IO2-A2: ΔΙΠΛΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ

3D2ACT:

ΕΝΙΣΧΥΟΝΤΑΣ ΤΟ INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ ΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ 3D ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ: ΕΝΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΒΙΩΣΙΜΟ ΜΕΛΛΟΝ

Συντάκτης (ες) **POLITEKNIKA IKASTEGIA TXORIERRI S.COOP, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

Η υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την παραγωγή αυτής της δημοσίευσης δεν συνιστά έγκριση του περιεχομένου, το οποίο αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις των συγγραφέων και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα ανακοίνωση αντανακλά τις απόψεις μόνο του συγγραφέα και η Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν. "3D2ACT-Fostering industry 4.0 and 3D technologies through social entrepreneurship: an innovative programme for a sustainable future" Αριθμός έργου: 2020-1-EL01-KA202-078957

IO2-A2: ΔΙΠΛΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΑΚΡΩΝΥΜΙΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:

3D2ACT

ΤΙΤΛΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:

ΕΝΙΣΧΥΟΝΤΑΣ ΤΟ INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ ΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ 3D ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ: ΕΝΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΕΝΑ ΒΙΩΣΙΜΟ ΜΕΛΛΟΝ

PROJECT NUMBER:

2020-1-EL01-KA202-078957

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ:

https://3d2act.eu/

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ: ΛΙΣΤΑ ΤΩΝ PARTNERS

- **ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ" (ΕΛΛΑΔΑ)**
- **EUROPEAN DIGITAL LEARNING NETWORK** (Italy)
- **POLITEKNIKA IKASTEGIA TXORIERRI S.COOP** (Spain)
- **A & A EMPHASYS INTERACTIVE SOLUTIONS Ltd** (Cyprus)
- **STICHTING INCUBATOR** (Netherlands)
- **ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΡΗΤΗΣ** (Ελλάδα)
- **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ** (Ελλάδα)

Attribution-NonCommercial
4.0 International (CC BY-NC 4.0)

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3.2

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3.2	
Κεφάλαιο 3.2	Τελική επεξεργασία των τρισδιάστατων εκτυπώσεων
Εξοπλισμός (εάν χρειάζεται)	Προτζέκτορας, Υπολογιστής με πρόσβαση στο Internet, 3D εκτυπωτής, κόφτες, ισχυρή κόλλα στιγμής, γυαλόχαρτο ή λίμες, βίδες και κατσαβίδι. Προαιρετικά: πολυεργαλείο, τρυπάνι
Διάρκεια	1,5 ώρα
Σύντομη Περιγραφή	Σε αυτό το φύλλο εργασίας θα μάθουμε σχετικά με τις πιο συνήθεις **δραστηριότητες τελικής επεξεργασίας** όπως είναι η χρήση γυαλόχαρτου, το γέμισμα, η συγκόλληση, το βάψιμο, η συναρμολόγηση των κομματιών κτλ.
Αποτελέσματα Εκμάθησης	Κατανόηση των πιο συνηθισμένων εργασιών τελικής επεξεργασίας που εφαρμόζονται σε ένα εκτυπωμένο τρισδιάστατο μοντέλο.
	Κατανόηση του πώς γίνεται η συναρμολόγηση εκτυπώσεων που αποτελούνται από πολλά κομμάτια και εκτέλεση οδηγιών.
	Απόκτηση οριζόντιων δεξιοτήτων: Φαντασία, Δημιουργικότητα, Ευρηματικότητα, Επικοινωνία (δεξιότητες καλού ακροατή και εκφοράς του λόγου), Συντονισμός, Δεξιότητες Οργάνωσης, Ομαδικότητα, Δεξιότητες Συνεργασίας, Επίλυση Προβλημάτων, Λήψη Αποφάσεων, Κριτική Σκέψη, Ευελιξία/Προσαρμοστικότητα, Πειραματισμός, Αυτοσχεδιασμός, Κατανόηση της Κατάστασης, Επικέντρωση σε μια συγκεκριμένη εργασία, Διαχείριση Χρόνου, Ορισμός Στόχου, Υπομονή
Δραστηριότητες	
Δραστηριότητα 1	Παρουσίαση 3.2.1
Στόχος της Δραστηριότητας	Μαθαίνουμε για τις πιο συνήθεις εργασίες τελικής επεξεργασίας
Διάρκεια	30 λεπτά

