



Γλυπτική συλλεκτικής μινιατούρας

Γκαβογιάννης Βασίλειος

Υπεύθυνος Καθηγητής
Δρ. Σπύρος Σιάκας

Ακ. Έτος 2024-2025
Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας.
Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα Γραφιστικής
και Οπτικής Επικοινωνίας

Πτυχιακή/ Διπλωματική Εργασία

Τίτλος εργασίας: Γλυπτική συλλεκτικής μινιατούρας

Συγγραφέας

Γκαβογιάννης Βασίλειος

ΑΜ: 521130760228

Επιβλέπων

Δρ Σπυρίδων Σιάκας

Αθήνα, Σεπτέμβριος, 2024

Τίτλος εργασίας: Γλυπτική συλλεκτικής μινιατούρας

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ Σπυρίδων Σιάκας	Αναπληρωτής Καθηγητής	
2	Δρ Μούρη Ελένη	Καθηγήτρια	
3	Δρ Λαμπρινή Τριβέλλα	Επιστημονική Συνεργάτης	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Γκαβογιάννης Βασίλειος του Σταματίου, με αριθμό μητρώου 521130760228 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού του Τμήματος Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών
Γκαβογιάννης Βασίλειος



Table of Contents

1. Εισαγωγή
2. Έρευνα αγοράς
3. Reference & Concept
4. Γλυπτική στο Zbrush
5. Προετοιμασία για εκτύπωση (keys, decimation, hollow, supports)
6. 3D Printing
7. Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης
8. Timeline

1 Εισαγωγή

Για την δημιουργία μιας μινιατούρας στον υπολογιστή είναι απαραίτητες κάποιες διαδικασίες όπου ο καλλιτέχνης πρέπει να γνωρίζει. Είναι μια περίπλοκη διαδικασία με αρκετά στάδια. Αρχικά είναι απαραίτητη η χρήση ενός προγράμματος γλυπτικής όπως το Zbrush. Έπειτα εφόσον το μοντέλο τελειοποιηθεί θα πρέπει να γίνουν κάποιες προετοιμασίες για να γίνει σωστά η εκτύπωση, να χρησιμοποιηθεί λιγότερο αναλώσιμο εκτύπωσης κλπ. Έπειτα το γλυπτό θα εκτυπωθεί σε κομμάτια σε έναν εκτυπωτή φωτοευαίσθητης ρητίνης που είναι ικανός να εκτυπώσει σε μεγάλη ευκρίνεια το ψηφιακό αρχείο. Το τελικό αποτέλεσμα είναι το σύνολο της αντίληψης, της καλλιτεχνικής ευαισθησίας αλλά και της έκφρασης και χρήσης των reference από τον εκάστοτε καλλιτέχνη. Έπειτα το μοντέλο θα καθαριστεί, θα περάσει από μια διαδικασία σταθεροποίησης του υλικού, θα ασταρωθεί, θα βαφτεί και θα είναι έτοιμο να συσκευαστεί και να πουληθεί.

Η πτυχιακή μου εργασία αποτελεί μια ερευνά στην αγορά, αλλά και όλα τα σύνθετα στάδια της κατασκευής ενός γλυπτού στον υπολογιστή, όσο το δυνατόν πιο απλουστευμένα και βήμα προς βήμα. Έπειτα ακολουθεί η εκτύπωση του μοντέλου που δημιούργησα στα πλαίσια αυτής της εργασίας σε 3 διαφορετικά μεγέθη, την εκτύπωση παρόμοιων μοντέλων σε διαφορετικούς εκτυπωτές, τις διαφορές μεταξύ των εκτυπωτών αυτών αλλά και διάφορες άλλες εφαρμογές που μπορούν να γίνουν με το σχεδιαστικό πρόγραμμα brush και την χρήση του 3D printing.



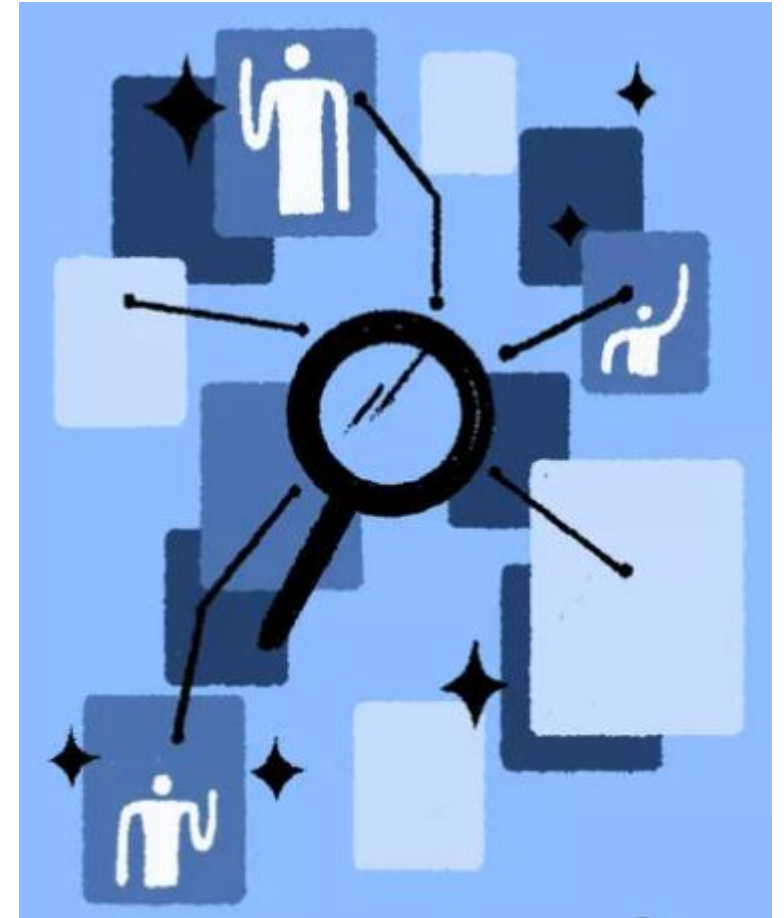
2 Έρευνα αγοράς

Παράγοντας μιας επιτυχημένης επιχείρησης ή δουλειάς είναι τα κέρδη που υπάρχουν σε αναλογία με το κόστος καθώς και η ζήτηση που έχει το προϊόν που παράγεται. Πιο συγκεκριμένα ερεύνησα 2 κύριες μορφές εμπορίου που γίνονται στην δημιουργία γλυπτών στον υπολογιστή.

- i. Εταιρία που πουλάει έτοιμες της μινιατούρες αλλά σε ποιοτικό υλικό που έχει γίνει χύτευση πχ (ρητίνη πολυουρεθάνης)
- ii. Crowdfunding ή ελεύθερος επαγγελματίας , όπου ο καλλιτέχνης ανεβάζει τα αρχεία των μοντέλων που έχει δημιουργήσει σε διάφορες ιστοσελίδες, και ο πελάτης εκτυπώνει στον προσωπικό του εκτυπωτή τα αρχεία που έχει αγοράσει.

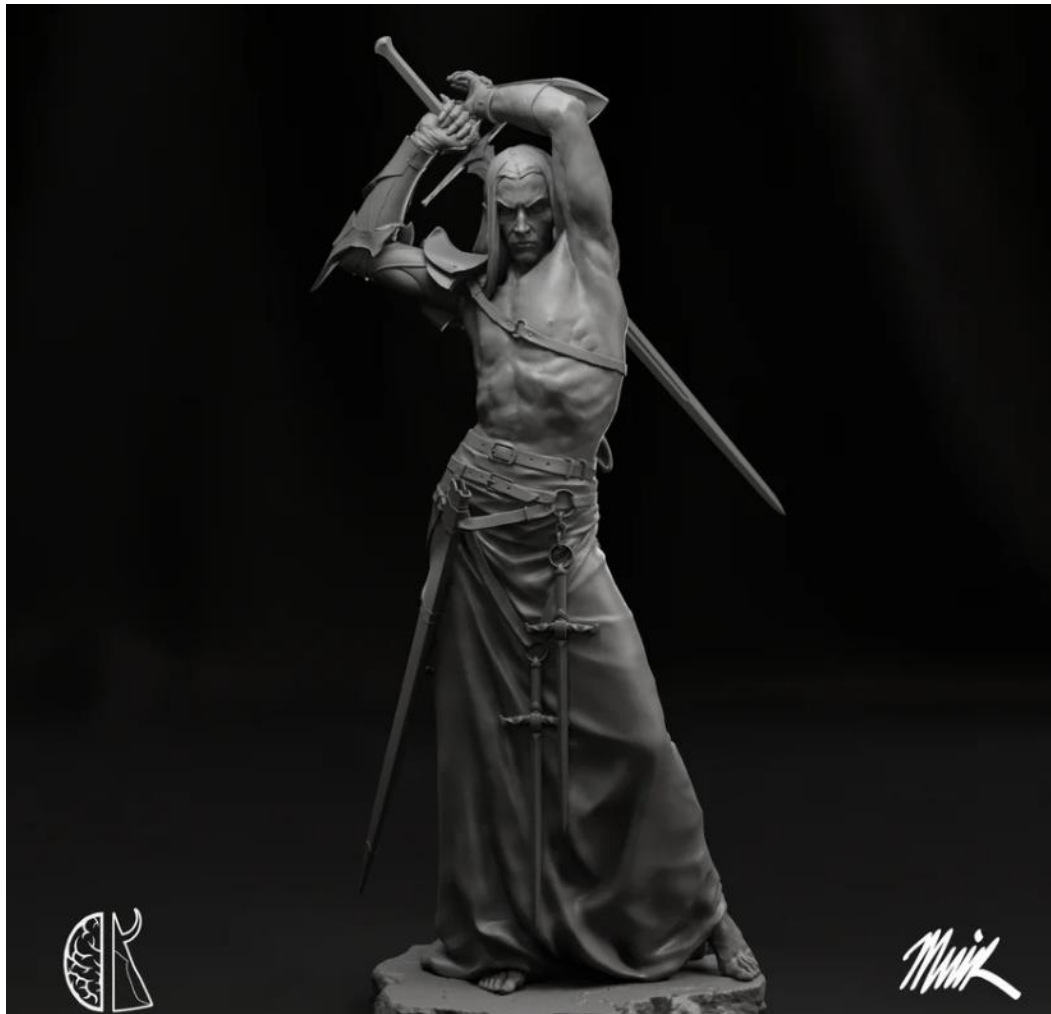
Η εταιρία που βρήκα για να ερευνήσω στην πρώτη περίπτωση ονομάζεται Mindwork Games.

Και για ελεύθερο επαγγελματία επέλεξα να κάνω την έρευνα μου στην ιστοσελίδα 3dcults ώστε να μπορώ να βλέπω και τα κέρδη που έχει βγάλει ο καλλιτέχνης. Στην περίπτωσή μας επέλεξα να μελετήσω έναν καλλιτέχνη που έχει πολύ μεγάλο αριθμό από downloads, το ψευδώνυμο του στην σελίδα είναι Eastman.



2.0 Market Research. Η εικόνα είναι από :
[How to Do Market Research, Types, and Example \(investopedia.com\)](https://www.investopedia.com/how-to-do-market-research-types-and-example/)

2 Έρευνα αγοράς



2.1 Jodie Muir: Red

[Jodie Muir: Red – Mindwork Games](#)

i) Το γλυπτό αυτό είναι της εταιρείας Mindwork Games και το concept art το επιμελήθηκε η concept artist Jodie Muir. Το γλυπτό το έφτιαξε ο γλύπτης Alex Carratala. Το γλυπτό πουλιέται σε κλίμακα 75mm και είναι σε περιορισμένη έκδοση των 1000 κομματιών στην τιμή των 65 ευρώ ανά κομμάτι. Αν θα μπορούσαμε να εκτυπώσουμε μια φιγούρα στην ίδια κλίμακα το κόστος της ρητίνης που θα χρειαζόμασταν για την εκτύπωση θα ήταν περίπου 1 με 2 ευρώ. Όμως αξίζει να σημειώσουμε ότι το υλικό που το πουλάει η εταιρία είναι κατασκευασμένο από ρητίνη πολυουρεθάνης, που σημαίνει ότι έχουν εκτυπώσει τα κομμάτια που απαρτίζουν το σχέδιο, έχουν κάνει καλούπι και χυτεύουν για την αναπαραγωγή αντίτυπων. Το κόστος αυτού του υλικού είναι περίπου 24 ευρώ το λίτρο με όγκο μιας 75mm φιγούρας να είναι περίπου στα 20 ml. Επειδή υπάρχει και χάσιμο υλικού λόγο ανάμιξης και μπουκαδούρας, περίπου χρειάζεται 30 ml υλικού για την αναπαραγωγή μιας φιγούρας. Άρα σαν υλικό με 1 λίτρο ρητίνης φτιάχνουν περίπου 33 φιγούρες άρα κάθε φιγούρα κοστολογείται σαν υλικό στα 0,73 ευρώ. Όμως η εταιρεία έχει αρκετό προσωπικό για να υλοποιήσουν κάθε project. Έτσι αυξάνεται το κόστος. Επειδή μας αφορά συγκεκριμένα η δουλειά του γλύπτη και το κέρδος που έχει αυτό το επάγγελμα, ρώτησα τον Alex Carratala (γλύπτη του συγκεκριμένου έργου) για την ερευνά μου και μου είπε ότι κάθε γλυπτό βγάζει περίπου 1600 ευρώ και για να δημιουργηθεί απαιτεί από 1 έως και 2 βδομάδες δουλειάς.

2 Έρευνα αγοράς



2.2 Pirate and his rat an Eastman original

STL file "Pirate and His Rat" - An Eastman Original  · 3D printing model to download · Cults (cults3d.com)

ii) Για την δεύτερη μορφή έρευνας που αποφάσισα να κάνω, επέλεξα έναν καλλιτέχνη με πάρα πολλά downloads από την ιστοσελίδα 3dcults. Ο καλλιτέχνης αυτός έχει το ψευδώνυμο Eastman. Έχει ανεβάσει συνολικά 21 σχέδια τα οποία είναι fanart από γνωστούς ήρωες ή ταινίες. Το συγκεκριμένο σχέδιο της διπλανής φωτογραφίας είναι δικό του. Τα σχέδια είναι κυρίως προτομές και τα δίνει σχεδόν όλα δωρεάν. Για αυτό και έχει 101 χιλιάδες downloads. Όμως έχει κάνει κάτι πολύ ενδιαφέρον, έχει αναφέρει μια σελίδα στο προφίλ του που παραπέμπει στην σελίδα patreon, που πληρώνοντας 10 ευρώ τον μήνα μπορείς να κατεβάσεις όλα τα αρχεία που έχει φτιάξει στην πλήρη έκδοσή τους (όχι μόνο την προτομή) καθώς και κάθε καινούργιο σχέδιο που βγάζει κάθε μήνα. Τα άτομα που συνεισφέρουν στο patreon και είναι συνδρομητές του είναι 5017. Οπότε το ετήσιο εισόδημα που έχει αυτός ο γλύπτης ανέρχεται περίπου στα 602.000 ευρώ. Βέβαια αυτός ο γλύπτης είναι ένας από τους πιο πετυχημένους που υπάρχουν. Οι περισσότεροι μέσα στο 3d cults δεν βγάζουν σταθερό εισόδημα.

3 Reference & Concept

Ένα βασικό εργαλείο που χρησιμοποιεί κάθε σχεδιαστής και γλύπτης είναι τα reference και τα concept art. Αυτά είναι σε μορφή εικόνων και η προβολή τους την ώρα εργασίας γίνεται μέσω ενός προγράμματος που λέγεται PureRef. Τόσο τα reference όσο και τα concept έχουν σημαντικές οπτικές πληροφορίες που σε συνδυασμό με την γνώση του καλλιτέχνη συμβάλουν στο άρτιο καλλιτεχνικό αποτέλεσμα.

Το concept art είναι η αρχική ιδέα, που ο γλύπτης πρέπει να υλοποίηση σε τρισδιάστατη μορφή, είτε παρεκκλίνοντας λίγο ή πολύ από αυτήν την ιδέα, είτε προσπαθώντας να είναι όσο πιο πιστή η αναπαράσταση της ιδέας αυτής. Αυτό είναι αρκετά αισθητό στις μεγάλες εταιρίες (η και στην Mindwork games που έκανα την προηγούμενη έρευνα) ώστε ο γλύπτης να προσπαθεί να φτιάξει κάτι που να έχει οπτική πληροφορία και να μη προσπαθεί να δημιουργήσει μια ιδέα κατευθείαν στο πρόγραμμα γλυπτικής, αυθαίρετα και χρησιμοποιώντας το visual library του, που είναι η μνήμη του.

Τα reference είναι εικόνες από τις οποίες υπάρχουν στοιχεία και πληροφορίες που θέλει ο γλύπτης να επηρεάσουν το γλυπτό. Μπορεί να είναι για παράδειγμα εικόνες ανατομίας, πόζες χεριών, αντικείμενα όπως παπούτσια, υφές όπως δέρμα σαύρας κλπ. Ένας σωστός επαγγελματίας οφείλει να έχει οργανωμένο reference library το οποίο τον βοηθάει σε κάθε workflow. Το δωρεάν πρόγραμμα PureRef βοηθάει αυτήν την διαδικασία οργάνωσης, έχοντας την δυνατότητα αποθήκευσης

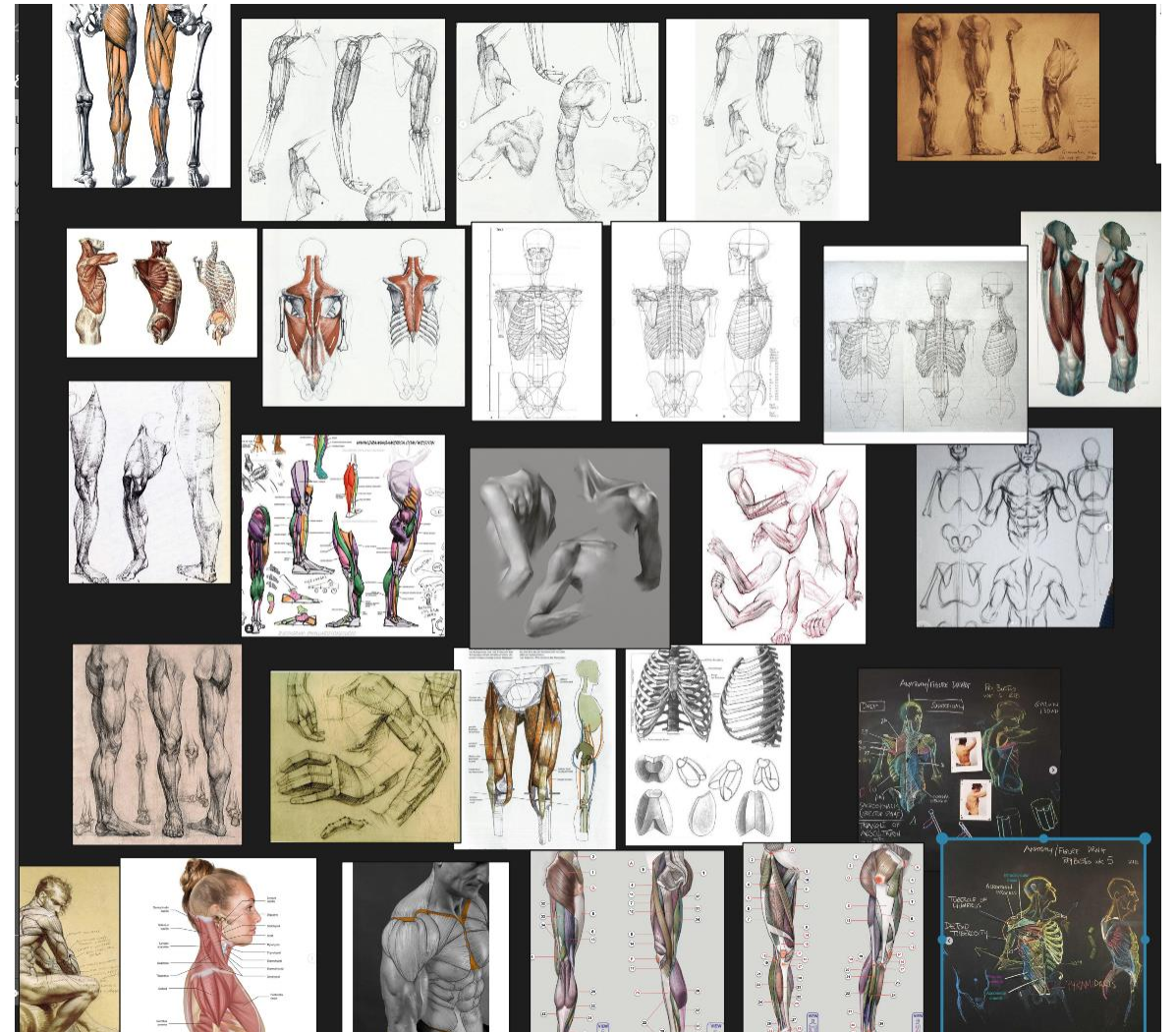
όλων των εικόνων σαν ένα αρχείο board το οποίο ανοίγει κάθε φορά όλες τις εικόνες χωρίς να χρειάζεται κάποιο link δηλαδή χωρίς να χρειάζεται οι εικόνες να βρίσκονται και κάπου αλλού στον υπολογιστή ώστε το πρόγραμμα κατά την εκκίνησή του να της εμφανίζει. Υπάρχει επίσης μια πληθώρα ενεργειών που εξυπηρετεί στην οργάνωση, όπως οι λεζάντες των εικόνων, οι τίτλοι, ακόμα και η σχεδίαση που μπορεί κάποιος να κάνει μέσα στο πρόγραμμα και πάνω στην εικόνες για να κρατήσει κάποια σημείωση παραδείγματος χάρη για μια μυϊκή ομάδα στην ανατομία του ανθρωπίνου σώματος.

