Content Browser” αξιοποιήθηκε πλήρως για τη διαχείριση των στοιχείων του έργου. Η Unreal προσφέρει τη δυνατότητα ταξινόμησης των στοιχείων κατά επίπεδο, τύπο ή λειτουργικότητα. Αυτή η δυνατότητα χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος με υψηλό βαθμό ελέγχου, το οποίο επιτρέπει την αποσφαλμάτωση, τις επαναληπτικές δοκιμές και τη συνεχή βελτίωση χωρίς να διακυβεύεται η συνοχή του έργου.

5.1.1 Unreal Engine: επιλογή και ρυθμίσεις project

Η Unreal Engine 5 επιλέχθηκε ως το βασικό εργαλείο για την ανάπτυξη της εφαρμογής, λόγω των προηγμένων δυνατοτήτων της στον τομέα της δημιουργίας ρεαλιστικών τρισδιάστατων περιβαλλόντων, της σταθερότητάς της, της υποστήριξης προηγμένων τεχνικών φωτισμού, και της μεγάλης κοινότητας υποστήριξης που έχει δημιουργηθεί γύρω από αυτήν. Η συγκεκριμένη μηχανή, αν και αρχικά σχεδιάστηκε για την ανάπτυξη παιχνιδιών, στην πράξη χρησιμοποιείται ευρέως και για άλλους σκοπούς όπως η αρχιτεκτονική απεικόνιση, η εικονική περιήγηση (virtual tours), η τρισδιάστατη απεικόνιση πολιτιστικών χώρων και η προσομοίωση.

Στην προκειμένη περίπτωση, κατά τη δημιουργία του έργου επιλέχθηκε το First Person Template, που παρέχει εξ αρχής τις βασικές δυνατότητες πλοήγησης πρώτου προσώπου, δηλαδή την εμπειρία περιήγησης μέσα από τα «μάτια» του χρήστη. Το εν λόγω template ενσωματώνει βασικές λειτουργίες, όπως η μετακίνηση σε έναν τρισδιάστατο χώρο, η αλληλεπίδραση με αντικείμενα, η κίνηση του βλέμματος μέσω κάμερας και η άμεση δοκιμή των αλλαγών εντός του περιβάλλοντος ανάπτυξης.

Μετά την επιλογή του template, πραγματοποιήθηκε εκτενής παραμετροποίηση στις αρχικές ρυθμίσεις του έργου. Αρχικά, επιλέχθηκε η ενεργοποίηση του Starter Content, το οποίο παρείχε ένα βασικό σύνολο έτοιμων προς χρήση assets, υλικών, ηχητικών και φωτιστικών εφέ. Εν συνεχεία, διαμορφώθηκαν τα global settings του project ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη απόδοση με παράλληλη διατήρηση υψηλής οπτικής ποιότητας. Για παράδειγμα, ενεργοποιήθηκε η μηχανή φωτισμού Lumen, η οποία υποστηρίζει δυναμικό φωτισμό και παγκόσμιο φωτισμό (global illumination) σε πραγματικό χρόνο, κάτι που κρίθηκε απαραίτητο για τη ρεαλιστική αναπαράσταση του campus υπό διαφορετικές συνθήκες φωτός.

Επιπλέον, τροποποιήθηκαν οι ρυθμίσεις build του project ώστε να υποστηρίζει επεκτασιμότητα και ομαλή μετάβαση από τα στάδια ανάπτυξης στο ενδεχόμενο τελικό deployment της εφαρμογής. Η Unreal δίνει τη δυνατότητα καθορισμού πλατφορμών στόχου (target platforms), κάτι που επιτρέπει μελλοντική

υποστήριξη για VR, υπολογιστές ή ακόμη και κινητές συσκευές, γεγονός που διασφαλίζει την προσαρμοστικότητα του έργου.

5.1.2 Δομή φακέλων και επιπέδων

Η Unreal Engine παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα οργάνωσης των αρχείων του έργου, μέσω της χρήσης φακέλων (folders) μέσα στο Content Browser. Κατά την υλοποίηση της εφαρμογής, κάθε ενέργεια ή προσθήκη που πραγματοποιείται μέσα στη μηχανή αποθηκεύεται αυτόματα στην αντίστοιχη εσωτερική δομή αρχείων του project, χωρίς να απαιτείται χειροκίνητη αποθήκευση εκ μέρους του χρήστη.

Για τις ανάγκες του παρόντος έργου, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην τακτική και ευανάγνωστη ονοματοδοσία των αρχείων και των φακέλων. Τα τρισδιάστατα μοντέλα που δημιουργήθηκαν στο εξωτερικό λογισμικό Blender αποθηκεύτηκαν τοπικά στον υπολογιστή, σε φάκελο που δημιουργήθηκε ειδικά για τον σκοπό αυτό. Κάθε μοντέλο έλαβε χαρακτηριστική ονομασία, ώστε να καθίσταται εύκολη η ταυτοποίησή του κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης.

Στη συνέχεια, τα μοντέλα αυτά εισήχθησαν στην Unreal Engine, και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστό φάκελο εντός του project με την ονομασία "Buildings". Ο συγκεκριμένος φάκελος δημιουργήθηκε για να συγκεντρώνει όλα τα αρχεία που σχετίζονται με τα βασικά κτιριακά στοιχεία του campus, εξασφαλίζοντας έτσι τη δομική οργάνωση και την άμεση προσβασιμότητα των assets. Η ομαδοποίηση αυτή συνέβαλε σημαντικά στην απλοποίηση της διαδικασίας εντοπισμού και ενσωμάτωσης των μοντέλων κατά την κατασκευή των επιπέδων (levels).

Η επιλογή αυτής της μεθοδολογίας αποθήκευσης και ταξινόμησης επέτρεψε την καλύτερη διαχείριση των πόρων και ενίσχυσε την αποδοτικότητα της ανάπτυξης, ειδικά σε περιπτώσεις όπου απαιτούνταν επανεισαγωγή, τροποποίηση ή ενημέρωση περιεχομένου.

5.2 Δημιουργία Εικονικού Campus

Η διαδικασία ανάπτυξης του εικονικού περιβάλλοντος βασίστηκε σε μία συστηματική και μεθοδική προσέγγιση, σε απόλυτη συνέπεια με τη φάση της σχεδίασης. Μετά την επιτυχή εγκατάσταση και διασύνδεση των δύο βασικών εργαλείων – Blender για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων και Unreal Engine για την ανάπτυξη του διαδραστικού περιβάλλοντος – αξιοποιήθηκε το σύνολο του συλλεχθέντος υλικού (φωτογραφίες, βίντεο, χάρτες, σκαριφήματα) με σκοπό την όσο το δυνατόν πιστότερη απόδοση της πραγματικής γεωγραφικής και αρχιτεκτονικής δομής του πανεπιστημιακού campus.

Η ανάπτυξη ξεκίνησε από την κύρια είσοδο του campus, η οποία επιλέχθηκε στρατηγικά ως σημείο αναφοράς και αφετηρία για την τοποθέτηση των υπόλοιπων κτιριακών μονάδων. Η επιλογή αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η είσοδος λειτουργεί ως κεντρικός κόμβος, από τον οποίο προβάλλονται ακτινωτά τα περισσότερα σημαντικά σημεία του χώρου. Μέσω αυτής της προσέγγισης κατέστη εφικτός ο σωστός υπολογισμός αποστάσεων και αναλογιών για τα επόμενα κτίρια και υποδομές.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη χωροθέτηση των κτιρίων με βάση τα πραγματικά δεδομένα, ώστε να αποφευχθούν σχεδιαστικές ανακολουθίες. Μέσα από ενδελεχή μελέτη των χαρτών και φωτογραφικού υλικού, έγινε προσπάθεια να εντοπιστούν με ακρίβεια οι φυσικές αποστάσεις και οι μεταξύ τους σχέσεις. Η ανάπτυξη ακολούθησε διαδοχική λογική: με την ολοκλήρωση κάθε κτιρίου, ξεκινούσε η κατασκευή του γειτονικού, επιτρέποντας τη συνεχή οπτική επιβεβαίωση της συνέχειας και της αρμονίας μεταξύ των μονάδων.

Αυτός ο τρόπος εργασίας λειτούργησε προληπτικά απέναντι σε πιθανά σφάλματα και βοήθησε στην εξασφάλιση υψηλής γεωμετρικής και τοπογραφικής ακρίβειας. Η προοδευτική ανάπτυξη συνέβαλε στη δημιουργία ενός ρεαλιστικού και οπτικά συνεκτικού εικονικού περιβάλλοντος, το οποίο αποτυπώνει με σαφήνεια την πραγματική εικόνα του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος.

5.2.1 Τοποθέτηση βασικών 3D αντικειμένων (κτίρια, δρόμοι, κ.λπ.)

Μετά την ολοκλήρωση του κάθε επιμέρους κτιρίου, η διαδικασία ανάπτυξης συνεχίστηκε με τη σταδιακή τοποθέτηση των συνοδευτικών τρισδιάστατων αντικειμένων, τα οποία περιλάμβαναν στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου όπως δρόμους, πεζοδρόμια, δέντρα, θάμνους, φωτιστικά σώματα, παγκάκια και λοιπά διακοσμητικά στοιχεία.

Η τεκμηρίωση της διάταξης του εξωτερικού περιβάλλοντος βασίστηκε σε φωτογραφικό υλικό υψηλής ανάλυσης από την περίμετρο των κτιρίων, το οποίο συλλέχθηκε κατά τη φάση της αρχικής αποτύπωσης. Μέσα από την ανάλυση αυτών των εικόνων κατέστη δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης κάθε αντικειμένου, προκειμένου να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη οπτική και χωρική πιστότητα.

Κατά την τοποθέτηση κάθε αντικειμένου πραγματοποιούνταν οι αναγκαίες τροποποιήσεις ως προς το μέγεθος, τη χρωματική απόχρωση, καθώς και τη γωνία προσανατολισμού, ώστε να ενσωματώνεται αρμονικά στο συνολικό σύνολο. Η διαδικασία αυτή εκτελέστηκε με ιδιαίτερη προσοχή στην αναλογικότητα, καθώς η εσφαλμένη κλιμάκωση ακόμα και μικρών αντικειμένων θα μπορούσε να επηρεάσει τη ρεαλιστικότητα του τελικού περιβάλλοντος.

Συνολικά, κατά την παρούσα φάση του έργου, έχουν τοποθετηθεί πάνω από 12.000 τρισδιάστατα αντικείμενα στον εικονικό χάρτη. Ο αριθμός αυτός περιλαμβάνει το σύνολο των κτιρίων, των ανεξάρτητων 3D μοντέλων, καθώς και όλων των στοιχείων φύσης και υποδομών που αποτελούν μέρος του εξωτερικού τοπίου.

Η πλούσια αυτή διαστρωμάτωση αντικειμένων συνέβαλε καθοριστικά στη δημιουργία ενός πλήρως ρεαλιστικού και καθηλωτικού περιβάλλοντος, που αποτυπώνει με ακρίβεια τόσο την αρχιτεκτονική όσο και την αισθητική του φυσικού campus.

5.2.2 Ενσωμάτωση υλικών, υφών και φωτισμού

Μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης των τρισδιάστατων αντικειμένων στον εικονικό χώρο, το επόμενο βήμα αφορούσε την ανάθεση κατάλληλων υλικών (materials) και υφών (textures) για τη ρεαλιστική απόδοσή τους. Για κάθε αντικείμενο δημιουργήθηκαν εξατομικευμένα υλικά μέσω του material editor της Unreal Engine, με στόχο την αναπαράσταση των πραγματικών χρωμάτων, επιφανειών και αντανακλάσεων, όπως αυτές παρατηρούνταν στο φωτογραφικό υλικό αναφοράς.

Η δημιουργία των υλικών έγινε με βάση τις ιδιαιτερότητες του κάθε αντικειμένου: επιφάνειες τοίχων, δρόμοι, κουφώματα, πράσινα σημεία, μεταλλικά ή γυάλινα στοιχεία. Σε πολλές περιπτώσεις απαιτήθηκε η χρήση custom textures, τροποποιημένων ως προς την κλίμακα, φωτεινότητα και roughness, ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του εκάστοτε μοντέλου. Η διαδικασία αυτή συνέβαλε στην επίτευξη υψηλού επιπέδου οπτικής ακρίβειας και ρεαλισμού, διατηρώντας παράλληλα την απόδοση του project σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Όσον αφορά τον φωτισμό, αξιοποιήθηκε η δυνατότητα της Unreal Engine να προσομοιώνει φυσικό ηλιακό φως, επιτρέποντας στον χρήστη να ρυθμίζει δυναμικά την ώρα της ημέρας και τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός. Επιλέχθηκε συνειδητά ένα χρονικό σημείο μεταξύ μεσημεριού και απογευματινής ώρας, καθώς το συγκεκριμένο φως προσφέρει ιδανική ισορροπία: αναδεικνύει τα χρώματα και τις υφές των αντικειμένων, χωρίς να προκαλεί έντονες αντιθέσεις ή σκιάσεις που θα επηρέαζαν αρνητικά τη συνολική εμπειρία του χρήστη.