CC BY NC

Τύπος Δραστηριότητας	Παρουσίαση
Διδακτικοί Στόχοι	Διάφοροι τρόποι καθαρισμού, λείανσης και σύνδεσης των εκτυπωμένων τρισδιάστατων μοντέλων
Πηγές	Φύλλο Εργασίας 3.2 / Παρουσίαση 1
Δραστηριότητα 2	Άσκηση 3.2.2
Στόχος της Δραστηριότητας	«Τεμαχισμός» και εκτύπωση των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών
Διάρκεια	20 λεπτά
Τύπος Δραστηριότητας	Φύλλο Εργασίας
Διδακτικοί Στόχοι	Αλλαγή της τοποθέτησης των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών για να ελαχιστοποιήσουμε την χρήση υλικού για τα στηρίγματα
Πηγές	Φύλλο Εργασίας 3.2 / Άσκηση 1
Δραστηριότητα 3	Άσκηση 3.2.3
Στόχος της Δραστηριότητας	Τελική επεξεργασία και συναρμολόγηση των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών
Διάρκεια	40 λεπτά
Τύπος Δραστηριότητας	Φύλλο Εργασίας
Διδακτικοί Στόχοι	Αφαίρεση των στηριγμάτων, γέμισμα και τρίψιμο. Ορθή στοίχιση και συναρμολόγηση των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών.
Πηγές	Φύλλο Εργασίας 3.2 / Άσκηση 2
Περαιτέρω Ανάγνωση	
Πώς να καθαρίσετε τις 3D εκτυπώσεις: FDM και εξαρτήματα ρητίνης	https://all3dp.com/2/cleaning-3d-prints-post-processing/

CC BY NC

10 Μέθοδοι για Τελική Επεξεργασία μιας τρισδιάστατης εκτύπωσης	https://all3dp.com/2/fdm-3d-printing-post-processing-an-overview-for-beginners/
Οδηγός τελικής επεξεργασίας 3D εκτυπωμένων εξαρτημάτων: 16 μέθοδοι	https://bigrep.com/post-processing/
Τελική επεξεργασία τρισδιάστατων εκτυπώσεων βήμα προς βήμα	https://blog.prusa3d.com/postprocessing-of-3d-prints-step-by-step_29270/

CC BY NC

Φύλλο Εργασίας της Δραστηριότητας 3.2

Επίπεδο 3 (Προχωρημένο Επίπεδο: Εξειδικευμένες Ικανότητες)

