Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Ηλεκτρονικών μηχανικών

Ορφανίδης Γρηγόριος Κωνσταντίνος ΤΛ20078

SCAN to BIM-3D ανακατασκευή αρχαίων μνημείων
Η περίπτωση του Ενετικού Φρουρίου Φιρκά στο λιμάνι Χανίων



Καθηγητής: Εμμανουήλ Μαραβελάκης
Μάρτιος 2025 - Νοέμβριος 2025

Περιεχόμενα

1.1 Εισαγωγή 3
1.2 3D Modeling 5
1.3 3D Mapping & Modeling με Drone 8
1.4 3D λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν 10
1.5 Ιστορική αναδρομή 13
2.1 Μοντελοποίηση 15
2.2 Outliner & Modes 16
2.3 Modifiers 17
2.4 Χρήσιμα εργαλεία και εντολές 18
2.5 Η μοντελοποίηση των τειχών 24
2.6 Η μοντελοποίηση των επάλξεων 27
2.7 Η μοντελοποίηση των κτιρίων 29
2.8 Η μοντελοποίηση του τούνελ 31
2.9 Η μοντελοποίηση εδάφους και θυρίδων 33
2.10 Τα κανόνια 34
2.11 Τελικό Μοντέλο 35
3.1 Texturing 37
3.2 Materials 39
3.3 Τα Materials των τειχών και του εδάφους 42
3.4 Τα υπόλοιπα Materials του μοντέλου 43
3.5 Vegetation 45
3.6 ViewPort 46
4.Rendering 49
Τελικά Render 52
Κατακλείδα & Ευχαριστίες 57
Αναφορές 58

1.1 Εισαγωγή

Ο πολύ γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης τα τελευταία έτη έχει επηρεάσει δραματικά τον τρόπο με τον οποίο διάφοροι επιστήμονες προσεγγίζουν την μελέτη αρχαίων μνημείων. Οι τεχνολογίες όπως η τρισδιάστατη μοντελοποίηση και η SCAN to BIM έχουν αλλάξει τα δεδομένα με αποτέλεσμα να αποτελούν σήμερα βασικά εργαλεία καταγραφής και ψηφιακής αναπαράστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Χάρη σε αυτές τις τεχνολογίες και στον τρόπο με τον οποίο αξιοποιούνται το ευρύ κοινό έχει πρόσβαση σε τρισδιάστατα επιστημονικά τεκμήρια αλλά και λεπτομερής ιστορική πληροφορία.



Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στην τρισδιάστατη ανακατασκευή του Ενετικού Φρουρίου Φιρκά, που αποτελούσε το πιο σημαντικό και κομβικό οχύρωμα την Ενετική περίοδο στα Χανιά. Με την χρήση λογισμικών τρισδιάστατης μοντελοποίησης και εργαλείων φωτορεαλιστικής απεικόνισης δημιουργείται ένα 3D μοντέλο που αποδίδει λεπτομερώς την αρχιτεκτονική του μνημείου. Η διαδικασία αποτελείται από λεπτομερής επεξεργασία σχημάτων για την αποτύπωση της γεωμετρίας και εφαρμογή υλικών, χρωμάτων και φωτισμού για την δημιουργία μιας ρεαλιστικής απεικόνισης. Συνδυάζοντας την τεχνολογία SCAN to BIM με την τρισδιάστατη μοντελοποίηση δημιουργήθηκε ένα μοντέλο το οποίο μπορεί αποτελέσει σημείο αναφοράς στον επιστημονικό και ερευνητικό τομέα. Συνολικά η εργασία αυτή παρουσιάζει αναλυτικά την μεθοδολογία και τα στάδια του τρισδιάστατου μοντέλου , καθώς και τα αποτελέσματα τα οποία τονίζουν την σημασία που έχουν οι νέες τεχνολογίες στην προβολή ιστορικών μνημείων.

Abstract

The very rapid pace of development in recent years has dramatically affected the way in which various scientists approach the study of ancient monuments. Technologies such as 3D modeling and SCAN to BIM have changed the data and have become essential tools for recording and digital representation of cultural heritage. Thanks to these technologies and the way in which they are utilized, the public has access to 3D scientific evidence as well as detailed historical information.

In this context, this thesis refers to the 3D reconstruction of the Venetian Fortress of Firkas, which was the most important and pivotal fortification during the Venetian period in Chania. Using 3D modeling software and photorealistic visualization tools, a 3D model is created that renders the architecture of the monument in detail. The process consists of detailed processing of shapes to capture the geometry and application of materials, colors and lighting to create a realistic visualization. Combining SCAN to BIM technology with 3D modeling, a model was created that can be a reference point in the scientific and research field. Overall, this work presents in detail the methodology and stages of the 3D model, as well as the results that highlight the importance of new technologies in the visualization of historical monuments.

1.2 3D Modeling

Το 3D Modeling είναι η διαδικασία με την οποία δημιουργείται μια τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση ενός αντικειμένου η επιφάνειας με την βοήθεια λογισμικού. Τα 3D μοντέλα έχουν βάθος, ύψος και πλάτος το οποίο βοηθάει στην καλύτερη προβολή τους καθώς μπορούν να περιστραφούν και να αποκτήσουν κίνηση η ακόμα και να εκτυπωθούν μέσω 3D εκτυπωτών.

Πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό εργαλείο καθώς χρησιμοποιείται σε τομείς όπως η αρχιτεκτονική, τα βιντεοπαιχνίδια, η παραγωγή animation, σχεδίαση προϊόντων και άλλα.



Το πολύ μεγάλο πλεονέκτημα είναι πως οποιαδήποτε ιδέα μπορεί να πάρει μορφή και υπόσταση πριν γίνει πραγματικότητα και αυτό βοηθάει ιδιαίτερα στην αποφυγή λαθών και επιταχύνει τον χρόνο υλοποίησης.

Πώς λειτουργεί το 3D Modeling

Όταν κάποιος δημιουργεί ένα 3D μοντέλο διαμορφώνει σημεία μέσα σε έναν ψηφιακό χώρο, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα πλέγμα (mesh) που αποτελείται από κορυφές **(vertices)** ακμές **(edges)** και επιφάνειες **(faces).**

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να ξεκινήσει κάποιος την σχεδίαση του η από το μηδέν ή ακόμα και με ένα βασικό μοντέλο το οποίο θα επεξεργαστεί για να φτάσει στο αποτέλεσμα που επιθυμεί. Όταν ο σχεδιασμός του μοντέλου ολοκληρωθεί, θα προστεθούν υφές φωτισμός και σκιές για ένα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα. Τα περισσότερα προγράμματα σήμερα προσφέρουν απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο και έτσι ο δημιουργός μπορεί να βλέπει σε πραγματικό χρόνο τις αλλαγές που κάνει. Άλλη μια λειτουργία που προσφέρουν κάποια προγράμματα είναι της κίνησης και animation , όπου με αυτήν το μοντέλο μπορεί να “ζωντανέψει” στην οθόνη μας. [1]

Η διαδικασία της τρισδιάστατης μοντελοποίησης

- **Σύλληψη της ιδέας (Conceptualisation)**
  - Πριν την έναρξη κάθε σχεδίασης ο μηχανικός συγκεντρώνει πληροφορίες και το οπτικό υλικό για να καθοριστεί ο σκοπός του μοντέλου. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομεί χρόνο και διασφαλίζει πως το τελικό μοντέλο θα καλύπτει τις απαιτήσεις του αρχικού στόχου.

- **Μοντελοποίηση (Modelling)**
  - Ανάλογα με τον τελικό στόχο ο μηχανικός χρησιμοποιώντας το κατάλληλο λογισμικό εκμεταλλεύεται τεχνικές όπως box modelling, digital sculpting και spline modelling. Ανεξαρτήτως το είδος του μοντέλου η ακρίβεια και η συμμετρία έχουν καθοριστικό ρόλο για αυτό ο μηχανικός επεξεργάζεται συνεχώς το σχήμα για να καταλήξει σε ένα σωστό αποτέλεσμα.

- **Εφαρμογή υφών (Texturing)**
  - Μετά την ολοκλήρωση του σχήματος ακολουθεί η προσθήκη υφών και χρωμάτων. Χρησιμοποιώντας φωτογραφίες, υφές η procedural materials καθορίζεται η όψη της επιφάνειας δίνοντας στο μοντέλο ρεαλισμό και λεπτομέρεια.

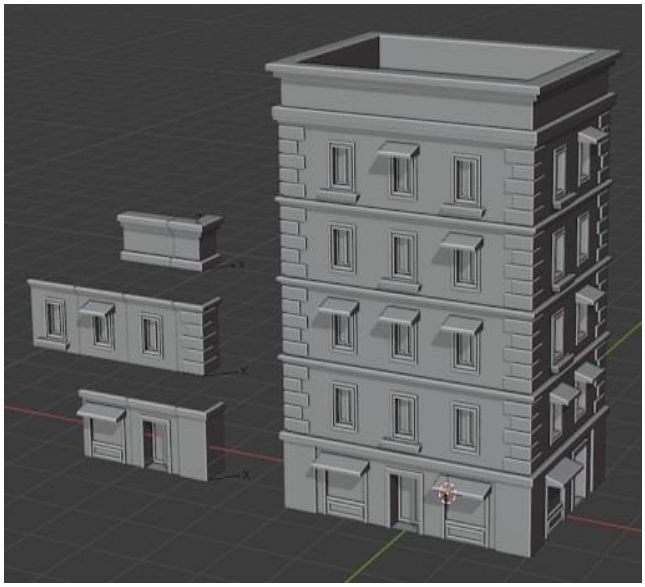
- **Απόδοση και Επεξεργασία (Rendering & Processing)**
  - Στο τέλος ο μηχανικός με τον μηχανισμό rendering δημιουργεί μια ρεαλιστική εικόνα η κινούμενη σκηνή , η οποία μπορεί να εξαχθεί ως εικόνα , βίντεο η δια δραστικό περιεχόμενο. 1

Σε τι χρησιμοποιείται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση;

Το 3D modeling βρίσκει εφαρμογή σε ένα μεγάλο φάσμα βιομηχανιών διότι μπορεί να δημιουργεί λεπτομερείς απεικονίσεις αντικειμένων και χώρων.Παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις εφαρμογές του:

Βιομηχανία Ψυχαγωγίας:
Καθοριστικό ρόλο έχει το 3D modeling σε ταινίες και βιντεοπαιχνίδια που δημιουργούνται μέσω αυτού περιβάλλοντα, εφέ και χαρακτήρες δίνοντας ζωντάνια και βάθος βελτιώνοντας την εμπειρία του κοινού.

Αρχιτεκτονική και Ακίνητα:
Πολλές εταιρείες αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούν το 3D modeling για την δημιουργία εικονικών περιηγήσεων το οποίο βοηθάει τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην παρουσίαση κτιρίων σε πελάτες.



Βιομηχανικός Σχεδιασμός και Παραγωγή: Πολύ κρίσιμο βρίσκουν οι σχεδιαστές προϊόντων το 3D modeling καθώς μπορούν να σχεδιάσουν και να δοκιμάσουν προϊόντα πριν την κατασκευή τους. Έτσι εξοικονομούν χρόνο και κόστος , ενώ αποφεύγουν τα πολλά σφάλματα πριν το τελικό αποτέλεσμα.

Ιατρικός Τομέας:
Στην ιατρική η δημιουργία προσωποποιημένων εμφυτευμάτων γίνεται με 3D modeling καθώς χρησιμοποιείται και για ανατομικές μελέτες, όλα αυτά προσαρμοσμένα για τις ανάγκες του κάθε ασθενούς. 2

1.3 3D Mapping & Modeling με Drone

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι μηχανικοί χρησιμοποιούν drones για την τρισδιάστατη χαρτογράφηση. Η τρισδιάστατη χαρτογράφηση είναι η διαδικασία στην οποία καταγράφονται εικόνες και δεδομένα από ψηλά δημιουργώντας μια αναπαράσταση του χώρου.

Τα drones συλλέγουν πληροφορίες με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια μέσω της φωτογραμμετρίας η οποία συνδυάζει πολλές φωτογραφίες για τον υπολογισμό αποστάσεων , είτε μέσω Lidar μια τεχνολογία laser που υπολογίζει αποστάσεις και παράγει τρισδιάστατα νέφη των σημείων του περιβάλλοντος. Έπειτα γίνεται η επεξεργασία αυτών των δεδομένων και μέσω λογισμικού δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο και ακριβές τρισδιάστατο μοντέλο με ακριβής μετρήσεις, το οποίο μπορεί να αναλυθεί από οποιαδήποτε γωνία προσφέροντας μια λεπτομερής ψηφιακή αναπαράσταση της περιοχής.



Η χρήση των drones στην φωτογραμμετρία έχει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία τα καθιστούν ιδανικά. Αρχικά μπορούν να έχουν πρόσβαση σε δύσβατες περιοχές όπως ανώμαλα εδάφη η σημεία με κατολισθήσεις μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο για τον άνθρωπο. Επιπλέον λόγο των καμερών υψηλής ανάλυσης και τα συστήματα RTK/PPK (Real-Time Kinematic και Post-Processed Kinematic),γίνεται πολύ ακριβής ανάλυση με αποτέλεσμα οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες. Τέλος εξοικονομούν πολύ χρόνο διότι η φωτογραμμετρία με drones είναι έως και πέντε φορές πιο γρήγορη από άλλες μεθόδους και έχει λιγότερα σημεία ελέγχου (GCPs, Ground Control Points),έτσι μειώνεται σημαντικά το κόστος συγκριτικά με άλλες μεθόδους καθώς τα drones απαιτούν λιγότερα καύσιμα και ανθρώπινο δυναμικό. [3]

Εφαρμογές Drone 3D Mapping

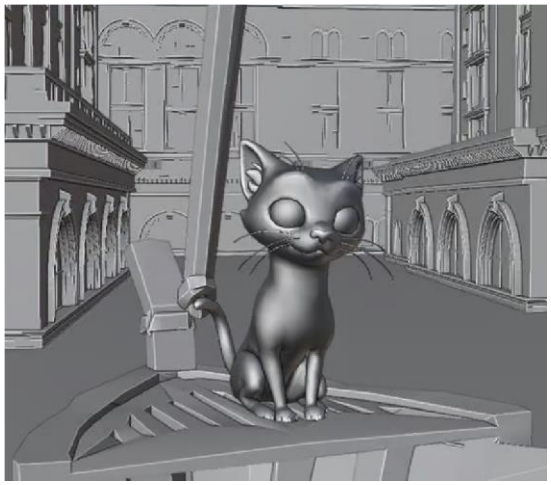
Το 3D mapping βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς διευκολύνοντας την λήψη αποφάσεων. Στην πολεοδομία μέσω των drones εντοπίζονται νέα η αυθαίρετα κτίσματα και γίνεται σύγκριση χαρτών διαφορετικών περιοχών, ενώ στην αρχιτεκτονική βοηθά στην δημιουργία μοντέλων χώρων για μελέτη και προτάσεις σχεδίου.
Στην γεωργία μέσω των drone παρακολουθούνται οι καλλιέργειες, οι εκτάσεις και εντοπίζονται προβλήματα όπως η διάβρωση και οι φυτικές ασθένειες.
Στις κατασκευές γίνεται παρακολούθηση της προόδου έργων μέσω των drones, επίσης διευκολύνει στον σχεδιασμό εργοταξίων και τον έλεγχο του εξοπλισμού , παράλληλα στον τομέα των ακινήτων δημιουργούνται 3D χάρτες για καλύτερη διαχείριση ακινήτων.
Στον τομέα της ενέργειας και του περιβάλλοντος τα drones βοηθούν στην επιθεώρηση γεφυρών ,πυλώνων και ανεμογεννητριών καθώς και των δασών, πλημμυρών και φυσικών καταστροφών διατηρώντας τον άνθρωπο σε μια ασφαλή απόσταση. Τέλος τα drones συνεισφέρουν στην δημόσια ασφάλεια καθώς βοηθούν στον σχεδιασμό διαδρομών εκκένωσης και εντοπισμό εγκληματιών. [3]



1.4 3D λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία δημιουργίας ενός τρισδιάστατου μοντέλου με την χρήση του Blender 4.2.0. Το Blender είναι ένα από τα πιο ολοκληρωμένα προγράμματα δημιουργίας 3D γραφικών παγκοσμίως. Ιδρύθηκε το 1994 και η κυκλοφορία του έγινε δημόσια το 1998 καθώς έγινε και ανοιχτού κώδικα το 2002 μετά από μια καμπάνια χρηματοδότησης.

Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την εργασία είναι δωρεάν και
διαθέσιμη για windows, mac και Linux.Το blender χρησιμοποιείται συνεχώς για δημιουργία εφέ, animation και μοντελοποίηση σε ταινίες και βιντεοπαιχνίδια.



Κάποιες ταινίες και παιχνίδια που χρησιμοποιήθηκε το 3D Modeling είναι το Spider-Man: No Way Home και το Cyberpunk 2077.
Επίσης το βραβευμένο με Όσκαρ animation Flow δημιουργήθηκε ολοκληρωτικά στο Blender αναδεικνύοντας την αξία του προγράμματος καθώς μπορεί να σταθεί ισάξιο απέναντι σε κορυφαία προγράμματα της αγοράς.

Το blender αναπτύχθηκε λόγω της παγκόσμιας κοινότητας προγραμματιστών η οποία συνέχιζε διαρκώς να βελτιώνει και να εμπλουτίζει το λογισμικό με αποτέλεσμα σήμερα να αποτελεί ένα πολύ ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για κάθε δημιουργό 3D μοντέλων. [4]

Χρωματισμός του μοντέλου

Ο χρωματισμός του μοντέλου έγινε με το πρόγραμμα Twinmotion όπου είναι βασισμένο στο unreal engine και προσφέρει 3D απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο. Το Twinmotion απευθύνεται σε μηχανικούς και αρχιτέκτονες, χρησιμοποιείται για την δημιουργία βίντεο και ρεαλιστικών εικόνων από μοντέλα Cad η Bim.

Περιέχει μια μεγάλη βιβλιοθήκη υλικών, χρωμάτων και αντικειμένων καθώς και μια ξεχωριστή συμβατότητα με λογισμικά όπως ArchiCAD, Revit, SketchUp, Rhino και SOLIDWORKS. Επίσης μέσω των εργαλείων αλλαγής ώρας και καιρού επιτρέπεται η παρουσίαση του μοντέλου σε διαφορετικές
συνθήκες κάτι που βελτιώνει τον ρεαλισμό του μοντέλου.

Το Twinmotion διατίθεται δωρεάν και μέσω του Twinmotion cloud μπορεί κανείς να μοιραστεί το έργο του. 5



Το Blender και το Twinmotion είναι διαθέσιμα για όλα τα λειτουργικά συστήματα. Η τρισδιάστατη επεξεργασία και η διαδικασία rendering παραμένουν απαιτητικές και προϋποθέτουν τη χρήση ισχυρού υπολογιστικού εξοπλισμού για ομαλή λειτουργία και απόδοση. Αν κάποιος επιθυμεί να εγκαταστήσει το Blender ή το Twinmotion, μπορεί εύκολα να βρει στο διαδίκτυο όλες τις διαθέσιμες εκδόσεις των προγραμμάτων [6] [7]

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται αναλυτικά οι προτεινόμενες ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές (requirements) για την ομαλή εκτέλεση των προγραμμάτων : [8] [9]

Blender	**Windows**	**macOS**	**Linux**
OS	Windows 8.1 (64-bit)	macOS 11.2 (Big Sur)	Διανομή με Glibc 2.28 ή νεότερη έκδοση (64-bit)
CPU	4 πυρήνες με υποστήριξη SSE4.2	Apple Silicon ή Intel	4 πυρήνες με υποστήριξη SSE4.2
RAM	8 GB	8 GB	8 GB
GPU	2 GB VRAM	GPU με Metal 2.2	2 GB VRAM

Twinmotion	**Windows**	**macOS**
OS	Windows 10 64-bit version	macOS Ventura 13.5
CPU	Ένας επεξεργαστής με βαθμολογία benchmark 2.000 ή υψηλότερη.	Apple Silicon M Series ή Intel με βαθμολογία benchmark 2.000 ή υψηλότερη.
RAM	16 GB	32 GB
GPU	6 GB VRAM	6 GB VRAM

1.5 Ιστορική αναδρομή

Κατά την διάρκεια της Βενετοκρατίας το 1211 με 1669 , η Κρήτη και συγκεκριμένα τα Χανιά αποτελούσαν μια ξεχωριστή περιοχή λόγω της τοποθεσίας του νησιού και του λιμανιού των Χανίων, το οποίο ήταν κομβικό για το εμπόριο και τις στρατιωτικές δραστηριότητες. Οι βενετοί αναγνωρίζοντας την αξία του λιμανιού ,οχύρωσαν την πόλη για να προστατευτούν από πειρατικές και οθωμανικές απειλές.