Η προσεκτική επιλογή της χρωματικής παλέτας, η συσχέτιση με τον φυσικό φωτισμό, καθώς και η σύμφωνη απόδοση υλικών και περιβάλλοντος, αποτελούν βασικούς παράγοντες που ενίσχυσαν την αισθητική ποιότητα και την οπτική συνέπεια του εικονικού campus.

5.3 Πλοήγηση Χρήστη

Η εμπειρία πλοήγησης του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον του πανεπιστημίου αποτελεί βασικό στοιχείο της λειτουργικότητας της εφαρμογής. Ο χρήστης, με την εκκίνηση της εφαρμογής, τοποθετείται στο προκαθορισμένο σημείο έναρξης (spawn point), το οποίο αντιστοιχεί στη βασική είσοδο του πανεπιστημίου. Από το σημείο αυτό ξεκινά η ελεύθερη εξερεύνηση του εξωτερικού χώρου του campus.

Η πλοήγηση πραγματοποιείται μέσω της χρήσης πληκτρολογίου και ποντικιού, υιοθετώντας τη γνωστή και καθιερωμένη προσέγγιση first-person controller. Πιο συγκεκριμένα, η μετακίνηση στον χώρο γίνεται με τα πλήκτρα W, A, S, D, ενώ η περιστροφή του οπτικού πεδίου επιτυγχάνεται μέσω της κίνησης του ποντικιού. Η υλοποίηση αυτή προσφέρει στον χρήστη την αίσθηση φυσικής κίνησης μέσα στο εικονικό περιβάλλον, βελτιώνοντας τη ρεαλιστικότητα της εμπειρίας.

Ειδική πρόβλεψη έγινε για την εσωτερική περιήγηση στο κτίριο της Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών, το οποίο είναι το μοναδικό που είναι προσβάσιμο και στο εσωτερικό του. Η δυνατότητα αυτή αναδεικνύει περαιτέρω τη λεπτομέρεια και την πολυπλοκότητα της μοντελοποίησης, προσφέροντας στον χρήστη εμπλουτισμένο επίπεδο αλληλεπίδρασης.

Επιπλέον, εντός της εφαρμογής έχουν ενσωματωθεί χάρτες του πανεπιστημίου, βασισμένοι στους αντίστοιχους φυσικούς χάρτες που είναι τοποθετημένοι στον εξωτερικό χώρο του campus. Μέσω αυτών, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει τη θέση του στον εικονικό χώρο, ενισχύοντας τον προσανατολισμό και τη λειτουργικότητα της πλοήγησης.

Η συνολική σχεδίαση της πλοήγησης επιδιώκει να προσφέρει ρεαλισμό, ευχρηστία και συμβατότητα με τις συνήθειες προσδοκίες των χρηστών, καθιστώντας την εφαρμογή φιλική και άμεσα αξιοποιήσιμη.



Εικόνα 5.1: Το περιβάλλον που αντικρίζει ο χρήστης κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, από το προκαθορισμένο spawn point στην είσοδο του campus του ΔΙ.Π.Α.Ε., μέσω προβολής πρώτου προσώπου.

5.3.1 Χρήση first person controller

Για την πλοήγηση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον, αξιοποιήθηκε το First Person Template που παρέχεται από την Unreal Engine ως προκαθορισμένο σύστημα ελέγχου. Το συγκεκριμένο template περιλαμβάνει έτοιμες ρυθμίσεις για την κάμερα, τον χειρισμό κινήσεων και τις βασικές λειτουργίες πλοήγησης, προσφέροντας ένα ρεαλιστικό και άμεσα λειτουργικό πλαίσιο πρώτου προσώπου (first-person view).

Η υλοποίηση βασίστηκε στον χειρισμό μέσω πληκτρολογίου και ποντικιού. Συγκεκριμένα, τα πλήκτρα W, A, S, D χρησιμοποιούνται για την εμπρόσθια, πλάγια και οπίσθια μετακίνηση, ενώ η κίνηση του

ποντικιού ελέγχει την κατεύθυνση του βλέμματος και της κάμερας του χρήστη. Το σύστημα επιτρέπει ελεύθερη κίνηση στον χώρο με φυσική ροή και χωρίς τεχνητούς περιορισμούς στην ορατότητα.

Στο πλαίσιο της ανάπτυξης, πραγματοποιήθηκαν κατάλληλες παραμετροποιήσεις στον controller, όπως η ρύθμιση του ύψους κάμερας ώστε να προσομοιώνει το ανθρώπινο ύψος, καθώς και ο καθορισμός των ταχυτήτων κίνησης (walk/run speed) για ρεαλιστική πλοήγηση. Εφαρμόστηκαν επίσης περιορισμοί κίνησης μέσω invisible colliders (blocking volumes) για να αποφευχθεί η είσοδος του χρήστη σε μη μοντελοποιημένες περιοχές ή σε αντικείμενα που δεν προορίζονται για αλληλεπίδραση.

Η επιλογή του First Person Controller αποδείχθηκε αποτελεσματική, καθώς συνδυάζει απλότητα χειρισμού, προβλεψιμότητα στην πλοήγηση και συμβατότητα με την εμπειρία του μέσου χρήστη, χωρίς την ανάγκη για επιπλέον βιβλιοθήκες ή περίπλοκο προγραμματισμό.

5.3.2 Σενάριο περιήγησης

Το σενάριο περιήγησης του χρήστη στο εικονικό campus σχεδιάστηκε με στόχο να προσφέρει μια ρεαλιστική, ελεύθερη και προσανατολισμένη εμπειρία εξερεύνησης, προσαρμοσμένη στη φυσική δομή του χώρου του πανεπιστημίου.

Η περιήγηση ξεκινά από τη βασική είσοδο του campus, η οποία λειτουργεί ως κεντρικό σημείο εκκίνησης. Από εκεί, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετακινηθεί ελεύθερα στον εξωτερικό χώρο, επισκεπτόμενος τα μοντελοποιημένα κτίρια, τους διαδρόμους, τις πλατείες και τους κοινόχρηστους χώρους, με φυσική ροή πλοήγησης και χωρίς τεχνητά εμπόδια.

Εντός του σεναρίου περιήγησης, έχουν προστεθεί οδηγοί προσανατολισμού, όπως οι χάρτες του πανεπιστημίου σε επιλεγμένα σημεία, οι οποίοι βοηθούν τον χρήστη να γνωρίζει την τοποθεσία του στον χώρο και να σχεδιάζει την κατεύθυνση που επιθυμεί να ακολουθήσει. Οι χάρτες αυτοί προσομοιώνουν τους πραγματικούς στατικούς χάρτες που είναι τοποθετημένοι στο campus και παρέχουν μια εξοικειωμένη εμπειρία προσανατολισμού.

Το σενάριο περιλαμβάνει και πρόσβαση στο εσωτερικό ενός από τα κτίρια – της Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών – όπου ο χρήστης μπορεί να εισέλθει και να περιηγηθεί στους διαδρόμους και τις εξωτερικά από τις αίθουσες. Η δυνατότητα αυτή εμπλουτίζει το σενάριο πλοήγησης, παρέχοντας διαφοροποίηση στην εμπειρία σε σχέση με την εξωτερική εξερεύνηση.

Δεν υπάρχει αυστηρά προκαθορισμένη διαδρομή ή σενάριο επίσκεψης· η πλοήγηση έχει σχεδιαστεί να είναι εξερευνητική, αφήνοντας τον χρήστη να διαμορφώσει τη δική του πορεία μέσα στον εικονικό χώρο. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει την αίσθηση ελευθερίας, ενώ παράλληλα εξυπηρετεί σκοπούς εκπαιδευτικού προσανατολισμού ή προωθητικής χρήσης του χώρου του πανεπιστημίου.

5.4 Τελική Εμπειρία Χρήστη & Παρατηρήσεις

Η τελική εμπειρία του χρήστη εντός της εφαρμογής εικονικής περιήγησης αξιολογείται με βάση την ευχρηστία, την οπτική ποιότητα, την αίσθηση ρεαλισμού και την πρακτική χρησιμότητα της εφαρμογής. Η δομή της πλοήγησης, η ποιότητα των γραφικών και η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον συνθέτουν την εμπειρία που προσφέρεται στον τελικό χρήστη.

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, εμφανίζεται εισαγωγικό μήνυμα καθοδήγησης, το οποίο παρέχει σύντομες οδηγίες πλοήγησης. Ενημερώνει τον χρήστη ότι η κίνηση πραγματοποιείται με τη χρήση του πληκτρολογίου (πλήκτρα W, A, S, D) και ότι η κάμερα είναι ρυθμισμένη αποκλειστικά σε first-person view, ενισχύοντας την αίσθηση εμπύθισης στον εικονικό χώρο.

Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να περιορίζει την πρόσβαση εκτός των ορίων του χάρτη, μέσω της τοποθέτησης άορατων εμποδίων (invisible walls) περιμετρικά του εικονικού περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ομαλή εμπειρία πλοήγησης και αποφεύγονται ανεπιθύμητες περιπτώσεις «εξόδου» σε περιοχές εκτός πεδίου εφαρμογής.

Η συνολική εμπειρία του χρήστη χαρακτηρίζεται από ευκολία πλοήγησης και ικανοποιητικό επίπεδο ρεαλισμού. Η υψηλή ποιότητα των γραφικών και η πιστότητα στην απόδοση της τοπολογίας του

campus ενισχύουν τη χρηστικότητα της εφαρμογής, ιδιαίτερα για νέους φοιτητές ή επισκέπτες του πανεπιστημίου. Ο χρήστης μπορεί εύκολα να εντοπίσει τη θέση κάθε σχολής, γεγονός που αναμένεται να του φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο και στην πραγματική περιήγησή του στον χώρο.

Ωστόσο, παρατηρήθηκε ένα τεχνικό ζήτημα σχετικό με την απόδοση της εφαρμογής, το οποίο αποδίδεται στη μεγάλη συγκέντρωση 3D αντικειμένων στον χάρτη. Η υπερφόρτωση του γραφικού περιβάλλοντος επηρεάζει τη ροή της εφαρμογής σε ορισμένα συστήματα με χαμηλότερες επιδόσεις, φαινόμενο που θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με τεχνικές βελτιστοποίησης γραφικών σε μελλοντικές εκδόσεις.

5.4.1 Παρουσίαση του αποτελέσματος

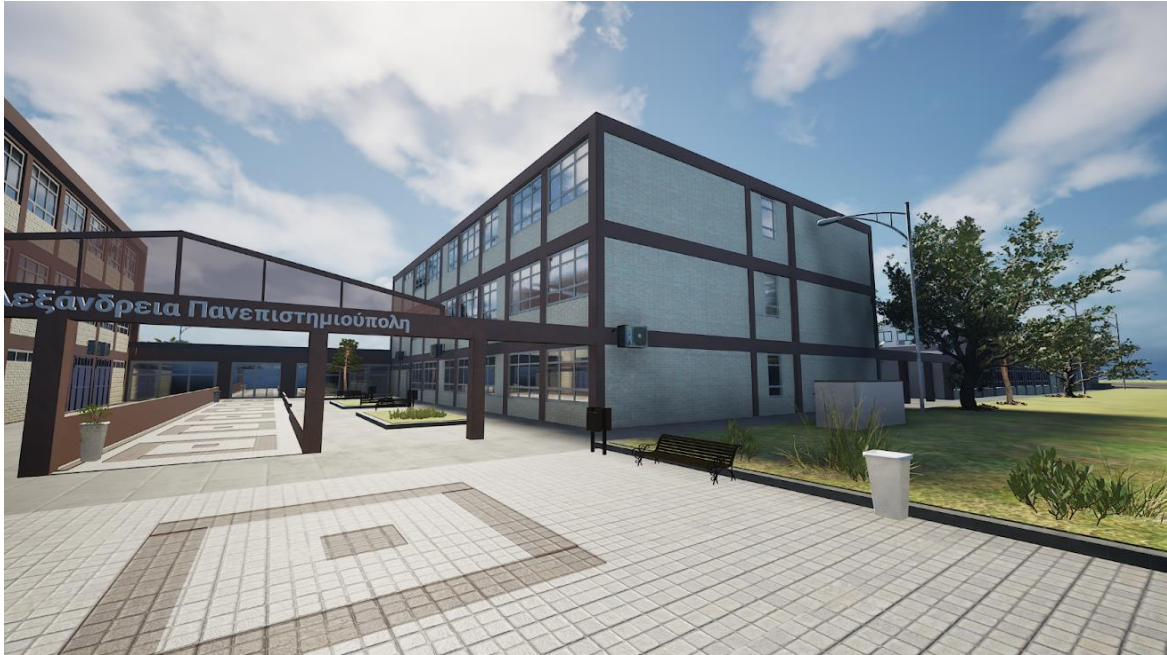
Το τελικό αποτέλεσμα της εφαρμογής εικονικής περιήγησης αποτυπώνει με σαφήνεια το σύνολο των φάσεων σχεδίασης και ανάπτυξης, προσφέροντας στον χρήστη μία ρεαλιστική και καθηλωτική εμπειρία πλοήγησης στον χώρο του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Ο χρήστης πιο συγκεκριμένα ξεκινά από την είσοδο του campus, όπου αντικρίζει την ακριβή αποτύπωση του περιβάλλοντος με βασικά κτίρια, δρόμους, πεζοδρόμια, και στοιχεία φύσης τοποθετημένα με γεωμετρική ακρίβεια. Η εφαρμογή προσφέρει πρώτου προσώπου οπτική (first-person view), επιτρέποντας στον χρήστη να κινηθεί ελεύθερα στον χώρο και να αλληλεπιδρά με αυτόν μέσω φυσικής πλοήγησης (πληκτρολόγιο και ποντίκι).