Στην πράξη, για την δημιουργία της φιγούρας που περιλαμβάνεται στην παρούσα εργασία, επέλεξα ένα concept από τον concept artist Christophe Young. Στο concept απεικονίζεται μια Δρυϊδης δηλαδή μια γυναίκα δέντρο σύμφωνα με την αρχαία ελληνική μυθολογία. Τα reference που οργάνωσα στο PureRef είναι κυρίως εικόνες ανατομίας που προέρχονται από το βιβλίο anatomy for sculptors του Uldis Zarins ή κάποια σχέδια ανατομίας που προέρχονται από άγνωστους σχεδιαστές μέσα στην σελίδα pinterest. Κατά την διαδικασία της γλυπτικής, αυτές οι πληροφορίες είναι πολύτιμες καθώς επηρεάζουν την γλυπτική της ανατομίας. Η γενική γνώση της ανατομίας και των μυών είναι απαραίτητη ώστε να γνωρίζω σε κάθε κίνηση στην φωτογραφία ποιος μυς επηρεάζεται και πως. Τέλος, εφόσον το γλυπτό που επέλεξα να φτιάξω έχει αρκετές περιοχές με υφές ξύλου, βρήκα τα απαραίτητα reference με τις υφές που χρειάζομαι.

3 Reference & Concept



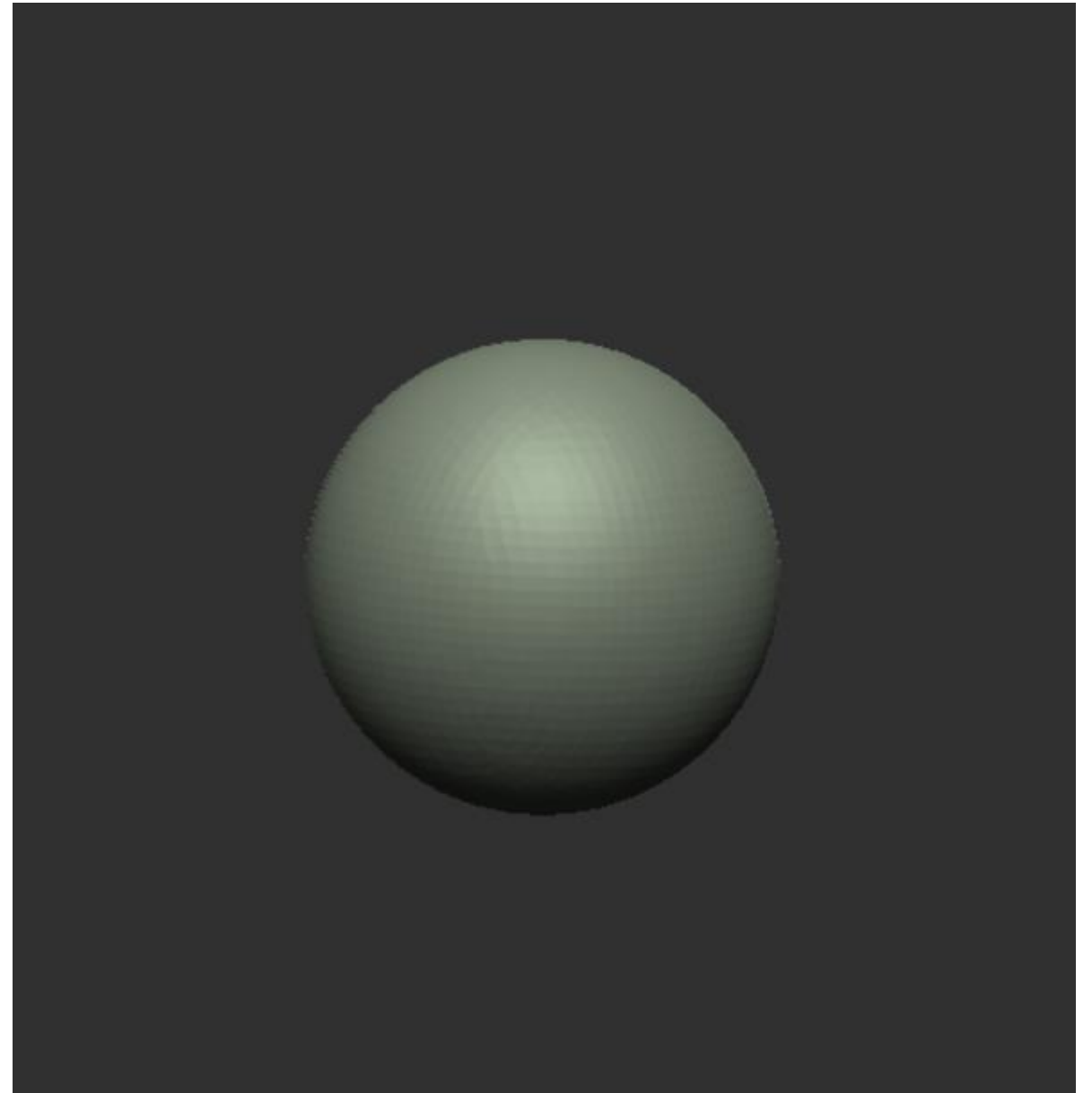
3.0 Coraline, concept art του Christophe Young.



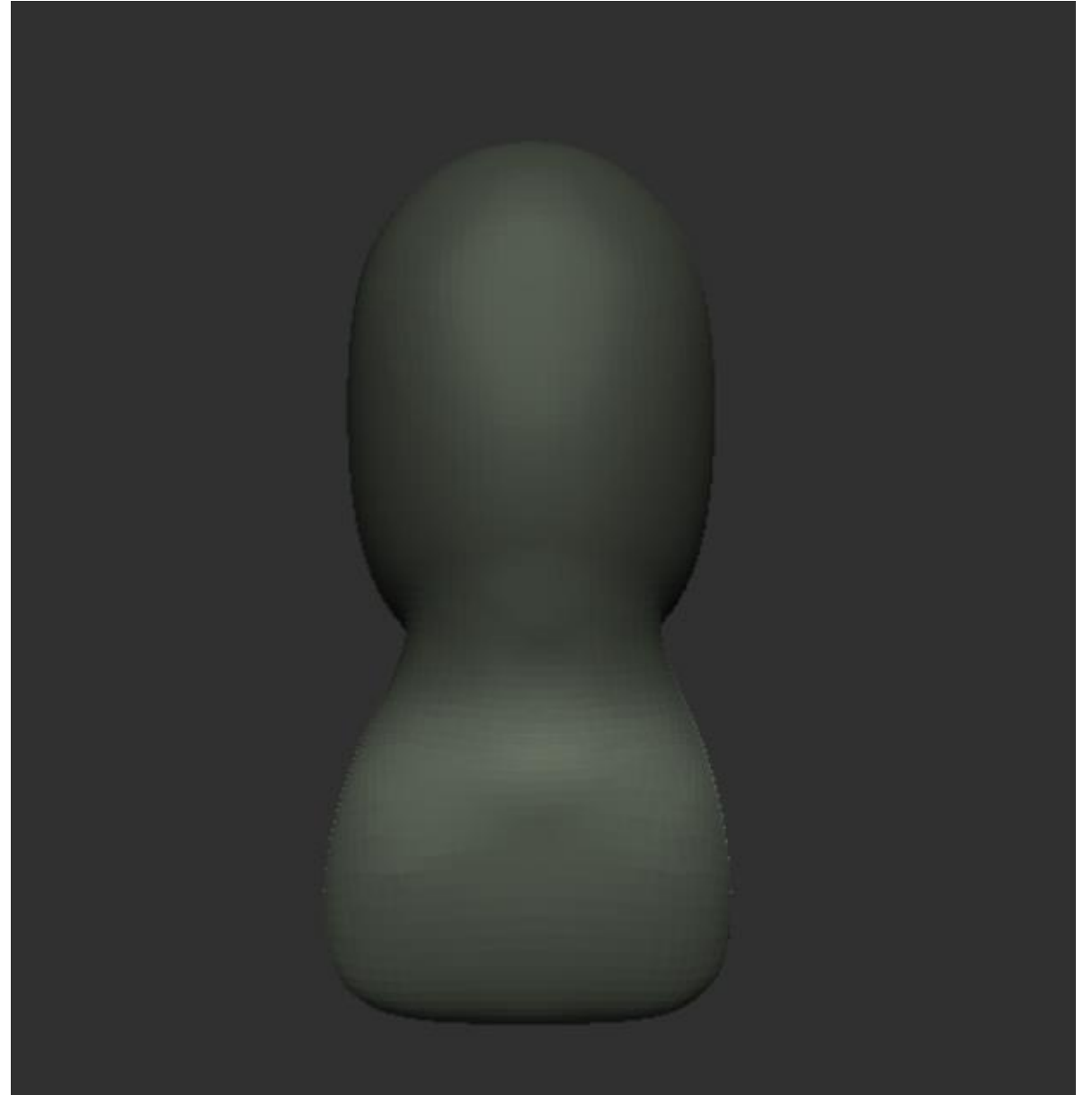
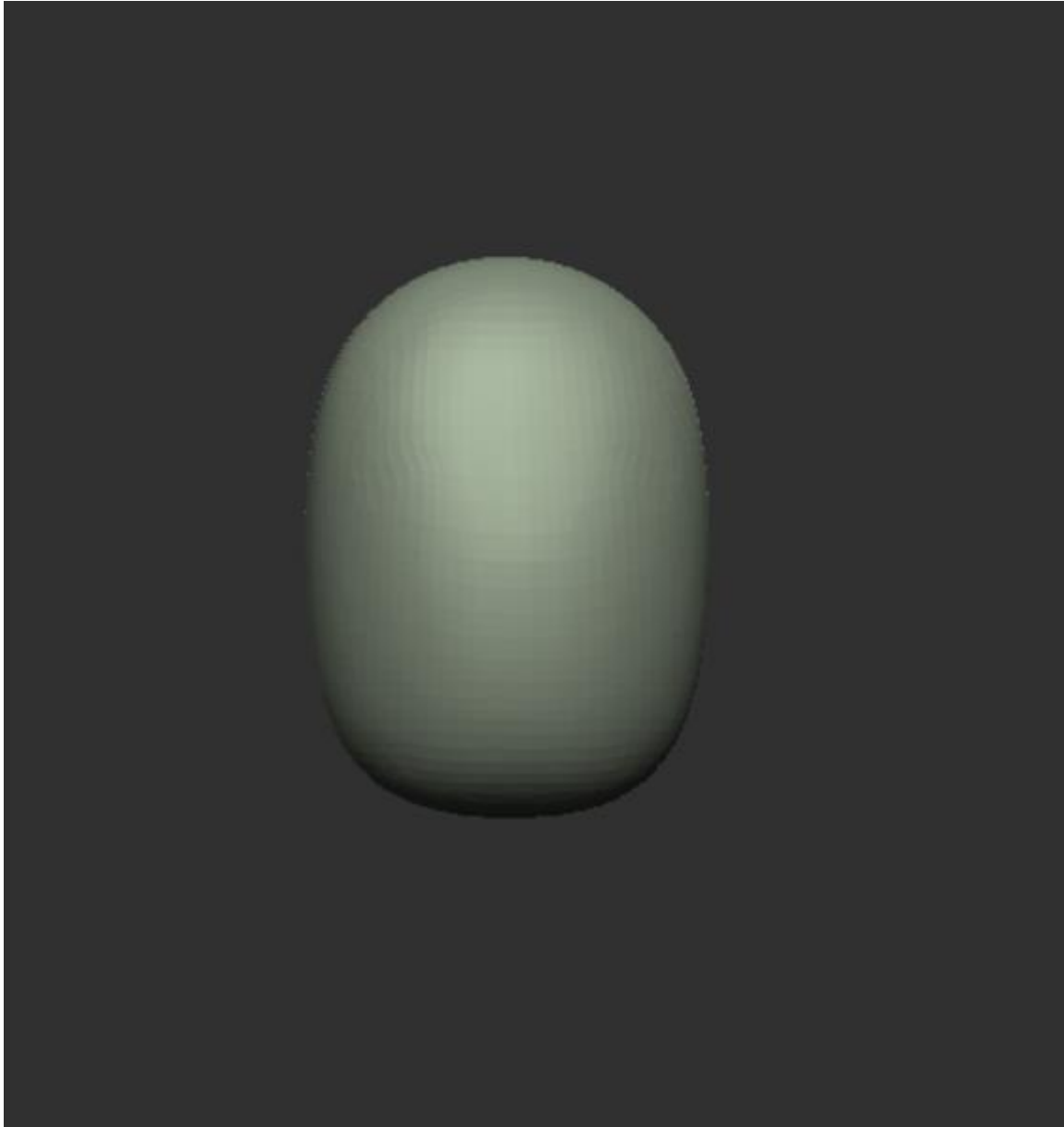
3.1 Reference Board στην εφαρμογή PureRef, για την δημιουργία του γλυπτού

4 Γλυπτική στο Zbrush

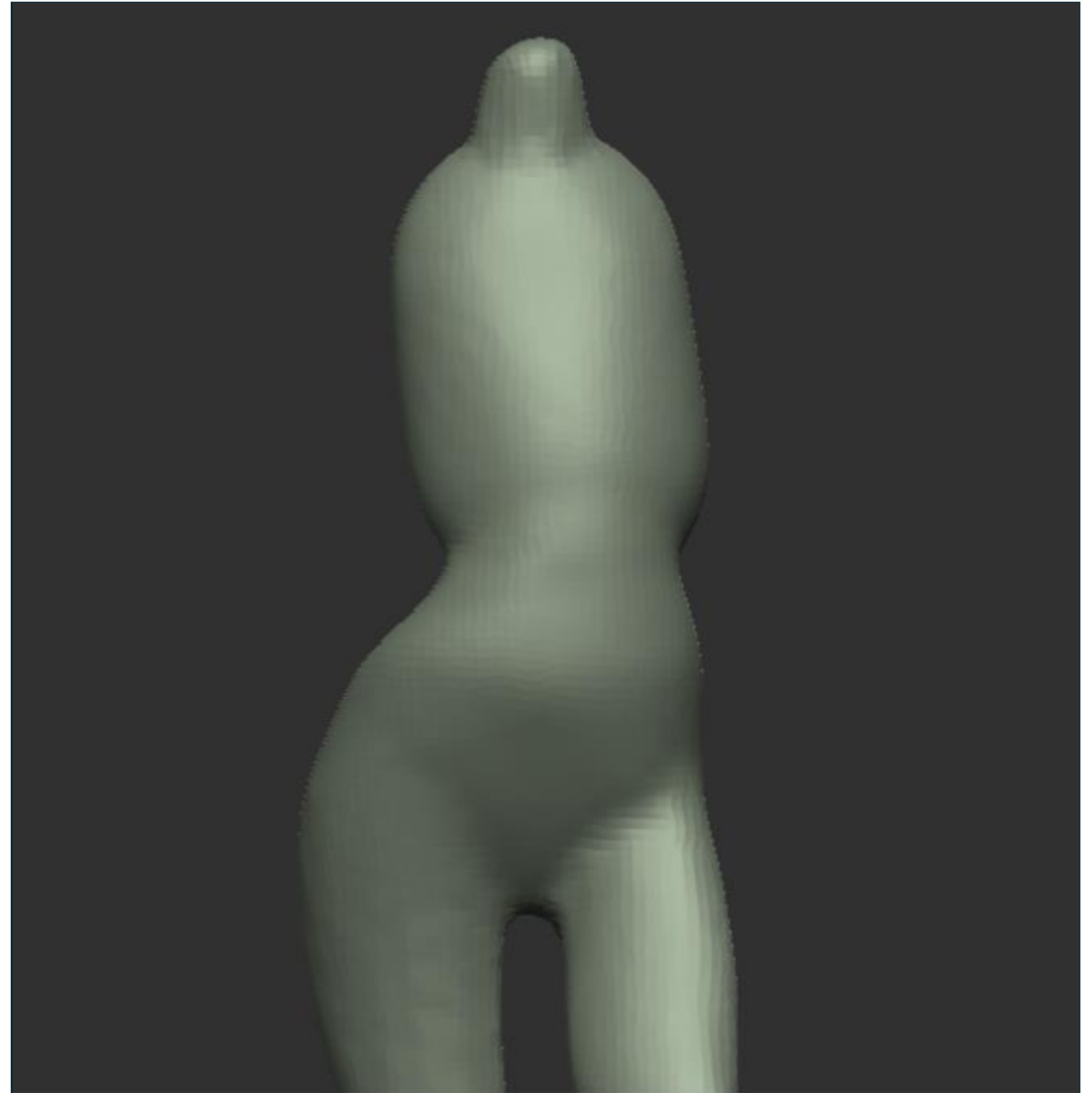
Το Zbrush είναι ένα πρόγραμμα γλυπτικής το οποίο χρησιμοποιείται διεθνώς για την δημιουργία γλυπτών και μοντέλων τόσο για ταινίες και animations όσο και για 3d printing ή gaming. Είναι το πρόγραμμα της επιλογής μου γιατί έχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία που χρειάζονται για μια ποιοτική και επαγγελματική δουλειά και εφόσον το χρησιμοποιούν οι μεγαλύτερες εταιρείες, είναι σίγουρα ένα προβάδισμα για όσους το γνωρίζουν και το χειρίζονται, ώστε να μπορούσαν να βρουν μια θέση εργασίας σε αυτές. Σχεδόν κάθε γλυπτό, έτσι και αυτό που έγινε στα πλαίσια της εργασίας αυτής, τα ξεκινάω από μια σφαίρα ψηφιακού πηλού. Στην συνέχεια με διάφορα εργαλεία και βούρτσες που έχει το Zbrush, πλάθω το γλυπτό μέχρι το τελικό αποτέλεσμα. Παραθέτω βιντεάκι timelapse της συγκεκριμένης διαδικασίας αλλά και εικόνες από την δημιουργία της φιγούρας.