Η οχύρωση έγινε βασιζόμενη σε πρότυπα της ιταλικής αρχιτεκτονικής σχολής της Αναγέννησης.



Τα οχυρά είχαν ισχυρά τείχη , προμαχώνες και τάφρους όπου ο συνδυασμός τους δημιούργησε ένα άρτιο αμυντικό σύστημα το οποίο μπορούσε να ανταπεξέλθει σε επιθέσεις. Τα οχυρά πέρα από την στρατιωτική τους σημασία είχαν και σημασία ισχύος και σταθερότητας το οποίο αντανακλούσε το κύρος της Ενετικής Δημοκρατίας.

Στο βορειοδυτικό μέρος του ενετικού λιμανιού χτίστηκε το φρούριο του φιρκά το σημαντικότερο στρατιωτικό έργο των Χανίων, του οποίου ο ρόλος ήταν αμυντικής οργάνωσης ώστε να απωθούνται οι εχθροί από το να εισέλθουν στο λιμάνι και να ελέγχονται οι θαλάσσιες μετακινήσεις προς το εσωτερικό της πόλης. Στο φρούριο στεγάζονταν η φρουρά και ο οπλισμός της πόλης δίνοντας του έντονη στρατιωτική ταυτότητα. Η ονομασία “Φιρκάς” προέρχεται από την τουρκική λέξη *Firka* που σημαίνει “στρατώνας” και δόθηκε αργότερα, κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας, όταν το κτίσμα αποτέλεσε στρατιωτική βάση και φυλακή.

Η οχύρωση των Χανίων θεωρείται από τις επιβλητικές της Κρήτης, τα τείχη, οι προμαχώνες και το φρούριο του Φιρκά αναδεικνύουν την τεχνογνωσία των Βενετών που μετέτρεψαν την πόλη σε ένα από τα πιο στιβαρά και ανθεκτικά φρούρια της μεσογείου.

Παρά τις μεγάλες φθορές που υπέστη η οχύρωση των Χανίων μεγάλο μέρος της διασώζεται μέχρι και σήμερα. Συγκεκριμένα το Φρούριο του Φιρκά αποτελεί ένα μνημείο της ενετικής αρχιτεκτονικής και ιστορικό σύμβολο της πόλης καθώς το 1913 υψώθηκε η ελληνική σημαία πάνω στα τείχη του, η οποία σηματοδοτεί την ένωση της Κρήτης με την Ελλάδα. [10] [11]

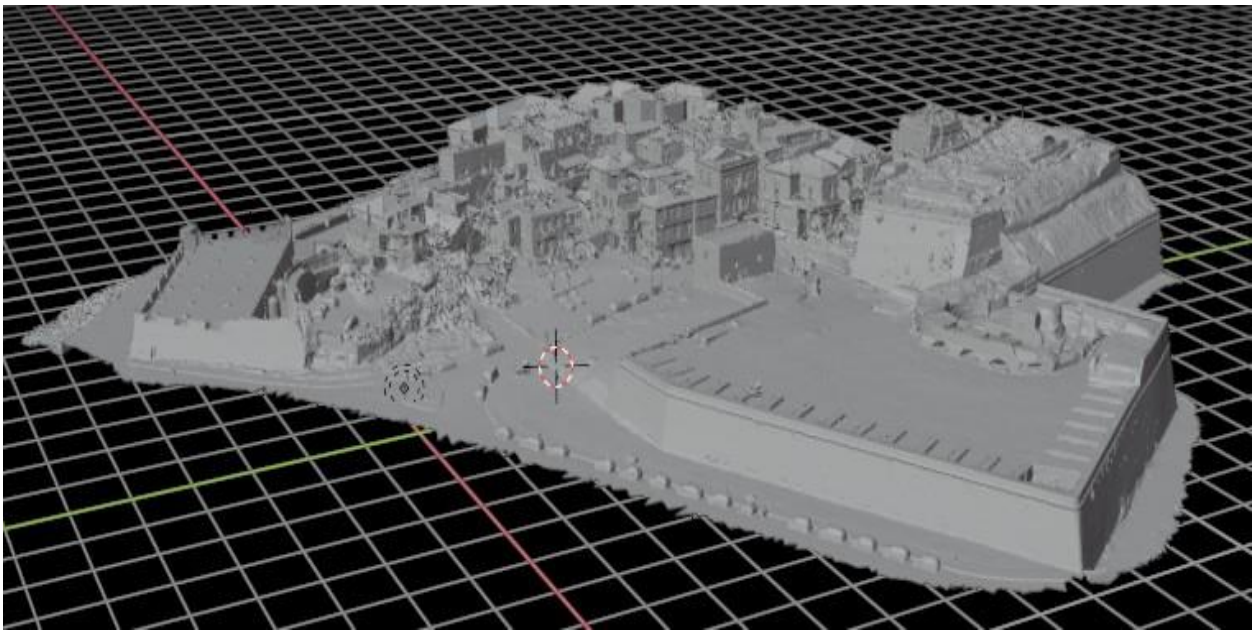


2.1 Μοντελοποίηση

Εισαγωγή του αρχικού μοντέλου στο Blender

Η βάση αυτής της εργασίας ήταν το αρχείο Blender_Lowpoly το οποίο αναπαριστά σε τρισδιάστατη μορφή το φρούριο του φιρκά με πλήρη γεωμετρία και λεπτομέρεια. Στο Blender υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής αρχείων τρισδιάστατης απεικόνισης.Έτσι έγινε η εισαγωγή του Blender_Lowpoly στο Blender το οποίο διευκόλυνε την επεξεργασία και την δημιουργία του 3D μοντέλου που δημιούργησα καθώς αποτέλεσε οδηγό.

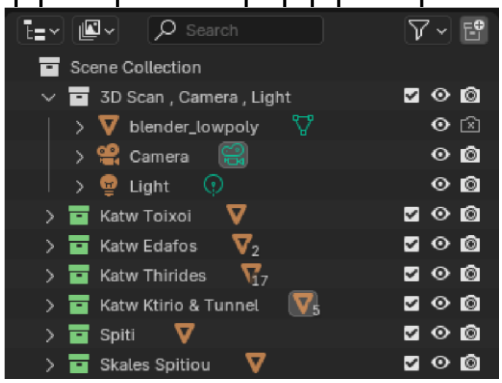
Παρακάτω παρουσιάζεται το μοντέλο του Φρουρίου του Φιρκά μετά την εισαγωγή του :



Εικόνα 2.01

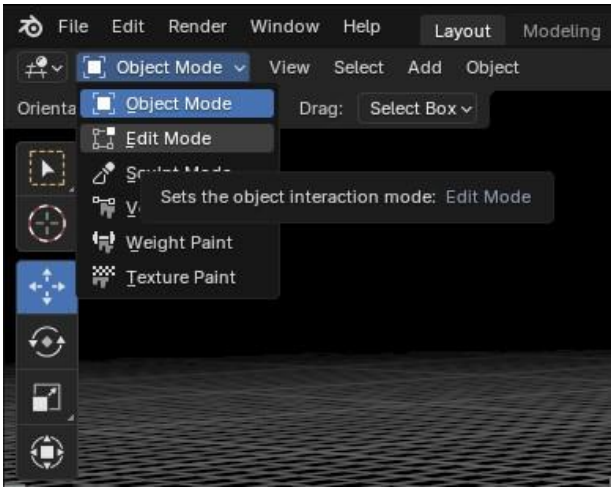
2.2 Outliner & Modes

Στην δεξιά μεριά της οθόνης βρίσκεται το παράθυρο outliner ,το οποίο εμφανίζει οργανωμένα σε μορφή δέντρου όλα τα αντικείμενα του μοντέλου. Από το outliner μπορεί να κανείς να επιλέγει τα αντικείμενα να τα κάνει αόρατα η ορατά ,να τα διαγράφει η να τα πολλαπλασιάζει καθώς και να επεξεργάζεται την σχέση τους τοποθετώντας τα σε υποκατηγορίες η ομάδες αντικειμένων. [12]



Εικόνα 2.02

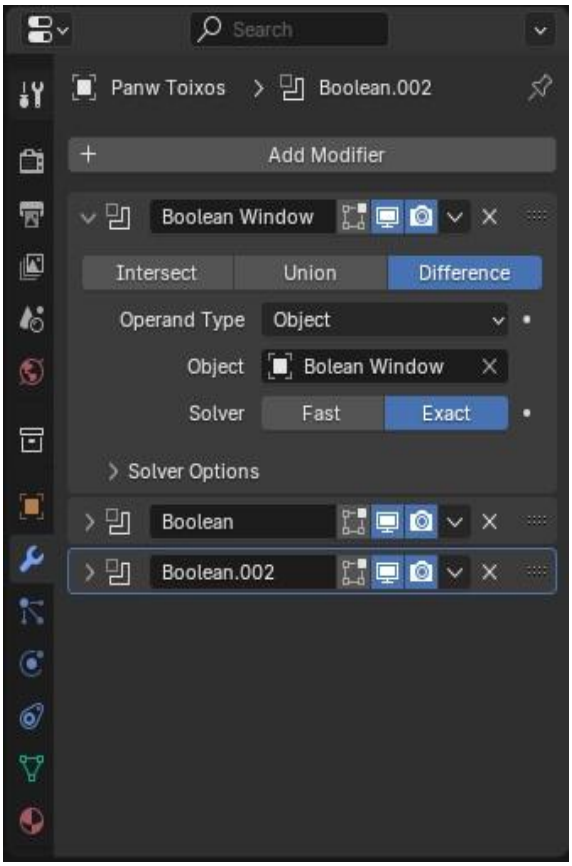
Τα Modes στο Blender είναι διαφορετικές καταστάσεις επεξεργασίας οι οποίες καθορίζουν το τι είδους επεξεργασία μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει καθώς το κάθε ένα από αυτά προσφέρει διαφορετικά εργαλεία. Για παράδειγμα το Object Mode χρησιμοποιείται για την μετακίνηση και οργάνωση αντικειμένων ενώ το Edit Mode για την επεξεργασία των ακμών, επιφανειών και σημείων των αντικειμένων. Η επιλογή των modes γίνεται από το Mode Select Menu,το οποίο βρίσκεται στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης η με Ctrl + Ροδέλα. [13]



Εικόνα 2.03

2.3 Modifiers

Οι Modifiers στην σχεδίαση του μοντέλου μου έπαιξαν καθοριστικό ρόλο , καθώς είναι αυτόματες λειτουργίες που αλλάζουν την γεωμετρία ενός αντικειμένου χωρίς να αλλιώνουν η να επηρεάζουν το αρχικό σχήμα μέχρι να επιλεγεί η εντολή apply.Βρίσκονται στο Properties Editor -> Modifier Stack όπου εκεί μπορεί κανείς να τους προσθέσει, να διαγράψει και να τους αναδιατάξει. Οι Modifiers εφαρμόζονται με την σειρά που θα διαταχθούν από πάνω προς τα κάτω και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :



Εικόνα 2.04

Generate, δημιουργούν ή αλλάζουν τη γεωμετρία ενός μοντέλου (πχ Mirror).

Deform, παραμορφώνουν το σχήμα χωρίς να αλλάζουν την διάταξη του (πχ Lattice).

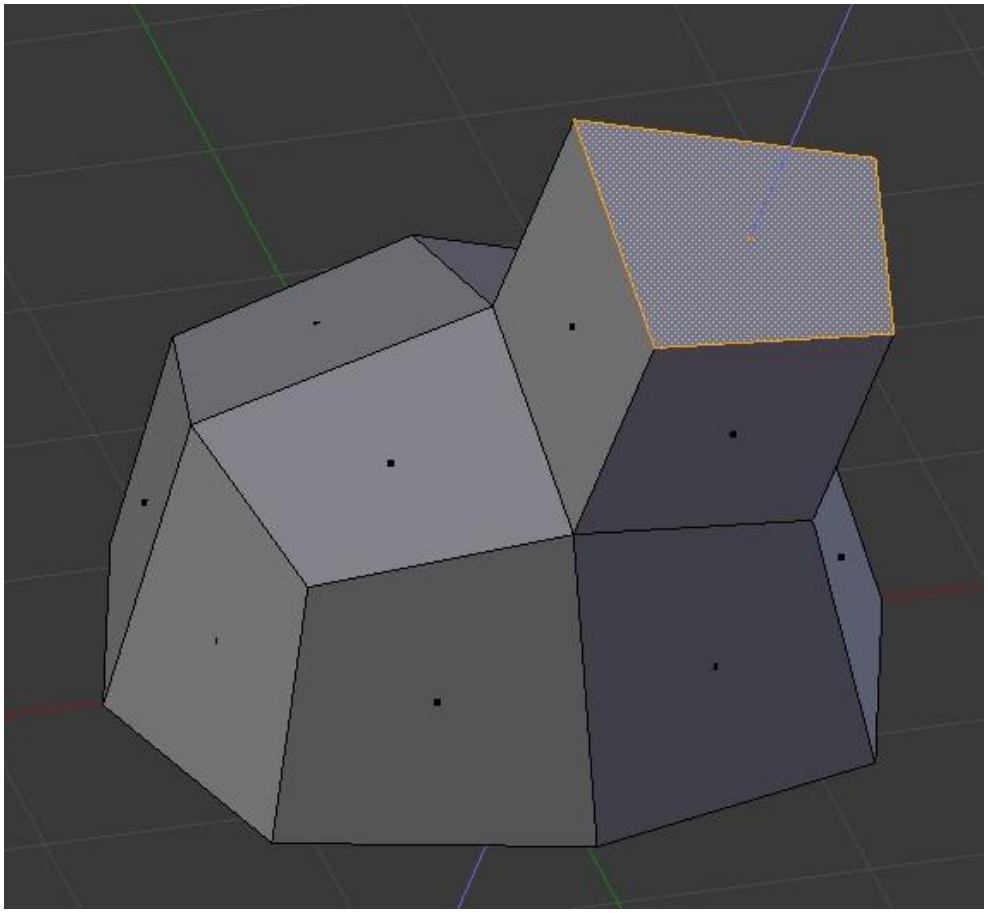
Simulate, προσομοιώνουν φυσικά φαινόμενα (π.χ. Cloth, Smoke).

Edit, επεξεργάζονται δεδομένα όπως παράδειγμα :
vertex groups (π.χ. Weight Edit).[14]

2.4 Χρήσιμα εργαλεία και εντολές

Extrude Region (E)

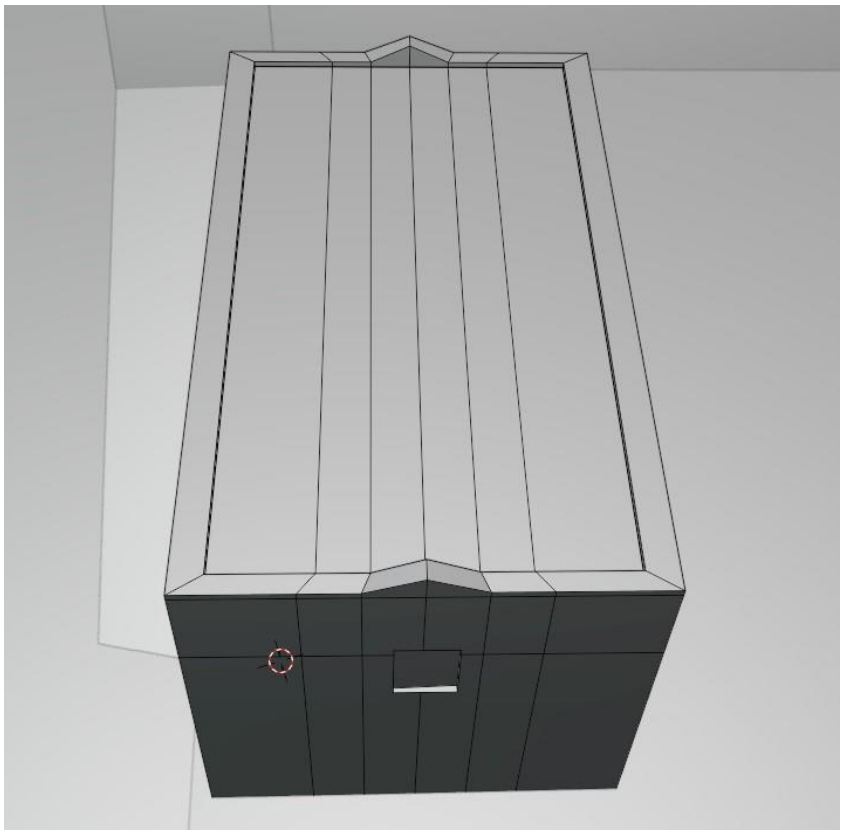
Η εντολή extrude region είναι μια από τις πιο σημαντικές διότι εξωθεί τις επιθυμητές κορυφές, ακμές η επιφάνειες κατασκευάζοντας καινούργια και συνδεδεμένα μεταξύ τους σχήματα, επεκτείνοντας το αρχικό. Για παράδειγμα αν επιλέξουμε μια επιφάνεια ενός κύβου και την επεκτείνουμε θα δημιουργηθεί ένα παραλληλεπίπεδο ενώ στην περίπτωση που επιλέξουμε μόνο μια ακμή θα δημιουργηθεί μια νέα επιφάνεια. Η κατεύθυνση την οποία ακολουθεί η εξώθηση την ορίζει ο χρήστης με το ποντίκι η περιορίζεται σε έναν από τους άξονες X,Y,Z. [15]



Εικόνα 2.05

Loop Cut (Ctrl + R)