Κατά τη διάρκεια της περιήγησης, παρουσιάζονται σταδιακά τα σημαντικότερα κτιριακά συγκροτήματα, συμπεριλαμβανομένης και της εσωτερικής πρόσβασης στο κτίριο της Σχολής Ηλεκτρονικών Μηχανικών. Η αρχιτεκτονική ακρίβεια των μοντέλων και η πιστή απόδοση των υλικών, των υφών και του φωτισμού προσδίδουν μία αίσθηση πραγματικής τοποθεσίας, ενισχύοντας τον βαθμό εμπύθισης. Επιπλέον, έχουν ενσωματωθεί χάρτες και πληροφοριακά στοιχεία, που λειτουργούν ως οδηγό πλοήγησης, επιτρέποντας στον χρήστη να προσανατολιστεί και να εντοπίσει εύκολα τις σχολές και τα βασικά σημεία του campus.

Το εικονικό περιβάλλον παρουσιάζεται με υψηλή οπτική ποιότητα, τόσο από άποψη γραφικών όσο και στη γενική αισθητική απεικόνιση του χώρου. Η συνολική εμπειρία συνδυάζει την τεχνική ακρίβεια με την αισθητική αρτιότητα, προσφέροντας μια εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εκπαιδευτικούς όσο και για προωθητικούς σκοπούς, βοηθώντας τους επισκέπτες ή νέους φοιτητές να εξοικειωθούν με τον χώρο του πανεπιστημίου πριν από τη φυσική τους άφιξη.



Εικόνα 5.2: Απεικόνιση της κύριας εισόδου του Τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών, όπως αποδόθηκε στο τελικό εικονικό περιβάλλον μέσω Unreal Engine.



Εικόνα 5.3: Προοπτική προβολή της κύριας εισόδου της Αλεξάνδρειας Πανεπιστημιούπολης, στο τελικό 3D μοντέλο της εφαρμογής.



Εικόνα 5.4: Γενική άποψη του εξωτερικού περιβάλλοντος του campus με έμφαση στους διαμορφωμένους διαδρόμους, τα δέντρα και τον αστικό εξοπλισμό, όπως μοντελοποιήθηκαν στο τελικό στάδιο της εφαρμογής.

5.4.2 Τεχνικά ζητήματα, βελτιώσεις, δοκιμές

Κατά την τελική φάση ανάπτυξης της εφαρμογής εντοπίστηκαν ορισμένα τεχνικά ζητήματα, κυρίως σε σχέση με την απόδοση και τη διαχείριση των γραφικών πόρων. Η ταυτόχρονη απεικόνιση μεγάλου αριθμού τρισδιάστατων αντικειμένων στο εικονικό περιβάλλον, όπως κτίρια, δρόμοι, διακοσμητικά στοιχεία και φυσικά στοιχεία, οδήγησε σε φαινόμενα υπερφόρτωσης του συστήματος, ιδιαίτερα σε

υπολογιστές με περιορισμένες γραφικές δυνατότητες. Παρατηρήθηκαν μειωμένοι ρυθμοί καρέ και προσωρινές καθυστερήσεις στην απόκριση του συστήματος σε περιοχές αυξημένης πολυπλοκότητας. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων εφαρμόστηκαν τεχνικές βελτιστοποίησης, όπως η χρήση επιπέδων λεπτομέρειας (LOD), το culling μη ορατών αντικειμένων, η συμπίεση υφών και η τμηματική φόρτωση περιοχών μέσω level streaming. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές λειτουργίας της εφαρμογής σε διαφορετικά συστήματα, με σκοπό την αξιολόγηση της σταθερότητας και της χρηστικότητας της εμπειρίας. Με βάση τα ευρήματα αυτών των δοκιμών, προτάθηκαν μελλοντικές βελτιώσεις, όπως η ενσωμάτωση επιλογών ρύθμισης ποιότητας, η προσθήκη μικρών αλληλεπιδράσεων, καθώς και η περαιτέρω ενίσχυση της οπτικής λεπτομέρειας σε συγκεκριμένα σημεία. Συνολικά, η εφαρμογή παρουσιάζει θετική εμπειρία χρήστη, με λειτουργική και σταθερή απόδοση, παρά την ανάγκη περαιτέρω βελτιώσεων σε επίπεδο απόδοσης για συγκεκριμένες περιπτώσεις.

5.5 Επίλογος Κεφαλαίου

Το παρόν κεφάλαιο παρουσίασε αναλυτικά τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής εικονικής περιήγησης στο campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, καλύπτοντας όλα τα κρίσιμα στάδια από την οργάνωση του περιβάλλοντος εργασίας έως την τελική εμπειρία χρήστη. Αρχικά, έγινε αναφορά στην προετοιμασία και τη δομή του έργου εντός της Unreal Engine, ενώ στη συνέχεια παρουσιάστηκε η διαδικασία δημιουργίας του εικονικού χώρου μέσω της τοποθέτησης τρισδιάστατων μοντέλων, της ανάθεσης υλικών και της ρύθμισης του φωτισμού. Έμφαση δόθηκε στον σχεδιασμό της πλοήγησης και στο σενάριο περιήγησης του χρήστη, με στόχο την επίτευξη ρεαλιστικής, χρηστικής και ευχάριστης εμπειρίας. Η ενότητα ολοκληρώθηκε με την αξιολόγηση του τελικού αποτελέσματος, καταγράφοντας τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα τεχνικά ζητήματα που προέκυψαν, προτείνοντας αντίστοιχα σημεία βελτίωσης για μελλοντικές εκδόσεις. Συνολικά, το κεφάλαιο τεκμηρίωσε πλήρως την τεχνική υλοποίηση και λειτουργική ολοκλήρωση της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 6ο: Αξιολόγηση και αποτελέσματα Εφαρμογής

6.1 Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου

Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με στόχο τη συστηματική καταγραφή των εντυπώσεων και απόψεων των φοιτητών σχετικά με το εικονικό περιβάλλον περιήγησης στο campus. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σαφήνεια, την απλότητα και την ουσιαστική σύνδεση των ερωτήσεων με βασικές παραμέτρους της εμπειρίας χρήσης, όπως η πλοήγηση, ο ρεαλισμός, η εκπαιδευτική χρησιμότητα και η συνολική ικανοποίηση. Η επιλογή ερωτήσεων κλειστού τύπου και η χρήση πενταβάθμιας κλίμακας Likert επιτρέπει την εύκολη ποσοτικοποίηση και ανάλυση των δεδομένων.

6.1.1 Σκοπός του Ερωτηματολογίου

Ο βασικός στόχος του ερωτηματολογίου ήταν η αξιολόγηση της εμπειρίας χρήσης του εικονικού περιβάλλοντος περιήγησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα, επιδίωκε τη συστηματική καταγραφή των εντυπώσεων, απόψεων και αντιλήψεων των φοιτητών που αλληλοεπίδρασαν με την εφαρμογή, προκειμένου να διαμορφωθεί μια σφαιρική εικόνα ως προς την αποτελεσματικότητα, τη λειτουργικότητα και τη συνολική αποδοχή του έργου.

Η χρήση ερωτηματολογίου κρίθηκε ως η πλέον κατάλληλη μεθοδολογική επιλογή, καθώς επιτρέπει τη δομημένη συλλογή ποσοτικών δεδομένων, που είναι απαραίτητα για την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Επιπλέον, μέσω της χρήσης τυποποιημένης κλίμακας Likert, διασφαλίζεται η συγκρισιμότητα και η αναλυτικότητα των απαντήσεων, επιτρέποντας την εξαγωγή στατιστικά αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Οι κύριοι επιμέρους στόχοι του ερωτηματολογίου ήταν οι εξής:

- Να αποτυπωθεί ο βαθμός ρεαλισμού που αντιλαμβάνονται οι χρήστες κατά την πλοήγηση στο εικονικό περιβάλλον.
- Να αξιολογηθεί η ευκολία στη χρήση και η ευχρηστία της εφαρμογής.
- Να καταγραφεί η πιστότητα με την οποία αναπαρίστανται οι πραγματικοί χώροι του πανεπιστημίου.
- Να εκτιμηθεί η εκπαιδευτική και λειτουργική αξία της εφαρμογής, κυρίως για νεοεισερχόμενους φοιτητές.
- Να ανιχνευθεί η διάθεση των χρηστών για περαιτέρω χρήση ή σύσταση της εφαρμογής σε άλλους.
- Να εντοπιστούν τυχόν πεδία βελτίωσης, μέσα από την άποψη των ίδιων των τελικών χρηστών.

Μέσα από την ανάλυση των απαντήσεων, επιδιώκεται όχι μόνο η αξιολόγηση της υφιστάμενης εφαρμογής, αλλά και η παροχή κατευθύνσεων για μελλοντική εξέλιξη και βελτιστοποίηση του έργου. Το ερωτηματολόγιο, έτσι, λειτουργεί ως εργαλείο ανατροφοδότησης και τεκμηρίωσης της επίδρασης που μπορεί να έχει το εικονικό περιβάλλον στην εμπειρία του χρήστη.

6.1.2 Δομή και Περιεχόμενο Ερωτήσεων

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε με γνώμονα την απλότητα, την ευκρίνεια και την εγκυρότητα των απαντήσεων, ώστε να αποτυπώνεται με σαφήνεια η εμπειρία των συμμετεχόντων από τη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος. Περιλάμβανε συνολικά 9 κλειστές ερωτήσεις τύπου Likert, με πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης, όπου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να επιλέξουν μία τιμή από το 1 έως το 5 (1 = Καθόλου, 2 = Λίγο, 3 = Μέτρια, 4 = Πολύ, 5 = Πάρα Πολύ). Οι ερωτήσεις κάλυπταν βασικούς άξονες της εμπειρίας χρήσης, όπως ο ρεαλισμός και η αισθητική του περιβάλλοντος, η ευχρηστία της πλοήγησης, η πιστότητα απεικόνισης των πανεπιστημιακών χώρων, η εκπαιδευτική αξία της εφαρμογής και η γενικότερη πρόθεση των χρηστών να τη συστήσουν ή να τη χρησιμοποιήσουν στο μέλλον. Παράλληλα, μια ερώτηση επικεντρωνόταν στην αντίληψη των χρηστών ως προς τις δυνατότητες μελλοντικής βελτίωσης του έργου. Οι διατυπώσεις των ερωτήσεων ήταν απλές, σαφείς και φιλικές προς τον χρήστη, ώστε να αποφευχθεί κάθε σύγχυση ή παρανόηση και να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία των απαντήσεων.