Κεφάλαιο 3.2 Τελική Επεξεργασία των Τρισδιάστατων Εκτυπώσεων

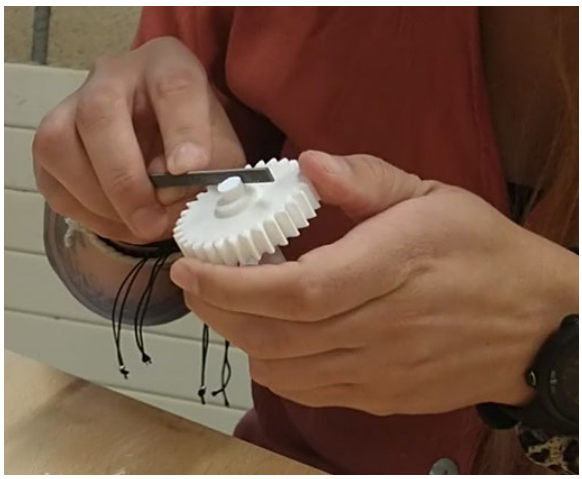
Φύλλο Εργασίας της Δραστηριότητας 3.2

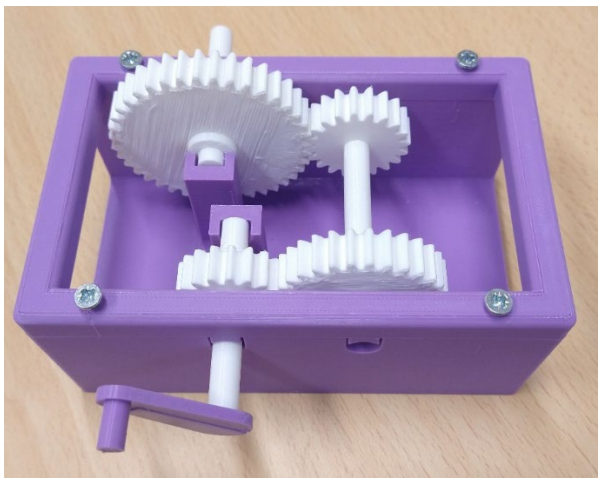
Η διαδικασία εναπόθεσης διαδοχικών στρωμάτων κατά την τρισδιάστατη εκτύπωση, από τη φύση της δημιουργεί ανεπιθύμητες παραμορφώσεις και εμφανείς γραμμές μεταξύ των στρωμάτων στο τελικό προϊόν. Πολλές από αυτές τις ατέλειες μπορούν να αντιμετωπιστούν με διαφορετικές μεθόδους τελικής επεξεργασίας.

Σε αυτό το φύλλο εργασίας θα δούμε και θα εφαρμόσουμε τις πιο συνήθεις διαδικασίες τελικής επεξεργασίας στο κιβώτιο γραναζιών που συναρμολογήσαμε στο προηγουμένως, στο κεφάλαιο 3.1. Πιο συγκεκριμένα.

- θα αναλύσουμε διάφορες εργασίες τελικής επεξεργασίας
- θα τεμαχίσουμε, θα εκτυπώσουμε τρισδιάστατα και θα καθαρίσουμε τα κομμάτια του κιβωτίου γραναζιών του κεφαλαίου 3.1
- θα συναρμολογήσουμε όλα τα κομμάτια για να κατασκευάσουμε ένα λειτουργικό κιβώτιο γραναζιών

Το τελικό αποτέλεσμα θα μοιάζει όπως αυτό της εικόνας στα δεξιά.





CC BY NC

Παρουσίαση 1: Μαθαίνουμε τις πιο Κοινές Εργασίες Τελικής Επεξεργασίας

Τα περισσότερα τρισδιάστατα εκτυπωμένα μοντέλα απαιτούν τελική επεξεργασία (post-processing) μετά την εκτύπωση, για τρεις κυρίως λόγους:

- για να βελτιωθεί η εμφάνιση του εκτυπωμένου κομματιού (για λόγους αισθητικής)
- για να διευκολυνθεί η συναρμολόγηση εκτυπώσεων που αποτελούνται από πολλά κομμάτια
- για να βελτιωθεί η ανθεκτικότητα και/ή άλλες ιδιότητες του κομματιού

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι και τεχνικές τελικής επεξεργασίας και θα παρουσιάσουμε εν συντομία τις πιο κοινές.

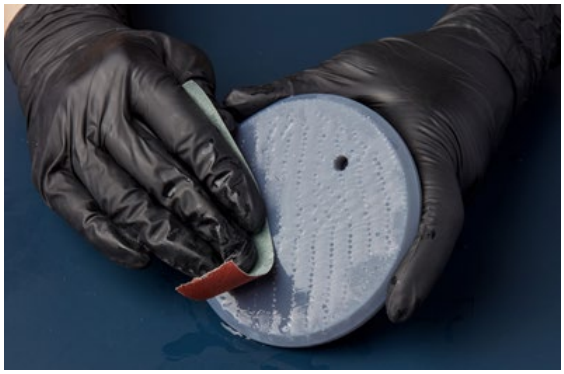
<u>Καθαρισμός και προετοιμασία των εκτυπώσεων</u>

Από τα πιο βασικά βήματα τελικής επεξεργασίας είναι η απάλειψη ανεπιθύμητων ατελειών.