4 Γλυπτική στο Zbrush



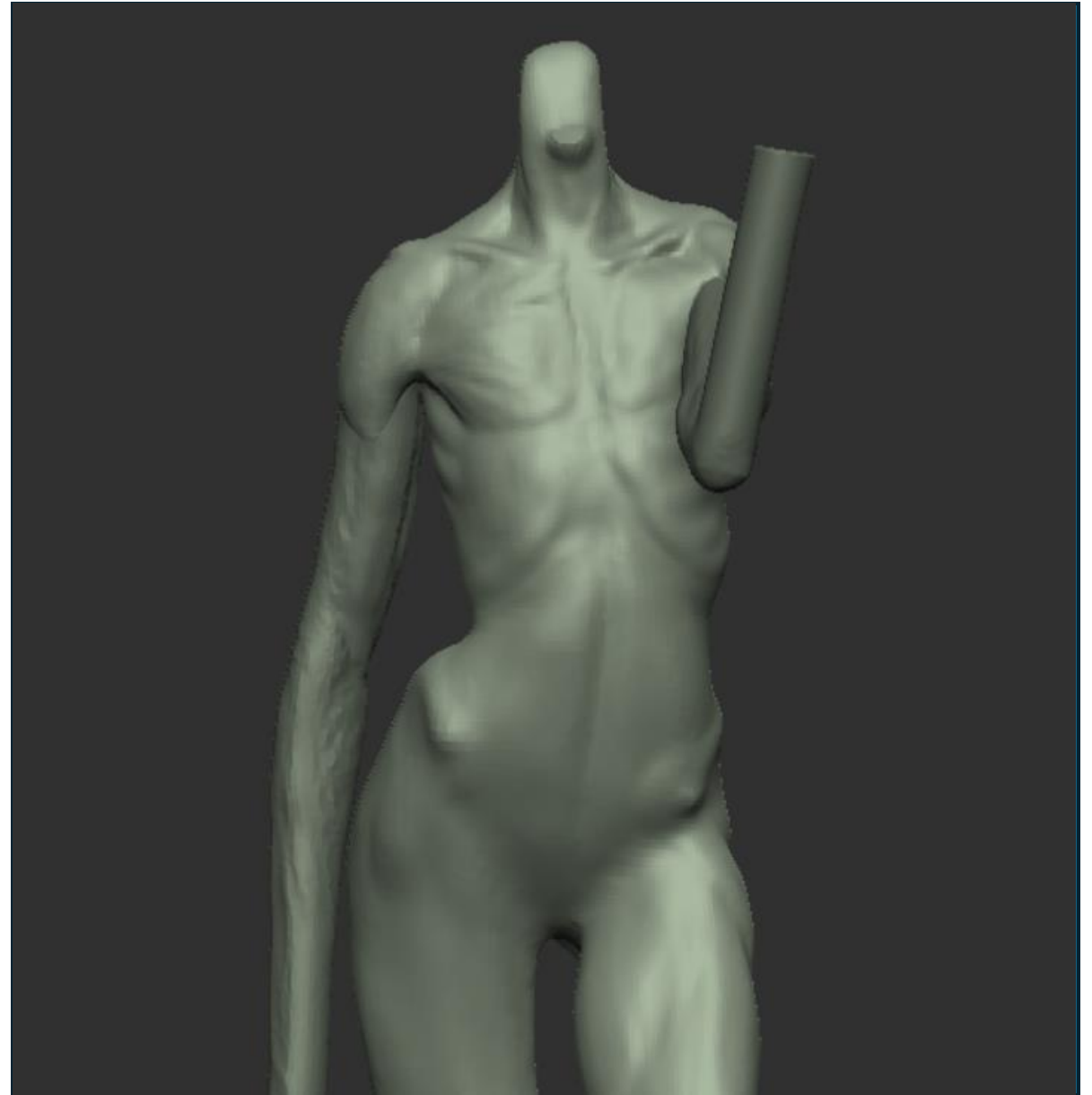
4 Γλυπτική στο Zbrush



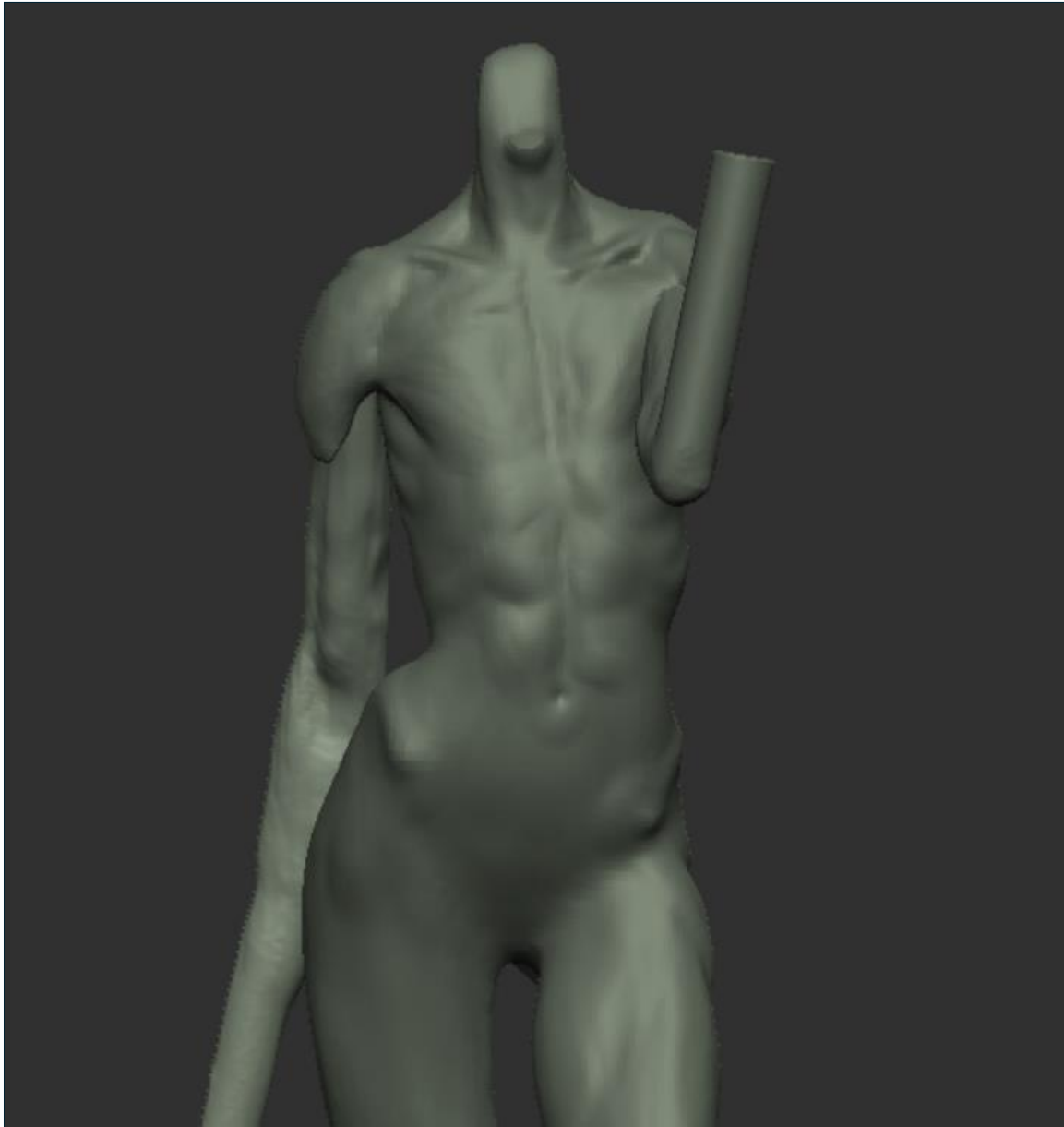
4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush



4 Γλυπτική στο Zbrush

Τα κύρια εργαλεία του ZBrush που χρησιμοποιήθηκαν για την διαμόρφωση της φιγούρας είναι τα εξής:

- 1) Brushes
- 2) Dynamesh
- 3) ZRemesher
- 4) Subdivision levels

Brushes

Τα brushes είναι εργαλεία «βούρτσες» που χρησιμοποιούνται στο ZBrush για την διαμόρφωση του ψηφιακού πηλού. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία brushes που υπάρχουν μέσα στο πρόγραμμα. Όμως τα πιο συνηθισμένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

A) Standard Brush : Προσθέτει πηλό με στρογγυλό σχήμα.

B) Clay Buildup Brush : Η κύρια βούρτσα για πρόσθεση πηλού με οργανικό τρόπο. Συνήθως είναι πιο τετράγωνη από την Standard Brush.

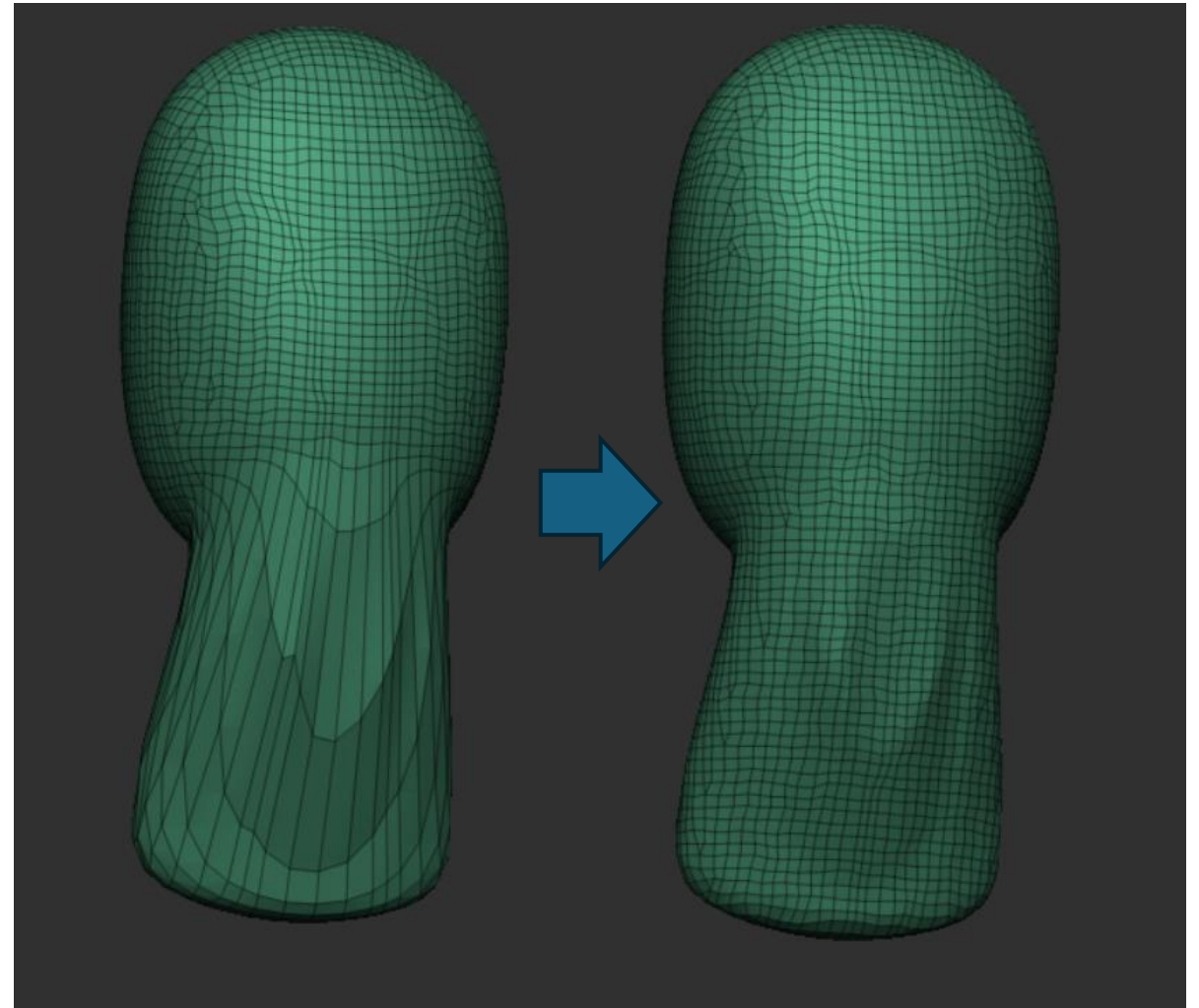
Γ) Move Brush : Με αυτήν την βούρτσα, μπορούν εύκολα και γρήγορα να γίνουν ριζικές αλλαγές στο μοντέλο και να μετακινηθούν μεγάλες και μικρές περιοχές.

Δ) Smooth Brush : Κάνει λεία την επιφάνεια και μειώνει τις ατέλειες ανάλογα με το intensity που χρησιμοποιείται.

E) Dam Standard Brush : Αυτή η βούρτσα χρησιμοποιήθηκε για ρωγμές και έντονες εσοχές.

Dynamesh

Όταν γίνονται μεγάλες αλλαγές, αρκετές φορές η γεωμετρία παραμορφώνεται με αποτέλεσμα η τοπολογία του μοντέλου να μην είναι λειτουργική. Το Dynamesh, διαμορφώνει εξ ολοκλήρου την τοπολογία του μοντέλου χωρίς να χαθούν οι λεπτομέρειες του και ο όγκος του. Το νέο πλέγμα γεωμετρίας που θα δημιουργηθεί, έχει ομοιόμορφη τοπολογία και είναι πλέον λειτουργικό και μπορεί να δεχθεί περαιτέρω πλάσιμο.

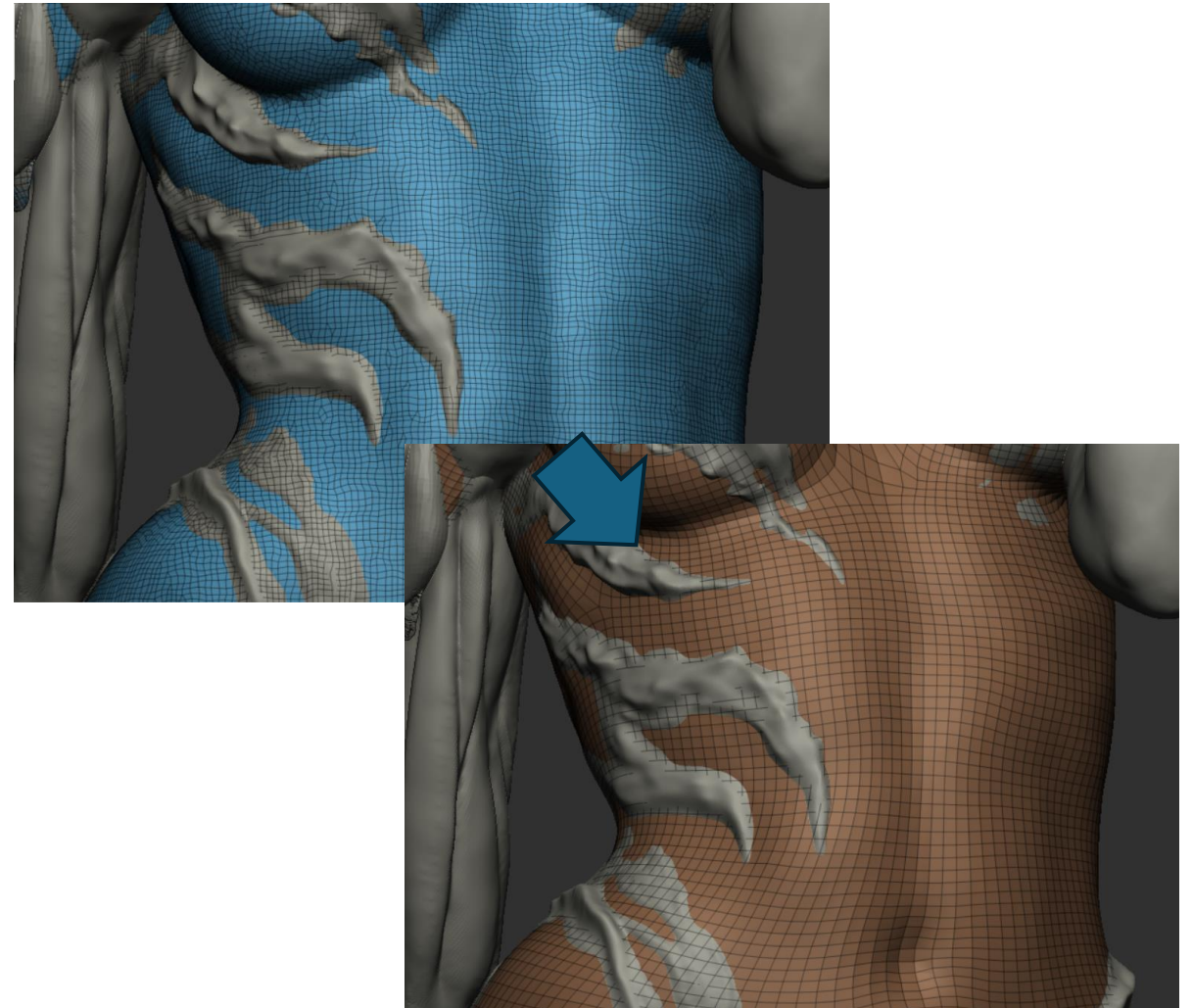


4.0 Χρήση Dynamesh σε παραμορφωμένη τοπολογία.

4 Γλυπτική στο Zbrush

ZRemesher

Όταν ολοκληρωθούν οι μεγάλες αλλαγές στο μοντέλο, η τοπολογία που υπάρχει με την χρήση του Dynamesh προκαλούν artifacts στο πλάσιμο της φιγούρας όταν μπαίνει η λεπτομέρεια. Αυτό οφείλεται στην ακανόνιστη δομή που προσφέρει το Dynamesh. Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποίησα το ZRemesher που υπολογίζει και αντικαθιστά την τοπολογία που υπάρχει με μια τοπολογία που είναι πιο κατανεμημένη και ομοιόμορφη.



4.1 Χρήση Zremesher σε τοπολογία δημιουργημένη από Dynamesh.

4 Γλυπτική στο Zbrush

Subdivision levels

Στην αρχή του γλυπτού, είναι πάντα καλό να υπάρχει όσο το δυνατόν μικρότερος αριθμός πολυγώνων στην τοπολογική γεωμετρία του γλυπτού. Αυτό γίνεται για να μπορώ να ελέγξω τους όγκους καλύτερα και πιο αποτελεσματικά. Όμως όσο εμβάθυνα σε λεπτομέρειες είναι απαραίτητη η χρήση του Subdivision levels. Αυτό το εργαλείο επιτρέπει στον διαίρεση κάθε πολυγώνου στα 4. Δημιουργώντας μια πιο πυκνή γεωμετρία, με ευκρίνεια τώρα μπορούν να φαίνονται και να αποδοθούν περισσότερες λεπτομέρειες. Επιπλέον υπάρχουν sliders με όλα τα subdivision levels που έχει κάθε object. Είναι μια τρομερή επιλογή ώστε αν χρειαστεί να γίνουν μεγάλες αλλαγές, να γίνουν στην μικρότερη γεωμετρία, ενώ αν πρέπει να βάλω γεωμετρία να πάω στο μεγαλύτερο κατά αριθμό subdivision level.



4.0 Χρήση Subdivision levels. Διαδοχικά sub div 1 , 2 και 3.

5 Προετοιμασία για εκτύπωση

Keys

Τώρα που η δημιουργία της φιγούρας τελείωσε, πρέπει να γίνουν κάποιες ενέργειες πριν ξεκινήσω την 3D εκτύπωση. Αρχικά θα πρέπει να ξεκαθαρίσω τα object του μοντέλου και να κάνω ένωση των γειτονικών κομματιών. Για παράδειγμα τα μάτια, τα μαλλιά και οι βλεφαρίδες να γίνουν ένα με το κεφάλι και παρόμοια αυτό να γίνει για όλα τα διαφορετικά μέρη του σώματος που πλάστηκαν διαφορετικά πχ κορμοί δέντρων, λεπτομέρειες κλπ. Για να γίνει η τοπολογία watertight θα πρέπει κάθε τελικό object που είναι το άθροισμα άλλων object, να γίνει Dynamesh και έπειτα project για να επανέλθουν όλες οι λεπτομέρειες του μοντέλου. Έτσι έχω έρθει σε ένα σημείο που δεν μπορώ να έχω άνεση γλυπτικής, για παράδειγμα δεν μπορώ εύκολα να κάνω αλλαγές στα μαλλιά γιατί τοπολογικά μπορεί να επηρεάζουν οι βούρτσες μου και το κεφάλι, αλλά είναι σημαντικό αυτό το στάδιο της ενότητας για ό,τι ακολουθεί. Έπειτα θα πρέπει να κοπεί η φιγούρα στο ZBrush στα σημεία που είναι πιο κατάλληλα. Πρέπει να γίνει μελέτη δηλαδή για το που θα γίνουν τα κοψίματα, ώστε να γίνουν σε σημεία που δεν θα φαίνεται εύκολα η ένωση των 3D εκτυπωμένων κομματιών που το σύνολό τους θα δημιουργεί την φιγούρα. Η ένωση των οποίων θα γίνει με την δημιουργία εσοχών αρσενικού-θηλυκού, δηλαδή κλειδιά. Κόβω την φιγούρα σε κομμάτια γιατί είναι πιο εύχρηστο στην σωστή εκτύπωση του μοντέλου, αλλά και γίνεται η διαδικασία πιθανού καλουπιού εφικτή. Επίσης, έτσι τα στηρίγματα της εκτύπωσης δεν θα συμπίπτουν με επιφάνειες που έχουν λεπτομέρειες.



5.0 Δημιουργία κλειδιών και κόψιμο του μοντέλου σε 3 επιμέρους κομμάτια.