6.1.3 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω έντυπου ερωτηματολογίου, το οποίο διανεμήθηκε σε ομάδα 32 φοιτητών του Τμήματος, αμέσως μετά από προγραμματισμένη παρουσίαση της εφαρμογής. Η παρουσίαση πραγματοποιήθηκε σε αίθουσα του Πανεπιστημίου και περιλάμβανε ζωντανή περιήγηση στο εικονικό campus, δίνοντας στους συμμετέχοντες τη δυνατότητα να αλληλοεπιδράσουν με το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Ο τρόπος αυτός διασφάλισε ότι όλοι οι φοιτητές είχαν επαρκή και ομοιογενή εμπειρία χρήσης πριν την αξιολόγηση. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε ανώνυμα και επιτόπου, χωρίς χρονικούς περιορισμούς, με στόχο τη συγκέντρωση αυθόρμητων και αντιπροσωπευτικών απόψεων. Η διαδικασία οργανώθηκε με τρόπο που να προάγει τη συγκέντρωση και την ειλικρίνεια των συμμετεχόντων, χωρίς εξωτερικές παρεμβάσεις ή καθοδηγήσεις.

6.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των απαντήσεων του ερωτηματολογίου. Η στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει την υπολογισμό των μέσων όρων και των διακυμάνσεων για κάθε ερώτηση, προκειμένου να αποτυπωθεί η συνολική αξιολόγηση των χρηστών σχετικά με το εικονικό περιβάλλον περιήγησης. Επιπλέον, μέσω διαγραμμάτων και πινάκων, παρουσιάζεται ο τρόπος κατανομής των απαντήσεων, δίνοντας μια σαφή οπτική εικόνα της αντίληψης των φοιτητών. Τέλος, συνοπτικά επισημαίνονται τα βασικά ευρήματα που αναδεικνύουν τα σημεία όπου η εφαρμογή πέτυχε και εκείνα που μπορούν να βελτιωθούν στο μέλλον.

6.2.1 Στατιστική Ανάλυση

Παρουσίαση μέσων όρων και διακυμάνσεων των απαντήσεων ανά ερώτηση.

Η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τους 32 συμμετέχοντες. Για κάθε μία από τις 9 ερωτήσεις υπολογίστηκε ο μέσος όρος των απαντήσεων, που αποτυπώνει τη γενική τάση των αξιολογήσεων, καθώς και η τυπική απόκλιση, η οποία δείχνει το βαθμό διασποράς ή ομοιομορφίας στις απόψεις των φοιτητών.

Ο μέσος όρος κάθε ερώτησης κυμάνθηκε σε τιμές από 1 έως 5, όπου το 1 αντιστοιχεί σε «Καθόλου» και το 5 σε «Πάρα πολύ». Η τυπική απόκλιση επιτρέπει την αξιολόγηση της συνέπειας των απαντήσεων και βοηθά στον εντοπισμό πιθανών διαφοροποιήσεων στην εμπειρία των χρηστών.

Τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν μία σαφή εικόνα για τα σημεία που αξιολογήθηκαν θετικά και εκείνα που χρήζουν βελτίωσης, αποτελώντας σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της εφαρμογής.

6.2.2 Οπτική Απεικόνιση

Η ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου συνοδεύτηκε από πλούσιο οπτικό υλικό, το οποίο συνέβαλε σημαντικά στην καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Για την παρουσίαση των απαντήσεων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα είδη γραφημάτων, ανάλογα με τη φύση των δεδομένων και τον επιδιωκόμενο βαθμό αναγνωσιμότητας και ανάλυσης. Οι οπτικές απεικονίσεις δημιουργήθηκαν κυρίως με τη χρήση του Microsoft Excel, καθώς και με επιπλέον εργαλεία επεξεργασίας γραφημάτων, προσφέροντας ευκρινείς και ευανάγνωστες απεικονίσεις των δεδομένων.

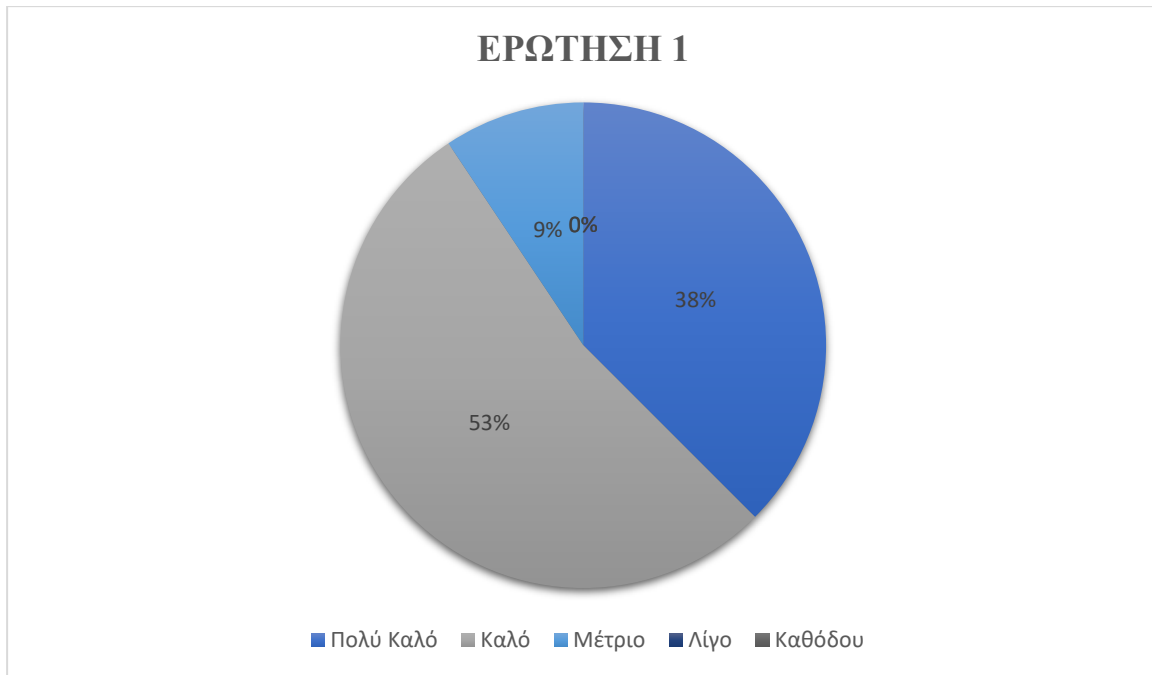
Σε πρώτο επίπεδο, αξιοποιήθηκαν ραβδογράμματα (bar charts) για την αποτύπωση της συχνότητας επιλογής κάθε τιμής της κλίμακας Likert ανά ερώτηση. Τα γραφήματα αυτά βοήθησαν στην ανάδειξη των προτιμήσεων των συμμετεχόντων, καταδεικνύοντας ποιοι βαθμοί (από το 1 έως το 5) επιλέχθηκαν περισσότερο σε κάθε επιμέρους άξονα αξιολόγησης. Η χρήση αυτής της μορφής επέτρεψε την άμεση οπτική σύγκριση μεταξύ των αποκρίσεων και την εντόπιση κυρίαρχων τάσεων.

Επιπλέον, συμπεριλήφθηκαν διαγράμματα πίτας (pie charts), τα οποία προσέφεραν μια συνοπτική εικόνα της ποσοστιαίας κατανομής των απαντήσεων σε ερωτήσεις με πιο διακριτές αποκρίσεις ή όπου κρίθηκε σκόπιμο να φανεί η αναλογία μεταξύ των τιμών. Τα διαγράμματα πίτας ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα για την αναπαράσταση της γενικής αποδοχής ή της κατανομής θετικών, ουδέτερων και αρνητικών απαντήσεων. Με σαφή χρωματική διαφοροποίηση και ετικέτες ποσοστών, διευκόλυναν τον αναγνώστη να εξάγει γρήγορα βασικά συμπεράσματα.

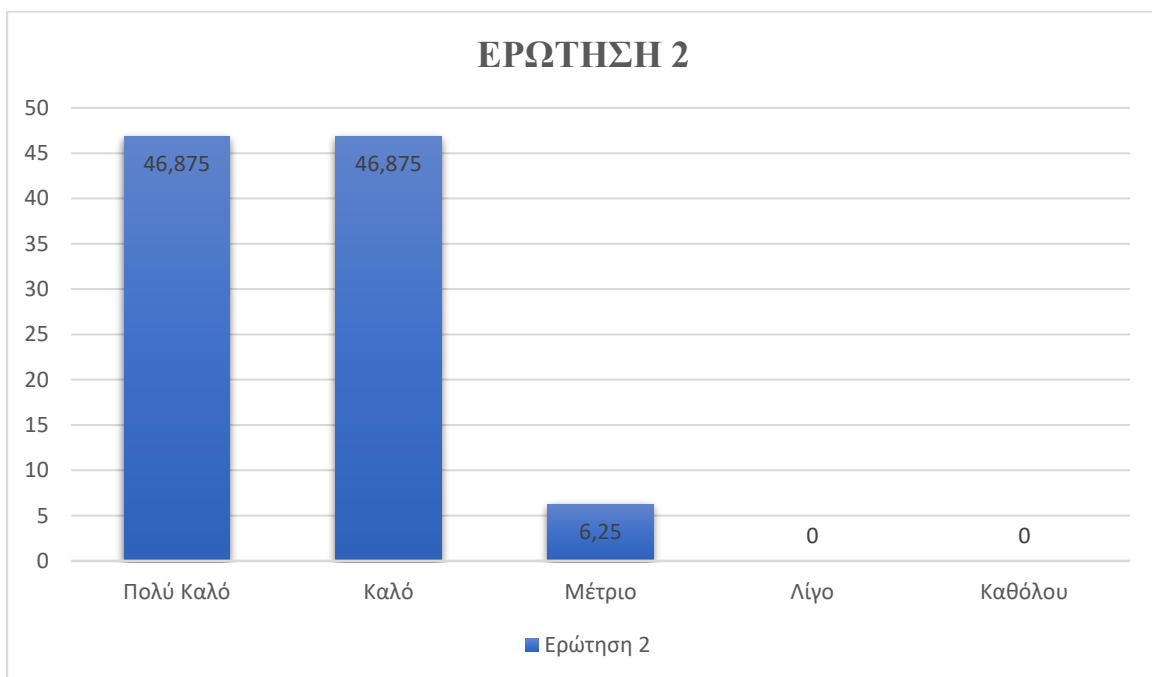
Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν επίσης σύνθετα ή ομαδοποιημένα γραφήματα, προκειμένου να αναπαρασταθούν απαντήσεις σε περισσότερες της μίας ερωτήσεις ταυτόχρονα, με στόχο τη σύγκριση και την εξαγωγή συσχετίσεων ανάμεσα σε θεματικές ενότητες. Αυτά τα γραφήματα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμα στην ανίχνευση συσχετισμών μεταξύ αντιλήψεων περί ρεαλισμού και εκπαιδευτικής αξίας ή ανάμεσα στην ευκολία πλοήγησης και την πρόθεση μελλοντικής χρήσης της εφαρμογής.

Όλα τα γραφήματα συνοδεύονταν από κατάλληλους τίτλους, ετικέτες αξόνων, υπομνήματα και περιγραφικές σημειώσεις όπου κρίθηκε απαραίτητο, εξασφαλίζοντας την ακρίβεια και την πληρότητα της παρουσίασης. Η χρήση των οπτικών αναπαραστάσεων δεν περιορίστηκε μόνο στη στατιστική απεικόνιση, αλλά λειτουργεί υποστηρικτικά προς την ανάλυση, επιτρέποντας την πιο άμεση, σαφή και διαισθητική πρόσβαση στα δεδομένα της έρευνας.