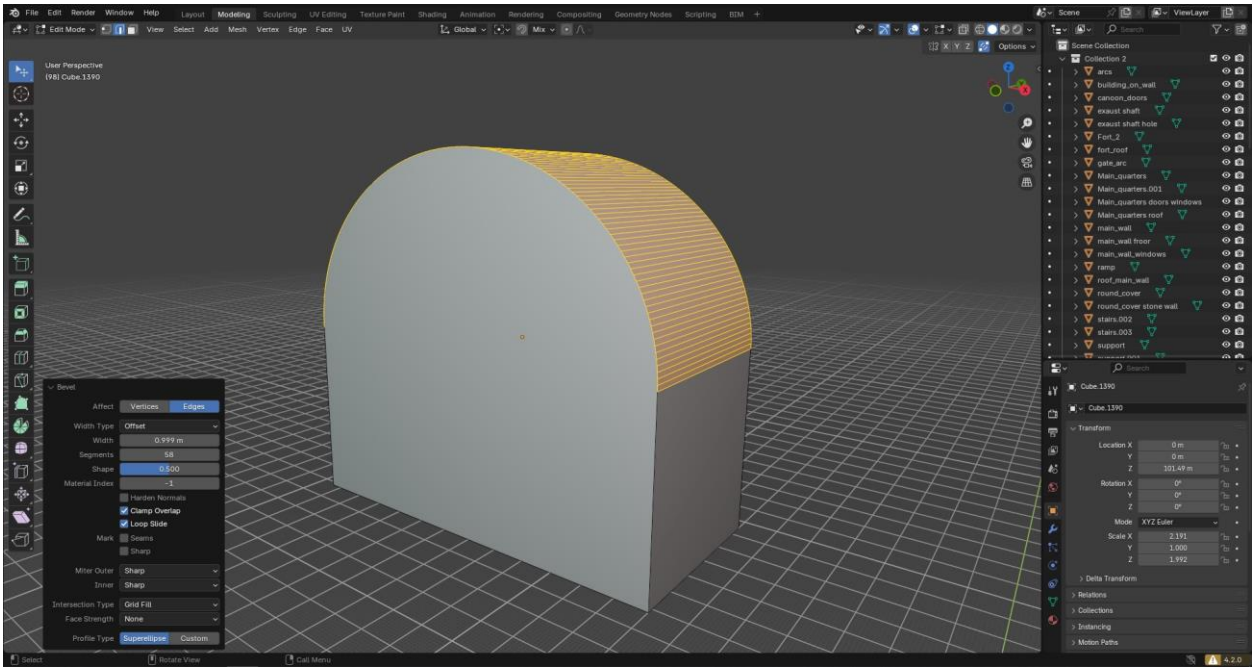
Με την εντολή Loop Cut μπορεί ο χρήστης να χωρίσει επιφάνειες που υπάρχουν ήδη σε μικρότερα τμήματα, προσθέτοντας διαχωριστικές γραμμές πάνω στο αντικείμενο οι οποίες εκτείνονται γύρω γύρω από αυτό. Αφού τοποθετηθεί η γραμμή στο επιθυμητό σημείο με αριστερό κλικ το Cut δημιουργείται και μπορεί ο χρήστης να επεξεργαστεί την θέση του με το ποντίκι. Επίσης από τις ρυθμίσεις του εργαλείου υπάρχει η δυνατότητα να αυξήσει κάποιος τον αριθμό των cuts για την δημιουργία παράλληλων loops.Με αυτόν τον τρόπο μπόρεσα να επεξεργαστώ πλήρως την γεωμετρία των επιφανειών όπως την σκεπή του παρακάτω κτιρίου.16



Εικόνα 2.06

Bevel (Ctrl + B)

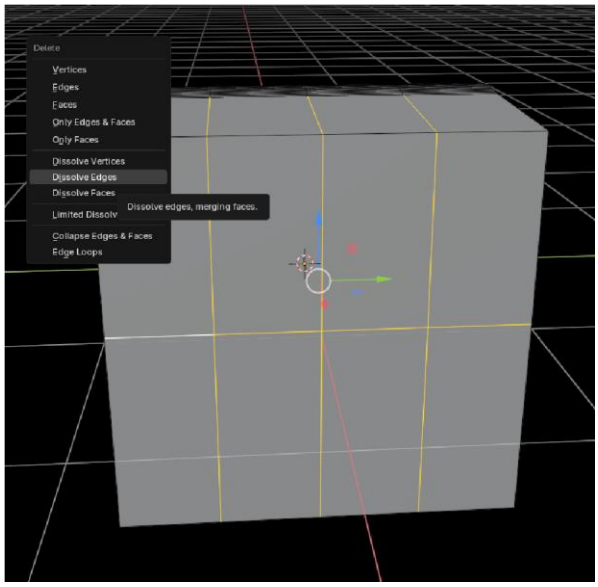
Η εντολή Bevel μας επιτρέπει να δημιουργούμε στρογγυλεμένες γωνίες, δίνοντας μια πιο ρεαλιστική εικόνα στα αντικείμενα καθώς τους προσθέτει λεπτομέρεια. Εφαρμόζεται σε ακμές που έχουν δύο γειτονικές επιφάνειες η σε κορυφές μέσω της επιλογής Bevel Vertices. Αφού επιλεχθούν οι ακμές και πατώντας Ctrl + B μετακινώ το ποντίκι για να καθορίσω το πλάτος της λοξής γωνίας όπως και τον αριθμό των segments με την ροδέλα, τα οποία καθορίζουν τον αριθμό των τμημάτων που θα έχει η γωνία. Σε όσο περισσότερα ίσα τμήματα χωρίζεται μια γωνία τόσο πιο στρογγυλό θα είναι το αποτέλεσμα. Στην πραγματικότητα το Bevel αντικαθιστά τις παλιές ακμές με νέες, προσθέτοντας επιφάνειες ανάμεσα τους δίνοντας τους μια λοξή μορφή. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η επιλογή Clamp Overlap με την οποία γίνεται η αποφυγή επικαλύψεων μεταξύ των επιφανειών και των ακμών. [17]



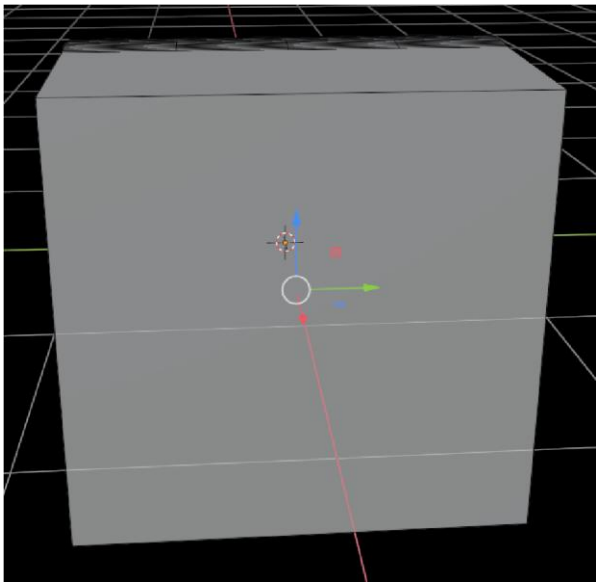
Εικόνα 2.07

Delete & Dissolve

Οι εντολές Delete και Dissolve μας βοηθούν στην διαγραφή και στο “καθάρισμα” ενός μοντέλου αφαιρώντας κορυφές, ακμές ή επιφάνειες. Η κύρια διαφορά ανάμεσα τους είναι πως η Delete διαγράφει εντελώς το επιλεγμένο στοιχείο δημιουργώντας κενά ενώ η Dissolve σβήνει χωρίς να δημιουργεί κενά διατηρώντας τις επιφάνειες ενιαίες. Συγκεκριμένα η εντολή Dissolve Edges χρησιμοποιήθηκε αρκετά στην δημιουργία του μοντέλου καθώς αφαιρεί ακμές ενώνοντας τις γειτονικές επιφάνειες με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ενιαία μεγαλύτερη. Για να χρησιμοποιήσει κανείς αυτό το εργαλείο επιλέγει τις ακμές που θα ήθελε να αφαιρέσει και με το πλήκτρο X → Dissolve Edges το Blender συγχωνεύει τις γειτονικές επιφάνειες. Έτσι κατάφερα να διατηρήσω το μοντέλο καθαρό χωρίς περιττές γεωμετρίες. [18]

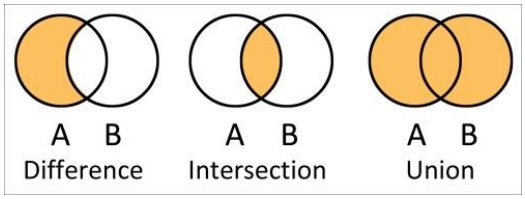


Εικόνα 2.08

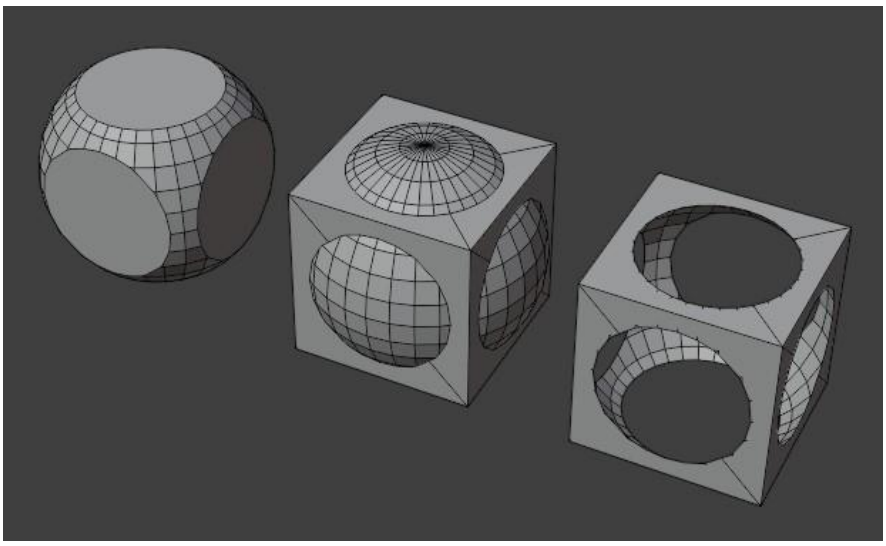


Εικόνα 2.09

Boolean Modifier

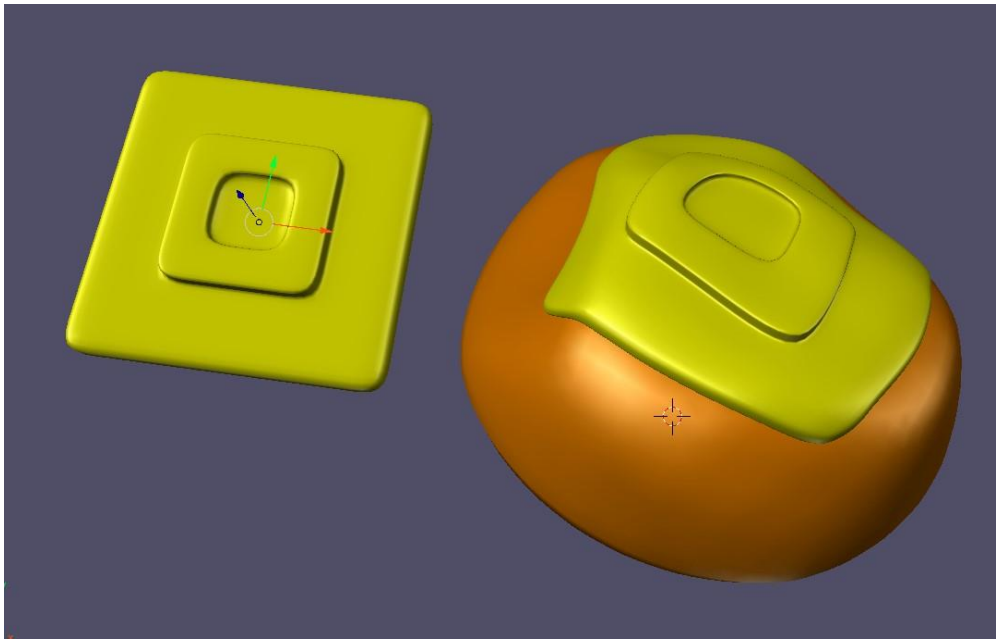


Ο Boolean Modifier είναι ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποίησα αρκετά καθώς μου επέτρεψε τον συνδυασμό δύο αντικειμένων μέσω λογικών πράξεων. Οι πράξεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι Union,Intersect και Difference και έχουν άμεση σχέση με την άλγεβρα Boolean και τις πράξεις
AND, OR και NOT. Στην πραγματικότητα αυτές οι λογικές πράξεις μεταφράζονται σε χωρικές πάνω στα αντικείμενα του μοντέλου, η Union ενώνει δύο αντικείμενα διαγράφοντας τα εσωτερικά τους faces, η Intersect ενώνει δύο αντικείμενα αλλά διατηρεί μόνο τους όγκους που βρίσκονται ταυτόχρονα στο ίδιο πλέγμα και η Difference η οποία αφαιρεί τον όγκο του πρώτου αντικειμένου από το δεύτερο. Οι πράξεις εφαρμόζονται ανάμεσα σε αντικείμενα η ολόκληρες συλλογές και μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε τον κατάλληλο αλγόριθμο Solver με τον οποίο θα εκτελεστούν οι εντολές. Η επιλογή γίνεται ανάμεσα στον Fast ο οποίος είναι ο γρήγορος αλλά και περιορισμένος, τον Exact που είναι ακριβής και μπορεί να εφαρμοστεί σε συνθέτες τοπολογίες και τον Manifold με την μέγιστη ταχύτητα σε κλειστά πλέγματα. Στην πράξη μετακινώντας το ένα αντικείμενο σε σχέση με το άλλο δημιουργούμε την επιθυμητή ένωση βλέποντας σε πραγματικό χρόνο τις αλλαγές και αφού αποφασίσουμε με την επιλογή apply τις οριστικοποιούμε. [19] [20]



Shrinkwrap Modifier

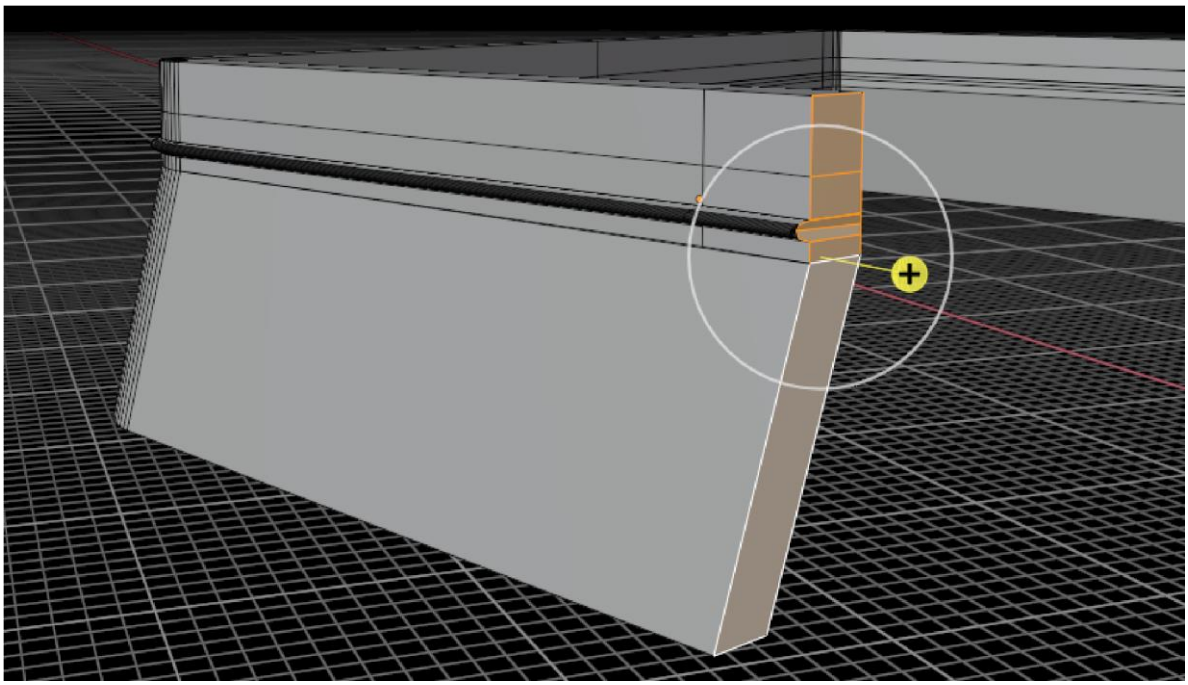
Ο Shrinkwrap Modifier μας επιτρέπει να προσαμμώσουμε ένα αντικείμενο πάνω στην επιφάνεια ενός άλλου καθώς μετακινεί κάθε κορυφή του προς το πιο κοντινό σημείο του αντικειμένου στόχου. Εφαρμόζεται σε meshes, lattices, curves, surfaces και text το οποίο το κάνει ιδιαίτερα χρήσιμο λόγο της ευελιξίας του. Για να τον χρησιμοποιήσω ορίζω, αφού επιλέξω πρώτα το αντικείμενο στόχο, το Wrap Method το οποίο έχει επιλογές όπως Nearest Surface Point που ενώνει το αντικείμενο στην επιφάνεια, Project για προβολή πάνω σε επιλεγμένους άξονες, Nearest Vertex για ένωση με το πιο κοντινό vertex και Target Normal Project για μια πιο ομαλή και αργή προσαρμογή. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι και το Snap Mode μέσω του οποίου μπορώ να ρυθμίσω τον τρόπο με τον οποίο μετακινείται το αντικείμενο πάνω την επιφάνεια δηλαδή πάνω της , προς τα έξω η προς τα μέσα. Επίσης με το Offset καταφέρνω να διατηρώ μια συγκεκριμένη απόσταση από το αντικείμενο που έχω θέσει ως στόχο. Έτσι ο Shrinkwrap Modifier είναι χρήσιμος όταν ο χρήστης θέλει να προσαρμόσει ένα mesh στην επιφάνεια ενός άλλου μοντέλου όπως για παράδειγμα ρούχα πάνω σε έναν χαρακτήρα. 21



2.5 Η μοντελοποίηση των τειχών

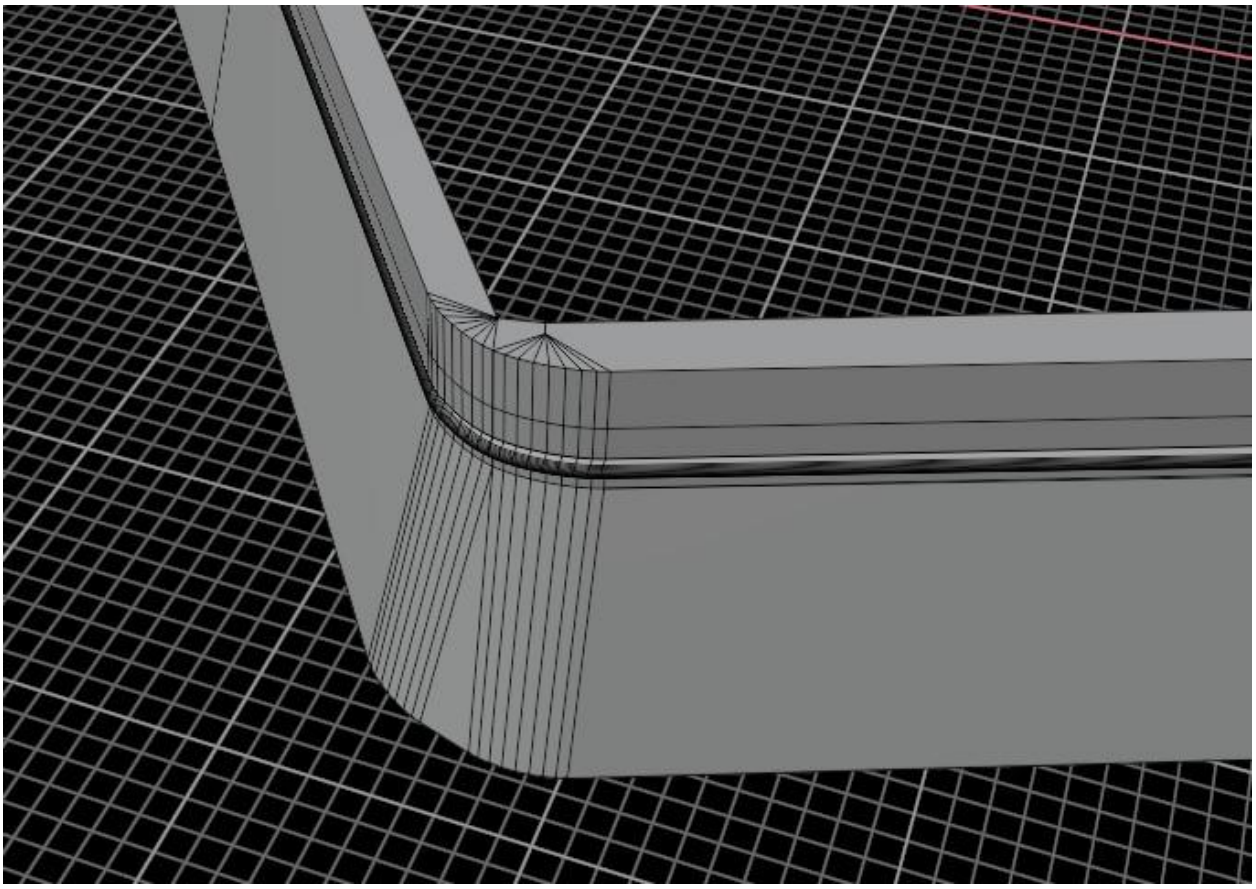
Η μοντελοποίηση ξεκίνησε με τον σχεδιασμό των τειχών. Αρχικά δημιουργήθηκε ένα τετραγωνικό mesh (Shift+A,Mesh Cube), και στην συνέχεια με το εργαλείο extrude διαλέγοντας τις κατάλληλες πλευρές του επέκτεινα το σχήμα ώστε να πάρει την μορφή των τειχών.