5 Προετοιμασία για εκτύπωση

Decimation







Εφόσον η διαδικασία και αυτή των κλειδιών έχει ολοκληρωθεί, το επόμενο στάδιο είναι η μείωση της τοπολογίας με τέτοιο τρόπο ώστε να μείνει όλη η λεπτομέρεια του γλυπτού αλλά να μειωθεί σε τεράστιο βαθμό ο όγκος του αρχείου. Ακόμη με την μείωση της γεωμετρίας επιτυγχάνεται και η γρηγορότερη επεξεργασία του μοντέλου στο πρόγραμμα slicer του εκτυπωτή που δεν μπορεί να ανταπεξέλθει με τόση ευκολία σε πολύ μεγάλο αριθμό πολύγωνων όπως το κάνει το ZBrush. Η διαδικασία με την οποία μείωσα την γεωμετρία λέγεται Decimation Master. Στην αρχή, κάθε κομμάτι του μοντέλου αναλύεται ξεχωριστά από το πρόγραμμα με το κουμπί “Pre-process current” σε ποια σημεία υπάρχει μεγάλη λεπτομέρεια και σε ποια σημεία λιγότερη. Έπειτα, χρησιμοποιώντας sliders ή πληκτρολογώντας τον επιθυμητό αριθμό πολυγώνων, το πρόγραμμα μειώνει τα πολύγωνα του κομματιού, κρατώντας πυκνό πλέγμα όπου υπάρχει αρκετή λεπτομέρεια που πρέπει να αποδοθεί και αραιότερο πλέγμα γεωμετρίας όπου υπάρχει λιγότερη λεπτομέρεια. Έτσι για παράδειγμα, το κεφάλι της φιγούρας “Dryad of Deceprtion” που έφτιαξα, από 6 εκατομμύρια πολύγωνα που ήταν, έφτασε οπτικά να έχει την ίδια λεπτομέρεια (σε εκτυπωμένο μέγεθος) με 320 χιλιάδες τρίγωνα. Ο λόγος που χρησιμοποιεί τρίγωνα το πρόγραμμα είναι επειδή α) το decimation δεν προορίζεται για animation, και β) επειδή έτσι μπορεί να γίνει εύκολα αραιό και πυκνό πλέγμα γεωμετρίας για όσο το δυνατόν λιγότερα πολύγωνα.









5.1 Decimation με το Decimation Master, είναι φανερό η πυκνότητα των πολυγώνων σε σχέση με την λεπτομέρεια κάθε περιοχής.

5 Προετοιμασία για εκτύπωση






Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι μειώνεται πολύ σημαντικά και ο αποθηκευτικός όγκος του αρχείου. Από την διπλανή εικόνα, το πρώτο αρχείο με τα 7 gigabyte είναι το αρχικό στάδιο του γλυπτού πριν γίνει το merge, η ένωση δηλαδή των κομματιών που εξυπηρετούσαν στην σταδιακή δημιουργία του γλυπτού. Το δεύτερο αρχείο με τα 4,4 gigabyte είναι όταν ένωσα τα κομμάτια του γλυπτού και έγιναν Dynamesh ανά ομάδα και μετά τα έκοψα και δημιούργησα κλειδιά. Σε αυτό το στάδιο μειώθηκε ο όγκος του αρχείου γιατί πριν, υπήρχε αχρείαστη πληροφορία όπως για παράδειγμα τα μάτια μπορεί να ήταν παραπάνω πολύγωνα από ότι χρειαζόταν. Και στο 3^ο αρχείο με το decimation παρατηρούμαι ότι η διαφορά είναι τεράστια γιατί πλέον στα σημεία με λιγότερη λεπτομέρεια υπάρχουν λιγότερα πολύγωνα ενώ εκεί που υπάρχει λεπτομέρεια υπάρχουν περισσότερα αλλά πάντα όσα χρειάζονται για να φαίνονται όλες οι λεπτομέρειες, ούτε περισσότερα αλλά ούτε και λιγότερα ώστε να χαθεί πληροφορία που με τόσο κόπο επιτεύχθηκε. Σε αυτήν την φάση το γλυπτό είναι έτοιμο για να γίνει export είτε σε αρχείο stl είτε σε obj, και να το ανοίξω στο πρόγραμμα slicer Chitubox, για να γίνει το hollow αλλά και να μπουν τα στηρίγματα. Τα αρχεία τα αποθήκευσα σε 3 μεγέθη, σε 10.5 , 20 και 34 εκατοστά και οι διαδικασίες του hollow και supports πρέπει να γίνει σε κάθε ένα αρχείο από κάθε κλίμακα.

 Dryad Finished Texture Painting		ZBrush Projects	7.029.262 KB
 Dryad Finished 3d printing		ZBrush Projects	4.425.603 KB
 3d print		ZBrush Tool	91.470 KB

5.2 Όγκος αποθήκευσης των αρχείων πριν και μετά την διαδικασία του decimation.

Όνομα	Κατάσταση	Τύπος	Μέγεθος
 dryad 10.5 cm		Φάκελος αρχείων	
 dryad 20 cm		Φάκελος αρχείων	
 dryad 34		Φάκελος αρχείων	

5.3 Οργάνωση φακέλων 3 διαφορετικών μεγεθών εκτύπωσης.

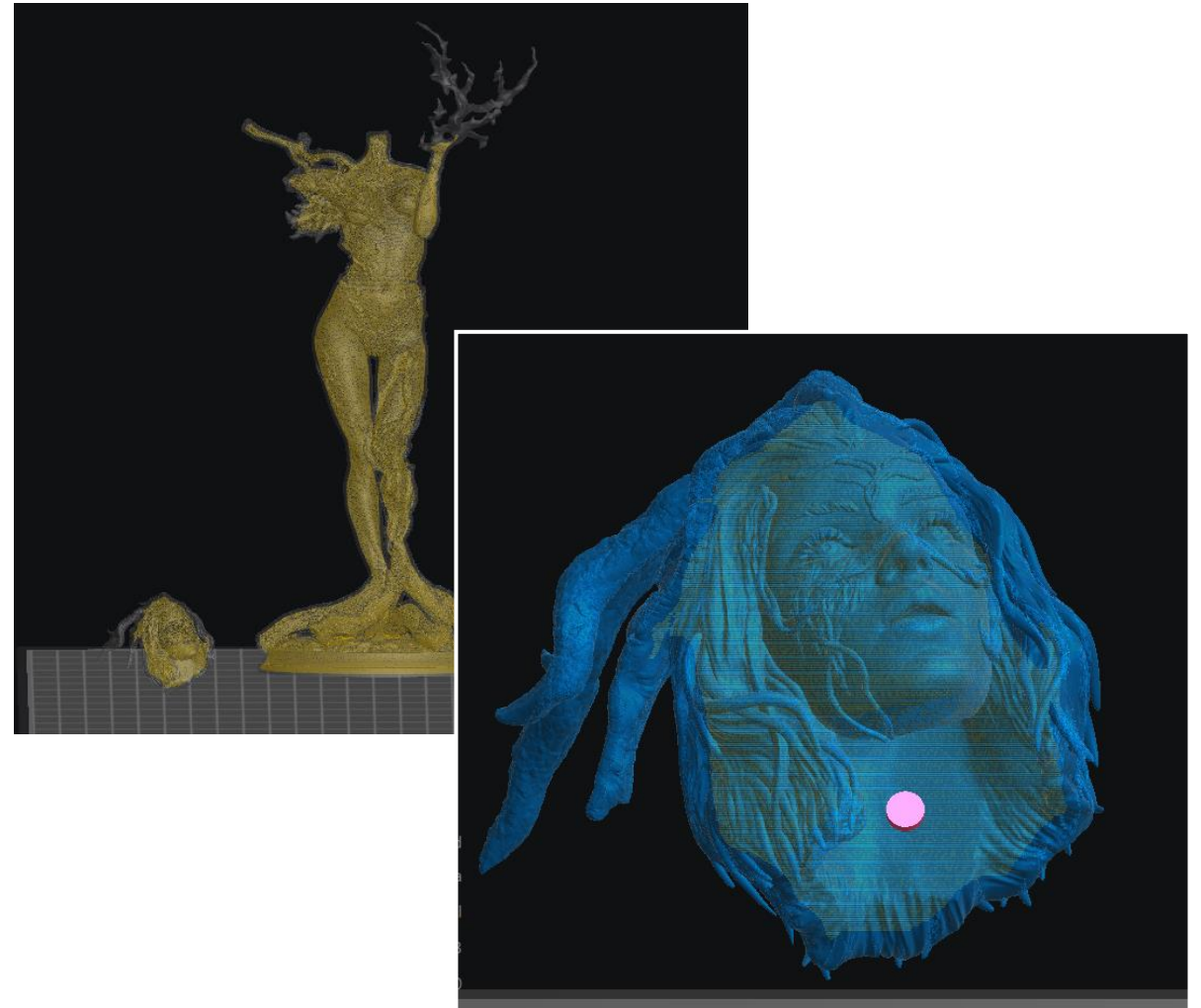
 arm		OBJ 3D model	20.418 KB
 body		OBJ 3D model	106.013 KB
 head		OBJ 3D model	25.331 KB

5.4 Exported κομμάτια που αποτελούν την φιγούρα.

5 Προετοιμασία για εκτύπωση

Hollow

Άνοιξα τα αρχεία στο slicer software Chitubox και το πρώτο πράγμα που πρέπει να γίνει είναι ένας έλεγχος-επιδιόρθωση. Είναι μια αυτόματη διαδικασία που κοιτάει αν όλα τα vertices έχουν την ίδια και σωστή φορά. Αν υπάρχει κάποιο σφάλμα, το πρόγραμμα το επιδιορθώνει αυτόματα. Τοποθετώ τα κομμάτια στον χώρο εκτύπωσης του build plate, εμπειρικά, δίνοντας τέτοια κλίση ώστε να μην χρειάζονται στηρίγματα περιοχές με την μεγαλύτερη λεπτομέρεια αλλά να μπορούν να χτιστούν από μόνες τους. Έπειτα ακολουθεί η διαδικασία hollow. Κάθε μοντέλο σε αυτήν την διαδικασία πρέπει να γίνει κούφιο, τόσο για την μείωση του κόστους της ρητίνης αλλά και για την σταθερότητα του build plate κατά την διάρκεια της εκτύπωσης (αποφυγή βάρους). Το τοίχωμα του hollow που επέλεξα να κάνω είναι 1,20 χιλιοστών πάχος τοιχώματος. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγω να πολυμεριστεί ρητίνη άσκοπα. Στο εσωτερικό του κούφιου μοντέλου δημιουργείτε αυτόματα ένα πλέγμα support. Επειδή δημιουργούνται υπό πιέσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένη εκτύπωση, χρειάζονται μερικές οπές οι οποίες μπαίνουν σε μέρη κοντά στο build plate, που δεν έχουν λεπτομέρεια, κοντά στην συνδεσμολογία για να μην είναι εμφανής. Αυτές οι οπές βοηθάνε στο στάδιο του καθαρισμού ώστε να καθαριστεί το μοντέλο και από μέσα από την ρητίνη που δεν έχει πολυμεριστεί. Πριν την διαδικασία του hollow το μοντέλο είχε όγκο 120 ml ενώ μετά την διαδικασία του hollow σε 1,20 χιλιοστά με 30% internal support έφτασε στα 43 ml.

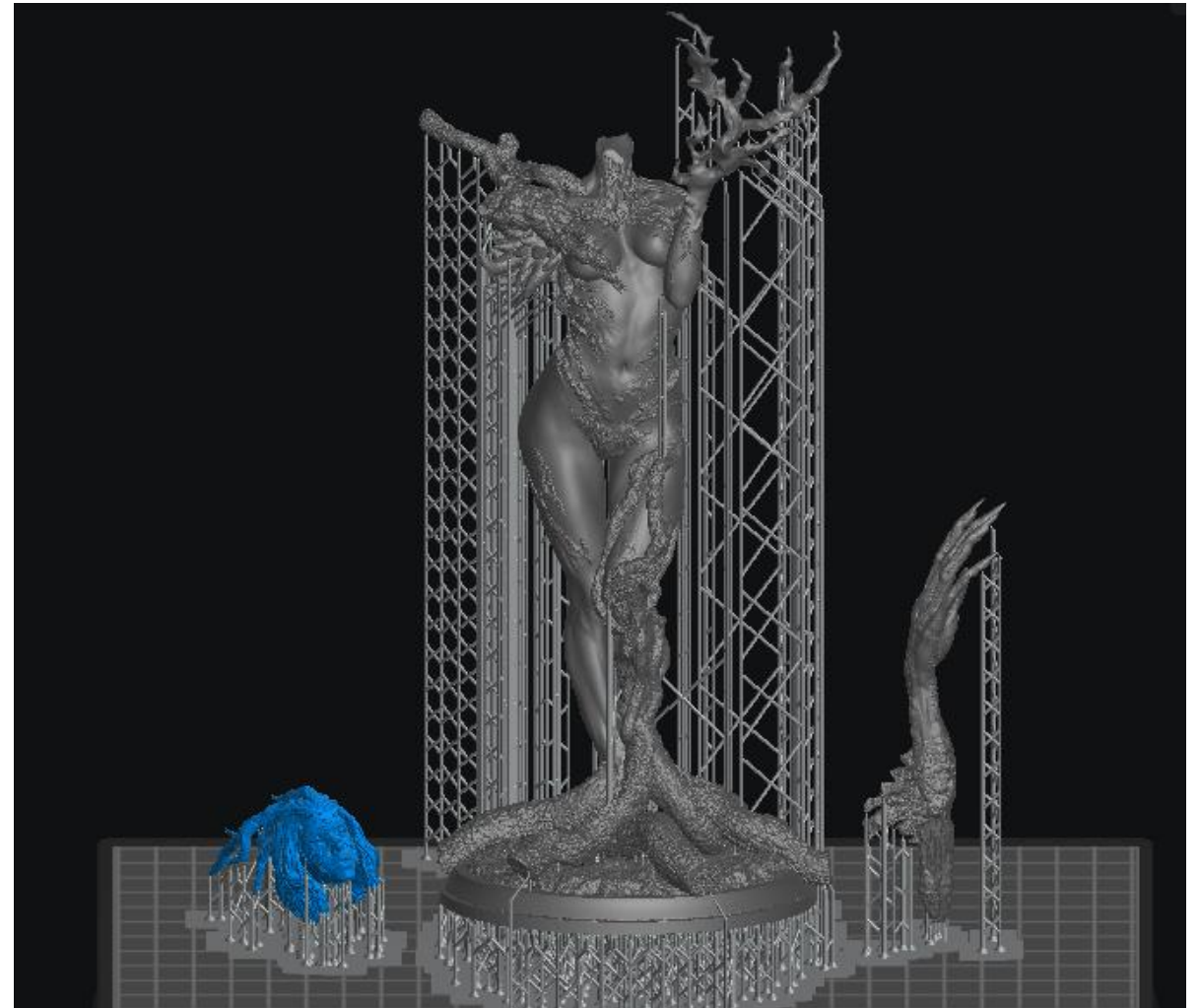


5.5 Το κίτρινο στο μοντέλο σημαίνει ότι αυτός ο χώρος είναι κούφιος, άρα φαίνεται πόση οικονομία υλικού Διασφαλίζουμε με αυτήν την τακτική. Ο ροζ κύκλος στην 2^η φωτογραφία συμβολίζει το σημείο της οπής.

5 Προετοιμασία για εκτύπωση

Supports

Με την επιλογή Auto-Support σε ένα-ένα τα κομμάτια, το πρόγραμμα αναλύει τις γωνίες και βάζει στήριξη όπου αυτό πιστεύει ότι χρειάζεται. Τα στηρίγματα supports είναι απαραίτητα για την εκτύπωση γιατί σε μερικές γωνίες ή κομμάτια του μοντέλου που αιωρούνται, δεν γίνεται να εκτυπωθούν στον αέρα, πρέπει να υπάρχει μια υποστήριξη ώστε να ορίζει το ύψος από το οποίο θα αρχίσουν να εκτυπώνονται, μέχρι να ενωθούν με το υπόλοιπο του μοντέλου. Τα στηρίγματα είναι ένα αναπόφευκτο κόστος ρητίνης. Το μοντέλο χωρίς στηρίγματα ήταν 43 ml και με τα στηρίγματα το κόστος εκτύπωσης πήγε στα 69.55 ml. Σχεδόν διπλασιάστηκε. Τα στηρίγματα έχουν και αυτά τις δικές τους ρυθμίσεις οι οποίες ανάλογα και με τον εκτυπωτή μπορούν με δοκιμές να δώσουν άριστα αποτελέσματα, με σκοπό να μη φαίνονται έντονα σημάδια στο εκτυπωμένο αντικείμενο. Τέλος το αρχείο γίνεται slice στις ρυθμίσεις που έχουμε για τον εκτυπωτή μας. Το πρόγραμμα κόβει σε χιλιάδες 2d τομές που επιτρέπουν διαδοχικά την εκτύπωση της φιγούρας από τον εκτυπωτή ρητίνης. Το slice αποθηκεύει το αρχείο σε .stl και με ένα flash drive μεταφέρεται στον εκτυπωτή.

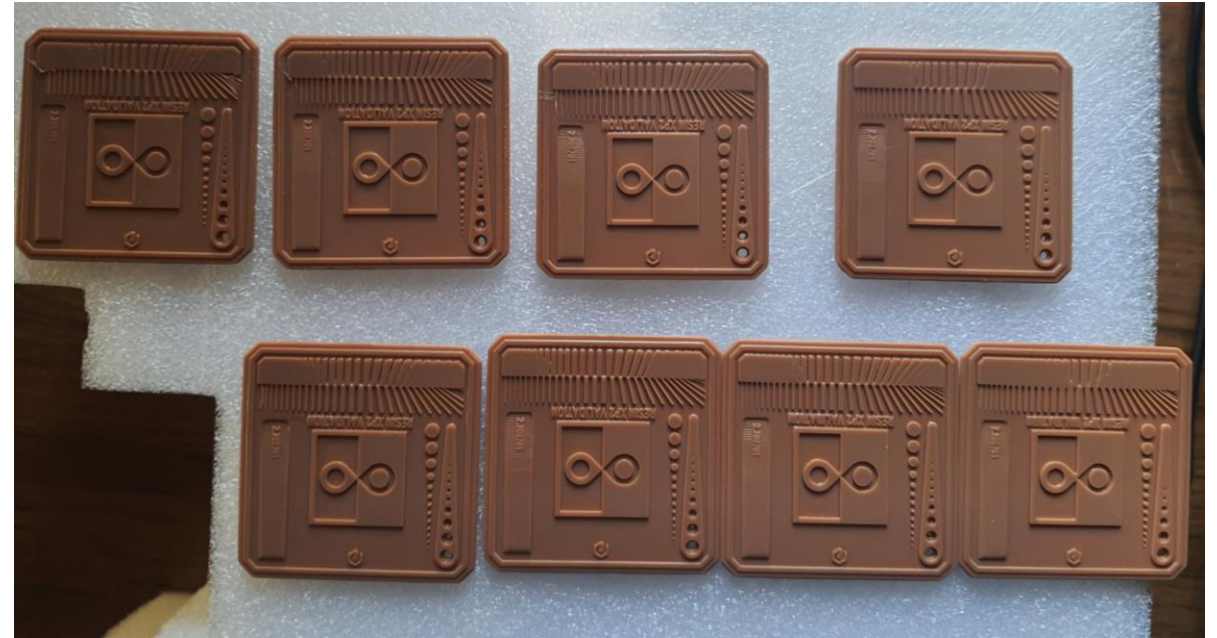


5.6 Το μοντέλο στο Chitubox με τα Auto-Supports.

6 3D printing

Το 3D Printing είναι μια επαναστατική ανακάλυψη που μέσω εξειδικευμένων μηχανημάτων χρησιμοποιώντας κάποια αναλώσιμα, δημιουργούνται σταδιακά, τρισδιάστατα αντικείμενα. Υπάρχουν διάφορα είδη 3D εκτύπωσης, αλλά στην εκτύπωση φιγούρας μας ενδιαφέρει η εκτύπωση Sla (Stereolithography) και Dlp γιατί είναι οι μόνες που μπορούν να προσφέρουν πολύ μεγάλη λεπτομέρεια. Αυτές οι δυο μορφές εκτύπωσης έχουν μια πηγή υπεριώδους δέσμης φωτός με μήκος κύματος 405nm. Σταδιακά το φως πολυμερίζει την ρητίνη και την κάνει στερεά. Κάθε τομή ρητίνης πολυμερίζεται πάνω στην προηγούμενη στρώση, με αποτέλεσμα σε βάθος χρόνου να δημιουργείται το γλυπτό. Ο εκτυπωτής που εκτύπωσε το μοντέλο “Dryad of Deception” είναι ο Elegoo Saturn 4 Ultra. Πριν την εκτύπωση όμως έκανα ένα calibration στο χρόνο που πολυμερίζει κάθε layer ώστε να μπορέσει ο εκτυπωτής να εκτυπώσει όσο το δυνατόν με περισσότερη λεπτομέρεια. Αυτό το calibration είναι πολύ σημαντικό να γίνεται σε κάθε διαφορετική ρητίνη, μιας και η σύσταση της ρητίνης αλλάζει. Επίσης και σε διαφορετικές θερμοκρασίες, γιατί η ρητίνη δεν πολυμερίζεται εύκολα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα curing test αρχεία εκτυπώθηκαν στους εξής χρόνους layer exposure με 0.02mm layer thickness : 1.5s , 1.7s , 1.9s , 2.1s , 2.3s , 2.5s , 2.7s , 2.9s. Η καλύτερη εκτύπωση με περισσότερα εκτυπωμένα ορθά στοιχεία και παραμέτρους ήταν αυτή στα 1.9s curing time. Όπου s = seconds.