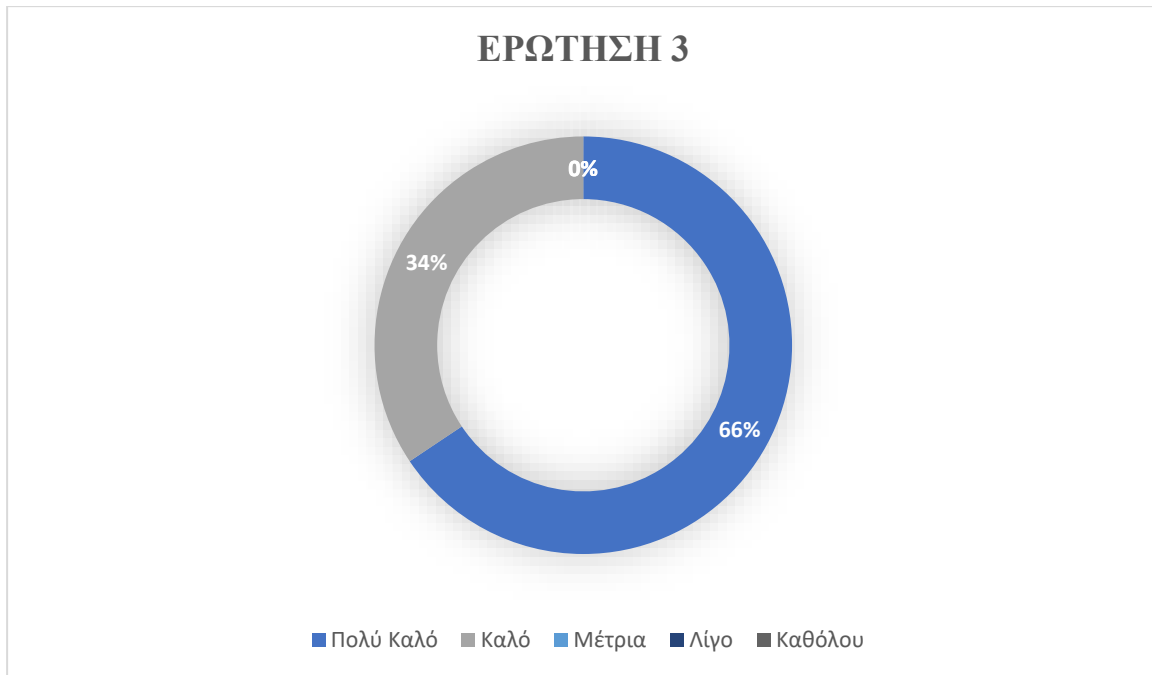
Συνολικά, η πολυμορφία των γραφημάτων και η στρατηγική τους ένταξη στη στατιστική παρουσίαση των αποτελεσμάτων ενίσχυσε την επιστημονική εγκυρότητα και τη διαύγεια του κεφαλαίου, προσδίδοντας στον αναγνώστη τα κατάλληλα εργαλεία για μια ολοκληρωμένη εικόνα της εμπειρίας των χρηστών από το εικονικό περιβάλλον.



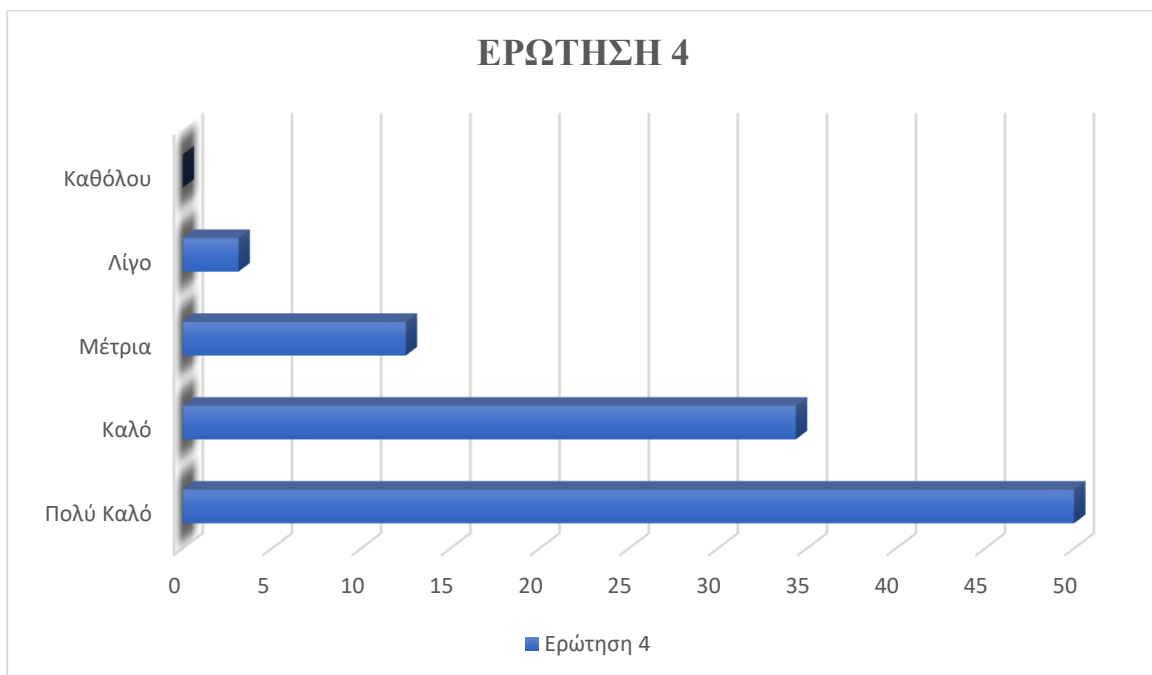
Γράφημα 6.1: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 1: «Πόσο ρεαλιστικά σας φάνηκαν τα γραφικά του εικονικού περιβάλλοντος;»



Γράφημα 6.2: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 2: «Πόσο εύκολη ήταν η πλοήγηση στον εικονικό χώρο;»



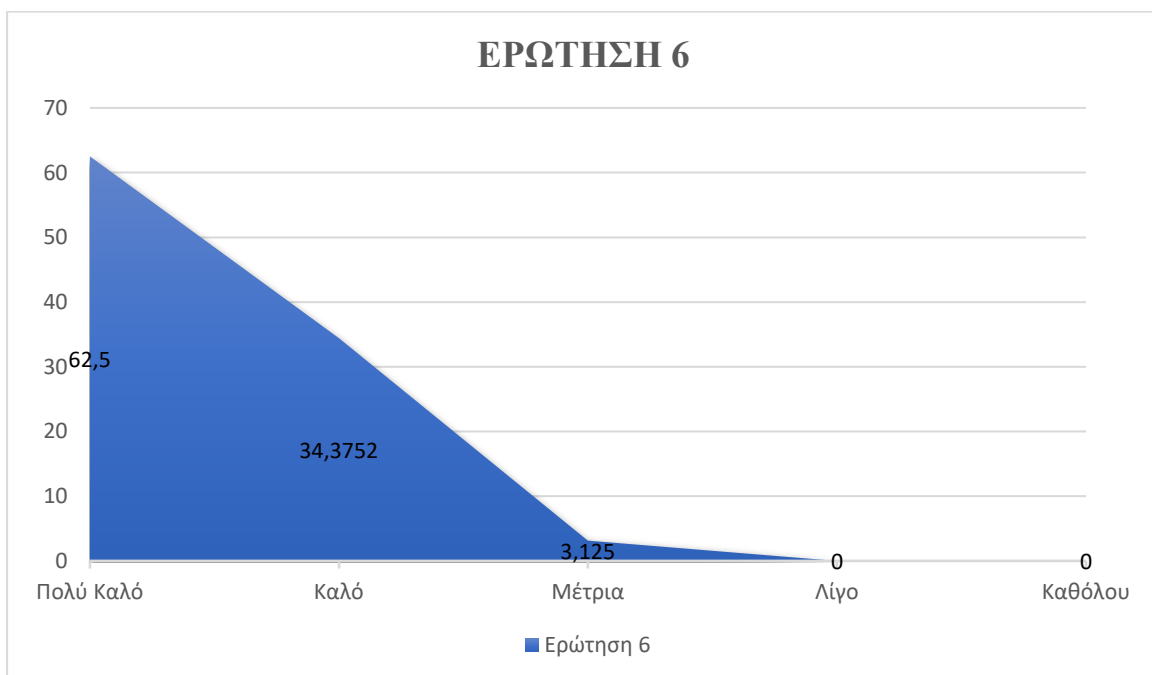
Γράφημα 6.3: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 3: «Πόσο καλά αναπαριστώνται οι πραγματικοί χώροι του πανεπιστημίου;»



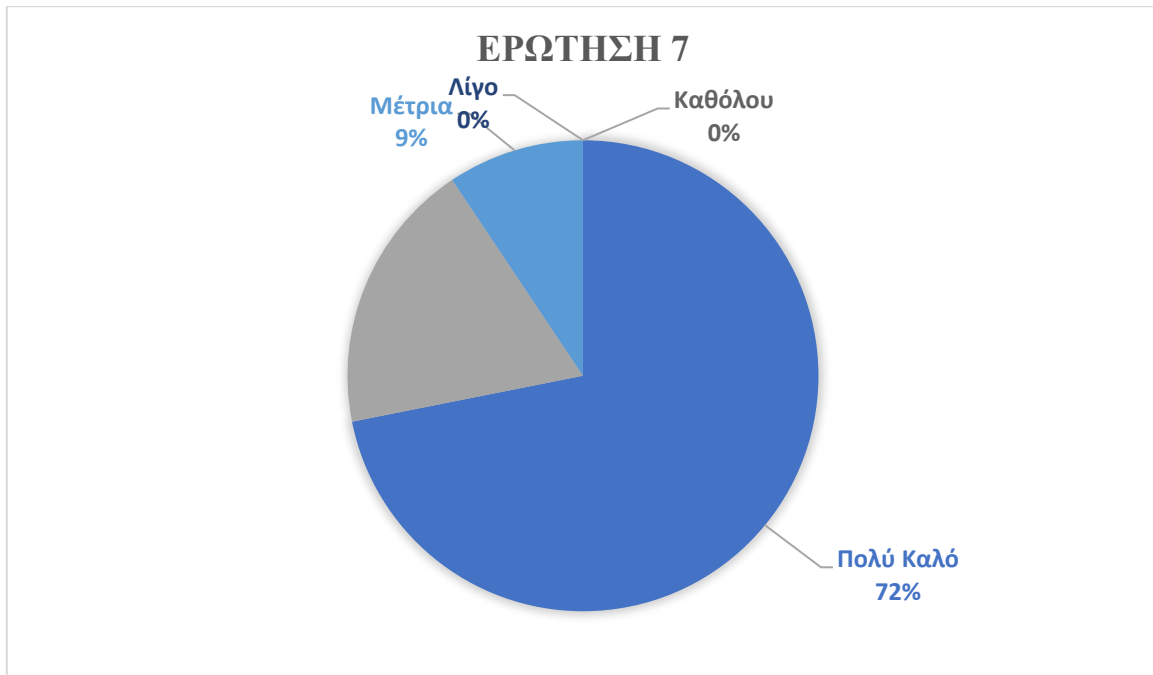
Γράφημα 6.4: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 4: «Πόσο χρήσιμο θεωρείτε το εικονικό περιβάλλον για πρωτοετείς φοιτητές;»



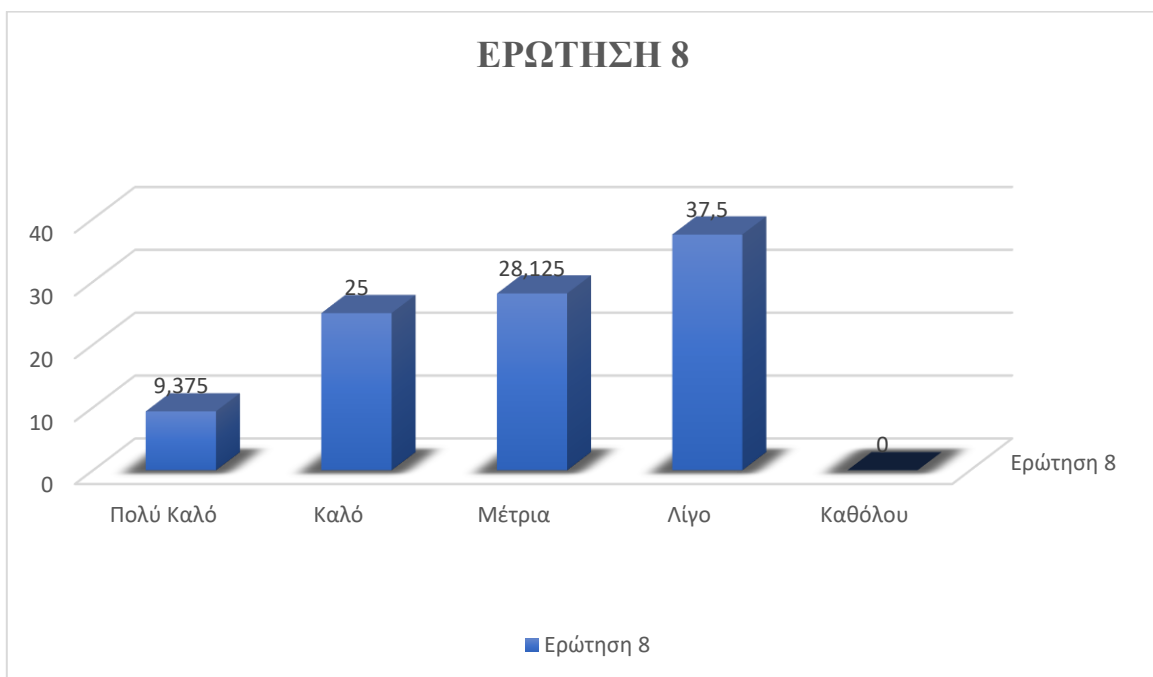
Γράφημα 6.5: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 5: «Πόσο ευκρινή ήταν τα textures και οι λεπτομέρειες στα αντικείμενα;»