Με το εργαλείο Extrude (E) μπορούμε να δημιουργήσουμε νέα σχήματα με βάση ένα σχήμα που έχουμε ήδη προεκτείνοντας τις κορυφές και τις πλευρές του. Οι επιλεγμένες πλευρές προεκτείνονται χωρίς να αποσυνδέονται από το αρχικό σχήμα έτσι σχηματίζονται νέες ακμές. Η εξώθηση αυτών μπορεί να γίνει και κατά μήκος μόνο του άξονα που έχουμε επιλέξει βοηθώντας μας στην σχεδίαση. 21



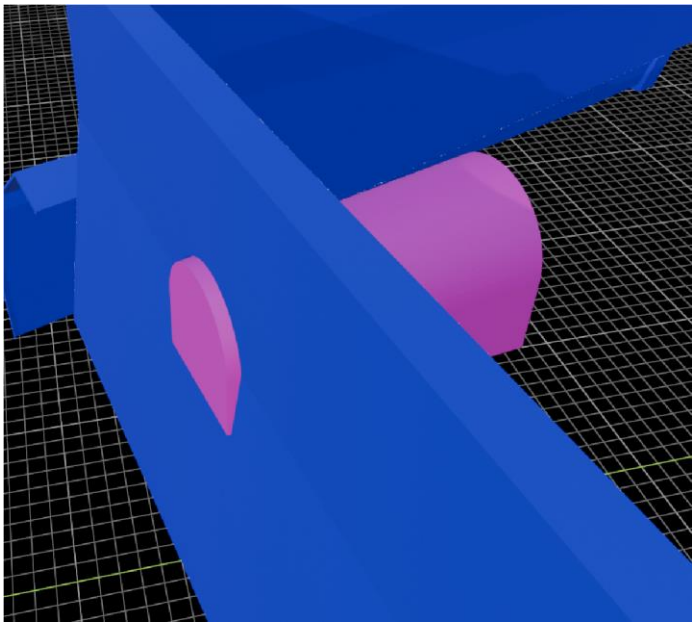
Εικόνα 2.10

Για να μπορέσω να δημιουργήσω ομαλές γωνίες στα τοίχοι του φρουρίου χρησιμοποιώ την εντολή Bevel (Ctr + B) ,η οποία μετατρέπει μια γωνία σε μια κεκλιμένη επιφάνεια. Αφού επιλέξουμε τις γωνίες που θέλουμε, ενεργοποιούμε την εντολή και προσαρμόζουμε το πλάτος και τον αριθμό των ίσων τμημάτων (segments) για να πετύχουμε ένα πιο καθαρό αποτέλεσμα. Επιπλέον με τον πλήκτρο C για Clamp Overlap αποφεύγουμε την επικάλυψη μεταξύ πλευρών για να διατηρηθεί μια καλή μορφή. 22

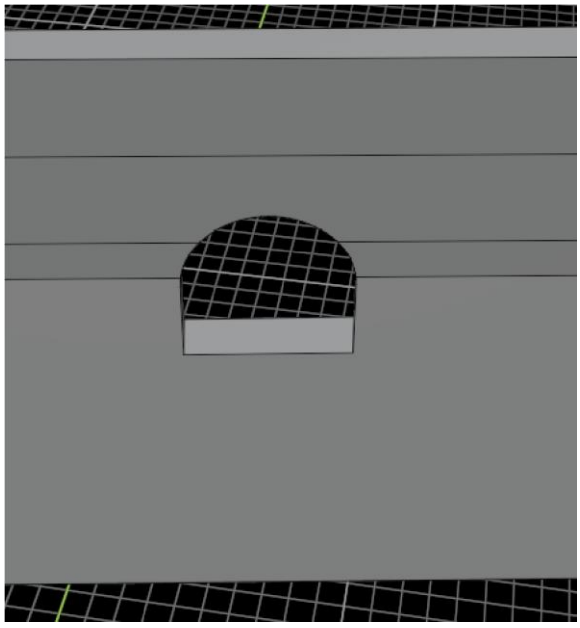


Εικόνα 2.11

Στα τοίχοι του Φιρκά υπάρχουν κάποιες πύλες και οπές που έπρεπε να δημιουργηθούν. Για την δημιουργία τους ξεκίνησα φτιάχνοντας μια καμάρα, πρόσθεσα ένα κύβο τον οποίο μετέτρεψα σε ένα ορθογώνιο , επέλεξα δύο κορυφές του και με την εντολή bevel δημιούργησα μια ομαλή επιφάνεια, ρυθμίζοντας το πλάτος και τα segments βελτίωσα την λεπτομέρεια της οπής επίσης χρησιμοποίησα και το Clamp Overlamp για να αποφύγω επικαλύψεις. Όταν είχα το τελικό μου σχήμα με την εντολή extrude επέκτεινα την πλευρά του μέχρι την απόσταση που θα ήθελα να έχει το βάθος της οπής. Στην συνέχεια χρησιμοποίησα το Boolean Modifier στον τοίχο για να δημιουργηθεί η πύλη, επέλεξα τα τοίχοι ως “στόχο” και διάλεξα την καμάρα ως αντικείμενο κοπής. Έτσι με την λειτουργία Difference αφαιρείται το τμήμα του τοίχου και σχηματίζεται η πύλη. 23

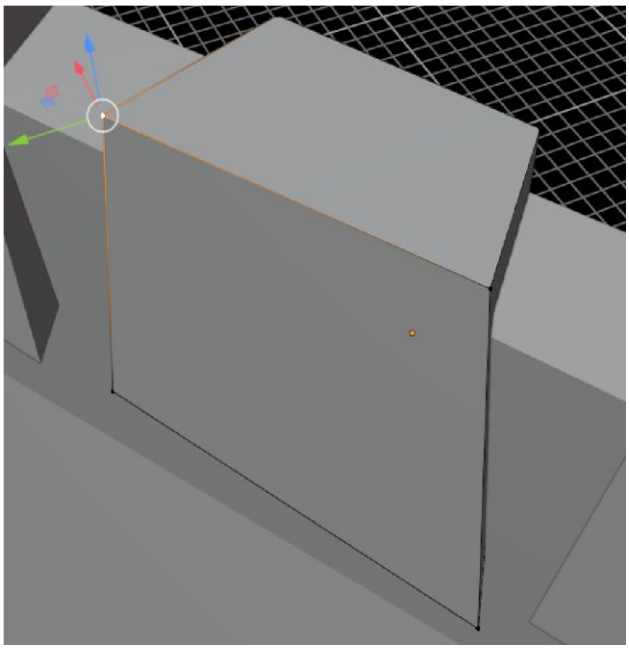


Εικόνα 2.12



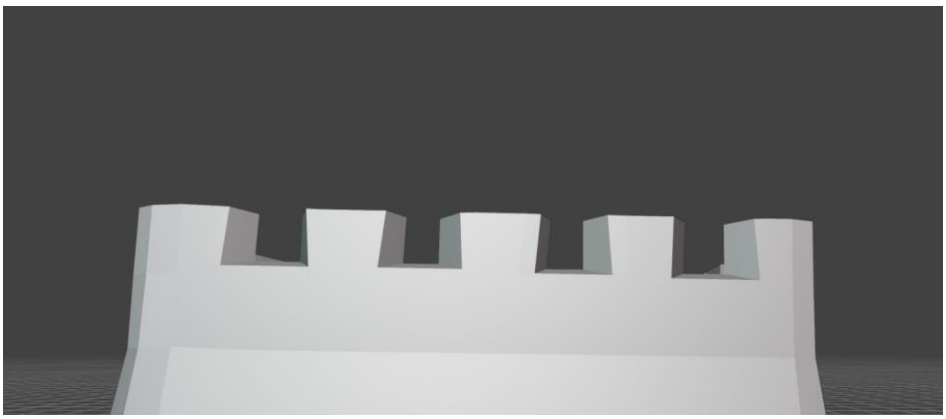
Εικόνα 2.13

2.6 Η μοντελοποίηση των επάλξεων

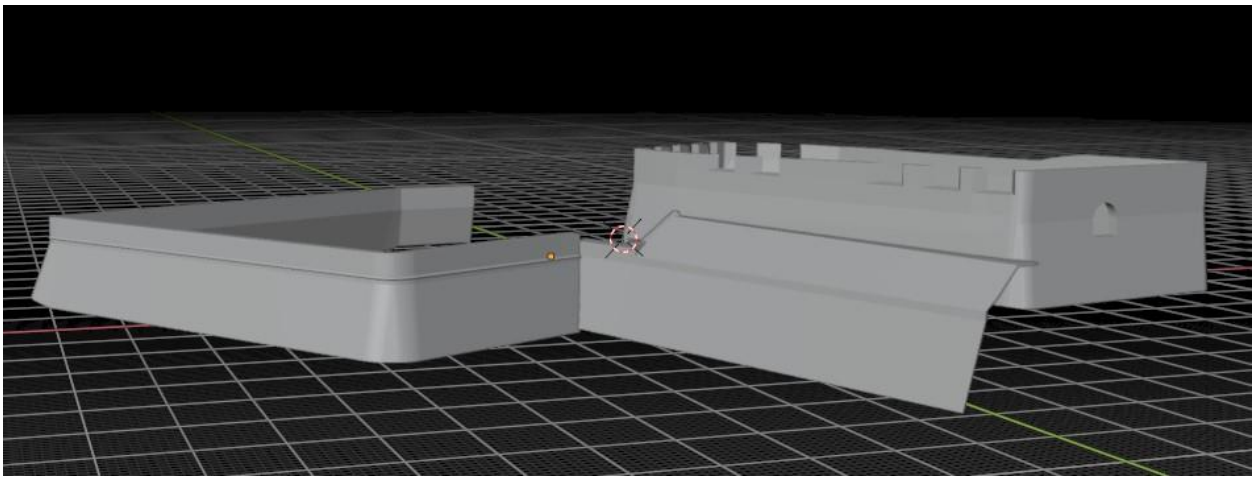


Εικόνα 2.14

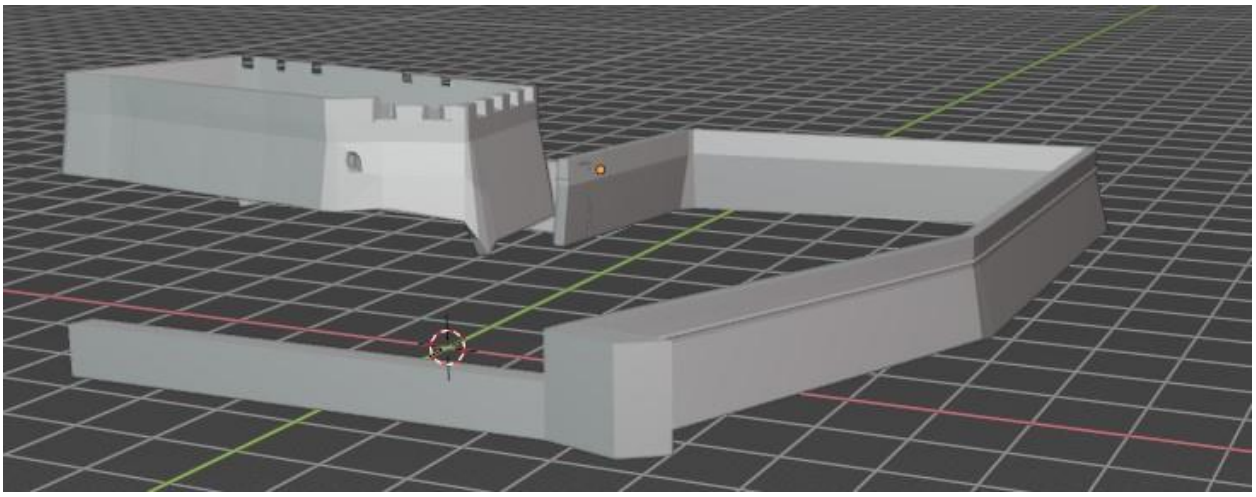
Η κατασκευή των επάλξεων στα τοίχοι έγινε χρησιμοποιώντας πολλά cubes τα οποία τοποθέτησα στις θέσεις που ήθελα. Στο Edit Mode (Vertex Select) επεξεργάστηκα τα cubes ρυθμίζοντας τις γωνίες και τα σημεία τους ώστε να αποκτήσουν το σχήμα των επάλξεων. ‘Επειτα με το Boolean Modifier διάλεξα τον τοίχο ως αντικείμενο στόχο και τα cubes ως αντικείμενα κοπής, έτσι ώστε με την επιλογή difference να αφαιρεθούν τα αντίστοιχα τμήματα από τα τοίχοι και να δημιουργηθούν οι επάλξεις. [24]



Εικόνα 2.15



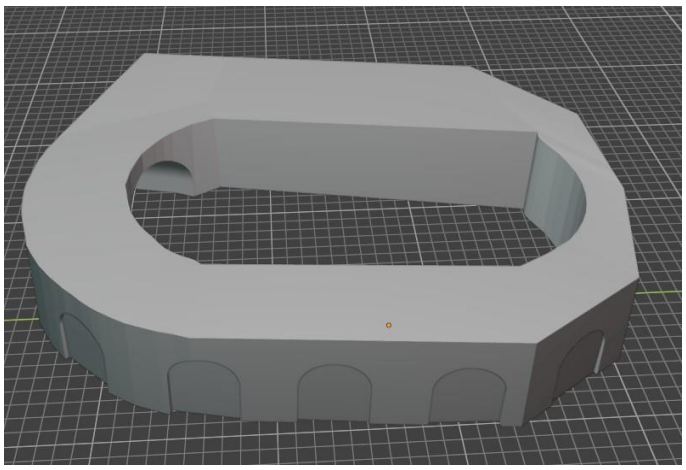
Εικόνα 2.16



Εικόνα 2.17

2.7 Η μοντελοποίηση των κτιρίων

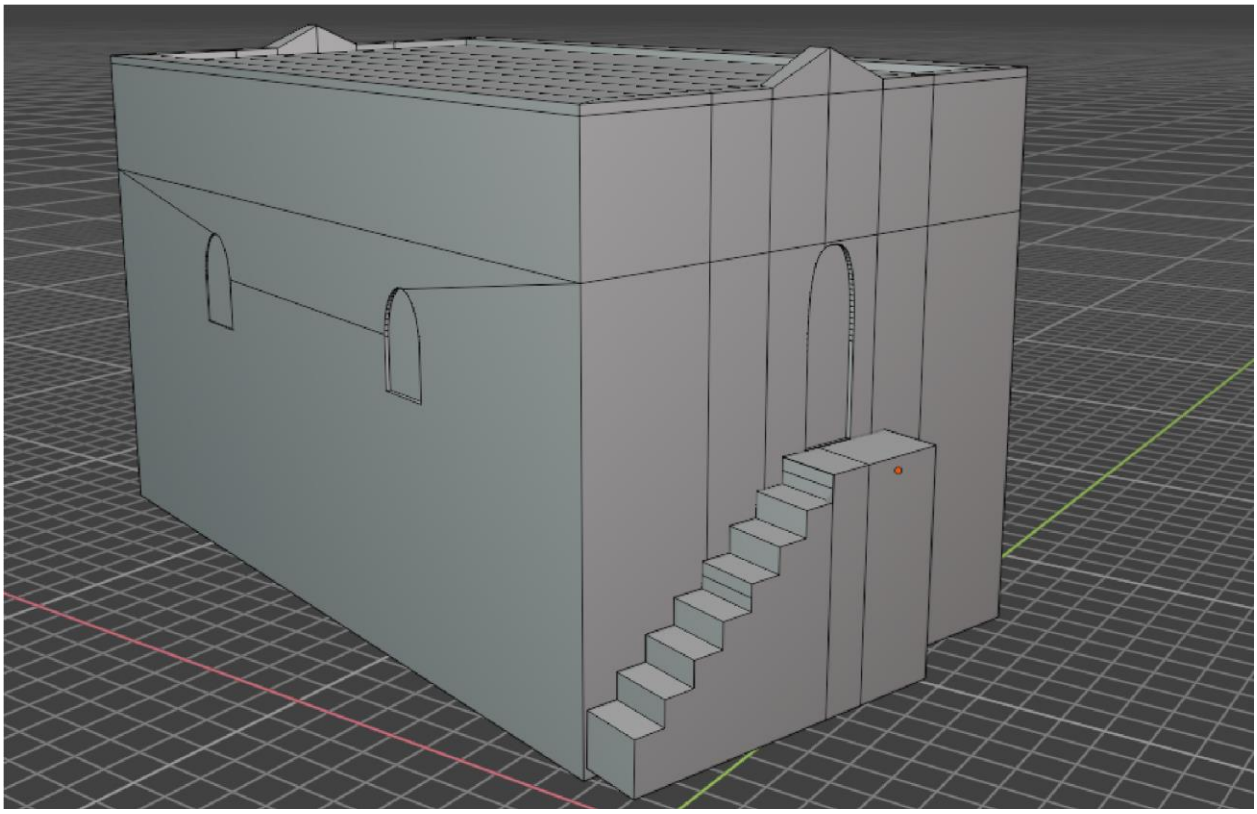
Για τη δημιουργία των κτιρίων χρησιμοποίησα cubes τα οποία και επεξεργάστηκα δίνοντας του την κατάλληλη μορφή. Συγκεκριμένα στο πρώτο κτίριο βασικό ρόλο είχε η εντολή Bridge Edge
Loops που συνδέει δύο ακμές δημιουργώντας ομαλές καμπύλες και επιφάνειες ανάμεσα τους.



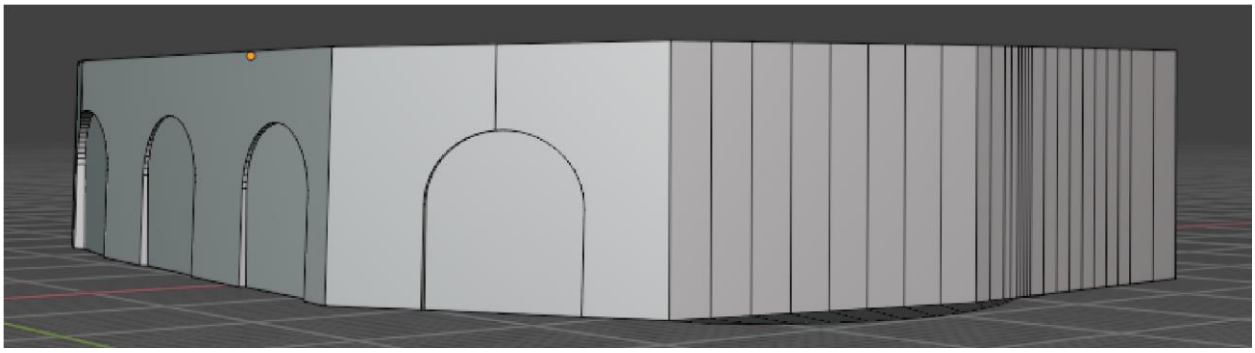
‘Επειτα με την εντολή extrude επέκτεινα το σχήμα του κτιρίου καθώς πολύ χρήσιμη ήταν η εντολή Loop (Ctrl + R) με την οποία χώρισα τις επιφάνειες του μοντέλου σε περισσότερα τμήματα για να γίνει πιο εύκολη και λεπτομερής η επεξεργασία τους.