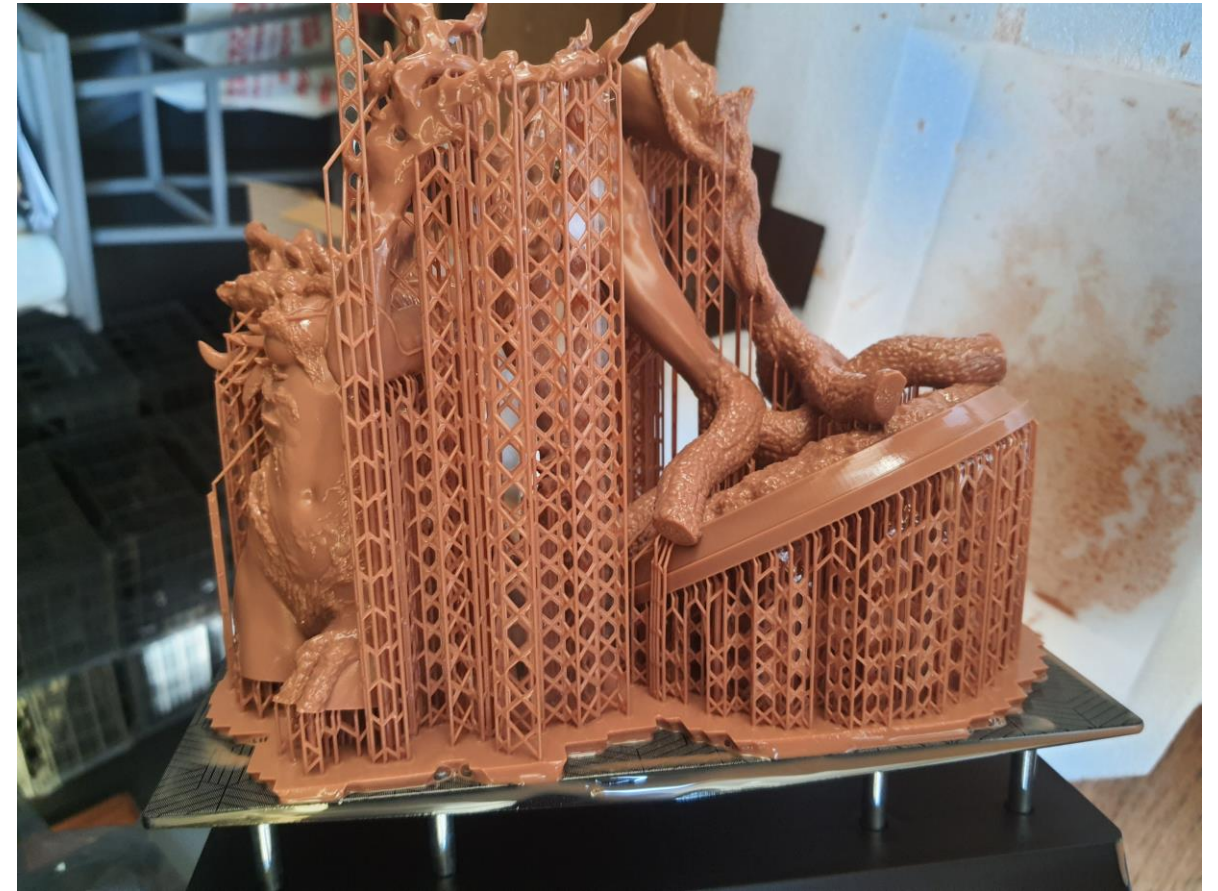
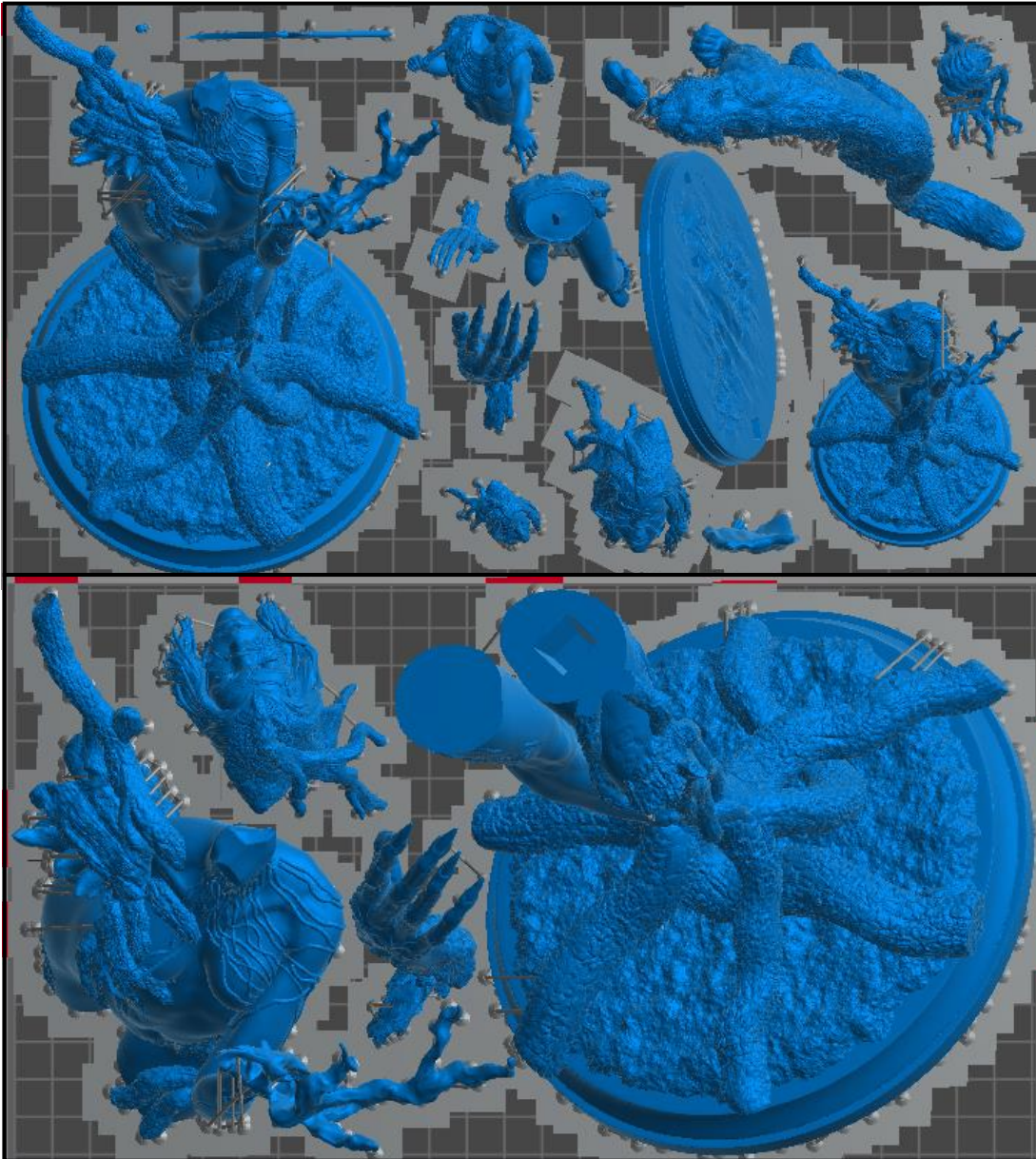
Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό της εκτύπωσης της φιγούρας.



6.0 Το αρχείο αυτό είναι γρήγορο στην εκτύπωση και επιτρέπει το cure time calibration.



6 3D printing



6.1 Εικόνα πάνω αριστερά. Το αρχείο της εκτύπωσης αυτής περιέχει την φιγούρα σε κλίμακα 10.5 cm και 20 cm. Καθώς και μια φιγούρα ακόμη σε κλίμακα 10.5 cm.

6.2 Εικόνα κάτω αριστερά. Το αρχείο της εκτύπωσης αυτής περιέχει την φιγούρα σε κλίμακα 34 cm. Για την συγκεκριμένη κλίμακα, αναγκαστικά έκοψα το μοντέλο στην μέση, ενώ η ραφή θα φαίνεται, θα γίνει προσπάθεια λείανσης της ώστε να είναι διακριτική.

6.3 Εικόνα δεξιά. Το αποτέλεσμα της εκτύπωσης της εικόνας 6.2 στον 3D εκτυπωτή Elegoo Saturn 4 Ultra.

6 3D printing



6.4 Το χέρι της φιγούρας αφού έχει γίνει καθάρισμα και cure σε υν φώς.



6.5 Το κεφάλι αφού έχει γίνει καθάρισμα και cure σε υν λάμπα.



6.6 Διαφορετικής κλίμακας εκτυπώσεις του κεφαλιού της φιγούρας.

6 3D printing

Όταν τελειώσει η εκτύπωση τα κομμάτια της φιγούρας πρέπει να καθαριστούν σε ισοπροπυλική αλκοόλη για να φύγει από πάνω τους η περιττή ρητίνη. Αυτή η ρητίνη έχει προσκολληθεί επάνω στα κομμάτια της φιγούρας επειδή η διαδικασία της εκτύπωσης είναι με βύθιση μέσα στην υγρή ρητίνη. Η επιπλέον αυτή ρητίνη που είναι στην επιφάνεια του μοντέλου δεν αποτελεί μέρος του σχεδιασμού και σε αυτό το στάδιο ο καθαρισμός πρέπει να γίνει άμεσα με όσο το δυνατότερο μικρότερη έκθεση στο φως του ήλιου ή σε υπέρυθρο φως γίνεται. Γιατί αν υπάρχει πολυμερισμός της ρητίνης που βρίσκεται στην επιφάνεια του μοντέλου και δεν είναι μέρος του σχεδίου, το γλυπτό θα έχει θολές λεπτομέρειες και θα χαθεί η ευκρίνεια αλλά θα χαθεί και η απόλυτη σχεδιαστική του απεικόνιση. Αφού λοιπόν καθαρίσα τα κομμάτια με ισοπροπυλική αλκοόλη, μετά πρέπει να γίνει το στάδιο του cure, όπου η εξωτερική επιφάνεια της ρητίνης αποκτάει την τελική της σκληρότητα και πολυμερισμό από υπέρυθρο φως. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήσα μια λάμπα υπέρυθρου πολυμερισμού για τα νύχια που έχει το ίδιο μήκος κύματος υπεριώδους ακτινοβολίας που εκπέμπει και ο εκτυπωτής. Αυτό το στάδιο είναι απαραίτητο γιατί αν δεν πολυμεριστεί καλά η επιφάνεια της φιγούρας το μοντέλο θα κολλάει και η ρητίνη σαν υλικό πριν πολυμεριστεί είναι τοξική για το δέρμα. Τέλος στα κομμάτια της κλίμακας των 20 εκατοστών και 34 εκατοστών τα κόλλησα μεταξύ τους με κόλλα στιγμής, ενώνοντας τα σημεία με τα κλειδιά τους.



6.7 Curing τα κομμάτια της φιγούρας στην λάμπα UV για την τελική τους σκλήρυνση.

6 3D printing



6.8 Η φιγούρα “Dryad of Deception” εκτυπωμένη και συναρμολογημένη σε 3 κλίμακες.



6.9 Λεπτομέρεια της φιγούρας στην κλίμακα των 20 cm

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης

Στα πλαίσια της εργασίας, έγιναν και κάποιες περεταίρω εκτυπώσεις άλλων φιγούρων που έχω δημιουργήσει σε διαφορετικούς εκτυπωτές, αλλά και κάποιες διαφορετικές εφαρμογές που έγιναν με σκοπό την υλοποίηση διαφορετικών ιδεών τόσο στο σχεδιαστικό πρόγραμμα ZBrush αλλά και στην εκτύπωση.

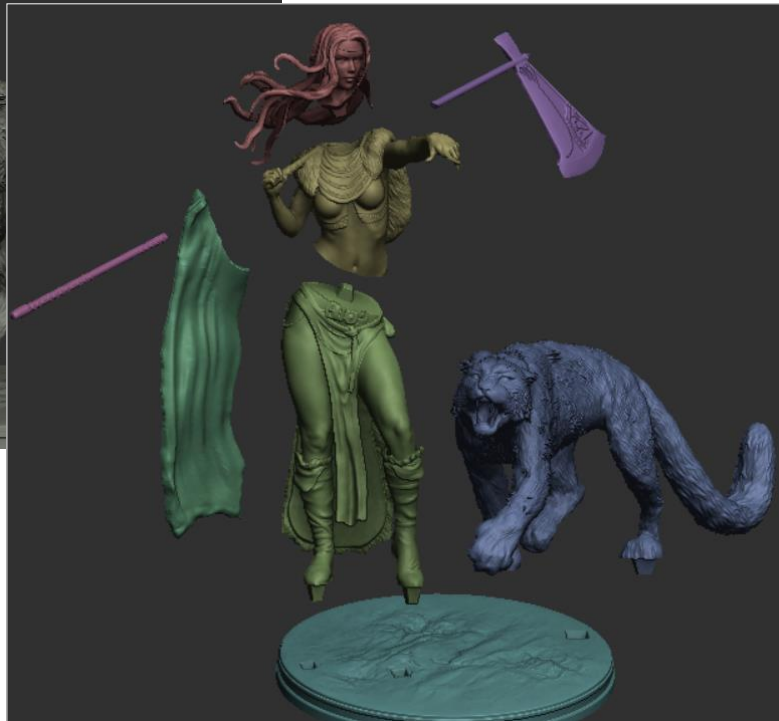
Αρχικά εκτύπωσα περισσότερα κεφάλια από την φιγούρα “Dryad of Decepcion” στην κλίμακα των 20 cm με σκοπό να τα βάψω με τα επαγγελματικά χρώματα μοντελισμού “Vallejo”.



7.0 Εικόνα πάνω δεξιά, τα εκτυπωμένα κεφάλια που προορίζονται για βάψιμο.
7.1 Εικόνα κάτω αριστερά, βαμμένα τα πρόσωπα με χρώματα “Vallejo”.



7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.2 Κόψιμο σε κομμάτια και δημιουργία κλειδιών σε 2 φιγούρες για να εκτυπωθούν σε 3D printer.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.3 Εκτύπωση διαφορετικών φιγούρων. Οι εκτυπώσεις έγιναν σε εκτυπωτή Form 3+ και Anycubic Photon. Οι εκτυπώσεις έχουν ασταρωθεί με αστάρι σε σπρέι χρώματος γκρι.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



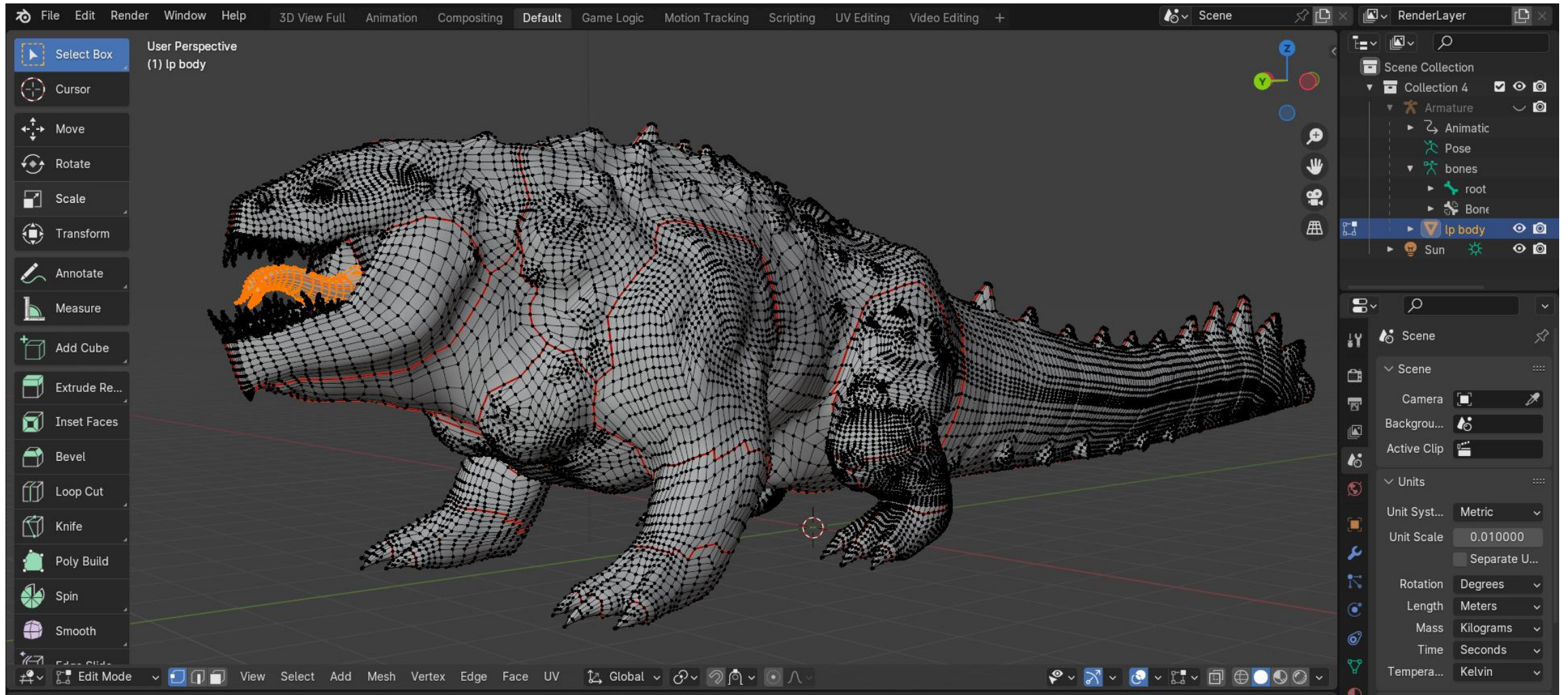
7.4 Κολαζ εικόνων της εκτύπωσης ενός γλυπτού "Vorax The Cursed Gigantic Lizard", μακέτα της συσκευασίας, συσκευασία με qr code που παραπέμπει σε site με 3D απεικόνιση και animation της μινιατούρας, περιγραφή στην πίσω όψη της συσκευασίας, καθώς και δημιουργία εσώγλυφου αντικειμένου στο ZBrush και η εκτύπωση αυτού για την δημιουργία καλουπιού και μεταλλικού αντικειμένου για να γίνει σφραγίδα βουλοκέρι που θα κλείνει και θα σφραγίζει την συσκευασία.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



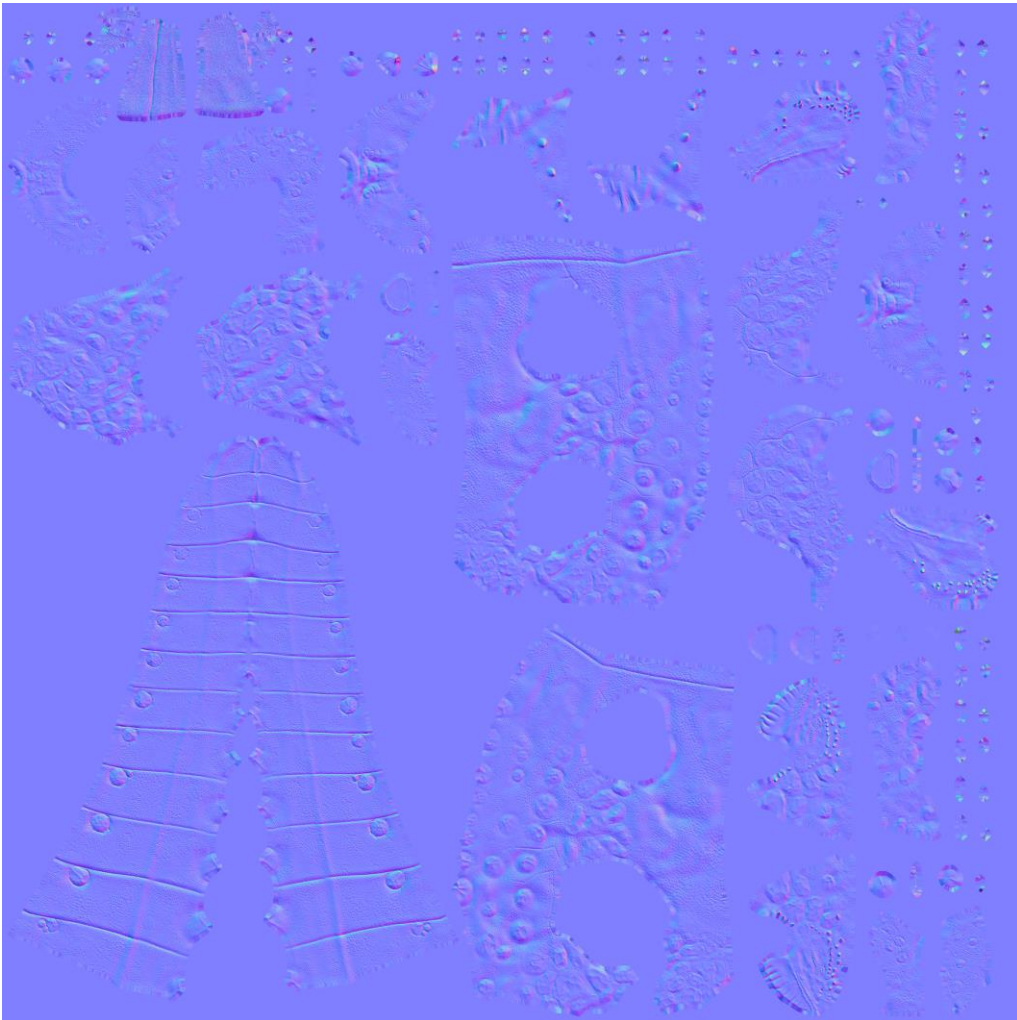
7.5 Η φιγούρα “Vorax The Cursed Gigantic Lizard” μέσα στο πρόγραμμα που δημιουργήθηκε “Zbrush”.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.6 Η φιγούρα “Vorax The Cursed Gigantic Lizard” στο blender. Δημιουργήσα εξ ολοκλήρου την τοπολογία low poly πάνω στο γλυπτό, γιατί προοριζόταν να γίνει animation, έκοψα και οργάνωσα τα UV και έκανα bake 5 maps στο πρόγραμμα substance painter. Τα map φαίνονται στις επόμενες φωτογραφίες.