- **Απομάκρυνση των στηριγμάτων.** Μπορείτε να τα αφαιρέσετε με τα χέρια σας (συνήθως αφαιρούνται εύκολα) ή να τα κόψετε με μια πένσα. Θα πρέπει να είστε προσεκτικοί για να μην προκαλέσετε ζημιά στο μοντέλο. Αν για τα στηρίγματα έχετε χρησιμοποιήσει υλικό που διαλύεται σε υγρό όπως για παράδειγμα PLA, μπορείτε να τα αφαιρέσετε εύκολα χρησιμοποιώντας νερό.

- **Τρίψιμο**. Οι περισσότερες τρισδιάστατες εκτυπώσεις έχουν ελαφρώς τραχιά επιφάνεια και ο πιο εύκολος τρόπος για να τις λειάνετε είναι με χρήση γυαλόχαρτου. Μπορείτε να ξεκινήσετε με ένα ψιλό γυαλόχαρτο (150-400 κόκκων) και να συνεχίσετε με πιο λεπτόκοκκο (έως 2000 κόκκων). Βρέξτε την επιφάνεια στην αρχή και κάντε κυκλικές κινήσεις.

CC BY NC



<u>Τεχνικές φινιρίσματος</u>

Για να απομακρύνετε τις ορατές γραμμές μεταξύ των στρωμάτων έτσι ώστε να έχετε μια πιο ομαλή επιφάνεια, μπορείτε να βάψετε, να ισιώσετε και να περάσετε με βερνίκι τις τρισδιάστατες εκτυπώσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στόκο πλαστικών για να καλύψετε ανεπιθύμητες τρύπες, αν υπάρχουν.

Προκειμένου να προετοιμάσετε την επιφάνεια για βάψιμο, ίσως απαιτείται να χρησιμοποιήσετε σαν βάση αστάρι (μπογιά ή σπρέι). Το αστάρωμα και το βάψιμο συνιστάται να εκτελούνται σε έναν καλά αεριζόμενο ή σε εξωτερικό χώρο. Θα πρέπει να φοράτε πάντα μάσκα για να αποφύγετε την εισπνοή αναθυμιάσεων.

Σε κάποιες περιπτώσεις θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε γυαλιστερό βερνίκι (για παράδειγμα σπρέι πολυουρεθάνης που στεγνώνει γρήγορα) ή εποξική ρητίνη για την προστασία του τελευταίου στρώματος.

Ένα άλλος τρόπος για να καλύψετε τις περισσότερες μικρές ατέλειες που μειώνει την ανάγκη για τρίψιμο και άλλες εργασίες τελικής επεξεργασίας, είναι να περάσετε μια στρώση διαφανούς χρώματος σε σπρέι.

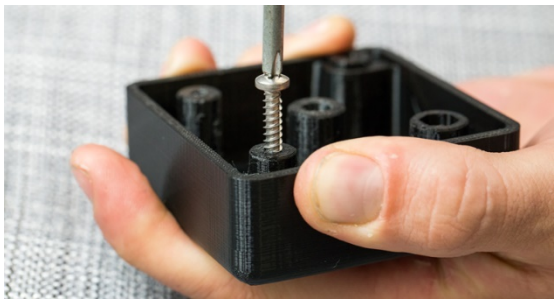
CC BY NC

<u>Συναρμολόγηση των κομματιών</u>

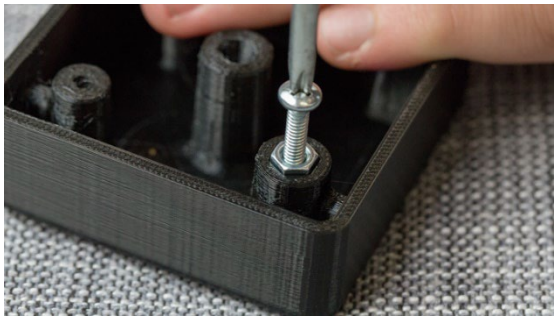
- **Συγκολλήσεις.** Χρησιμοποιείστε ισχυρή κόλλα στιγμής (ή άλλα σχετικά προϊόντα) για να ενώσετε τα διάφορα κομμάτια μεταξύ τους. <u>Σημείωση:</u> Όταν χρησιμοποιούνται σε PLA, δεν έχουν όλες οι κόλλες στιγμής το ίδιο το αποτέλεσμα. Ειδικά για το ABS μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ασετόν αντί για κόλλα στιγμής.