Εικόνα 2.18

Στο δεύτερο κτίριο χρησιμοποιήθηκε πάλι το Boolean Modifier, όπως και για τις καμάρες του πρώτου, το οποίο βοήθησε στην δημιουργία ανοιγμάτων όπως παράθυρα και πόρτες. Αυτά δημιουργήθηκαν τοποθετώντας cubes στα σημεία που ήθελα για να αφαιρεθούν τα αντίστοιχα τμήματα και να αποδοθεί η ρεαλιστική μορφή τους. 25 26 27



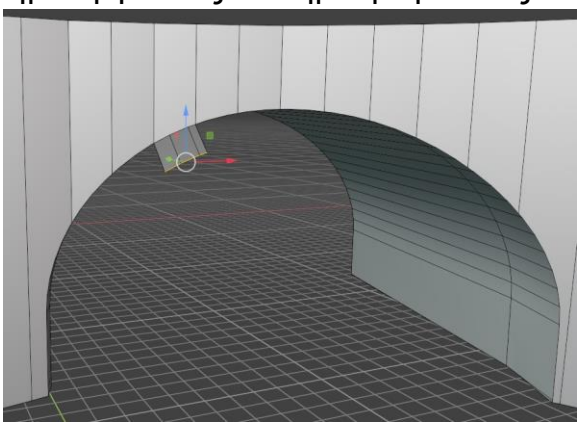
Εικόνα 2.19



Εικόνα 2.20

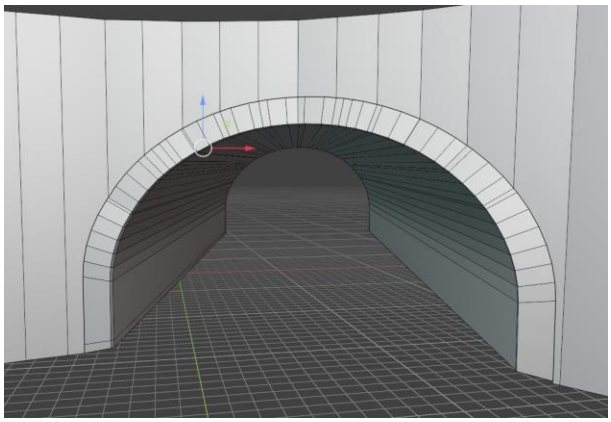
2.8 Η μοντελοποίηση του τούνελ

Ο σχεδιασμός του τούνελ που διαπερνά το κτίριο κατασκευάστηκε δημιουργώντας ένα ημισφαίριο στις διαστάσεις του ανοίγματος που ήθελα να δημιουργήσω. Με το Boolean Modifier το ημισφαίριο έκοψε το τμήμα του κτιρίου και δημιουργήθηκε η επιθυμητή τομή. Στην εσωτερική πλευρά του κτιρίου προέκυψαν κάποια edges τα οποία και εξώθησα με Extrude προς τα κάτω για να δημιουργήσω το περίγραμμα του τούνελ.

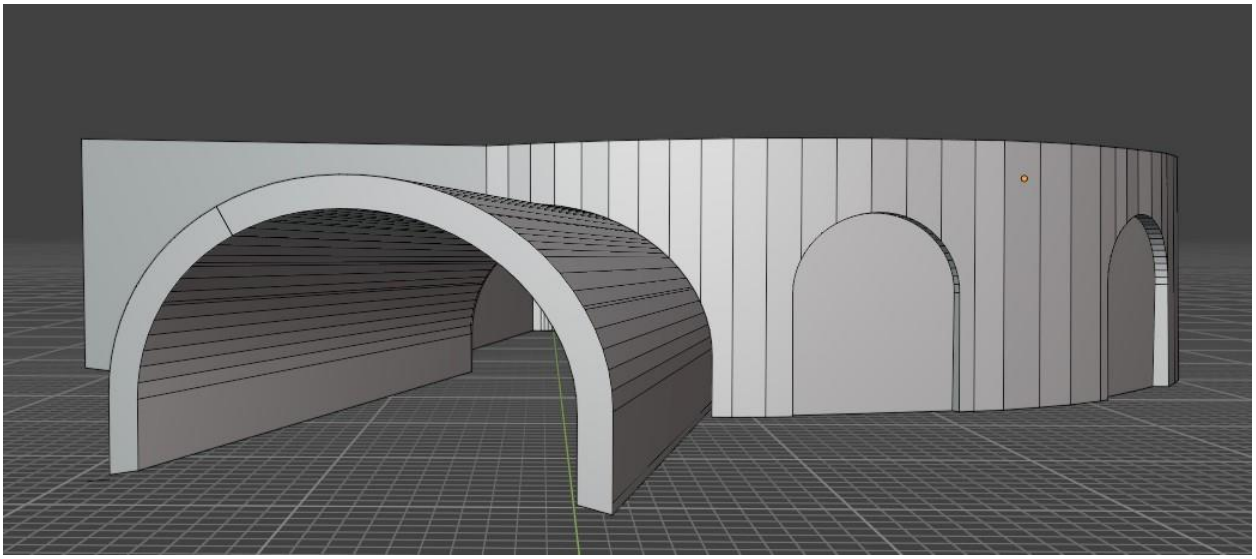


Εικόνα 2.21

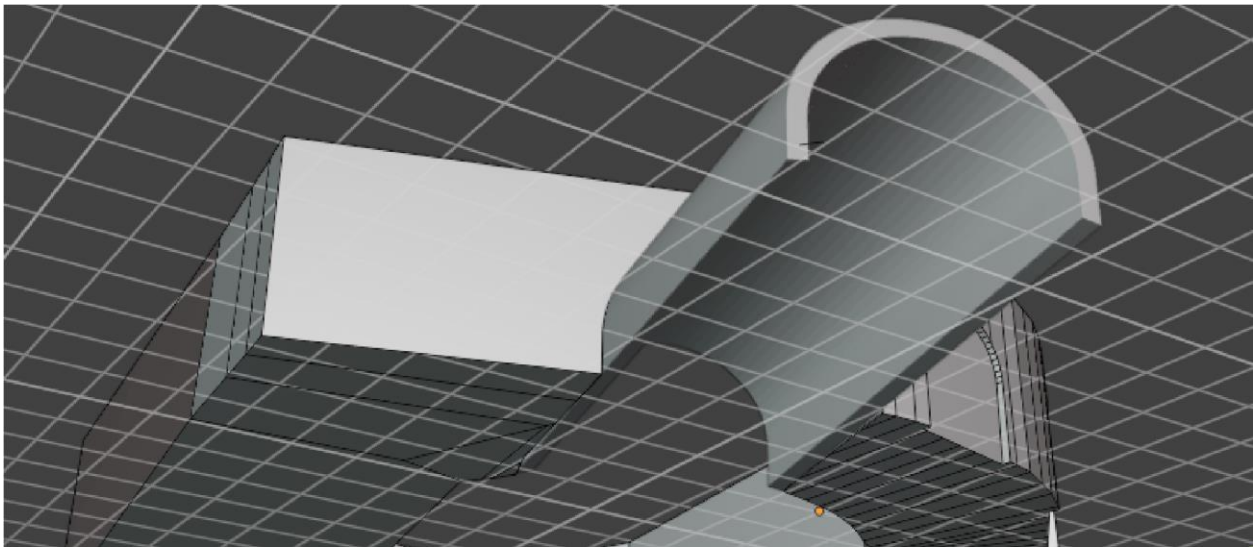
Συνέχισα διαλέγοντας τις επιφάνειες του περιγράμματος και με νέο extrude κατασκεύασα την μορφή και τον όγκο του τούνελ. Η εξωτερική πλευρά του τούνελ λόγο των εσωτερικών καμπυλών δεν ήταν ομοιόμορφη μετά την εξώθηση , έτσι δημιουργώντας ένα ορθογώνιο επίπεδο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο κοπής στην άκρη του τούνελ με το Boolean Modifier κατάφερα να δώσω ένα ίσιο και όμορφο τελείωμα στην εξωτερική όψη του τούνελ.



Εικόνα 2.22



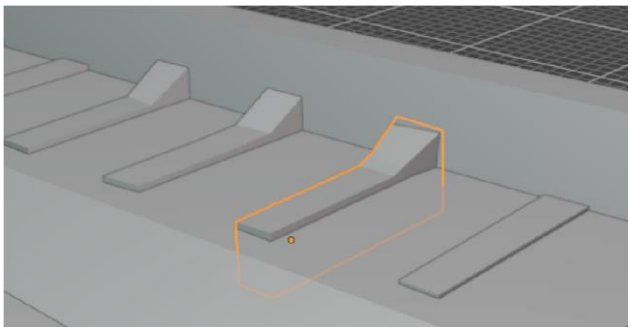
Εικόνα 2.23



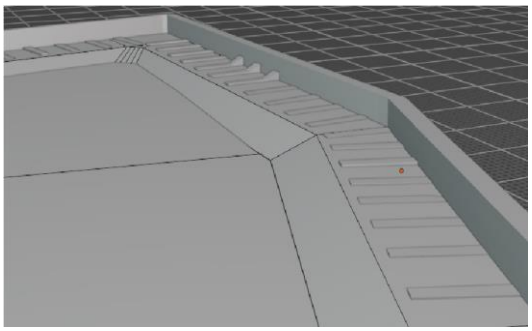
Εικόνα 2.24

2.9 Η μοντελοποίηση εδάφους και θυρίδων

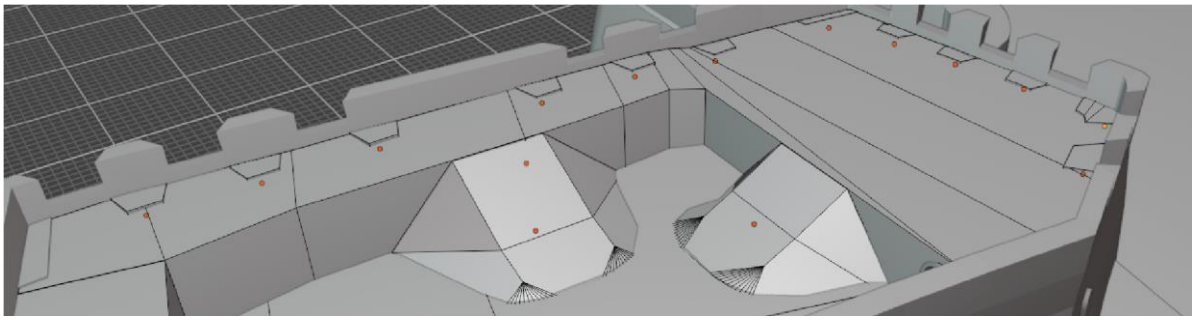
Οι θυρίδες σχεδιάστηκαν αρκετά εύκολα καθώς επεξεργάστηκα τις ακμές και τα σημεία των cubes για να τα διαμορφώσω και να πετύχω το σωστό σχήμα. Με παρόμοιο τρόπο
κατασκεύασα το έδαφος και τις ράμπες, χρησιμοποιώντας επιπλέον και την εντολή Bridge Edge Loops η οποία μου επέτρεψε να ενώσω επιφάνειες που βρισκόντουσαν σε διαφορετικά ύψη δημιουργώντας μια ομαλή μετάβαση ύψους.



Εικόνα 2.25

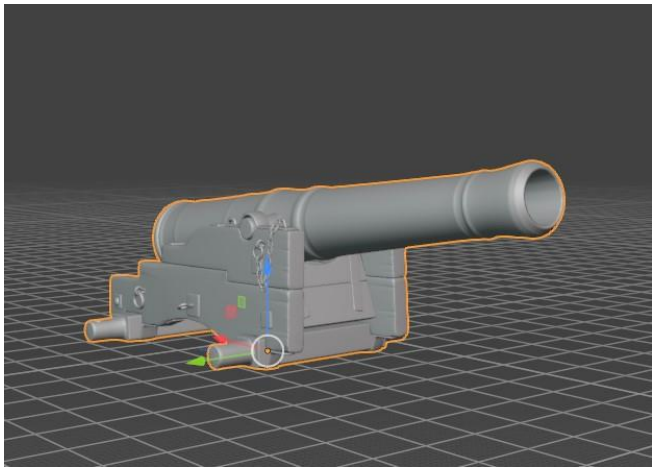


Εικόνα 2.26



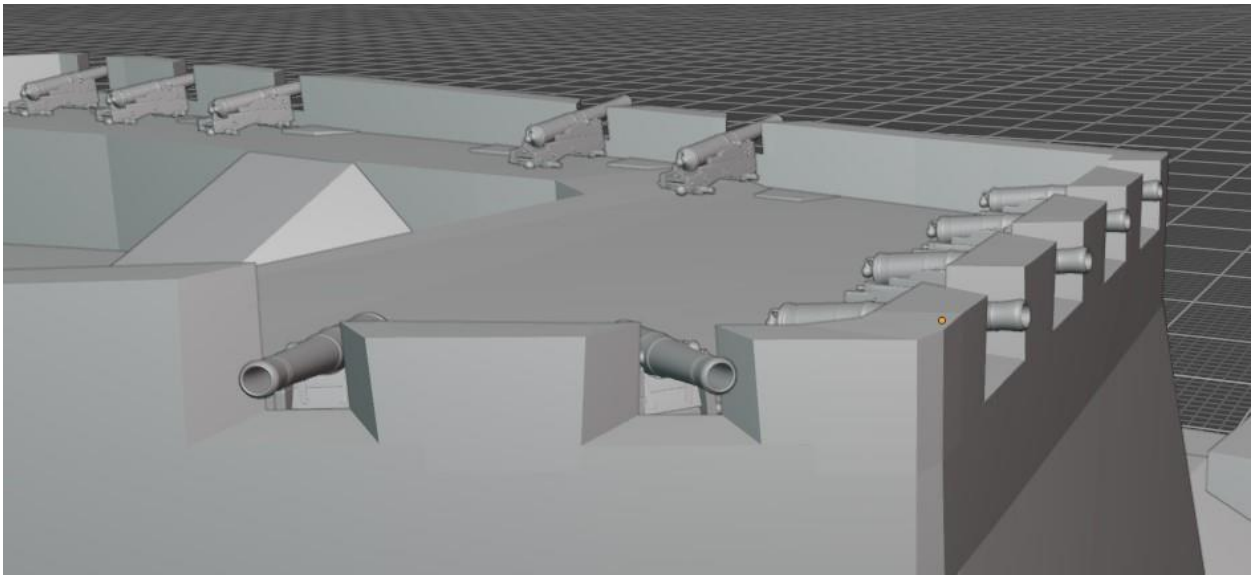
Εικόνα 2.27

2.10 Τα κανόνια



Στις επάλξεις του φρουρίου τοποθετήθηκαν κανόνια τα οποία βρήκα στο διαδίκτυο για να αποδοθεί η πιο ρεαλιστική μορφή των τειχών. Παρακάτω προβάλλεται το μοντέλο των κανονιών και η τοποθέτηση τους : 28

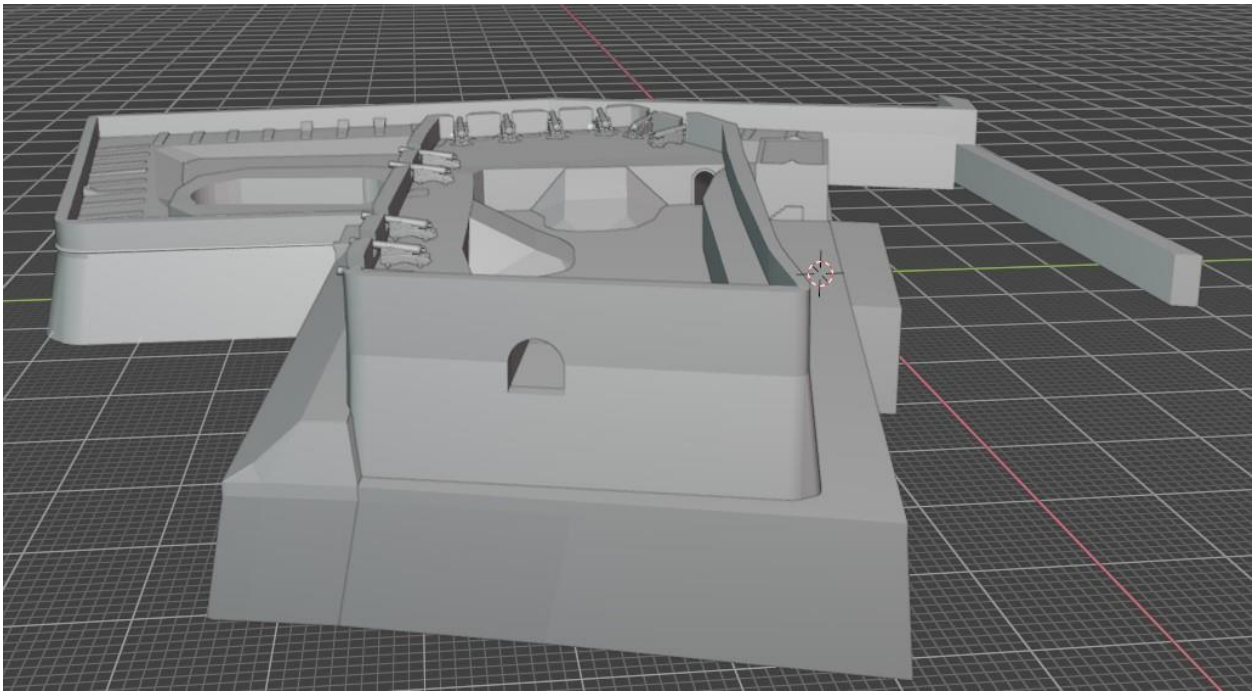
Εικόνα 2.28



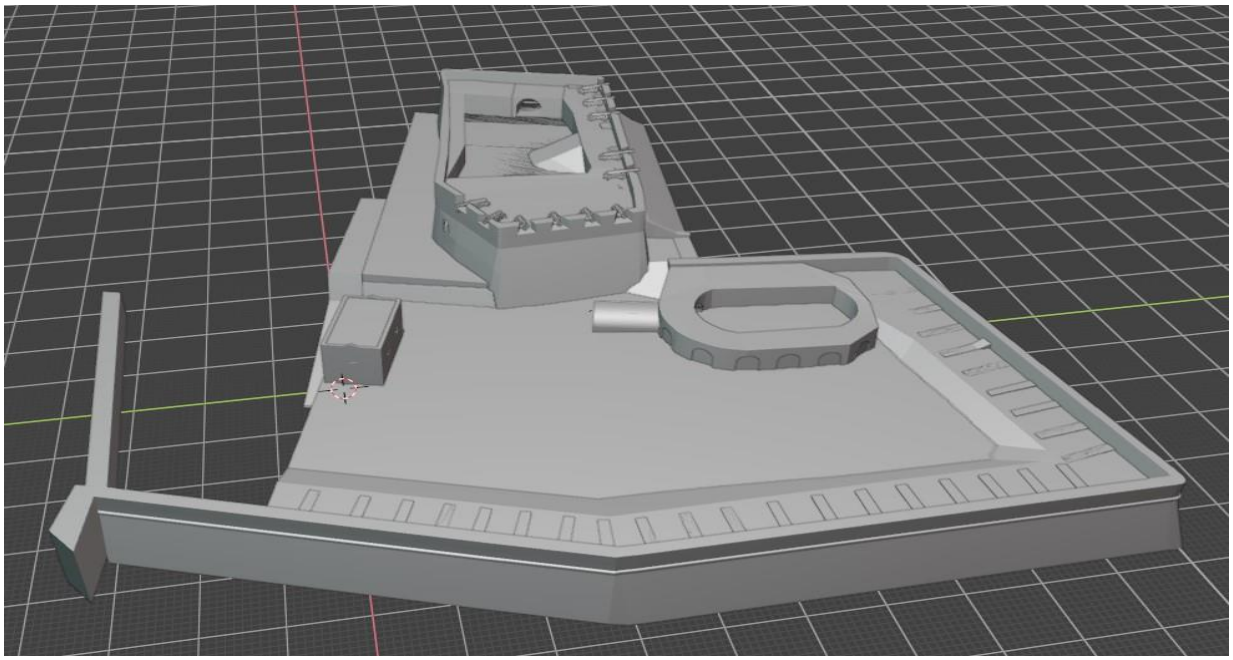
Εικόνα 2.29

2.11 Τελικό Μοντέλο

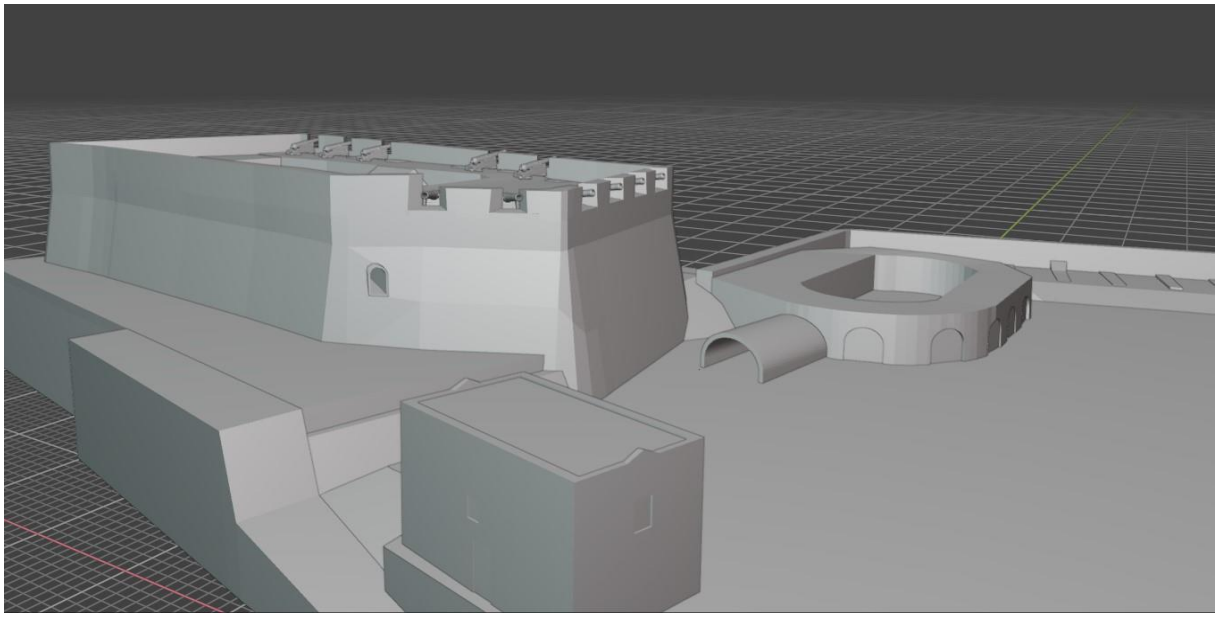
Οι μοντελοποιήσεις τελείωσαν και στις παρακάτω εικόνες φαίνονται όλα τα μοντέλα που έχουν σχεδιαστεί μέχρι τώρα :