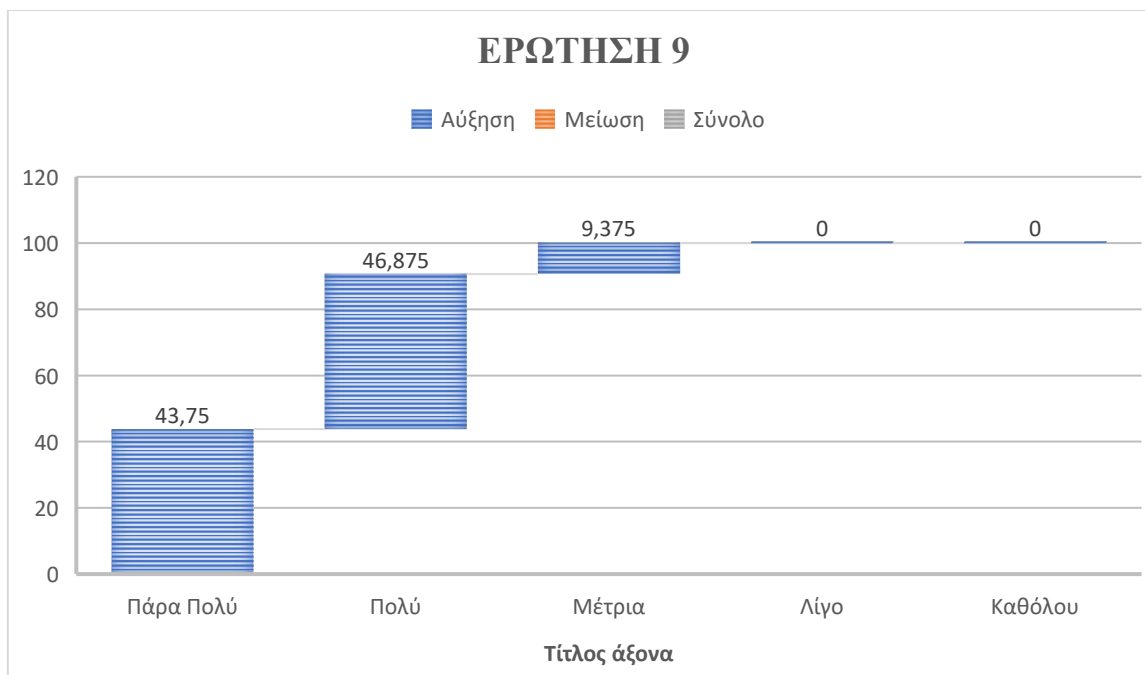
Γράφημα 6.6: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 6: «Πόσο σωστή ήταν η κλίμακα και οι αναλογίες των αντικειμένων και των χώρων;»



Γράφημα 6.7: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 7: «Πόσο καλά σας μετέφερε το περιβάλλον την αίσθηση "παρουσίας" στον χώρο;»



Γράφημα 6.8: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 8: «Πόσο θεωρείτε ότι μπορεί να βελτιωθεί το εικονικό περιβάλλον στο μέλλον;»



Γράφημα 6.9: Κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση 9: «Πόσο πιθανό είναι να προτείνετε αυτή την εφαρμογή σε άλλους φοιτητές;»

Η οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων βασίζεται στα ποσοστά που συλλέχθηκαν από τους συμμετέχοντες και παρουσιάζουν την υποκειμενική αξιολόγηση του εικονικού περιβάλλοντος. Σημαντικό εύρημα αποτελεί το υψηλό ποσοστό 90,625% των χρηστών που βαθμολόγησαν τα γραφικά ως «Πολύ» ή «Πάρα Πολύ» ρεαλιστικά, γεγονός που επιβεβαιώνει την επιτυχή χρήση τεχνολογιών 3D μοντελοποίησης και την επάρκεια της Unreal Engine στην απόδοση οπτικά ελκυστικών χώρων. Η ευκολία πλοήγησης αξιολογήθηκε επίσης πολύ θετικά, με το 93,75% των χρηστών να δηλώνουν υψηλό βαθμό ικανοποίησης, γεγονός που υποδεικνύει ότι το σύστημα σχεδιάστηκε με γνώμονα την φιλικότητα προς τον χρήστη και τη βέλτιστη εμπειρία πλοήγησης.

Η πιστότητα στην αναπαράσταση των πραγματικών χώρων του πανεπιστημίου ήταν επίσης ιδιαίτερα υψηλή, με όλους τους συμμετέχοντες να την αξιολογούν τουλάχιστον ως «Πολύ», γεγονός που αποδεικνύει την επιτυχή μεταφορά του πραγματικού campus στο ψηφιακό περιβάλλον. Επιπλέον, το 84,375% των χρηστών θεωρούν την εφαρμογή ως ένα χρήσιμο εργαλείο για τους πρωτοετείς φοιτητές, υπογραμμίζοντας τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα και την πρακτική χρησιμότητά της.

Όσον αφορά τις τεχνικές λεπτομέρειες όπως τα textures και οι αναλογίες των αντικειμένων, τα ποσοστά δείχνουν ότι η πλειονότητα των χρηστών ικανοποιήθηκε από την ευκρίνεια και την πιστότητα, με ποσοστά πάνω από 90%. Η αίσθηση της παρουσίας, που είναι κρίσιμη για την εμπύθιση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον, συγκέντρωσε το υψηλότερο ποσοστό θετικής αξιολόγησης, αγγίζοντας το 90,625%. Τέλος, αν και υπάρχει μια τάση βελτίωσης, το 37,5% δηλώνει ότι υπάρχει περιθώριο εξέλιξης, δείχνοντας ενδιαφέρον και εμπλοκή των χρηστών με την εφαρμογή.

6.2.3 Βασικές Παρατηρήσεις

Από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την αποδοχή και την αποτελεσματικότητα του εικονικού περιβάλλοντος του πανεπιστημίου. Καταρχάς, η μεγάλη πλειονότητα των συμμετεχόντων έκρινε ότι τα γραφικά

του εικονικού campus ήταν ιδιαίτερα ρεαλιστικά, με το 90,625% να τα χαρακτηρίζει ως «πολύ» ή «πάρα πολύ» ρεαλιστικά. Αυτό επιβεβαιώνει την υψηλή ποιότητα της τρισδιάστατης απεικόνισης και της χρήσης υλικών και υφών, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην αίσθηση παρουσίας μέσα στον ψηφιακό χώρο.

Επιπλέον, το στοιχείο της πλοήγησης αξιολογήθηκε επίσης θετικά, με πάνω από το 90% να θεωρεί την πλοήγηση «πολύ» ή «πάρα πολύ» εύκολη, γεγονός που αναδεικνύει τη φιλικότητα προς το χρήστη και την αποτελεσματική σχεδίαση του περιβάλλοντος, αποφεύγοντας τυχόν σύγχυση ή δυσκολίες στην εξερεύνηση του campus. Η πιστότητα στην αναπαράσταση των πραγματικών χώρων του πανεπιστημίου ήταν εξαιρετική, καθώς το 100% των συμμετεχόντων εκτίμησε την πιστότητα ως «πολύ» ή «πάρα πολύ», ενισχύοντας την εκπαιδευτική αξία της εφαρμογής.

Ένα ακόμη κρίσιμο σημείο είναι η αποδοχή της εφαρμογής ως εργαλείο υποστήριξης νέων φοιτητών, με το 84,375% να θεωρεί το περιβάλλον ιδιαίτερα χρήσιμο, κάτι που υπογραμμίζει τον κοινωνικό και εκπαιδευτικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η εφαρμογή. Η οπτική ευκρίνεια των λεπτομερειών και η σωστή κλίμακα των χώρων και αντικειμένων έλαβαν επίσης υψηλές βαθμολογίες, επιβεβαιώνοντας την προσοχή στη λεπτομέρεια και τη σχεδιαστική ακρίβεια που χαρακτηρίζουν την υλοποίηση.

Η έντονη αίσθηση παρουσίας, με το 90,625% των χρηστών να δηλώνουν ότι ένιωσαν «πολύ» ή «πάρα πολύ» την αίσθηση ότι βρίσκονται μέσα στο περιβάλλον, αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς δείκτες επιτυχίας, καθώς η αίσθηση «presence» είναι θεμελιώδης σε εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και καθορίζει την ποιότητα της εμπειρίας.

Παράλληλα, η συντριπτική πλειονότητα των χρηστών θεωρεί ότι η εφαρμογή μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω, γεγονός που δείχνει την ύπαρξη ενδιαφέροντος για την εξέλιξή της και ανοίγει τον δρόμο για μελλοντικές αναβαθμίσεις. Τέλος, η πρόθεση προώθησης της εφαρμογής σε άλλους φοιτητές είναι επίσης υψηλή, υποδεικνύοντας τη θετική ανταπόκριση και την εμπιστοσύνη των χρηστών στην αξία του εικονικού campus.

Συνολικά, τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι η εφαρμογή έχει καταφέρει να συνδυάσει με επιτυχία υψηλή τεχνολογική ποιότητα, ευχρηστία και πρακτική χρησιμότητα, δημιουργώντας μία ολοκληρωμένη και αποδεκτή λύση για την περιήγηση και γνωριμία με το πανεπιστημιακό περιβάλλον.

6.3 Συμπεράσματα και Προτάσεις

Η αξιολόγηση επιβεβαίωσε ότι το έργο πέτυχε τους βασικούς του στόχους, καθώς η εφαρμογή διαθέτει υψηλό βαθμό ρεαλισμού, λειτουργικότητας και ευχρηστίας. Η χρήση της Unreal Engine ως πλατφόρμα ανάπτυξης απέδωσε ένα εικονικό περιβάλλον με υψηλή οπτική πιστότητα και αποτελεσματικότητα στην πλοήγηση.

Τα ευρήματα αποδεικνύουν την ικανότητα της εφαρμογής να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των χρηστών, ειδικά των πρωτοετών φοιτητών, παρέχοντας ένα χρήσιμο εργαλείο για την εξοικείωση με τον χώρο του πανεπιστημίου. Παράλληλα, αναγνωρίζεται η δυνατότητα βελτίωσης και ανανέωσης, που μπορεί να οδηγήσει σε μελλοντικές εκδόσεις με ακόμη πιο εξελιγμένες δυνατότητες.

6.3.1 Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης αποκαλύπτει σημαντικές ενδείξεις ότι η εφαρμογή του εικονικού περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου καταφέρνει να εκπληρώσει σε μεγάλο βαθμό τους αρχικούς στόχους του έργου. Πρώτον, η πλειοψηφία των χρηστών εξέφρασε υψηλό βαθμό ικανοποίησης από την αισθητική ποιότητα και το ρεαλισμό των γραφικών, γεγονός που αποδεικνύει την επιτυχή χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών τρισδιάστατης μοντελοποίησης και απεικόνισης. Αυτό σημαίνει ότι το εικονικό campus δεν είναι απλά μια τρισδιάστατη αναπαράσταση, αλλά προσφέρει μια εμπειρία που

προσεγγίζει την πραγματικότητα, συμβάλλοντας στην αίσθηση της παρουσίας και της οικειότητας στο χώρο.

Επιπλέον, η ευκολία πλοήγησης που ανέφεραν οι χρήστες καταδεικνύει ότι η σχεδίαση του περιβάλλοντος και των διαδρόμων ήταν λειτουργική και διαισθητική, μειώνοντας τα τεχνικά εμπόδια και αυξάνοντας την προσβασιμότητα της εφαρμογής για ένα ευρύ φάσμα χρηστών. Αυτό είναι κρίσιμο για την αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου εργαλείου, καθώς η δυσκολία στην πλοήγηση θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά την αποδοχή και τη χρηστικότητα της εφαρμογής.

Τα εξαιρετικά ποσοστά που σχετίζονται με την πιστότητα της αναπαράστασης των χώρων και την ακρίβεια της κλίμακας υπογραμμίζουν την προσοχή στη λεπτομέρεια που δόθηκε κατά τη φάση της ανάπτυξης. Η δυνατότητα αυτή ενισχύει την εκπαιδευτική και προσανατολιστική αξία της εφαρμογής, καθιστώντας την χρήσιμη ειδικά για νέους φοιτητές που επιθυμούν να γνωρίσουν το campus πριν από την επίσκεψή τους.