- **Τοποθέτηση βίδας, ροδέλας ή άλλων υλικών**

Αυτοδιάτρητες βίδες



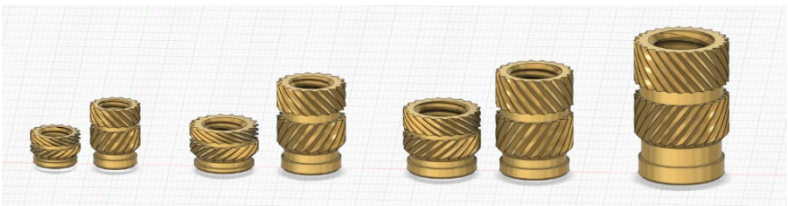
Τοποθέτηση παξιμαδιών

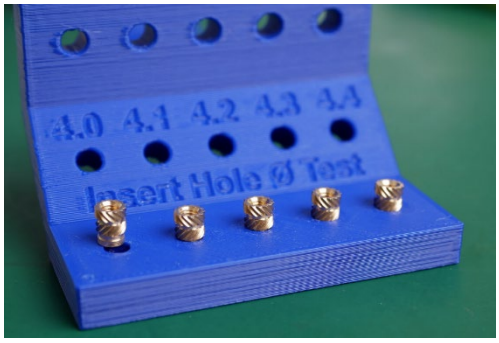


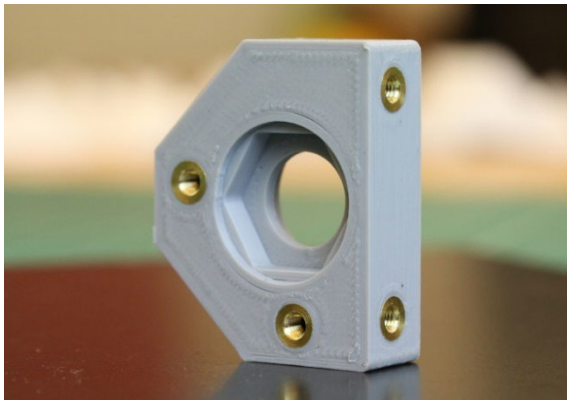
CC BY NC

Ανοίξτε σπειρώματα με κατάλληλα εργαλεία (κολαούζο)

- **Τοποθετείστε ούπες με σπείρωμα.** Οι ούπες με σπείρωμα είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος για να αυξήσετε το χρόνο ζωής των εκτυπωμένων τρισδιάστατων μοντέλων που απαιτούν βίδες. <u>Σημείωση:</u> θα χρειαστείτε κολλητήρι.