Εικόνα 2.30



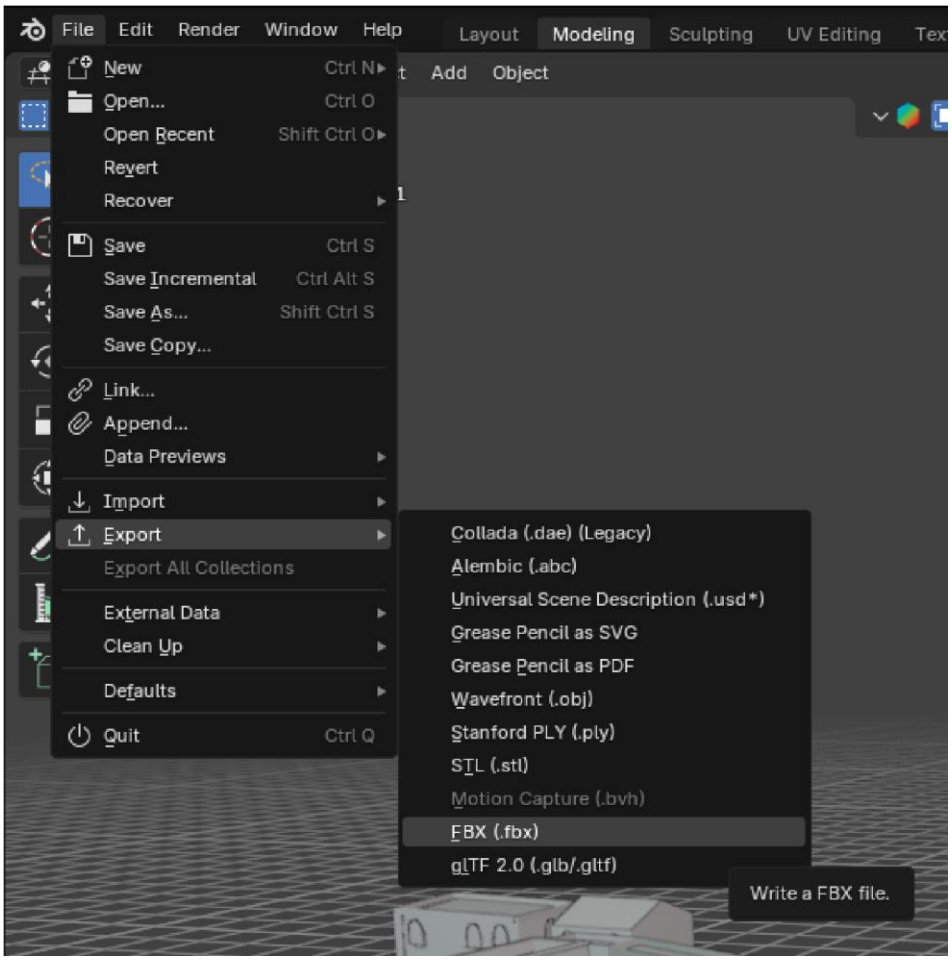
Εικόνα 2.31



Εικόνα 2.32

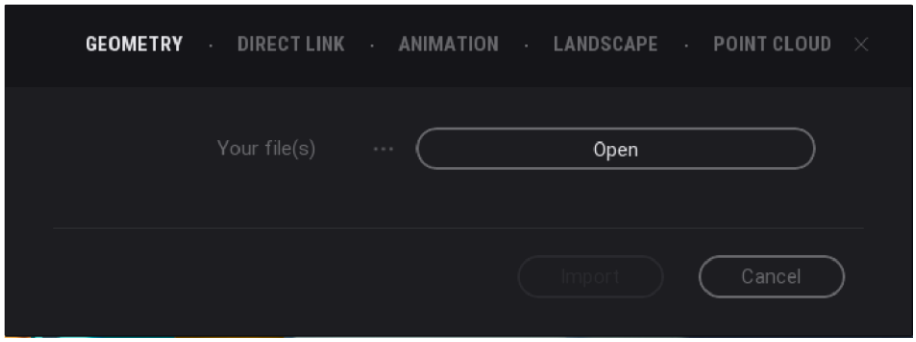
3.1 Texturing
Εισαγωγή Μοντέλου στο Twinmotion

Για να επιτευχθεί ο ρεαλισμός και η τελική μορφή του μοντέλου χρειάστηκε να ακολουθήσει η διαδικασία texturing και χρωματισμού , η οποία έγινε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Twinmotion. Στο Twinmotion μπορεί κανείς να εισάγει μοντέλα 3D και να τα χρωματίζει με τα εργαλεία που του προσφέρει το πρόγραμμα. Αρχικά έγινε η εξαγωγή του μοντέλου από το Blender σε μορφή FBX, η οποία αποδείχτηκε ότι αποδίδει τους χρωματισμούς καλύτερα.

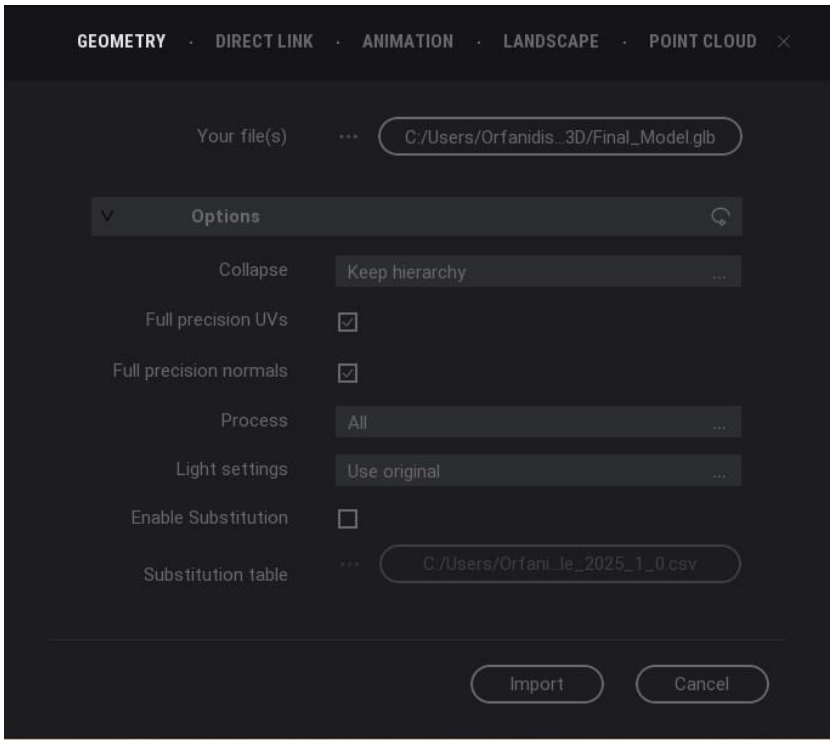


Εικόνα 3.00

Έπειτα έγινε η εισαγωγή του μοντέλου στο περιβάλλον του Twinmotion με Ctrl + I, επιλέγοντας την κατηγορία Geometry και κάνοντας κλικ στο Open επιλέγω το αρχείο που έκανα εξαγωγή από το Blender και αφού επιλέξω τις επιθυμητές ρυθμίσεις πατάω Import.



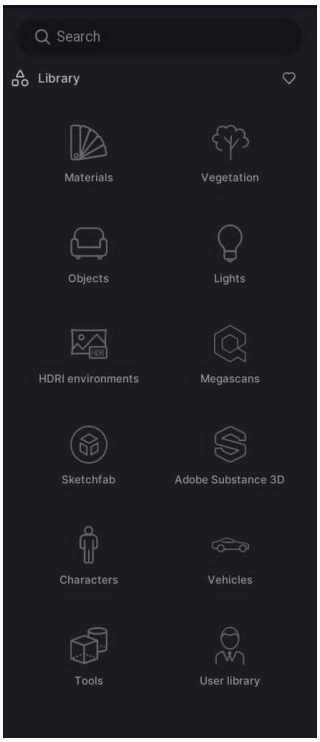
Εικόνα 3.01



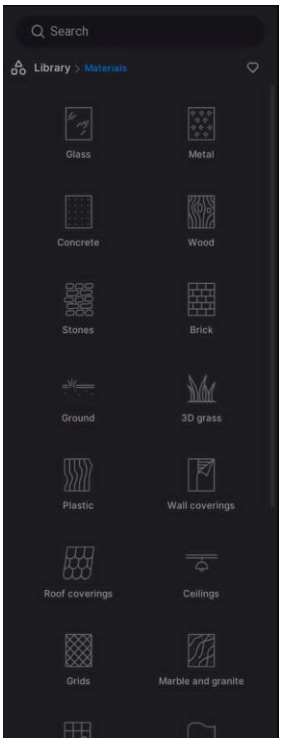
Εικόνα 3.02

3.2 Materials

Στην αριστερή μεριά της οθόνης θα βρει κανείς τα Materials, τα οποία είναι κάποια πλήρως παραμετροποιήσιμα υλικά που μπορούν να προσομοιώσουν επιφάνειες φυσικών ή τεχνητών υλικών καθορίζοντας έτσι την εμφάνιση, την υφή και την ανάκλαση του μοντέλου στο φως. Τα Materials είναι βασισμένα σε φυσικές ιδιότητες υλικών και φωτός για να απεικονίζονται άρτια σε όλους τους τρόπους απόδοσης (Real-Time,Lumen,Path Tracer).Υπάρχουν έτοιμα Materials στην βιβλιοθήκη του Twinmotion αλλά μπορεί ο κάθε χρήστης να δημιουργήσει τα δικά του μέσω του Materials Dock.Τα πιο συνηθισμένα σε χρήση είναι τα Standard Materials τα οποία λόγω της ευελιξίας τους μπορούν να προσαρμοστούν και να αλλάξουν οι ιδιότητες τους. [29]



Εικόνα 3.03



Εικόνα 3.04



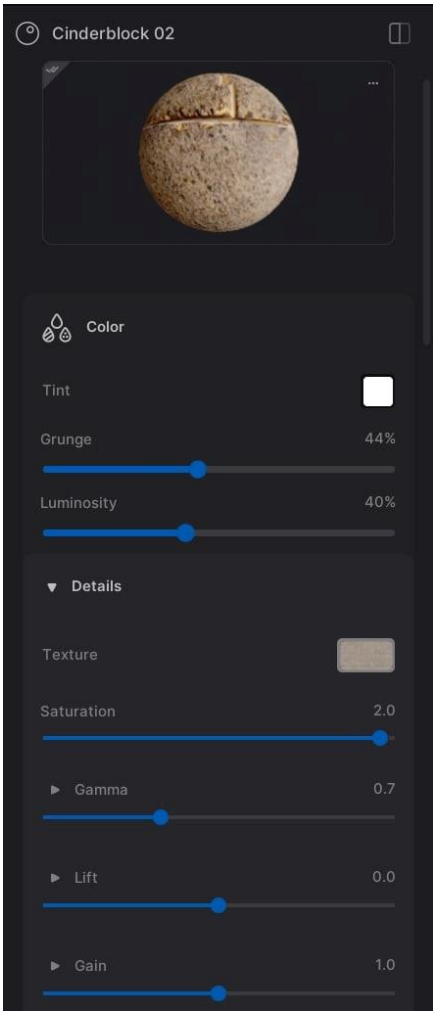
Εικόνα 3.05

Τα Materials μπορούν να υποστούν επεξεργασία μέσα από ρυθμίσεις που μας επιτρέπουν τον έλεγχο της εμφάνισης τους.

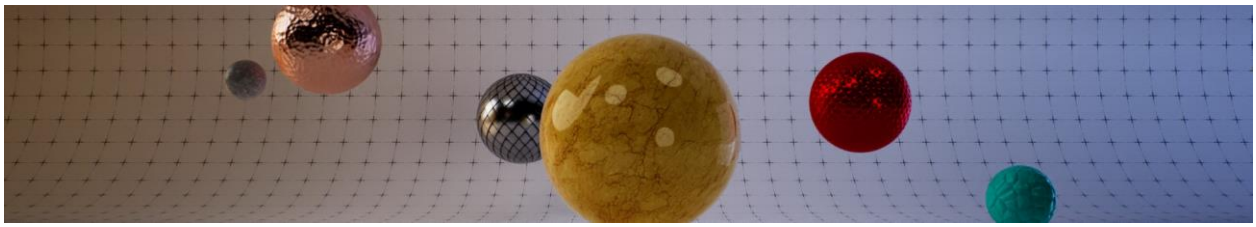
Η πρώτη ρύθμιση είναι το Color μέσα από το οποίο μπορώ να αλλάξω την απόχρωση, τη φωτεινότητα και τις grunge υφές, επίσης από την επιλογή details μπορώ να επεξεργαστώ τον κορεσμό,gamma,lift και gain. Στην συνέχεια μπορώ να επεξεργαστώ την τραχύτητα της επιφάνειας και τη μεταλλικότητα χρησιμοποιώντας τις ρυθμίσεις Roughness και Metallic.

Με το Ambient Occlusion μπορώ να ενισχύσω τις σκιές για πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα ενώ τα Emissive Materials επιτρέπουν στις επιφάνειες την εκπομπή φωτός και δίνουν την δυνατότητα επιπλέον ρυθμίσεων όμως της έντασης, θερμοκρασίας και χρονισμού.

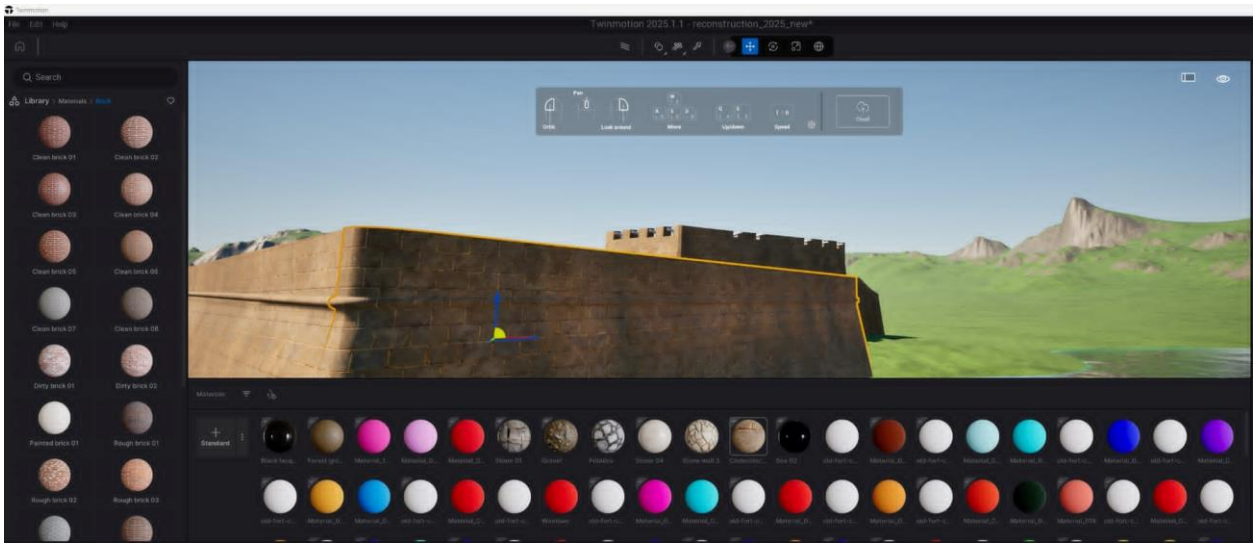
Επιπλέον η ρύθμιση Opacity ελέγχει την διαφάνεια ενώ το UV Mapping προσαρμόζει την κατεύθυνση, την κλίμακα και τον τρόπο που προβάλλονται οι υφές πάνω στις επιφάνειες. Τέλος με τις πρόσθετες ρυθμίσεις X-ray , Two sided, Weather και Sound οι υφές αλλάζουν τον τρόπο που αντιδρούν στις καιρικές συνθήκες, το περιβάλλον και το φως. 30



Εικόνα 3.06



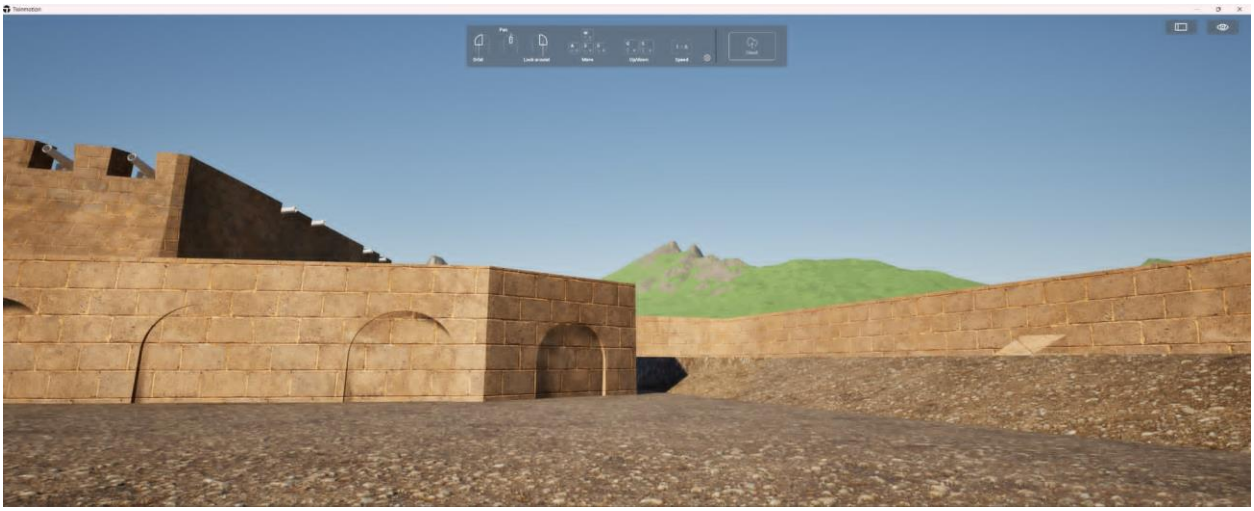
Στην κάτω μεριά της οθόνης μπορώ να περιηγηθώ στο Materials Dock , το οποίο προβάλλει όλα τα Materials που χρησιμοποιούνται και μου επιτρέπει την ταξινόμηση, αντιγραφή, διαγραφή και μετονομασία των υλικών. Επιπλέον μέσα από αυτό μπορώ να προσθέσω αρχεία Substance (SBSAR) για την δημιουργία πιο σύνθετων υφών.