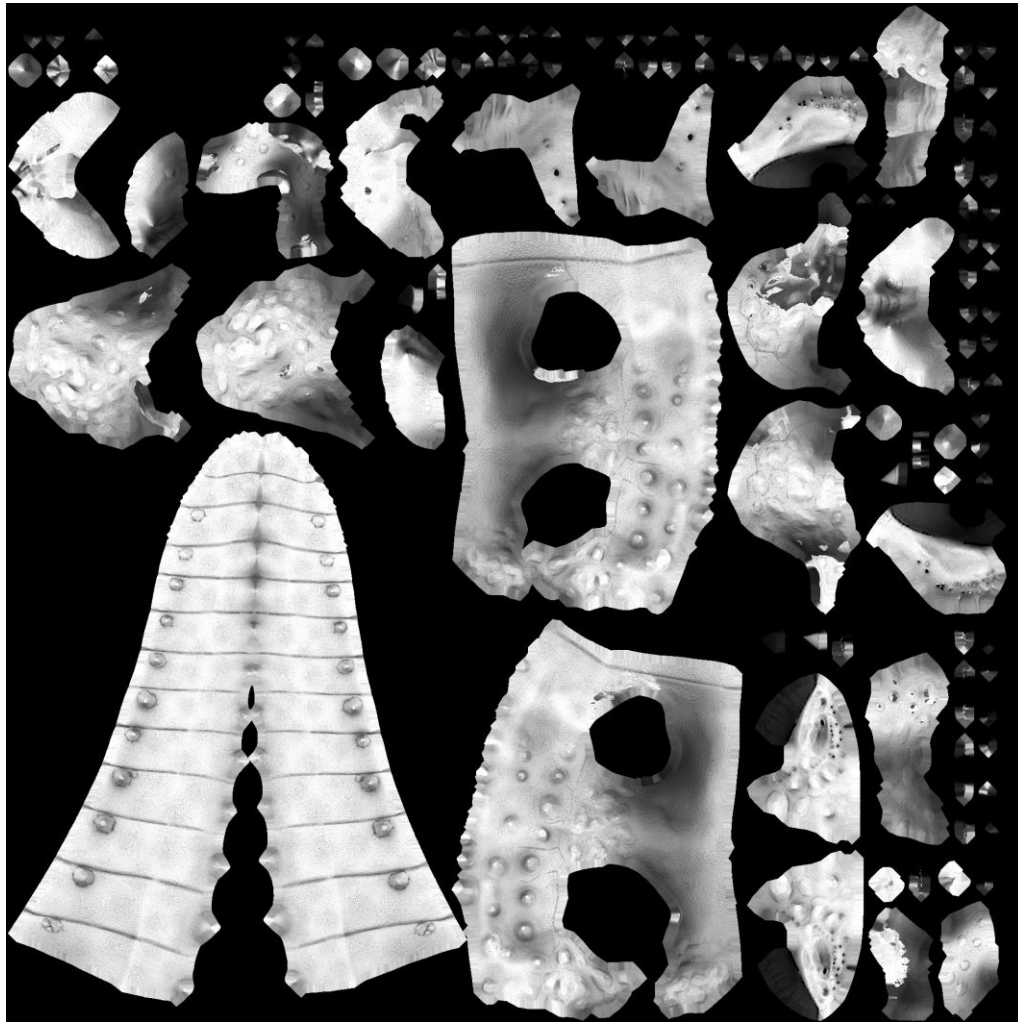
7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



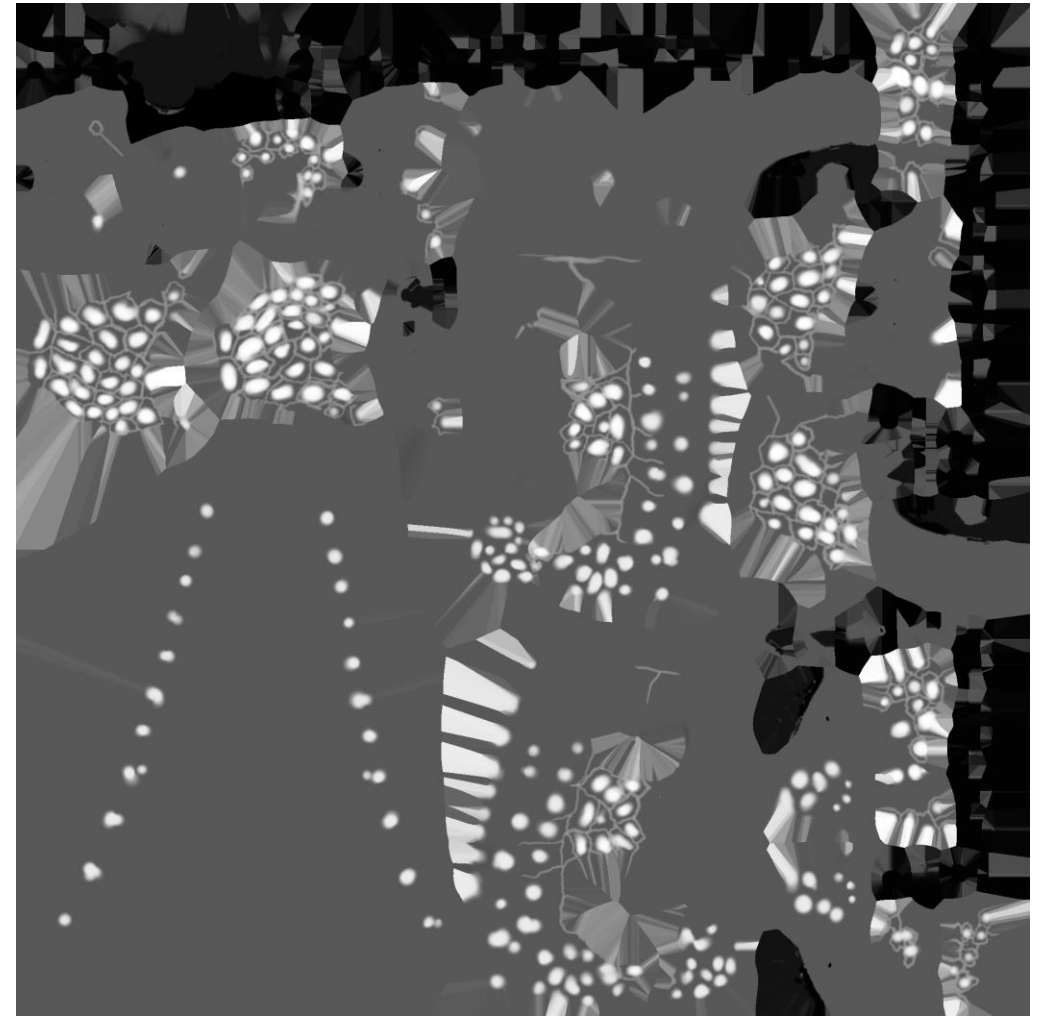
7.7 Normal Map. Το map της πληροφορία της ψευδαίσθησης της περισσότερης λεπτομέρειας και γεωμετρίας που ντύνει το low poly και το κάνει να φαίνεται σαν το αρχικό γλυπτό “high poly”.

7.8 BaseColor Map. Το map της πληροφορίας του χρώματος του γλυπτού.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.9 Ambient Occlusion map. Η λεπτομέρεια της σκίασης κοιλοτήτων επηρεαζόμενη από εσοχές και γειτονική γεωμετρία.



7.10 Metallic map. Η πληροφορία που κάνει μεταλλική αντανάκλαση με το φως στο μοντέλο. Ορίζει ποια σημεία θα είναι μεταλλικά και σε τι βαθμό.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



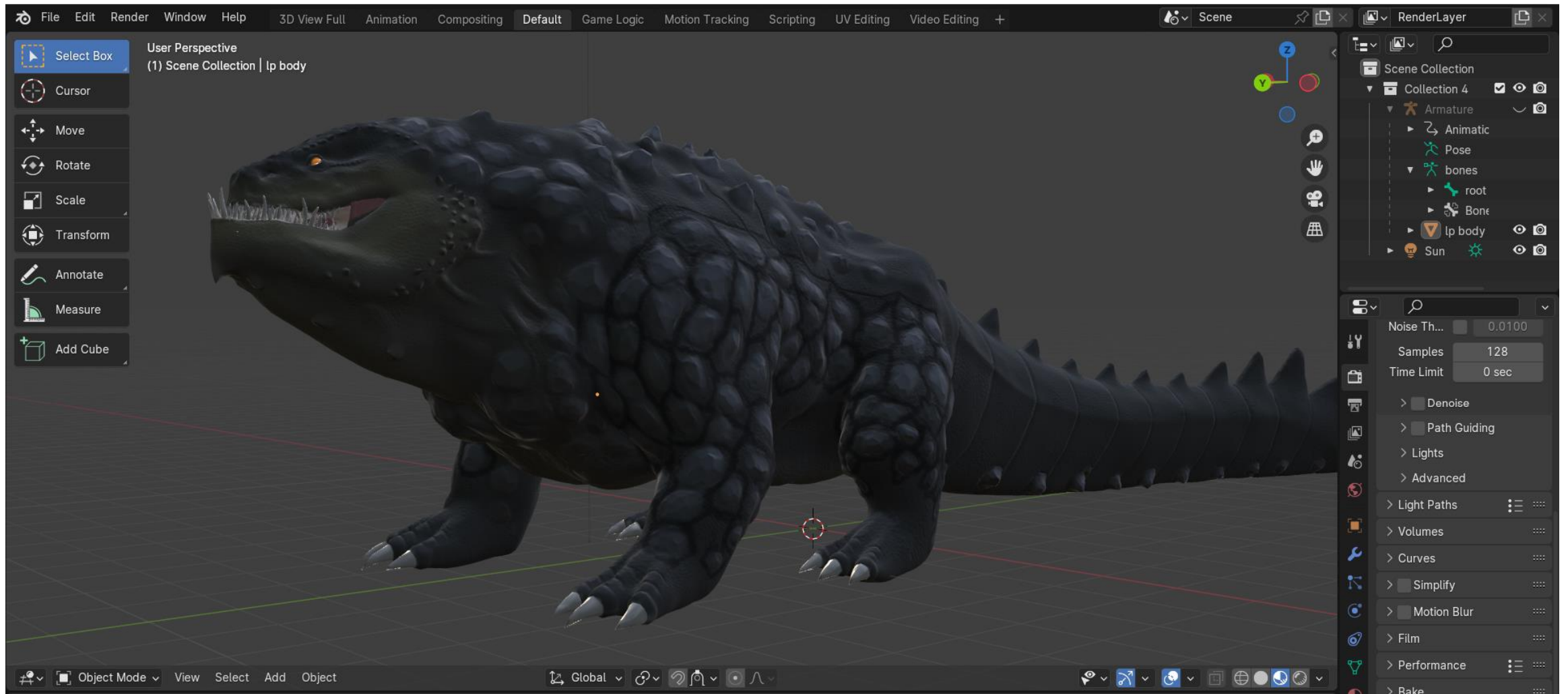
7.11 Roughness map. Η πληροφορία για την πλαστικότητα και το πόσο λεία θα φαίνεται η επιφάνεια του γλυπτού όταν πέφτει απάνω το φως.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.12 Το μοντέλο low poly με “smooth” την γεωμετρία.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



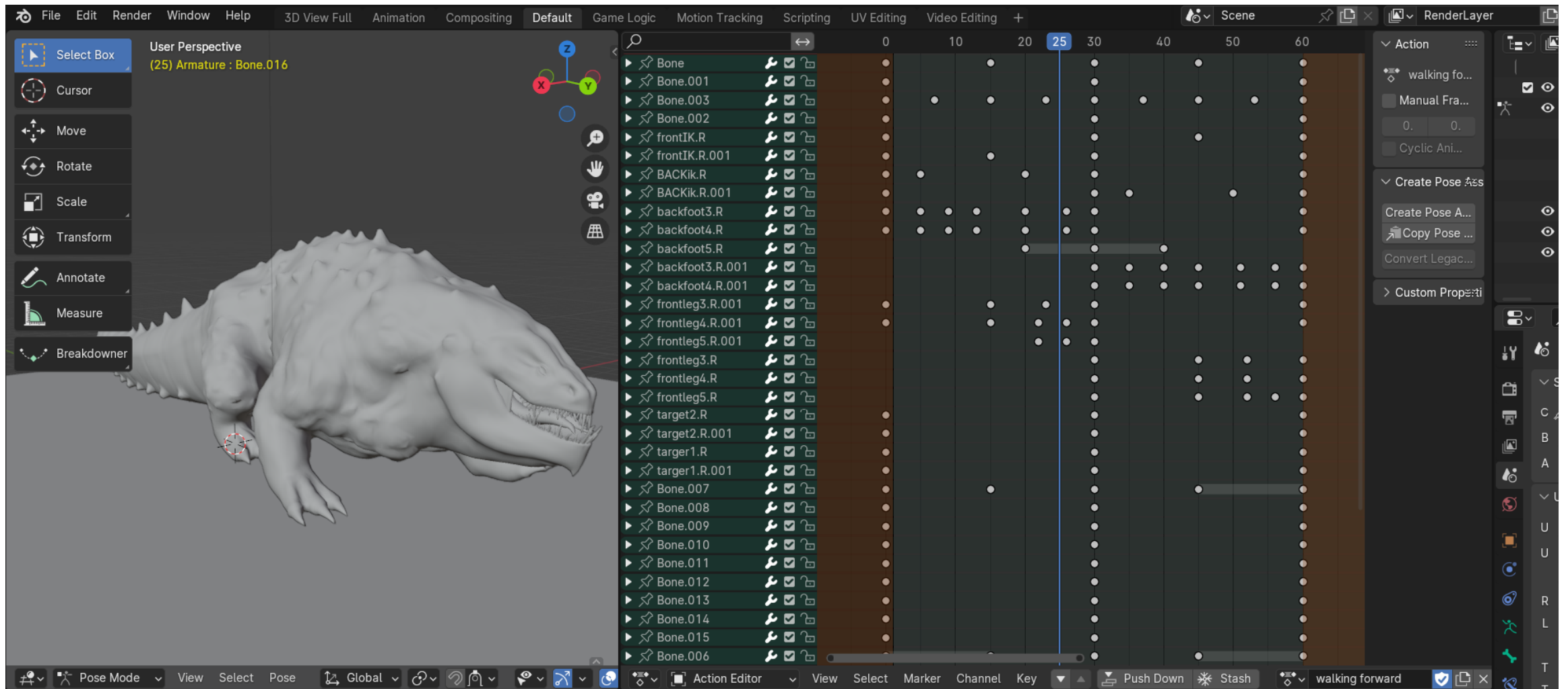
7.13 Το μοντέλο low poly με viewport shading.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



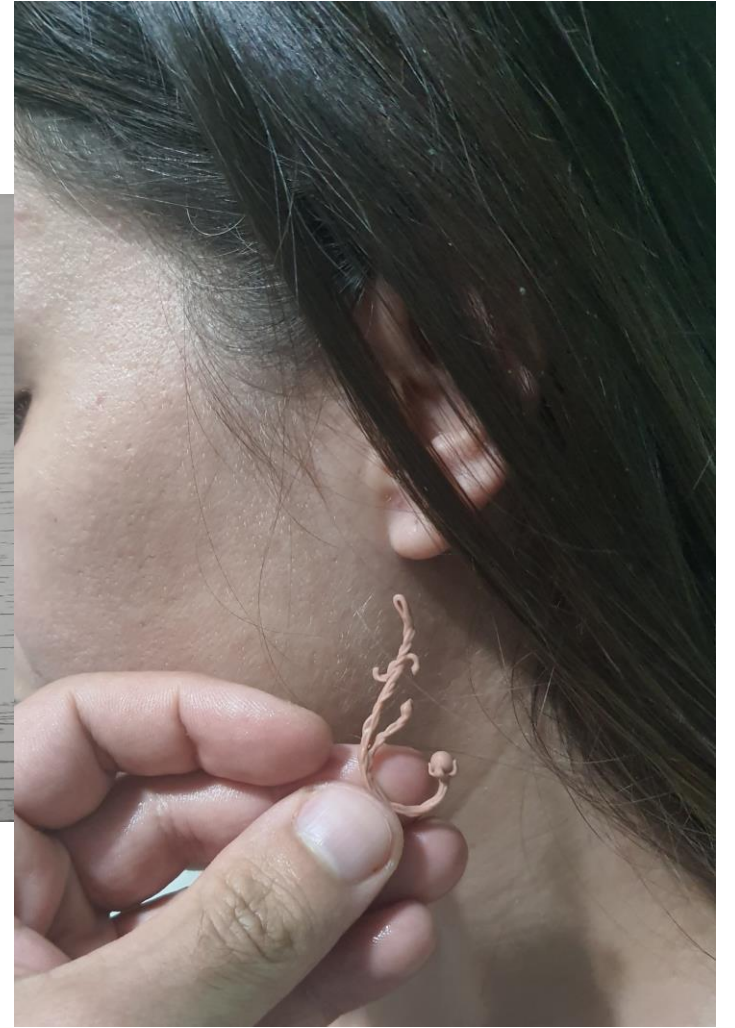
7.14 Το armature που αποτελείται από ένα απλό bone construction με 1 parenting bone και αρκετά IK bones.

7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.15 Action Editor Και κίνηση κάθε bone για την δημιουργία διαφορετικών animation. Τα animation είναι διαθέσιμα για προβολή στο αρχείο που συνοδεύεται με αυτήν την εργασία. Όλα τα animation θα μπορούσαν να μπουν με Qr code πάνω στην συσκευασία με σκοπό την προώθηση του προϊόντος καθώς η φιγούρα «ζωντανεύει» μπροστά στον πελάτη.