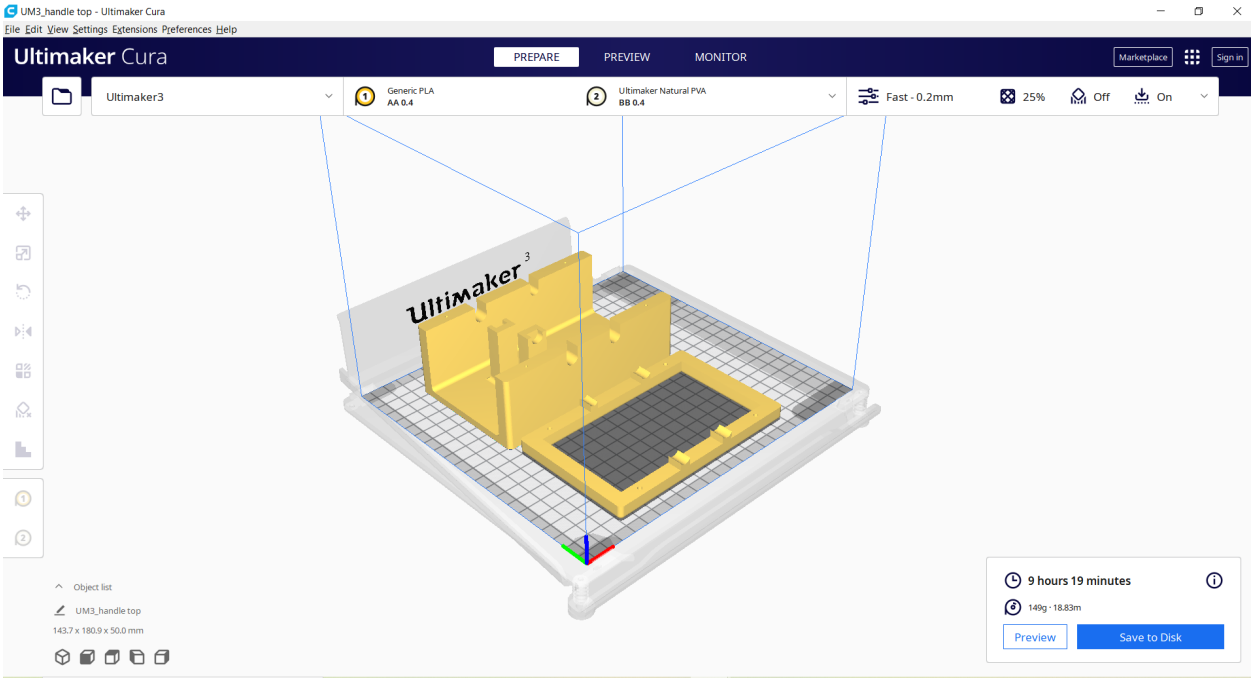
- **Ανόπτηση (σκλήρυνση διά πυρακτώσεως - annealing) του PLA για πιο ανθεκτικές τρισδιάστατες εκτυπώσεις.** Η θερμική επεξεργασία χρησιμοποιείται σαν τεχνική τελικής επεξεργασίας προκειμένου να αλλάξουν οι φυσικές ή οι χημικές ιδιότητες των υλικών. Για παράδειγμα, αν εφαρμοστεί σε κομμάτια από PLA, μπορεί να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους κατά 10-20% και να γίνουν λιγότερο εύθραυστα.