Εικόνα 3.07

3.3 Τα Materials των τειχών και του εδάφους

Για τον χρωματισμό των τειχών χρησιμοποίησα το Material Cinder Block 02 καθώς απέδιδε το υλικό που είναι κατασκευασμένα τα τοίχοι ενώ για το έδαφος το Gravel. Για να προσθέσω ένα Material σε ένα αντικείμενο πολύ απλά κάνω drag and drop το επιθυμητό material πάνω στο αντικείμενο που θέλω να χρωματίσω. Αν το ίδιο υλικό χρησιμοποιείται σε πολλά αντικείμενα με το Duplicate μπορώ να το αντιγράψω και να το τροποποιήσω χωρίς να επηρεάσω τα υπόλοιπα. Συγκεκριμένα με το Material Picker που βρίσκεται στο Toolbar κάνω κλικ στο αντικείμενο που έχει χρωματιστεί με το Material που επιθυμώ να ξαναχρησιμοποιήσω, αντιγράφω το Material με Duplicate και αφού αλλάξω την ονομασία του με Rename τροποποιώ τις ιδιότητες του. Στην συνέχεια με ενεργή την επιλογή Apply To Object σύρω το υλικό πάνω στο αντικείμενο και θα αλλάξει αυτόματα. Πολύ χρήσιμο είναι το User Library καθώς εκεί μπορεί κανείς να αποθηκεύσει τα Materials που έχει επεξεργαστεί και να χρησιμοποιήσει σε επόμενα Projects. 31



Εικόνα 3.08

3.4 Τα υπόλοιπα Materials του μοντέλου

Για τον χρωματισμό του κτηρίου χρησιμοποίησα το Material Pink Limestone και για την οροφή του το Polished Concrete 01 το οποίο αποδίδει το υλικό που χρησιμοποιούσαν την τότε εποχή για την κατασκευή οροφών. Επίσης στα παράθυρα χρησιμοποίησα το Material Slightly Worm Brass για να αποδοθεί το βάθος ενώ στις σκάλες το Yellow Limestone.



Εικόνα 3.09



Στις επιχωματώσεις και στην πύλη στο πάνω μέρος του φρουρίου χρησιμοποίησα το Material Stone Wall 3 το οποίο κατάφερε να αποδώσει την κατασκευή της τότε εποχής προβάλλοντας μας τα υλικά που χρησιμοποιούσαν. Το ίδιο Material χρησιμοποιήθηκε και για τον χρωματισμό των θυρίδων.

Εικόνα 3.10

Ο χρωματισμός των κανονιών έγινε με το Material που δόθηκε από την ιστοσελίδα προέλευσης τους ενώ για την δημιουργία θάλασσας επέλεξα το Material Sea 02 το οποίο βελτίωσε δραματικά τον ρεαλισμό του μοντέλου καθώς έδωσε κίνηση στο περιβάλλον γύρω από αυτό.



Εικόνα 3.11



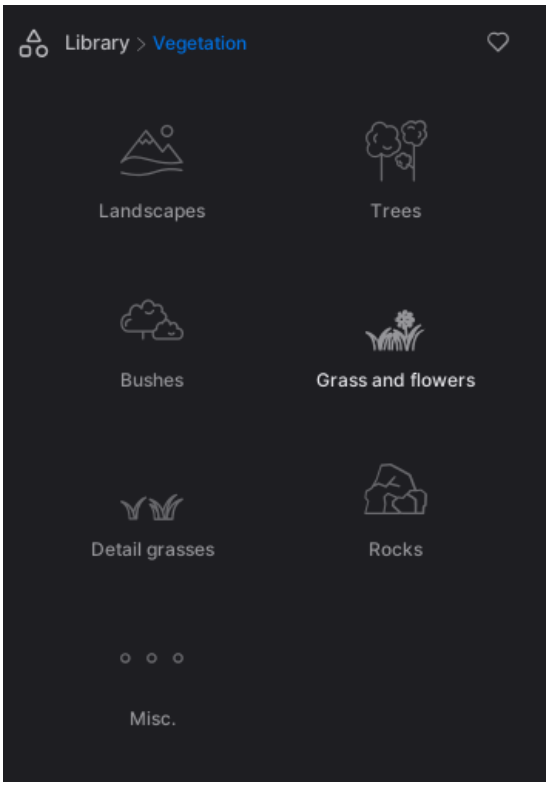
Εικόνα 3.12

3.5 Vegetation

Για να δημιουργήσω μια πιο ρεαλιστική εικόνα στο μοντέλο χρησιμοποίησα Vegetations τα οποία είναι αντικείμενα που δίνονται από τη βιβλιοθήκη του Twinmotion για την αναπαράσταση της φύσης όπως π.χ. δέντρα,βράχια και θάμνους.

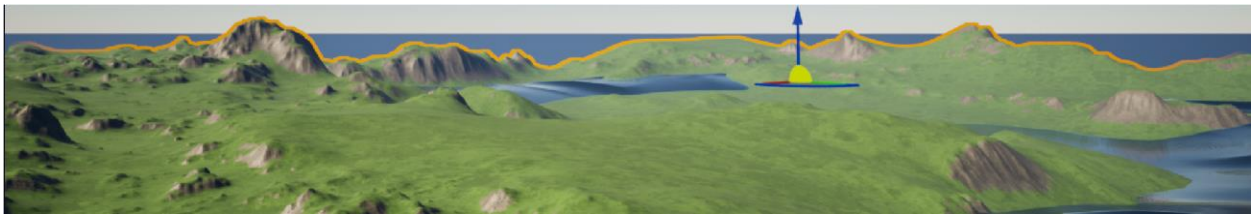


Εικόνα 3.13



Εικόνα 3.14

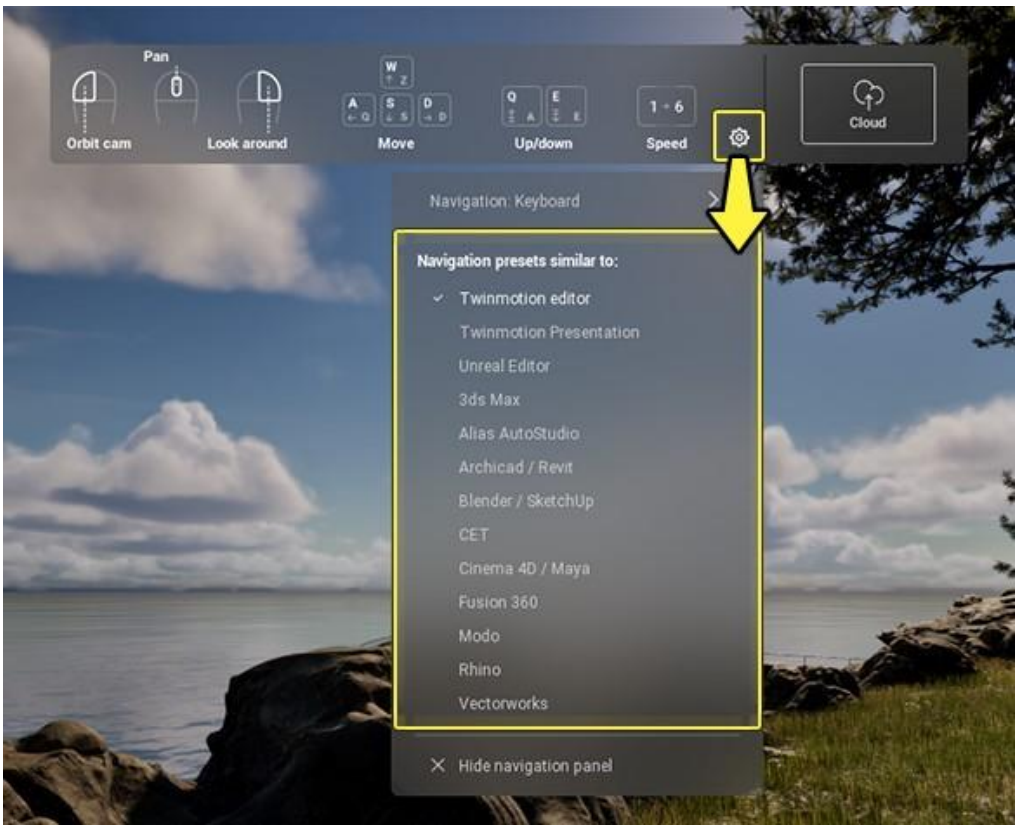
Συγκεκριμένα πρόσθεσα το Landscape Rocky Grasslands και στην συνέχεια βράχια γύρω από τα τοίχοι του Φιρκά για να δημιουργήσω το θαλάσσιο περιβάλλον της τότε εποχής.

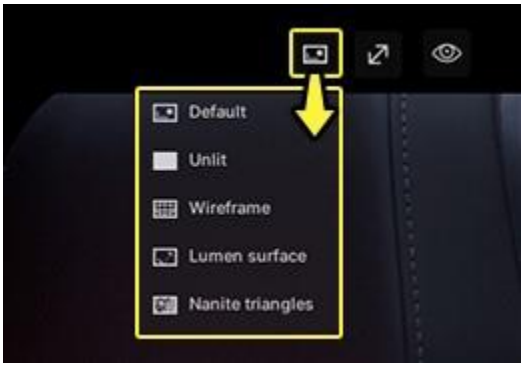


Εικόνα 3.15

3.6 ViewPort

Το Viewport είναι το κεντρικό σημείο όπου ο χρήστης αλληλεπιδρά με το τρισδιάστατο μοντέλο και λειτουργεί ως μηχανισμός οπτικοποίησης. Η προβολή της κάθε σκηνής μπορεί να γίνει με τα rendering modes : Real Time Rendering που μας επιτρέπει να εργαστούμε πάνω στο μοντέλο ή με το Path Tracer το οποίο αποδίδει φωτορεαλιστικά και με μεγάλη ποιότητα το μοντέλο. Πάρα πολύ σημαντικό είναι το γεγονός πως ο χρήστης μπορεί να επεξεργάζεται σε Real Time χωρίς το πρόγραμμα να δεσμεύει τον τρόπο εξαγωγής των media.Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης πλοήγησης όπου προσομοιώνονται περιβάλλοντα όπως Unreal Editor, Fusion 360 και Blender με αποτέλεσμα την διευκόλυνση της επεξεργασίας.

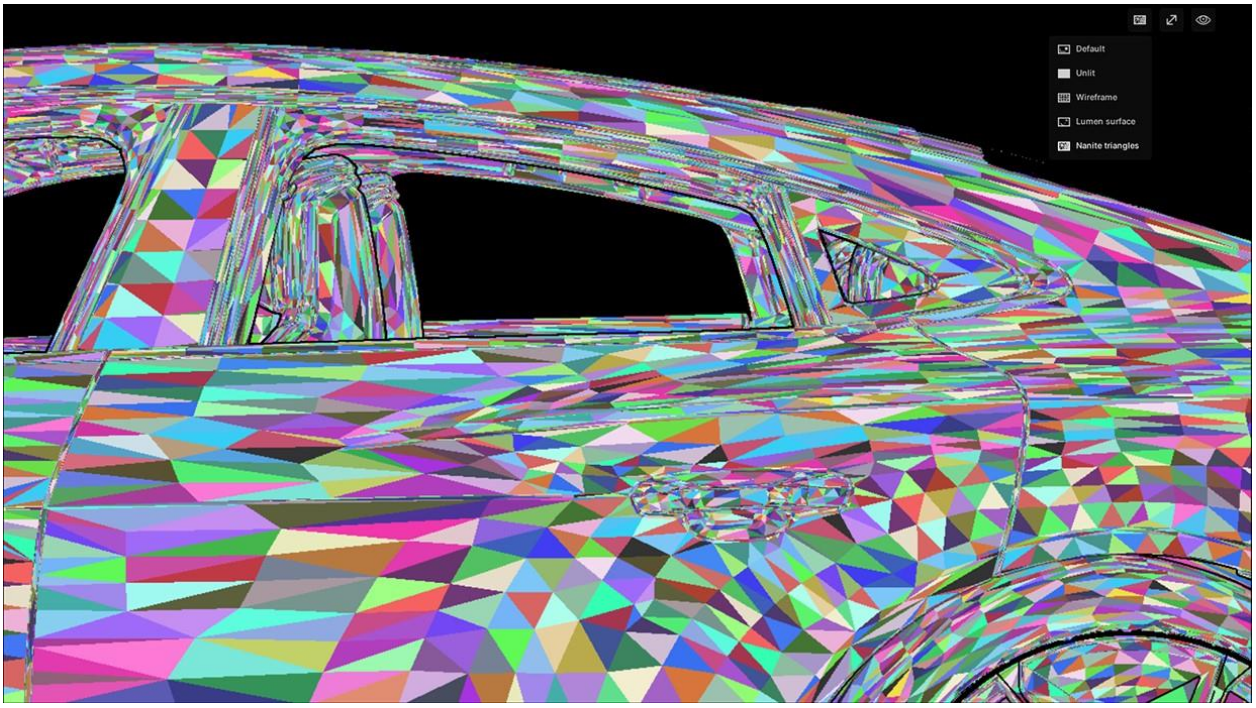




Το Twinmotion περιέχει τα Viewport Modes τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη να αναλύει και να προβάλει το μοντέλο του με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικά επίπεδα. Στο Default Mode ο χρήστης διακρίνει την πλήρη σκηνή, με όλα τα υλικά, τον πλήρη φωτισμό, τις σκιές και τα εφέ καθώς και την φυσική κίνηση των στοιχείων. Αντιθέτως στο Unlit Mode απενεργοποιούνται οι φωτισμοί και είναι διακριτά μόνο τα βασικά χρώματα και οι υφές επιτρέποντας στον χρήστη να διακρίνει λεπτομέρειες με ακρίβεια και να ελέγξει ευκολότερα το UV mapping. Με το Wireframe Mode αποκαλύπτεται η εσωτερική δομή των αντικειμένων κάνοντας πιο εύκολο τον εντοπισμό σφαλμάτων και γεωμετρικών επικαλύψεων αλλάζοντας δραματικά την ποιότητα των διαδικασιών βελτιστοποίησης.

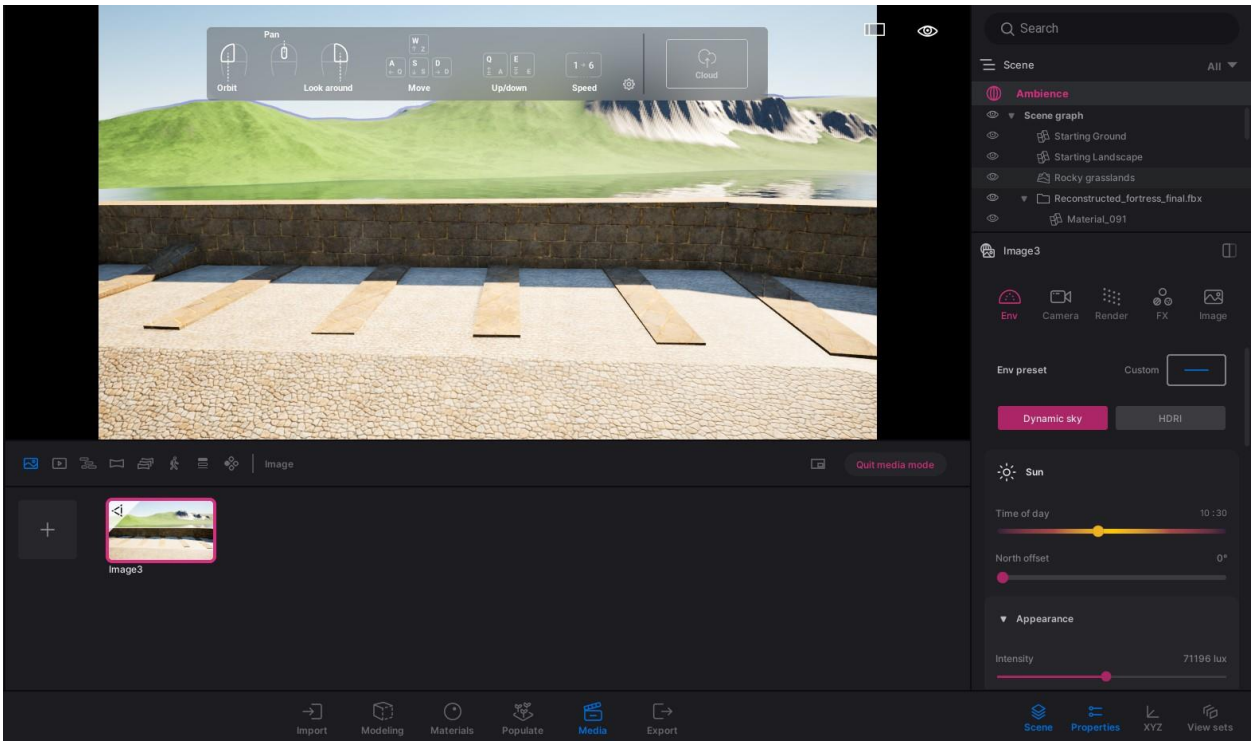


Το Lumen Surface Mode αποτελεί εργαλείο που σχετίζεται κυρίως με το σύστημα Lumen Global Illumination προβάλλοντας την επικάλυψη της Lumen Surface Cache επιτρέποντας στον χρήστη να ελέγξει την σταθερότητα του φωτισμού. Τέλος το Nanite Triangles Mode χρησιμοποιείται μόνο σε σκηνές που εφαρμόζουν την τεχνολογία Nanite , η οποία είναι ένα σύστημα γεωμετρίας που προέρχεται από το Unreal Engine 5 που αποδίδει πολύ υψηλή λεπτομέρεια σε πραγματικό χρόνο. Με το Nanite Tringles Mode ο χρήστης μπορεί να διακρίνει τις επιφάνειες με Nanite και να τις επεξεργαστεί για μέγιστη λεπτομέρεια χωρίς να θυσιάσει την απόδοση. Συνοψίζοντας τα Viewport Modes αποτελούν βασικά εργαλεία για τον τεχνικό έλεγχο του μοντέλου και της σκηνής καθώς συμβάλουν στην σωστή ανάπτυξη και βελτιστοποίηση της ποιότητας του τελικού μοντέλου. 32 33