Παράλληλα, η μεγάλη πλειονότητα των συμμετεχόντων αναγνώρισε τη χρησιμότητα του εικονικού περιβάλλοντος ως εκπαιδευτικό εργαλείο, κάτι που επιβεβαιώνει τον στόχο της εφαρμογής να στηρίζει την προσαρμογή των πρωτοετών φοιτητών και να βελτιώσει την εμπειρία τους. Η θετική στάση απέναντι στην εφαρμογή ως προς την προοπτική προώθησής της σε άλλους φοιτητές αναδεικνύει τη δυναμική της πλατφόρμας να λειτουργήσει ως ένα αποτελεσματικό μέσο κοινωνικής δικτύωσης και πληροφόρησης.

Ωστόσο, η ανάλυση των απαντήσεων σχετικά με τις δυνατότητες βελτίωσης δείχνει ότι οι χρήστες αναγνωρίζουν και περιθώρια εξέλιξης, γεγονός που προσφέρει κατευθύνσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη της εφαρμογής. Συνολικά, τα αποτελέσματα ερμηνεύονται ως ένδειξη ότι η εφαρμογή αποτελεί ένα ώριμο και χρήσιμο εργαλείο που συνδυάζει τεχνολογική καινοτομία με πραγματικές ανάγκες των χρηστών, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει δρόμους για μελλοντική βελτίωση και διεύρυνση των λειτουργιών της.

6.3.2 Ισχυρά Σημεία της Εφαρμογής

Η εφαρμογή ξεχωρίζει για μια σειρά από σημαντικά θετικά χαρακτηριστικά που ενισχύουν την αξία της και την αποδοχή της από τους χρήστες, ειδικά από τους φοιτητές που είναι ο βασικός της στόχος. Καταρχάς, η υψηλή ποιότητα των γραφικών και η ρεαλιστική απεικόνιση των χώρων του πανεπιστημίου αποτελούν ένα από τα πιο ισχυρά πλεονεκτήματα της εφαρμογής. Οι λεπτομερείς υφές (textures) και η προσεγμένη σχεδίαση των αντικειμένων δημιουργούν ένα εικονικό περιβάλλον που όχι μόνο εντυπωσιάζει οπτικά, αλλά και βοηθά στη δημιουργία μιας ζωντανής και αυθεντικής εμπειρίας στους χρήστες. Ένα ακόμη μεγάλο ατού της εφαρμογής είναι η ακριβής αναπαράσταση των πραγματικών χώρων του πανεπιστημίου. Η δυνατότητα να εξερευνήσει κανείς έναν ψηφιακό χώρο που αντικατοπτρίζει πιστά την πραγματικότητα επιτρέπει στους πρωτοετείς φοιτητές να εξοικειωθούν εύκολα με το περιβάλλον τους πριν καν επισκεφθούν το campus, μειώνοντας το άγχος και βελτιώνοντας την προσαρμογή τους. Αυτό το στοιχείο έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα σημαντικό από τα αποτελέσματα, με την πλειονότητα των χρηστών να εκτιμά την ωφελιμότητα του εικονικού περιβάλλοντος ως υποστηρικτικού εργαλείου.

Η ευκολία πλοήγησης στον εικονικό χώρο αποτελεί άλλο ένα θετικό σημείο, καθώς οι χρήστες ανέφεραν ότι η περιήγηση ήταν ομαλή, χωρίς δυσκολίες ή τεχνικά προβλήματα που θα μπορούσαν να μειώσουν την εμπειρία τους. Η απλή και διαισθητική δομή της εφαρμογής διευκολύνει τόσο τους πιο εξοικειωμένους με την τεχνολογία όσο και τους λιγότερο έμπειρους χρήστες, διασφαλίζοντας ευρεία αποδοχή και χρήση.

Επιπλέον, η εφαρμογή διακρίνεται για την ικανότητά της να μεταφέρει έντονα την αίσθηση “παρουσίας” στον χώρο, κάτι που είναι κρίσιμο για την εμπύθιση και την αποτελεσματικότητα ενός εικονικού περιβάλλοντος. Οι χρήστες ένιωσαν ότι βρίσκονταν πραγματικά μέσα στους χώρους του πανεπιστημίου, γεγονός που ενισχύει την αίσθηση σύνδεσης με το περιβάλλον και ενθαρρύνει τη χρήση της εφαρμογής ως εργαλείου εξοικείωσης και προσανατολισμού.

Τέλος, η θετική στάση των χρηστών απέναντι στην εφαρμογή, όπως φαίνεται από την υψηλή πιθανότητα να την προτείνουν σε άλλους φοιτητές, υποδηλώνει την εμπιστοσύνη και την ικανοποίηση που

τους έχει προκαλέσει. Αυτή η αποδοχή αποτελεί ισχυρή βάση για την περαιτέρω προώθηση και υιοθέτηση της εφαρμογής, ενώ ταυτόχρονα λειτουργεί ως κίνητρο για τη διαρκή βελτίωση και εξέλιξή της. Συνολικά, τα ισχυρά σημεία της εφαρμογής αναδεικνύουν μια ολοκληρωμένη και καλά σχεδιασμένη λύση που συνδυάζει τεχνολογική καινοτομία με πρακτική χρησιμότητα, συμβάλλοντας σημαντικά στην υποστήριξη και βελτίωση της φοιτητικής εμπειρίας.

6.3.3 Συστάσεις για Βελτιώσεις

Παρά τα σημαντικά θετικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν την εφαρμογή, όπως η υψηλή ποιότητα γραφικών, η ακριβής αναπαράσταση των χώρων και η ευκολία πλοήγησης, η ανάλυση των αποτελεσμάτων ανέδειξε και ορισμένες περιοχές όπου η εφαρμογή μπορεί να βελτιωθεί ώστε να προσφέρει ακόμα πιο ολοκληρωμένη και ελκυστική εμπειρία στους χρήστες.

Αρχικά, αξίζει να τονιστεί ότι η εφαρμογή διακρίνεται για την εξαιρετική ρεαλιστικότητα των γραφικών της, με προσεγμένα textures και λεπτομερείς απεικονίσεις των αντικειμένων και των χώρων. Η πιστότητα των αναλογιών και η αίσθηση παρουσίας δημιουργούν μια αληθοφανή εμπειρία, η οποία έχει αποσπάσει ιδιαίτερα θετικά σχόλια από τους χρήστες. Επιπλέον, η εύχρηστη πλοήγηση και η ομαλή λειτουργία χωρίς προβλήματα προσφέρουν ένα περιβάλλον προσβάσιμο τόσο σε έμπειρους όσο και σε νέους χρήστες, κάτι που είναι καθοριστικό για την αποδοχή της εφαρμογής από το ευρύ κοινό των φοιτητών.

Ωστόσο, από την πλευρά των περιορισμών, παρατηρήθηκαν ορισμένα σημεία που χρήζουν προσοχής και βελτίωσης. Ένα από αυτά αφορά την οπτική πιστότητα σε ορισμένα σημεία, όπου η ανάλυση των textures και η λεπτομέρεια των αντικειμένων, αν και σε γενικές γραμμές πολύ ικανοποιητική, θα μπορούσε να βελτιωθεί περαιτέρω για να επιτευχθεί μεγαλύτερο βάθος ρεαλισμού, ειδικά σε σημεία με μικρές λεπτομέρειες ή πολύπλοκες επιφάνειες. Επιπλέον, η αίσθηση παρουσίας, αν και υψηλή, μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών φωτισμού, περιβαλλοντικών ηχητικών εφέ και δυναμικών στοιχείων που αλληλεπιδρούν με τον χρήστη, κάτι που θα ενίσχυε σημαντικά το αίσθημα εμπύθισης και θα έκανε το περιβάλλον πιο ζωντανό.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο είναι η περιορισμένη διαδραστικότητα της εφαρμογής. Η τρέχουσα μορφή της προσφέρει μια βασική περιήγηση, όμως η προσθήκη διαδραστικών λειτουργιών, όπως hotspots με επιπλέον πληροφορίες, οδηγού περιήγησης, δυνατότητες αναζήτησης και προσωποποίησης της εμπειρίας, θα καθιστούσε το περιβάλλον πολύ πιο χρήσιμο και ευχάριστο. Επίσης, η δυνατότητα ενσωμάτωσης εκπαιδευτικού υλικού ή οδηγιών σε πραγματικό χρόνο θα μπορούσε να αυξήσει την αξία της εφαρμογής ως εργαλείο υποστήριξης φοιτητών.

Σε ό,τι αφορά την τεχνική πλευρά, θα ήταν σημαντικό να εξεταστεί η βελτίωση της συμβατότητας με διάφορες συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και VR συσκευές, προκειμένου να διευρυνθεί η προσβασιμότητα και να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που προσφέρουν οι σύγχρονες πλατφόρμες. Παράλληλα, η βελτιστοποίηση της απόδοσης για να μειωθεί η χρήση πόρων και να διασφαλιστεί ομαλή λειτουργία σε ευρύτερο φάσμα συσκευών αποτελεί επίσης προτεραιότητα.

Από την πλευρά της εμπειρίας χρήστη, κάποιοι χρήστες ανέφεραν ότι η πλοήγηση, παρότι γενικά εύκολη, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει πιο διαισθητική, π.χ. με βελτιώσεις στην οπτική καθοδήγηση ή την προσθήκη σημείων ενδιαφέροντος που να οδηγούν τους χρήστες πιο αποτελεσματικά στους σημαντικούς χώρους. Επιπλέον, η υλοποίηση λειτουργιών κοινωνικής αλληλεπίδρασης, όπως η δυνατότητα κοινής περιήγησης ή ανταλλαγής σχολίων μεταξύ φοιτητών, θα μπορούσε να προσδώσει μια πιο δυναμική και κοινωνική διάσταση στην εφαρμογή.

Τέλος, κρίνεται απαραίτητη η συνεχής ενημέρωση και αναβάθμιση της εφαρμογής με βάση την ανατροφοδότηση των χρηστών. Η τακτική συλλογή σχολίων και προτάσεων μέσα από ερωτηματολόγια, δοκιμές και παρατηρήσεις θα βοηθήσει στην άμεση ανίχνευση τυχόν προβλημάτων και στην προσαρμογή της εφαρμογής στις μεταβαλλόμενες ανάγκες και τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή διαθέτει πολύ ισχυρά θεμέλια, τα οποία μπορούν να στηρίξουν την περαιτέρω ανάπτυξη και εξέλιξή της. Με στοχευμένες βελτιώσεις στον οπτικό και λειτουργικό τομέα, καθώς και με την ενσωμάτωση περισσότερων δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης και πολυμορφίας πλατφορμών, το εικονικό περιβάλλον μπορεί να καταστεί ένα αναντικατάστατο εργαλείο τόσο για τους φοιτητές όσο και για το ίδιο το πανεπιστήμιο, ενισχύοντας την εμπειρία μάθησης και προσαρμογής στον νέο χώρο.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής εικονικής περιήγησης στον χώρο του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, αξιοποιώντας τις δυνατότητες της Unreal Engine για τη δημιουργία ενός ρεαλιστικού, λειτουργικού και αισθητικά άρτιου περιβάλλοντος. Η εφαρμογή επιτρέπει στον χρήστη να πλοηγηθεί ελεύθερα στο εξωτερικό περιβάλλον του campus, ενώ περιλαμβάνει και εσωτερική περιήγηση σε επιλεγμένο κτίριο, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εμπειρία πλοήγησης με στόχο την εξοικείωση με τον φυσικό χώρο του ιδρύματος.

Καθ' όλη τη διάρκεια του έργου δόθηκε έμφαση στην πιστή μοντελοποίηση, στην ευχρηστία της διεπαφής και στη ρεαλιστική απόδοση του χώρου, ενώ αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς τεχνικά ζητήματα, όπως η υπερφόρτωση του συστήματος λόγω του μεγάλου αριθμού αντικειμένων. Το τελικό αποτέλεσμα είναι λειτουργικό και σταθερό, προσφέροντας στο χρήστη μια καθηλωτική εμπειρία που μπορεί να έχει εφαρμογή τόσο σε επίπεδο πληροφόρησης όσο και σε εκπαιδευτικό και προωθητικό επίπεδο.

Ωστόσο, οι δυνατότητες της εφαρμογής δεν σταματούν εδώ. Μελλοντικά, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί σημαντικά τόσο σε τεχνικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο. Μια σημαντική βελτίωση αφορά την πλήρη μοντελοποίηση των εσωτερικών χώρων όλων των σχολών του πανεπιστημίου, ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιηγηθεί όχι μόνο εξωτερικά, αλλά και εντός των ακαδημαϊκών εγκαταστάσεων, αποκτώντας πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το περιβάλλον του ιδρύματος.