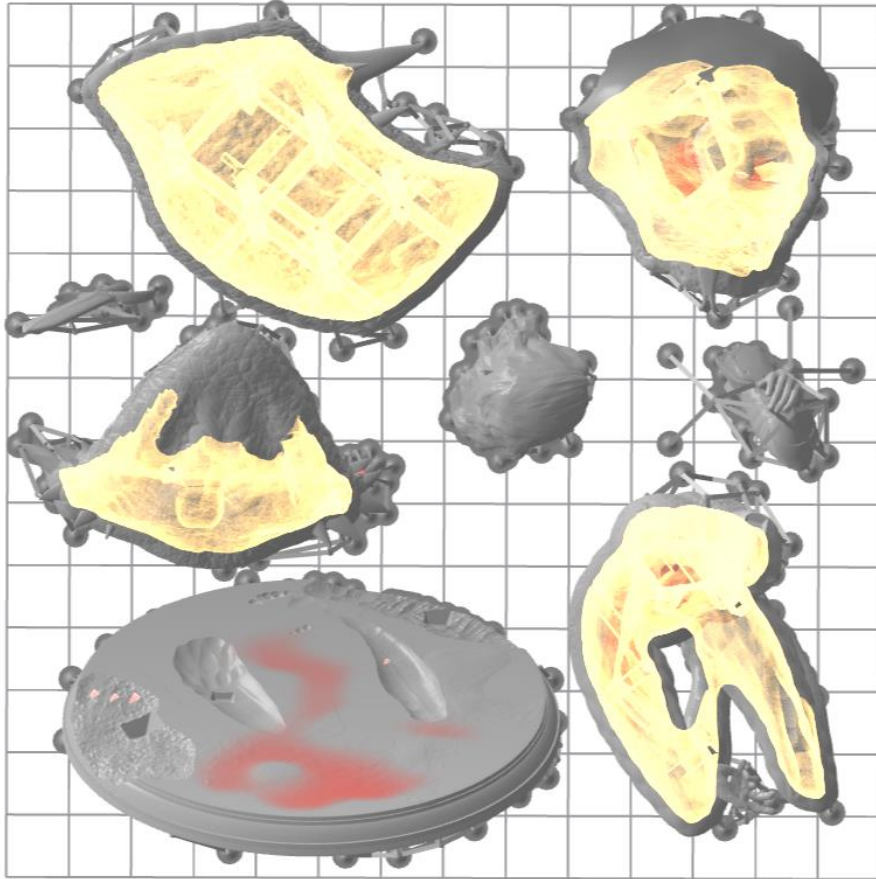
7 Άλλες εφαρμογές σχεδίασης και εκτύπωσης



7.5 Κολαζ εικόνων. Δημιουργία σκουλαρίκι στο Zbrush, εκτύπωση, οπτική δοκιμή σε πρόσωπο, και βάψιμο σε ασημί χρώμα. Υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης σε κεριά και η χύτευση σε πολύτιμο μέταλλο.

8 Timeline

Εκτύπωση σε 3D Printer 1η



Αρχεία με supports στο Preform

Εκτυπωτής : Form 3+

Τύπος εκτυπωτή : SLA

Resin : Grey Pro V1

Layer Thickness : 0.05 mm

Layers : 1727

Χρόνος εκτύπωσης : 17 ώρες
και 45 λεπτά

Ογκομέτρηση : 120.55 ml

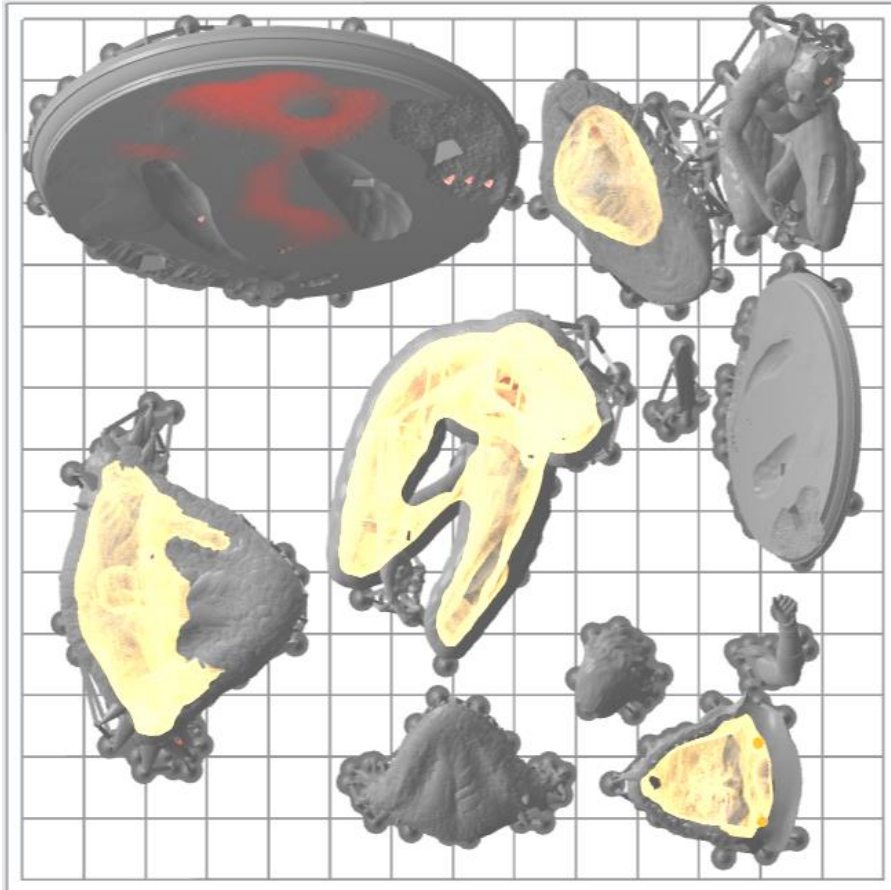
Κόστος : 26.15 €

Ημερομηνία : 1/4/2024



Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Παρατηρώ ότι τα 3 από τα 8 κομμάτια της εκτύπωσης δεν βγήκαν σωστά. Στο πρώτο υπάρχουν μόνο τα στηρίγματά του και δεν εκτυπώθηκε καθόλου το σχέδιο ενώ τα άλλα 2 δεν ολοκληρώθηκαν και έμειναν ελλιπής καθώς ούτε και τα στηρίγματα χτίστηκαν στις περιοχές με το πρόβλημα. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι τα 2 από τα 3, το μεγαλύτερο μέρος του σχεδίου εκτυπώθηκε σωστά. Αλλά για να ολοκληρωθεί η φιγούρα, πρέπει τα κομμάτια με το λάθος να εκτυπωθούν πάλι.



Αρχεία με supports στο Preform

Εκτυπωτής : Form 3+

Τύπος εκτυπωτή : SLA

Resin : Grey Pro V1

Layer Thickness : 0.05 mm

Layers : 1727

Χρόνος εκτύπωσης : 17 ώρες
και 15 λεπτά

Ογκομέτρηση : 109.56 ml

Κόστος : 23.77 €

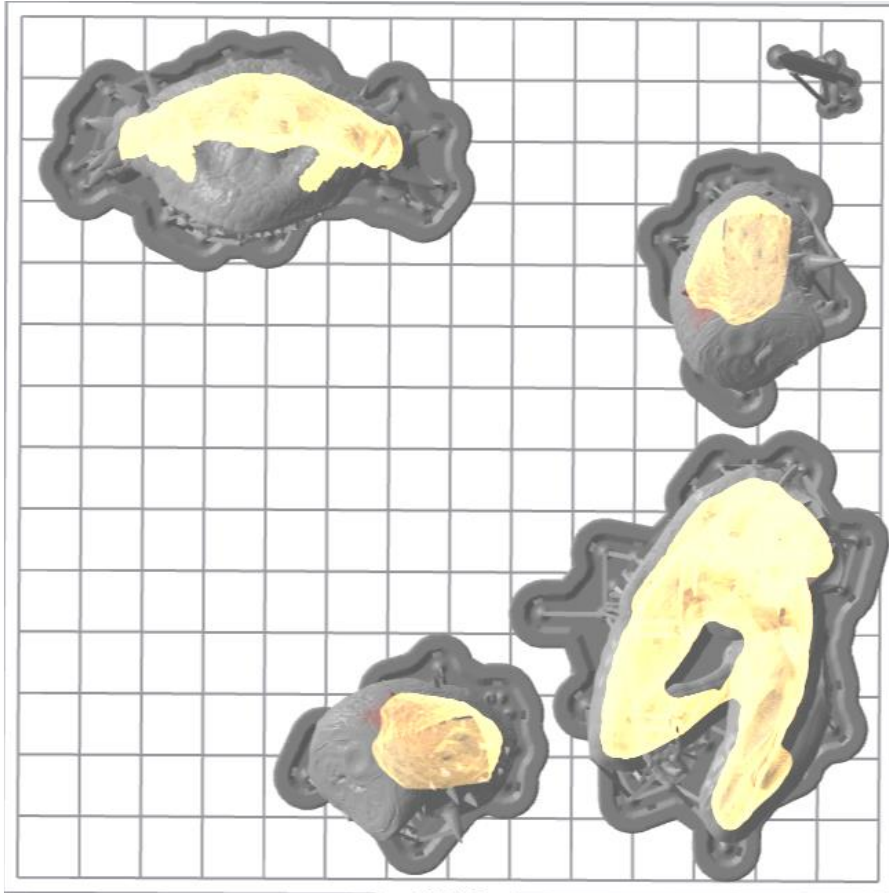


Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Σε αυτήν την εκτύπωση έβαλα πάλι τα 3 κομμάτια που είχαν βγει λάθος στην προηγούμενη, και μόνο 1 βγήκε σωστό από αυτά. Τα κομμάτια τα άλλα είναι πάλι 8, από το ίδιο μοντέλο αλλά σε μικρότερη κλίμακα. Από αυτά μόνο το 1 βγήκε λάθος. Οπότε αρχίζω και υποψιάζομαι ότι φταίει το πάχος των στηριγμάτων. Είναι πολύ λεπτά και δεν κρατάνε την εκτύπωση.

Εκτύπωση σε 3D Printer 3η

Ημερομηνία : 8/4/2024



Αρχεία με supports στο Preform

Εκτυπωτής : Form 3+

Τύπος εκτυπωτή : SLA

Resin : Grey Pro V1

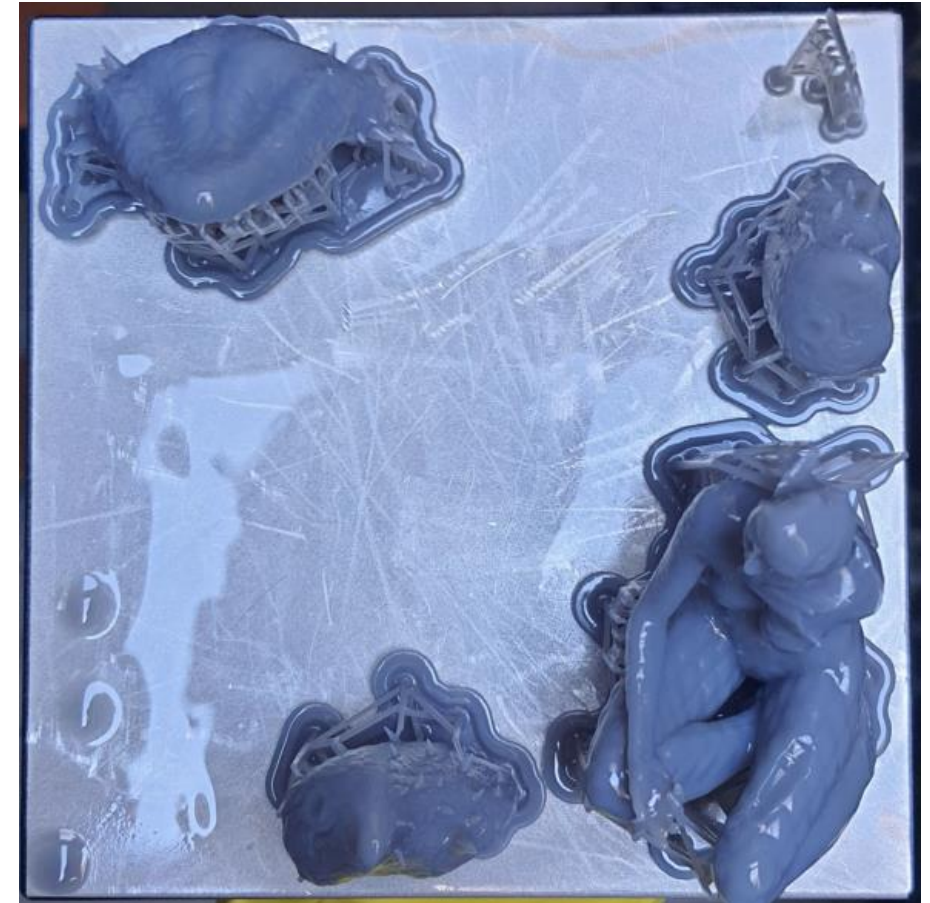
Layer Thickness : 0.05 mm

Layers : 1704

Χρόνος εκτύπωσης : 14 ώρες
και 15 λεπτά

Ογκομέτρηση : 64.62 ml

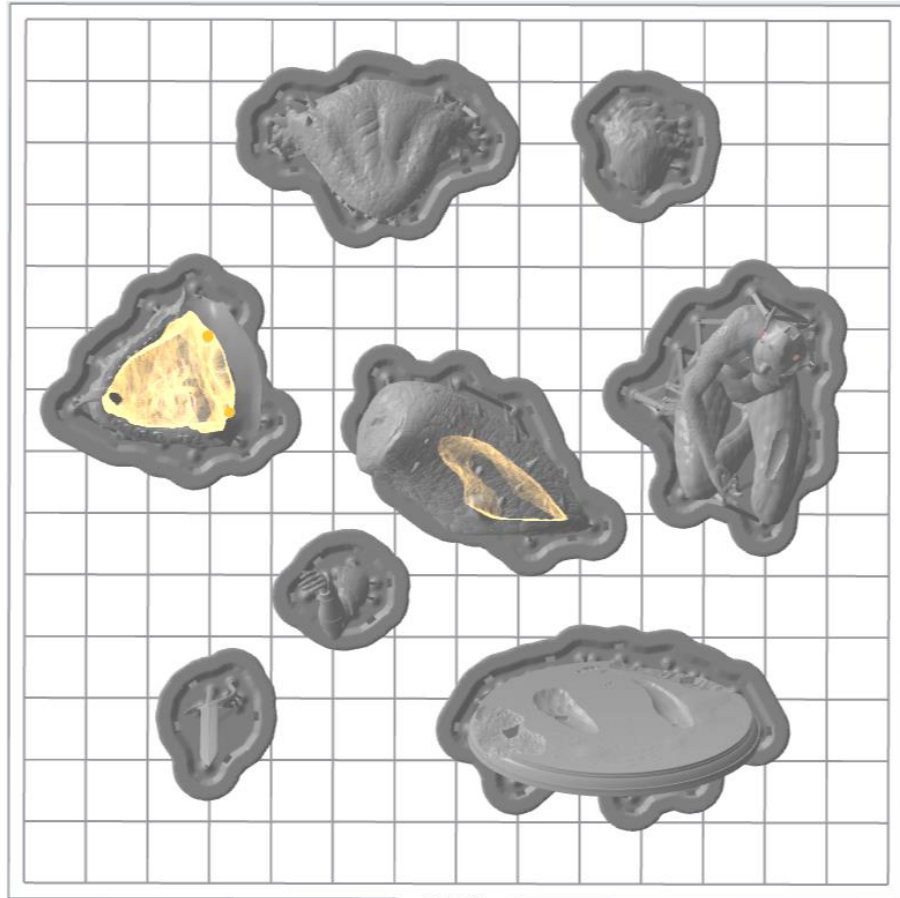
Κόστος : 14.02 €



Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Σε αυτήν την εκτύπωση έκανα 2 απαραίτητες αλλαγές για να δω αν θα εκτυπωθούν σωστά τα απαραίτητα αρχεία. Άλλαξα την θέση τους και την έβαλα σε θέση που είχα σωστή εκτύπωση για να δω αν είναι πρόβλημα του εκτυπωτή. Επίσης άλλαξα την βάση των support, την έκανα να έχει full raft και αύξησα κατά ελάχιστο το πάχος των στηριγμάτων. Το αποτέλεσμα της εκτύπωσης ήταν χωρίς κανένα λάθος. Άρα το πρόβλημά μου ήταν τα στηρίγματα.

Εκτύπωση σε 3D Printer 4η



Αρχεία με supports στο Preform

Ημερομηνία : 10/4/2024

Εκτυπωτής : Form 3+

Τύπος εκτυπωτή : SLA

Resin : Grey Pro V1

Layer Thickness : 0.05 mm

Layers : 1077

Χρόνος εκτύπωσης : 9 ώρες

Ογκομέτρηση : 45.88 ml

Κόστος : 9.95 €

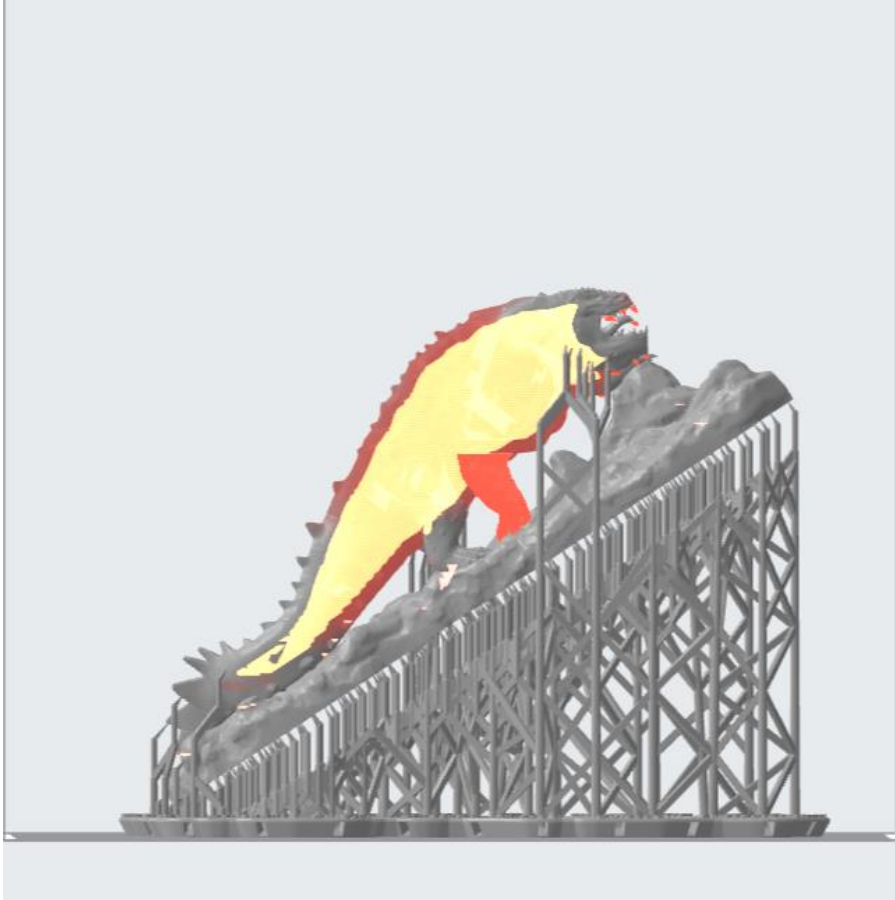


Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Η εκτύπωση βγήκε χωρίς προβλήματα, όπως είχα διαπιστώσει το σφάλμα ήταν λόγο στηριγμάτων. Η συγκεκριμένη μινιατούρα των 75mm εκτυπώθηκε για δεύτερη φορά.

Εκτύπωση σε 3D Printer 5η

Ημερομηνία : 17/4/2024



Αρχεία με supports στο Preform

Εκτυπωτής : Form 3+

Τύπος εκτυπωτή : SLA

Resin : Grey Pro V1

Layer Thickness : 0.05 mm

Layers : 1725

Χρόνος εκτύπωσης : 13 ώρες

Ογκομέτρηση : 47.15 ml

Κόστος : 10.23 €

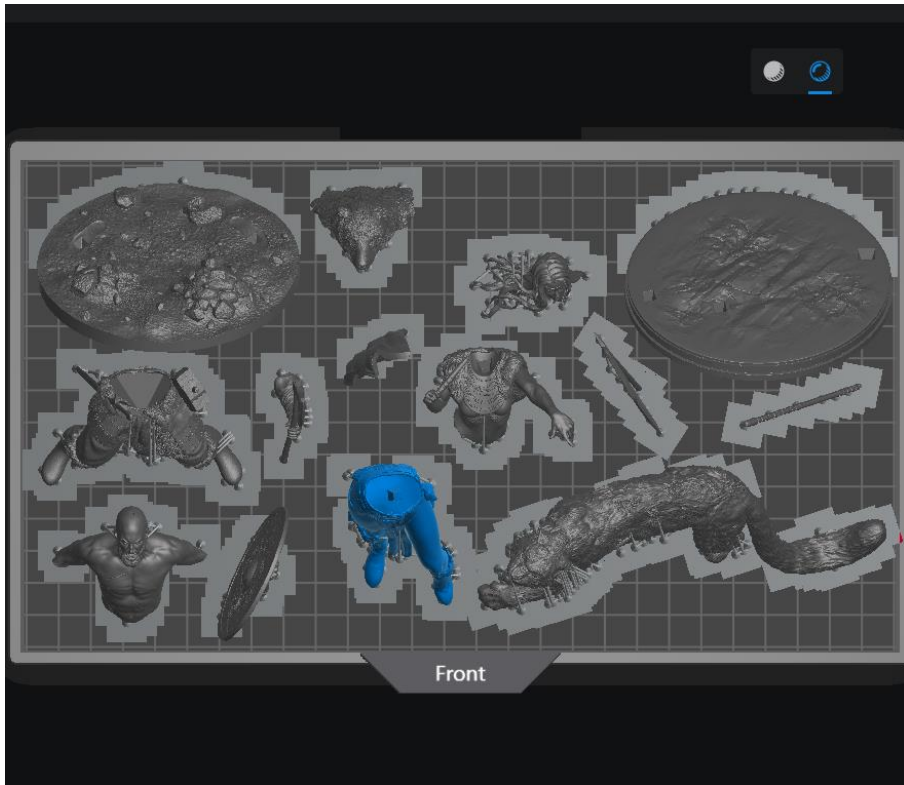


Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Σε αυτήν την εκτύπωση επιχείρησα να εκτυπώσω το μοντέλο χωρίς να το κόψω σε κομμάτια. Παρόλο που η εκτύπωση βγήκε ως ένα βαθμό ικανοποιητική, παρατηρούνται κάποια ορατά layer lines τα οποία είναι άγνωστο ως προς το τι τα δημιούργησε.