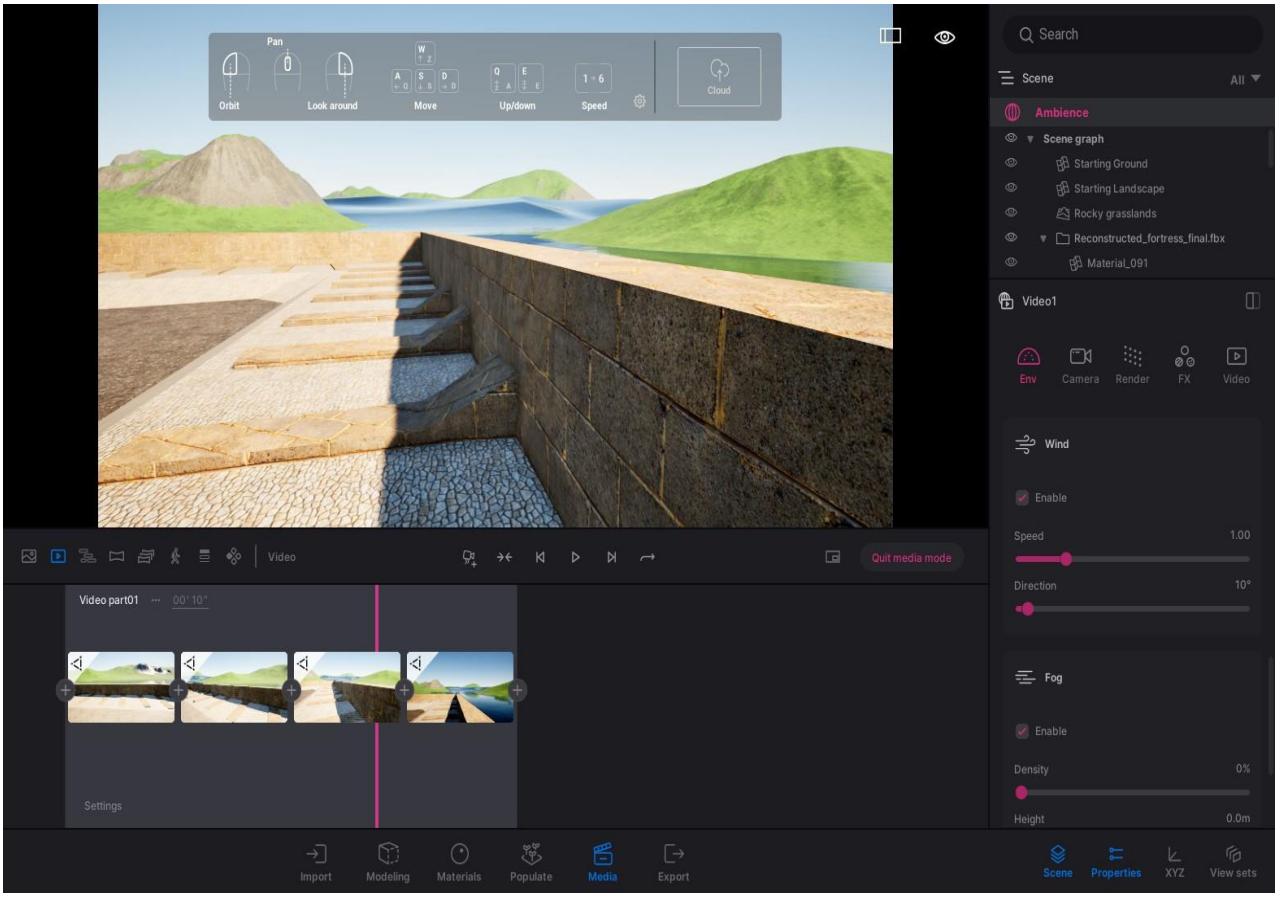
4. Rendering

Για να δημιουργήσω εικόνες και βίντεο από το μοντέλο μου χρησιμοποιώ την διαδικασία του Rendering στο Twinmotion η οποία μου επιτρέπει την εξαγωγή media. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται μέσω του Media Dock το οποίο αποτελεί το κεντρικό εργαλείο διαχείρισης των Renderings μου. Αρχικά επιλέγω το είδος του media που θα ήθελα να δημιουργήσω. Για την δημιουργία εικόνων και πανοράματος κάνω κλικ στο κουμπί Add Image (+) και το πρόγραμμα αποθηκεύει σαν εικόνα αυτό που προβάλλεται στο viewpoint μου. Επειτα επεξεργάζομαι τις Ambience ρυθμίσεις από το Ambience Panel οι οποίες περιέχουν ρυθμίσεις όπως Camera, Environment, Render, FX, Image.Έτσι κατάφερα να έχω πλήρη έλεγχο στο περιβάλλον δημιουργώντας ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα στην εικόνα εξαγωγής.



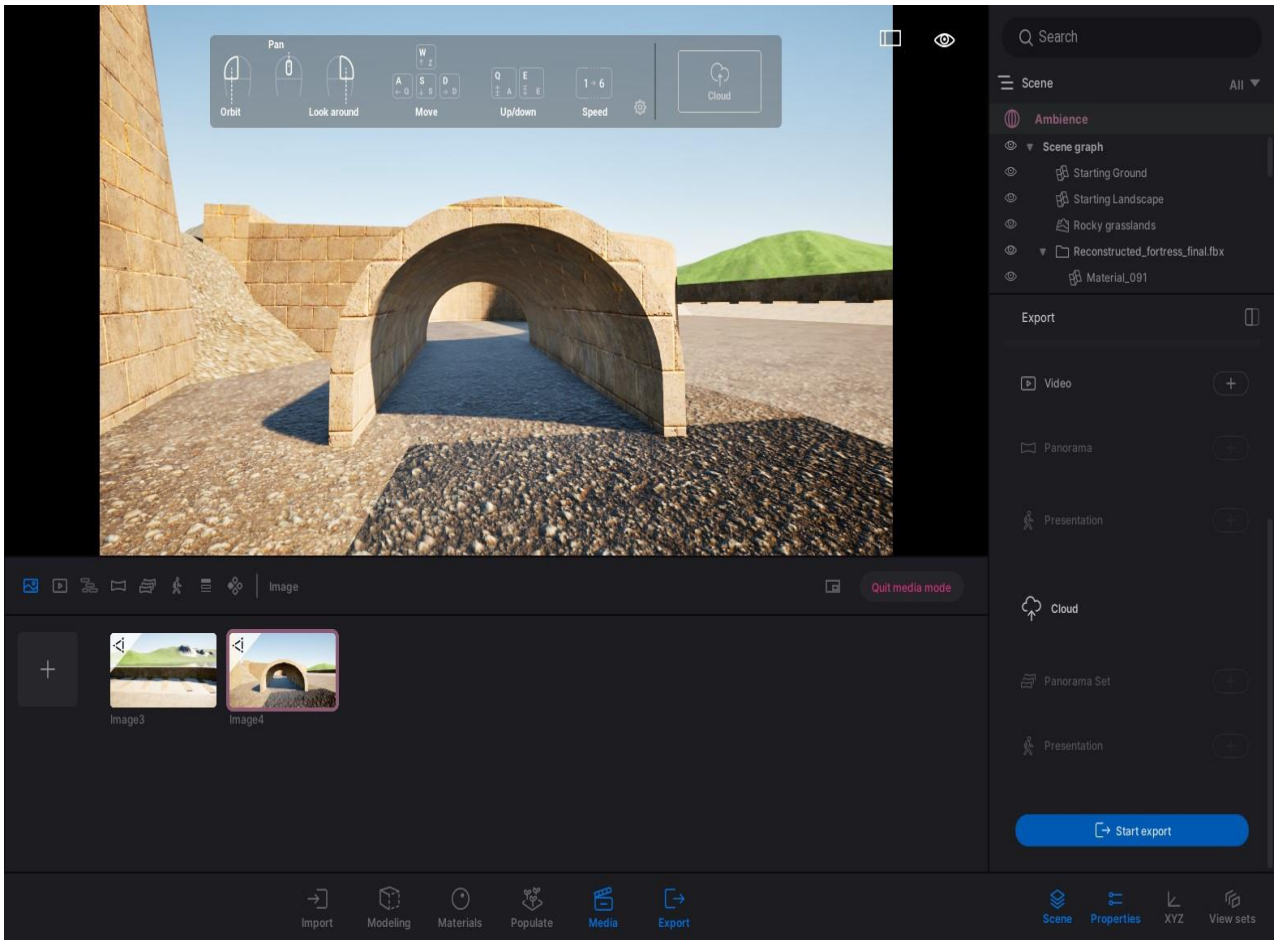
Εικόνα 4.00

Με παρόμοιο τρόπο πραγματοποιείται και η δημιουργία βίντεο, χρησιμοποιώντας τα navigation controls που φαίνονται στο πάνω μέρος της οθόνης, μετακινήθηκα μέσα στο μοντέλο αποθηκεύοντας στιγμιότυπα σε κάθε επιθυμητό σημείο. Αυτά τα στιγμιότυπα λειτουργούν σαν σημεία αναφοράς για το βίντεο που πρόκειται να δημιουργηθεί καθώς το πρόγραμμα θα προβάλει κάθε κίνηση ανάμεσα στα στιγμιότυπα με αποτέλεσμα την δημιουργία του βίντεο.



Εικόνα 4.01

Αφού ολοκλήρωσα την δημιουργία των media, με το κουμπί export εμφανίζεται αριστερά το export panel το οποίο μου παρέχει κάποιες τελικές ρυθμίσεις σχετικά με το format,το framerate και με τον τρόπο που θα εξαχθούν τα media στον αποθηκευτικό χώρο του υπολογιστή μου η το cloud. Έπειτα κάνοντας κλικ στο κουμπί Start Export ξεκινάει η εξαγωγή των media και αποθηκεύεται στα αρχεία του υπολογιστή μου.



Εικόνα 4.02

Τελικά Render

Παρακάτω παρουσιάζεται το μοντέλο από διαφορετικές γωνίες λήψης στην τελική του μορφή μετά από επεξεργασία των textures και του περιβάλλοντος.



Εικόνα 4.03



Εικόνα 4.04



Εικόνα 4.05



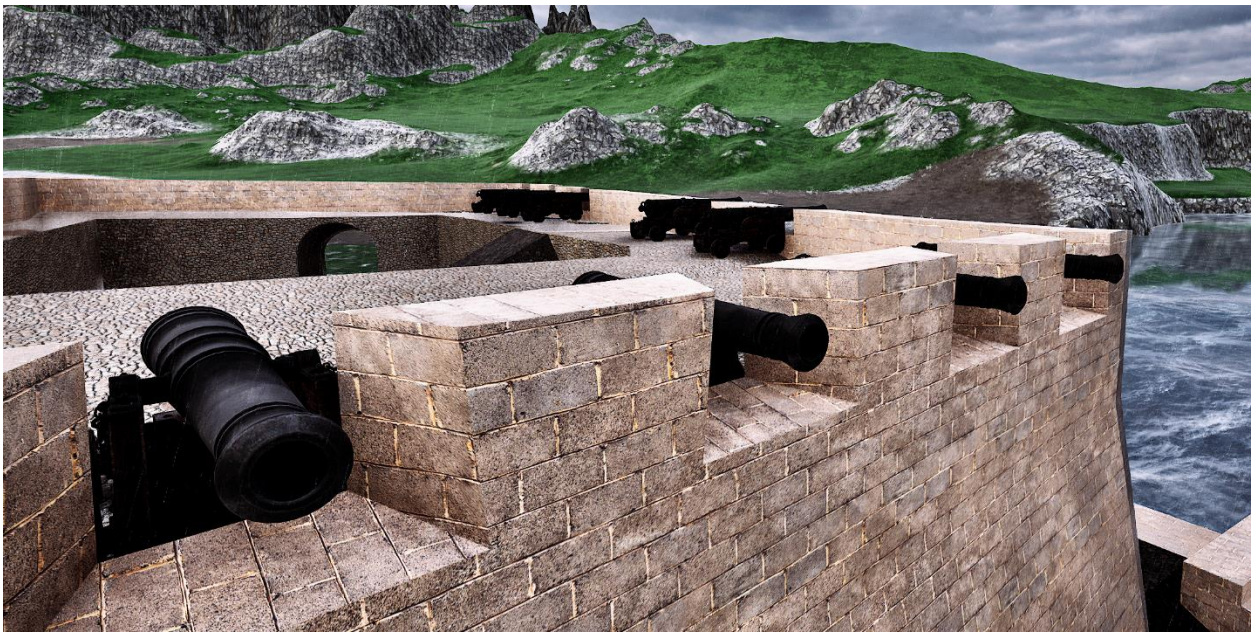
Εικόνα 4.06



Εικόνα 4.07



Εικόνα 4.08



Εικόνα 4.9



Εικόνα 4.10



Εικόνα 4.11



Εικόνα 4.12

Κατακλείδα

Η παρούσα διπλωματική εργασία υπογράμμισε τις δυνατότητες αλλά και τα πλεονεκτήματα των λογισμικών τρισδιάστατης μοντελοποίησης μέσα από την εφαρμογή τους πάνω στο μνημείο του Ενετικού Φρουρίου του Φιρκά στο παλιό λιμάνι των Χανίων. Ολόκληρη η διαδικασία μοντελοποίησης απέδειξε πως η μελέτη και η απεικόνιση μνημείων μπορεί να γίνει σε υψηλό επίπεδο ανάλυσης με την βοήθεια της μεθόδου SCAN to BIM και της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Με την χρήση του Blender και του Twinmotion επιτεύχθηκε η ολοκληρωμένη και αξιόπιστη αναπαράσταση του μνημείου συμβάλλοντας στη δυνατότητα αξιοποίησης του για πολιτιστικούς, εκπαιδευτικούς η και ακόμα για μουσειολογικούς σκοπούς. Επομένως η τρισδιάστατη μοντελοποίηση αρχαίων μνημείων αποτελεί στην σημερινή εποχή ένα αναπόσπαστο εργαλείο, το οποίο προσφέρει αξιόπιστες λύσεις σε τομείς όπου μέχρι και πρόσφατα απαιτούσαν πολύ περιοριστικές και χρονοβόρες διαδικασίες. Ο συνδυασμός της καταγραφής της γεωμετρίας ενός μνημείου, της οπτικοποίησης του σε πραγματικό χρόνο ,της αναπαραγωγής του αλλά και της δημιουργίας ρεαλιστικών εφέ και αντικειμένων μας δίνει την δυνατότητα να γεφυρώσουμε το παρελθόν με το παρόν και να επιτρέψουμε σε ερευνητές, μηχανικούς, αρχαιολόγους και πολίτες να βρεθούν πιο κοντά σε μνημεία όπως το φρούριο του Φιρκά με τρόπο ακριβή προσιτό και επιστημονικά τεκμηριωμένο. Τέλος μέσα από την προσωπική μου εμπειρία της κατασκευής του μοντέλου έγινε σαφές πως η εφαρμογή τεχνολογιών τρισδιάστατης μοντελοποίησης ανοίγει τον δρόμο για μια νέα μορφή ψηφιακής αναστήλωσης αποτελώντας μια μικρή αλλά ουσιαστική απόδειξη των δυνατοτήτων τους.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Εμμανουήλ Μαραβελάκη καθηγητή του τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών στο Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο για την καθοδήγηση και τη στήριξη σε όλη την διάρκεια της εργασίας.

Αναφορές

Εικόνες

1)
https://www.hitechdigital.com/wp-content/uploads/2025/01/top-4-scan-to-bim-best-practices-you-should-implement.jpg

https://blenderartists.org/uploads/default/original/4X/e/5/1/e5185a80194d7376e48c905448348830490d7f62.png

http://www.clawjelly.net/images/procedual_building_view.PNG

https://optim.tildacdn.com/tild6339-3664-4361-b639-313963323133/-/format/webp/rx3-2_2x.png.webp

https://www.senseimage.in/wp-content/uploads/2022/06/aerial-mapping-2.jpg

https://static.wikia.nocookie.net/hyunsdojo1984/images/2/26/Blender_community_badge_orange.png/revision/latest?cb=20250301022245

https://blog-frontend.envato.com/uploads/sites/2/2025/03/flow_00-768x431.jpg

https://brandlogos.net/wp-content/uploads/2025/03/twinmotion_icon-logo_brandlogos.net_srrxn-512x507.
png

https://cms-assets.unrealengine.com/AEOpzOpKNRbioUBp6s1Yjz/resize=width:1000/output=format:webp/cm83txf9w175407ofavepae45

https://chania-culture.gr/wp-content/uploads/2022/02/1913_%CE%A6%CE%B9%CF%81%CE%BA%CE%B1%CC%81%CF%82-%CE%A5%CC%81%CF%88%CF%89%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%B7%
CF%82-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CC%81%CF%
82-%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CE%B9%CC%81%CE%B1%CF%82.jpeg

2)
https://docs.blender.org/manual/en/latest/_images/modeling_meshes_tools_extrude-region_face-after.png

https://www.oreilly.com/api/v2/epubs/urn:orm:book:9781783984909/files/graphics/4909OS_08_43.jpg

https://docs.blender.org/manual/en/latest/_images/modeling_meshes_editing_face_intersect-boolean_example.png

https://blenderartists.org/uploads/default/original/4X/9/6/c/96c62e5ee0d0c30c4d028a1e2c9637dfb34b8000.PNG

3)
https://dev.epicgames.com/community/api/documentation/image/b30372bd-40a1-48b4-9442-dda20148d8 d4?resizing_type=fill&width=1920&height=335

https://dev.epicgames.com/community/api/documentation/image/8aabffca-859f-4664-9a61-6cf4509b03d9 ?resizing_type=fit

https://dev.epicgames.com/community/api/documentation/image/8228b660-240a-46a2-b266-a13e53cdf947?resizing_type=fit

https://dev.epicgames.com/community/api/documentation/image/8c000b5c-3948-436e-82d6-54a51246ae58?resizing_type=fit

https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTzb17mO_Rqrbs2g1Y_u3rCVBWiuobTJoC0oOb1kBFKp-nitXit

Σύνδεσμοι

[1]https://www.theknowledgeacademy.com/blog/what-is-3d-modelling/#:~:text=is%203D%20Modelling?-,3D%20Modelling%20is%20the%20process%20of%20creating%20a%20three-dimensional,ideas%20befor e%20they%20become%20real
[2]https://technosofteng.com/blogs/what-is-3d-modeling-and-what-is-it-used-for
[3]https://www.jouav.com/blog/3d-mapping-modeling-drone.html
[4]https://bringyourownlaptop.com/blog/what-is-blender-free-3d-software-beginners-guide
[5]https://chiprender.com/what-is-twinmotion/#:~:text=Twinmotion%2C%20as%20a%20real-time,idea%20 on%20a%20human%20scale
[6]https://www.blender.org/download
[7]https://www.twinmotion.com/en-US/download
[8]https://www.blender.org/download/requirements
[9]https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/hardware-and-software-specifications-for-t winmotion
[10]https://www.academia.edu/37167153/Μιχάλης_Ανδριανάκης_Τα_Βενετσιάνικα_μνημεία_της_Κρήτης_
Ένας_άλλος_Πολιτισμός_και_η_προστασία_του_Έρεισμα_περίοδος_Β_τεύχος_43_4_Χανιά_Καλοκαίρι_2018_σελ_28_58
[11]https://www.academia.edu/38306650/Μιχάλης_Ανδριανάκης_Οι_οχυρώσεις_της_Κρήτης_κατά_τη_Βε
νετοκρατία_1204_1669_Έρεισμα_Περιοδική_Έκδοση_Λόγου_και_Τέχνης_Περίοδος_Β_τεύχος_44_5_Χα νιά_Χειμώνας_2018_σελ_28_53
[12]https://docs.blender.org/manual/en/latest/editors/outliner/introduction.html
[13]https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/controls/buttons/menus.html
[14]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/introduction.html#interface
[15]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/tools/extrude_region.html#tool-mesh-extru de-region
[16]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/tools/loop.html#tool-mesh-loop-cut
[17]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/editing/edge/bevel.html#tool-mesh-bevel
[18]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/meshes/editing/mesh/delete.html
[19]https://www.oreilly.com/library/view/blender-3d-basics/9781783984909/ch08s16.html
[20]https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/generate/booleans.html
[21]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/editing/duplicating/extrude.html
[22]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/editing/subdividing/bevel.html
[23]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/modifiers/generate/booleans.html?highlight=boolea n

[24]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/selecting.html
[25]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/editing/edges.html?highlight=bridge
[26]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/modifiers/generate/booleans.html?highlight=boolea n
[27]https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/editing/edges.html?highlight=loop%20cut
[28]https://sketchfab.com/3d-models/old-fortressnaval-cannon-7d2dd78988904abda4b69eaa6cfc2054
[29]https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/standard-materials-in-twinmotion
[30]https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/settings-for-standard-materials-in-twinmo tion
[31]https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/changing-a-material-used-on-more-thanone-surface
[32]https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/twinmotion/the-viewport-in-twinmotion
[33]https://cghero.com/glossary/what-is-nanite