Επιπλέον, θα μπορούσε να ενσωματωθεί υποστήριξη τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας (VR), προσφέροντας στον χρήστη μια ακόμη πιο ενσώματη εμπειρία, ειδικά σε εκπαιδευτικά ή ενημερωτικά περιβάλλοντα. Σε συνδυασμό με τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR), η εφαρμογή θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για παρουσιάσεις, εκθέσεις, και δράσεις προώθησης του πανεπιστημίου, τόσο εντός Ελλάδας όσο και διεθνώς.

Ένας ακόμη σημαντικός τομέας επέκτασης είναι η προσβασιμότητα. Με κατάλληλες προσαρμογές, η εφαρμογή θα μπορούσε να είναι προσβάσιμη και από άτομα με αναπηρία, όπως π.χ. άτομα με προβλήματα όρασης, με την ενσωμάτωση φωνητικής καθοδήγησης (text-to-speech), περιγραφών χώρου και επιλογών χειρισμού χωρίς ανάγκη για οπτική πλοήγηση. Με αυτόν τον τρόπο, το σύστημα θα μπορούσε να συμβάλει στη συμπερίληψη όλων των χρηστών ανεξαρτήτως φυσικών περιορισμών.

Σε επίπεδο διασύνδεσης, η εφαρμογή θα μπορούσε να συνδεθεί με επίσημες πλατφόρμες του πανεπιστημίου, όπως η ιστοσελίδα του ιδρύματος ή πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως προωθητικό εργαλείο σε εισαγωγικές καμπάνιες, ψηφιακές ξεναγήσεις ή ακόμα και σε events, όπως εκθέσεις, εκδηλώσεις υποδοχής πρωτοετών ή διεθνείς συνεργασίες.

Αξίζει να εξεταστεί επίσης η αξιοποίηση της εφαρμογής σε εκπαιδευτικό πλαίσιο, προσφέροντας στους φοιτητές ένα διαδραστικό περιβάλλον εξοικείωσης με τις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου ή και ένα δυναμικό εργαλείο για τη διδασκαλία εννοιών σχετικών με αρχιτεκτονική, πληροφορική, ψηφιακά μέσα και μοντελοποίηση.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θέτει τα θεμέλια για μια καινοτόμα και δυναμική πλατφόρμα εικονικής περιήγησης, η οποία μπορεί να προσαρμοστεί και να εξελιχθεί ώστε να εξυπηρετήσει ποικίλους σκοπούς: από την απλή ξεναγήση μέχρι την προσβασιμότητα, την εκπαιδευτική χρήση και την ενίσχυση της εικόνας του πανεπιστημίου στο ευρύ κοινό. Το έργο αποδεικνύει ότι η συνδυασμένη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών και ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού μπορεί να οδηγήσει σε εφαρμογές με ουσιαστική αξία και πρακτική χρησιμότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] G. Burdea and P. Coiffet, *Virtual Reality Technology*, 2η έκδ. Wiley-IEEE Press, 2003.
- [2] S. LaValle, *Virtual Reality*. Cambridge University Press, 2017.
- [3] T. A. Mikropoulos and A. Natsis, “Educational virtual environments: A review,” *Computers & Education*, vol. 56, no. 3, pp. 769–780, 2011.
- [4] R. Aggarwal et al., “Virtual reality simulation for surgical training,” *BMJ*, vol. 340, 2010.
- [5] J. Whyte, *Virtual Reality and the Built Environment*. Architectural Press, 2002.
- [6] Δ. Μπρίκας και Σ. Παπαδάκης, *Η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2020.
- [7] Ν. Χρηστάκης και Α. Ζάρκος, “Εικονικά περιβάλλοντα και προσομοίωση στην ιατρική εκπαίδευση,” *Ελληνική Επιθεώρηση Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας*, τομ. 28, αρ. 2, σελ. 45–60, 2021.
- [8] Ι. Ψυχάρης και Α. Μπαλτάς, “Συμμετοχικός σχεδιασμός και τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας,” *Πόλη και Χώρος*, αρ. 24, σελ. 88–102, 2019.
- [9] Κ. Χατζηνικολάου, “Εικονικά μουσεία και ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά,” *Επιστημονικά Χρονικά Πολιτιστικής Διαχείρισης*, τομ. 6, αρ. 1, σελ. 33–50, 2018.
- [10] E. Kalogerakis, S. Chaudhuri, D. Koller, and V. Koltun, “A probabilistic model for component-based shape synthesis,” *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 31, no. 4, 2012.
- [11] Autodesk, “3ds Max Documentation,” 2021.
- [12] Σ. Παπαδάκης και Δ. Μπρίκας, *Εικονική Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2020.
- [13] Α. Μαστραντώνης και Ν. Καραγιάννης, “Μοντελισμός τρισδιάστατων αντικειμένων και εικονικά περιβάλλοντα στην πολιτιστική τεχνολογία,” *Περιοδικό Ψηφιακής Πολιτιστικής Κληρονομιάς*, τομ. 4, αρ. 1, σελ. 22–37, 2018.
- [14] Ε. Παπαγεωργίου and Ν. Δάλλας, “Βελτιστοποίηση 3D μοντέλων σε εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας,” in *Πρακτ. Συν. Ψηφ. Καινοτομίας*, ΤΕΙ Αθήνας, 2019.
- [15] W. R. Sherman and A. B. Craig, *Understanding Virtual Reality*, 2nd ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2018.
- [16] Χ. Λαγός, *Ψηφιακή Αποτύπωση & Τεκμηρίωση Μνημείων*. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Εκδ. Τζιόλα, 2018.
- [17] Χ. Καψάλης and Δ. Μπουραντάς, *Ψηφιακή Αρχιτεκτονική και Τεχνολογίες Εικονικής Πραγματικότητας*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Κλειδάριθμος, 2019.
- [18] Epic Games, *Unreal Engine Documentation*, 2023. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com>
- [19] M. Slater and S. Wilbur, “A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments,” *Presence: Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 6, pp. 603–616, Dec. 1997.
- [20] R. T. Azuma, “A survey of augmented reality,” *Presence: Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, Aug. 1997.
- [21] J. Carmigniani et al., “Augmented reality technologies, systems and applications,” *Multimedia Tools Appl.*, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, Jan. 2011.
- [22] J. Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. San Rafael, CA, USA: ACM Books, 2015.
- [23] P. Milgram and F. Kishino, “A taxonomy of mixed reality visual displays,” *IEICE Trans. Inf. Syst.*, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321–1329, Dec. 1994.

- [24] M. Slater and M. V. Sanchez-Vives, “Enhancing our lives with immersive virtual reality,” *Front. Robot. AI*, vol. 3, p. 74, Dec. 2016.
- [25] Α. Μπίρης, *Εισαγωγή στην Επαυξημένη Πραγματικότητα*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Συμμετρία, 2020.
- [26] J. J. LaViola, E. Kruijff, R. P. McMahan, D. A. Bowman, and I. Poupyrev, *3D User Interfaces: Theory and Practice*, 2nd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2017.
- [27] Ι. Κολοβός, *Εισαγωγή στη Μοντελοποίηση και Προσομοίωση Εικονικών Περιβαλλόντων*. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Εκδ. Τζιόλα, 2020.
- [28] Α. Γεωργούλας and Δ. Νικολάου, *Δημιουργία Εικονικού Περιβάλλοντος σε Unreal Engine*. Κοζάνη, Ελλάδα: Εκδ. Παν. Δυτ. Μακεδονίας, 2022.
- [29] Π. Καραγιάννης, *Μοντελοποίηση και Απεικόνιση Εικονικών Περιβαλλόντων*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Κλειδάριθμος, 2021.
- [30] J. Smedberg, *Unreal Engine VR Development Essentials*. Birmingham, U.K.: Packt Publishing, 2020.
- [31] A. B. Craig, W. R. Sherman, and J. D. Will, *Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2009.
- [32] G. Liestøl, “Situated simulations: A design principle for mobile and locative narratives,” in *Proc. ICIDS*, 2011, pp. 37–48.
- [33] Π. Κυριαζής and Ε. Μυλωνάς, “Η Εικονική Πραγματικότητα στην Πολιτιστική Κληρονομιά: Η Περίπτωση του Μουσείου Ακρόπολης,” *Επιθ. Ψηφ. Πολιτ.*, vol. 9, no. 1, pp. 33–45, 2021.
- [34] Χ. Δημούλας, *Τεχνολογίες συγγραφής και διαχείρισης πολυμέσων*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Κάλλιπος, 2015. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11419/4345>
- [35] Ν. Αβούρης, Ν. Τσέλιος, and Ε. Σταυρόπουλος, *Ανθρωποκεντρικός Σχεδιασμός και Αξιολόγηση Συστημάτων*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Κάλλιπος, 2015. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11419/2001>
- [36] Φ. Λαζαρίνης, *Πολυμέσα: Θεωρία και Ανάπτυξη Εφαρμογών*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδ. Κάλλιπος, 2015. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11419/2045>
- [37] Δ. Γρηγορίου, *Εισαγωγή στη Χρήση Unreal Engine για Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα*. Πάτρα, Ελλάδα: ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 2022.
- [38] J. Preece, Y. Rogers, and H. Sharp, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2015.
- [39] Κ. Παπαδόπουλος, *Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας στην Αρχιτεκτονική Απεικόνιση*. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Παν. Μακεδονίας, 2020.
- [40] World Wide Web Consortium (W3C), *Web Accessibility Initiative (WAI) Guidelines*, 2020. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/>
- [41] J. Nielsen, “10 usability heuristics for user interface design,” Nielsen Norman Group, 1995. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [42] Harvard University, “Virtual Tour,” 2023. [Online]. Available: <https://www.harvard.edu/visit/virtual-tour>
- [43] Stanford University, “Virtual Campus Walk”, 2023. [Online]. Available: <https://campuswalk.stanford.edu>
- [44] Epic Games, *Unreal Engine Documentation “First Person Template & Navigation Blueprint System”*, 2023

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι φοιτητές του τμήματος, μετά την παρουσίαση της πολυμεσικής εφαρμογής που παρουσιάζει η παρούσα εργασία, είναι το εξής:



Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης Εικονικού Περιβάλλοντος Περιήγησης στο Campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος

Αγαπητέ/ή φοιτητή/φοιτήτρια, η παρούσα έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο ακαδημαϊκής εργασίας με θέμα την Ανάπτυξη Εικονικού Περιβάλλοντος Περιήγησης του campus του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος μέσω της πλατφόρμας Unreal Engine. Σκοπός είναι η αξιολόγηση της εμπειρίας περιήγησης από τους ίδιους τους φοιτητές, προκειμένου να εντοπιστούν τα δυνατά σημεία, αλλά και οι τομείς που χρήζουν βελτίωση.

	Παρακαλώ βάλτε <input type="checkbox"/> στη στήλη που σας εκφράζει	<i>Πάρα πολύ</i> 5	<i>Πολύ</i> 4	<i>Μέτρια</i> 3	<i>Λίγο</i> 2	<i>Καθόλου</i> 1
1.	Πόσο ρεαλιστικά σας φάνηκαν τα γραφικά του εικονικού περιβάλλοντος;					
2.	Πόσο εύκολη ήταν η πλοήγηση στον εικονικό χώρο;					
3.	Πόσο καλά αναπαριστώνται οι πραγματικοί χώροι του πανεπιστημίου;					
4.	Πόσο χρήσιμο θεωρείτε το εικονικό περιβάλλον για πρωτοετής φοιτητές;					

	Παρακαλώ βάλτε <input type="checkbox"/> στη στήλη που σας εκφράζει	<i>Πάρα πολύ</i> 5	<i>Πολύ</i> 4	<i>Μέτρια</i> 3	<i>Λίγο</i> 2	<i>Καθόλου</i> 1
5.	Πόσο ευκρινή ήταν τα textures και οι λεπτομέρειες στα αντικείμενα;					
6.	Πόσο σωστή ήταν η κλίμακα και οι αναλογίες των αντικειμένων και των χώρων;					
7.	Πόσο καλά σας μετέφερε το περιβάλλον την αίσθηση << παρουσίας >> στον χώρο;					
8.	Πόσο θεωρείτε ότι μπορεί να βελτιωθεί το εικονικό περιβάλλον στο μέλλον;					
9.	Πόσο πιθανό είναι να προτείνετε αυτή την εφαρμογή σε άλλους φοιτητές;					

Οι απαντήσεις σας είναι ανώνυμες και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Σας ευχαριστούμε θερμά για τη συμμετοχή σας!