Εκτύπωση σε 3D Printer 6η

Ημερομηνία : 21/4/2024



Αρχεία με supports στο Chitubox

Εκτυπωτής : Elegoo Saturn 4 Ultra

Τύπος εκτυπωτή : DLP

Resin : Elegoo 8k Standard

Layer Thickness : 0.02 mm

Layers : 3729

Χρόνος εκτύπωσης : 5 ώρες και 44 λεπτά

Ογκομέτρηση : 70.32 ml

Κόστος : 1.40 €



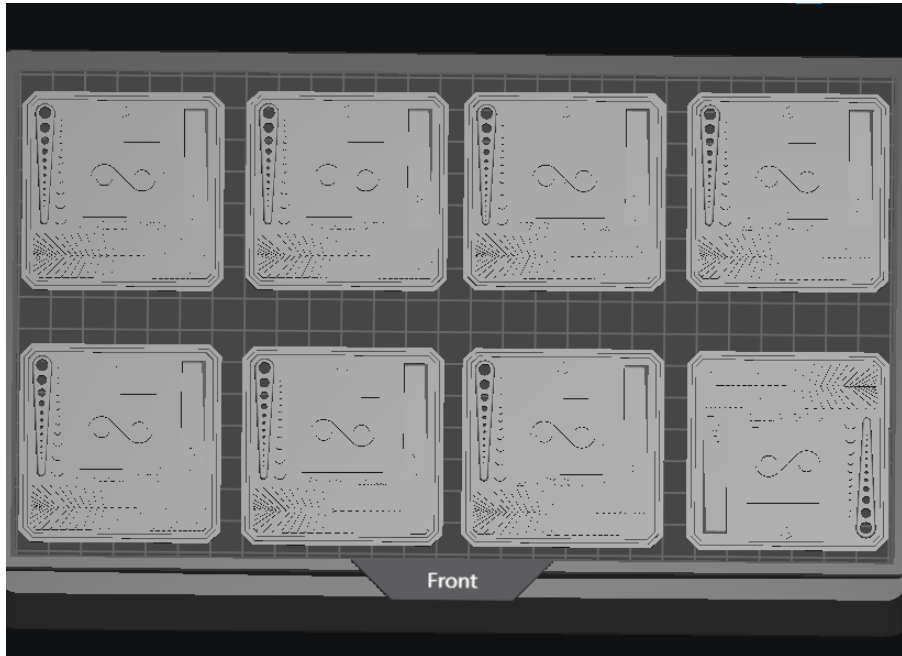
Αποτέλεσμα εκτύπωσης



Οι εκτυπώσεις σε σχέση με τον προηγούμενο εκτυπωτή βγήκαν πολύ καλές. Όμως για την καλύτερη λεπτομέρεια χρειάζεται να γίνει calibration ώστε να βρω τις καλύτερες ρυθμίσεις για την συγκεκριμένη ρητίνη. Υψηλή ποιότητα σε σχέση με το κόστος ρητίνης και χρόνου εκτύπωσης.

Εκτύπωση σε 3D Printer 7η

Ημερομηνία : 23/4/2024



Αρχεία (δεν χρειάζονται τα συγκεκριμένα supports) στο Chitubox

Εκτυπωτής : Elegoo Saturn 4 Ultra

Τύπος εκτυπωτή : DLP

Resin : Elegoo 8k Standard

Layer Thickness : 0.02 mm

Layers : 70

Χρόνος εκτύπωσης : 17 λεπτά

Ογκομέτρηση : 13.21 ml

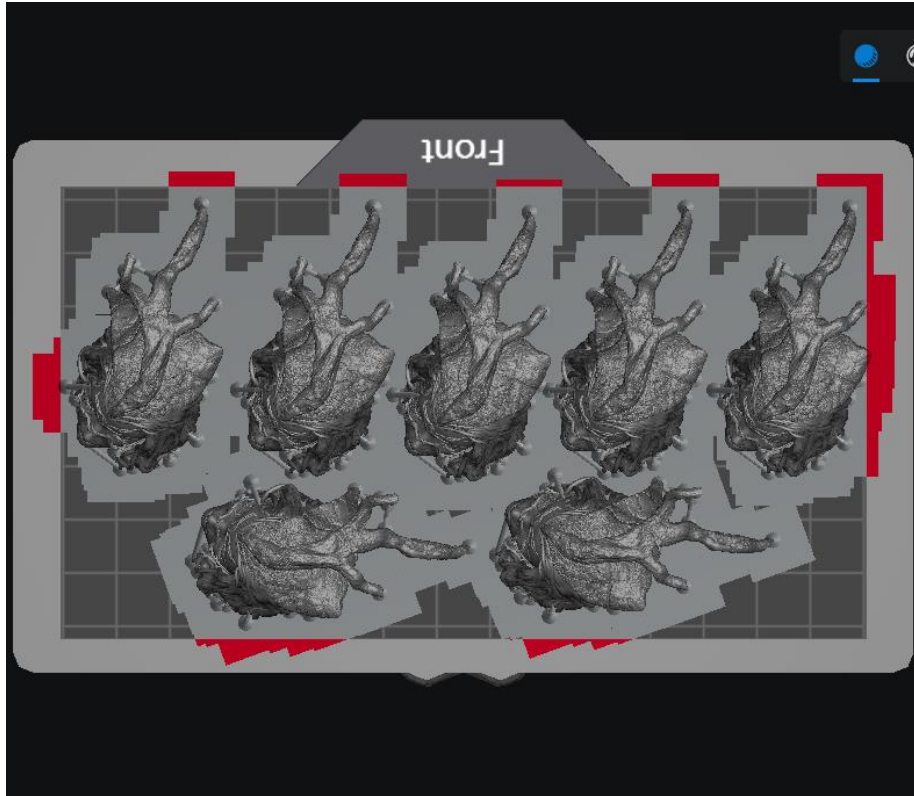
Κόστος : 0.26 €



Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Αυτή η εκτύπωση είναι πολύ σημαντική για να βρω πόση ώρα πρέπει ιδανικά να εκτεθεί στο φως κάθε layer σε 0.02 thickness με την συγκεκριμένη ρητίνη, ώστε να έχω όσο το δυνατόν πιο μεγάλη λεπτομέρεια. Συγκρίνοντας τις εκτυπώσεις, διαπίστωσα ότι η εκτύπωση με την έκθεση 1.9s / layer ήταν η σωστότερη επιλογή στην περίπτωση αυτήν. Αν αλλάξω ρητίνη ή layer thickness θα πρέπει να ξανακάνω την ίδια διαδικασία ώστε να βρω το καλύτερο δυνατό exposure time.

Εκτύπωση σε 3D Printer 8η



Αρχεία με supports στο Chitubox

Εκτυπωτής : Anycubic Photon

Τύπος εκτυπωτή : DLP

Resin : Ameralabs AMD-3
Advanced Modeling

Layer Thickness : 0.025 mm

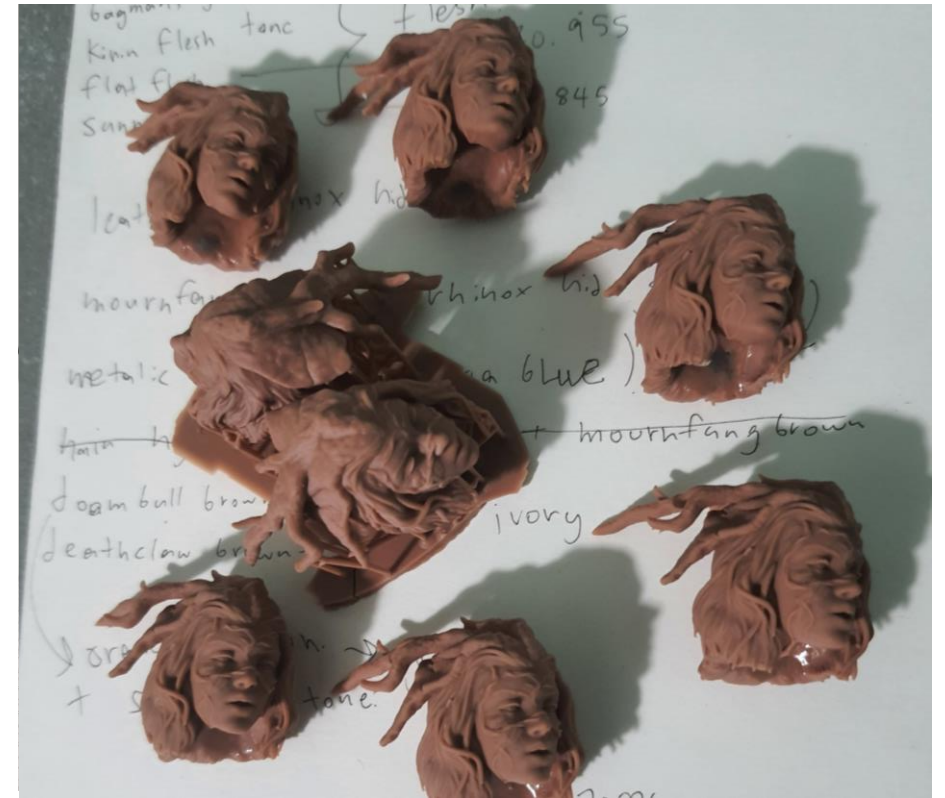
Layers : 1461

Χρόνος εκτύπωσης : 6 ώρες
και 24 λεπτά

Ογκομέτρηση : 29.34 ml

Κόστος : 2.70 €

Ημερομηνία : 25/4/2024

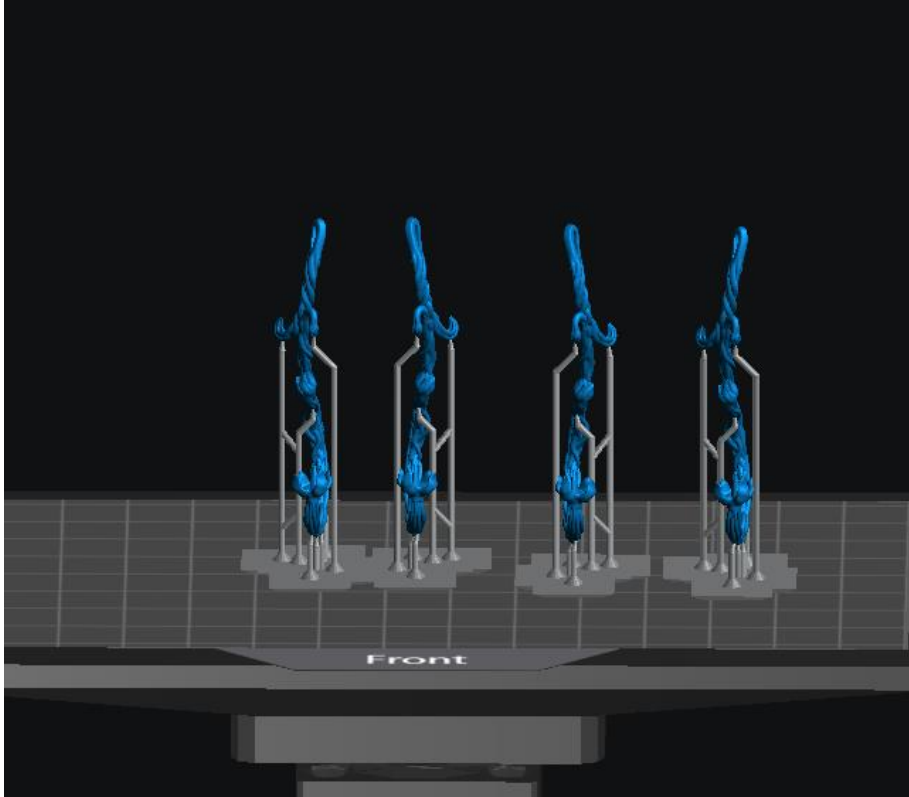


Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Οι εκτυπώσεις βγήκαν σωστές, αλλά η λεπτομέρεια υστερεί σε σχέση με τον Saturn 4 Ultra. Επίσης ο Anycubic Photon έχει μικρότερο χώρο εκτύπωσης και είναι πιο αργός. Η ρητίνη που χρησιμοποίησα κοστίζει περισσότερο από την ρητίνη που χρησιμοποίησα με τον Saturn 4 Ultra. Αλλά τα αποτελέσματα είναι αρκετά καλά για την τιμή του μηχανήματος.

Εκτύπωση σε 3D Printer 9η

Ημερομηνία : 26/4/2024



Αρχεία με supports στο Chitubox

Εκτυπωτής : Anycubic Photon

Τύπος εκτυπωτή : DLP

Resin : Ameralabs AMD-3
Advanced Modeling

Layer Thickness : 0.025 mm

Layers : 1799

Χρόνος εκτύπωσης : 7 ώρες
και 51 λεπτά

Ογκομέτρηση : 1.54 ml

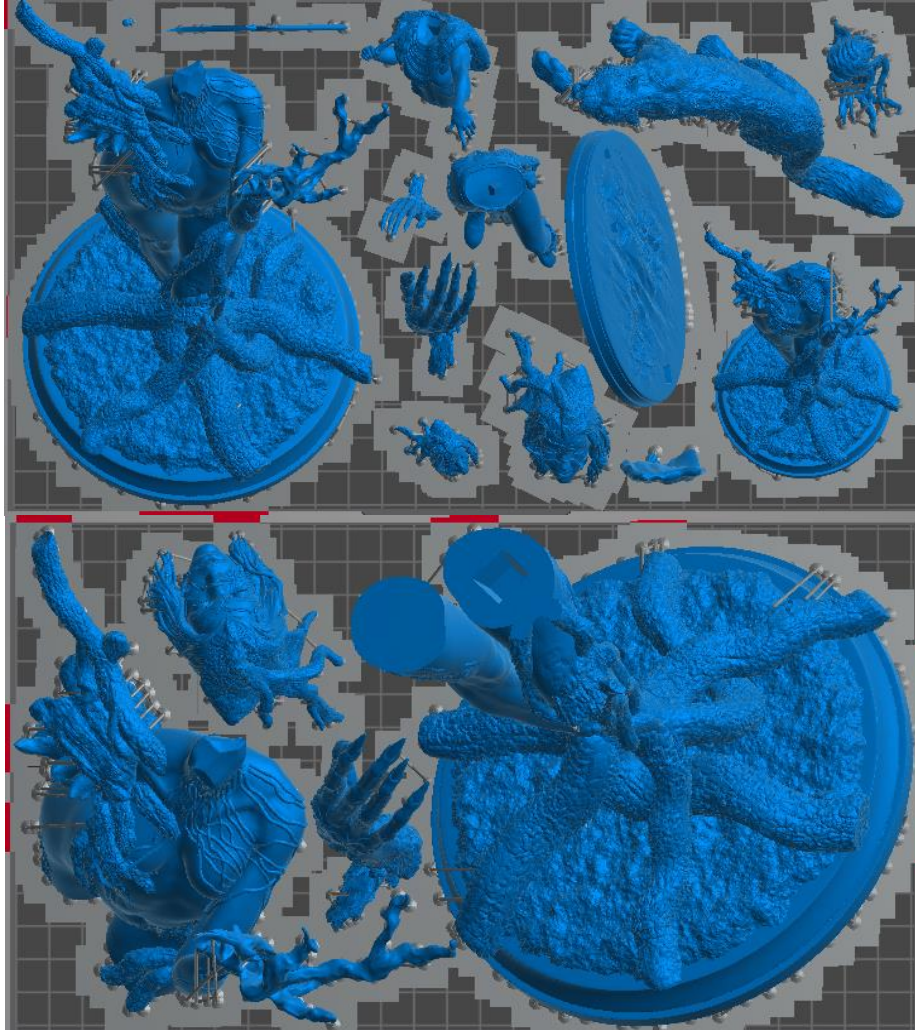
Κόστος : 0.14 €



Αποτέλεσμα εκτύπωσης

Οι εκτυπώσεις βγήκαν αρκετά ικανοποιητικές, η λεπτομέρεια πολύ καλή για την συγκεκριμένη κλίμακα. Δεν υπήρχε κάποιο σφάλμα στην εκτύπωση. Τα στηρίγματα αφαιρέθηκαν χωρίς να φαίνονται έντονα τα σημάδια.

Εκτύπωση σε 3D Printer 10 και 11



Αρχεία με supports στο Chitubox

Οι καλύτερες εκτυπώσεις, με την περισσότερη λεπτομέρεια από την πιο μικρή κλίμακα μέχρι και την πιο μεγάλη. Τα στηρίγματα βγήκαν χωρίς να αφήσουν ίχνη ζημιάς. Οι εκτυπώσεις για το μέγεθος και τον όγκο τους έγιναν σε πολύ γρήγορη ταχύτητα και πολύ οικονομικά όσο αφορά το κόστος.

Ημερομηνία : 28/4/2024 και 30/4/2024

Εκτυπωτής : Elegoo Saturn 4 Ultra

Τύπος εκτυπωτή : DLP

Resin : Elegoo 8k Standard

Layer Thickness : 0.02 mm

Layers : 10959 , 9526

Χρόνος εκτύπωσης : 16 ώρες και 30 λεπτά ,
14 ώρες και 22 λεπτά

Ογκομέτρηση : 149.48 ml , 221.10 ml

Κόστος : 2.98 € , 4,42 €

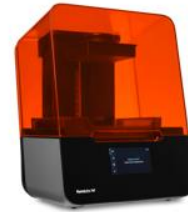


Αποτέλεσμα εκτύπωσης



Οι εκτυπωτές που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία είναι οι : Form 3+ , Anycubic Photon και ο Saturn 4 Ultra.

Ο Form 3+ είναι ο εκτυπωτής που έχει το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής και οι εκτυπώσεις που έγιναν με αυτόν έχουν αρκετή λεπτομέρεια. Όμως οι ρυθμίσεις του δεν μπορούν να αλλάξουν και για κάθε ρητίνη έχει άλλα preset. Θα είχε περισσότερο ανάλυση η εκτύπωση του αν το preset της ρητίνης του επέτρεπε να γίνει εκτύπωση στα 0.01mm layer thickness. Πολύ ακριβός εκτυπωτής και πολύ ακριβά αναλώσιμα. Έχει έξυπνες τεχνολογίες για να καθαρίσει το δοχείο με την ρητίνη και για να την ανακατεύει. Ο anycubic photon, με τις κατάλληλες ρυθμίσεις και με μια πολύ καλή ρητίνη, μπορεί να φτάσει στην ανάλυση και να εκτυπώσει λίγο καλύτερα από τον Form 3+ στο προηγούμενο preset (επειδή το layer thickness ήταν κλειδωμένο). Πολύ μικρότερος χώρος εκτύπωσης, άρα για να γίνει εκτύπωση 1 φιγούρας μερικές φορές απαιτούνται 2 και 3 εκτυπώσεις επειδή δεν χωράνε όλα τα κομμάτια. Ο εκτυπωτής δεν περιορίζει την ρητίνη που μπορείς να χρησιμοποιήσεις, απλά έχει πολύ μεγάλο exposure time δηλαδή 6-7 δευτερόλεπτα για να κάνει cure κάθε layer. Τέλος, η καλύτερη επιλογή για μένα, ο Saturn 4 Ultra, ένας καινούργιος εκτυπωτής με καινούργιες τεχνολογίες που δεν έχει κανέναν άλλος εκτυπωτής μέχρι στιγμής. Η ρητίνη της ίδιας εταιρίας πάρα πολύ οικονομική και οι λεπτομέρειες με τον συνδυασμό τους δεν συναγωνίζεται κανέναν αυτής της λίστας (ίσως ούτε αν ο Form 3+ είχε τα καλύτερα preset).



Form 3+

XY 85μm

Layer thickness 0.05 = 50μm

4890 euro



217 euro



Anycubic photon

XY 47μm

Layer thickness 0.025 = 25μm

200 euro



92 euro



Saturn 4 ultra

XY 19μm x 24μm

Layer thickness 0.01 = 10μm

399 euro on Preorder



20 euro