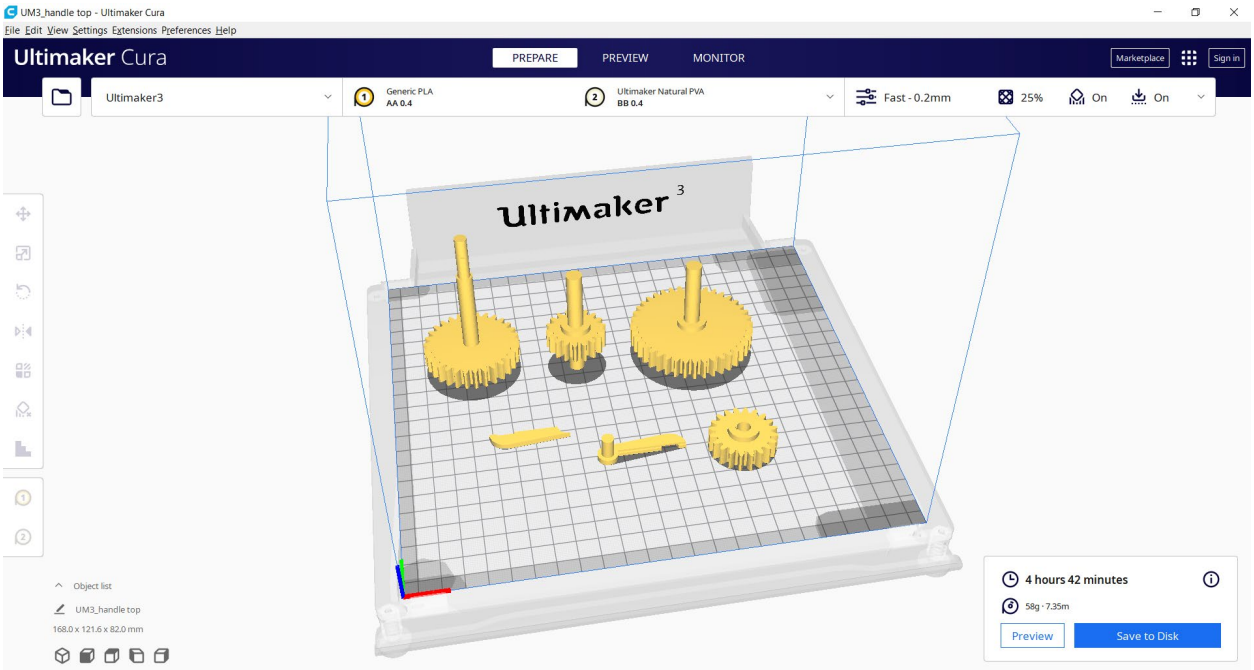
CC BY NC

Άσκηση 2: Τεμαχισμός και Εκτύπωση των Κομματιών του Κιβωτίου Γραναζιών

Ανοίξτε στο Cura (ή σε όποιο πρόγραμμα slicer χρησιμοποιείτε) τα αρχεία .stl των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών που δημιουργήσατε στο κεφάλαιο 3.1.

Μπορείτε να προσθέσετε αρκετά κομμάτια από αυτά στην επιφάνεια εκτύπωσης (ανάλογα με το μέγεθος του 3D εκτυπωτή). Για τα περισσότερα γρανάζια, θα χρειαστεί να ενεργοποιήσετε την επιλογή «Generate support».





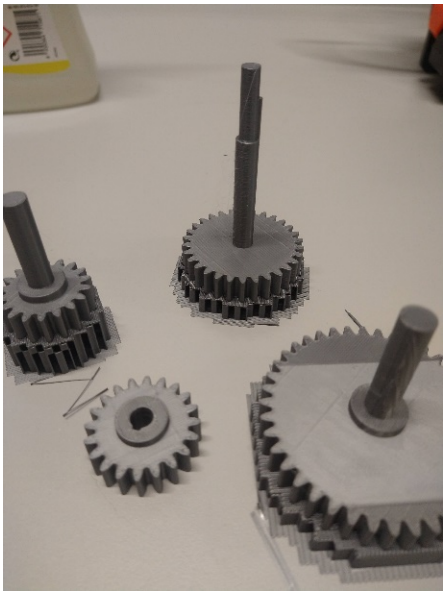
CC BY NC

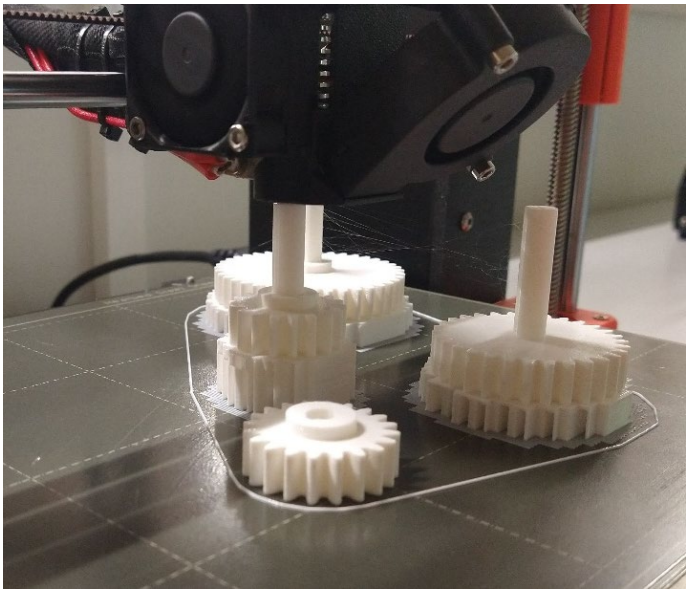
Αλλάξτε τον προσανατολισμό και/ή περιστρέψτε τα μοντέλα για να ελαχιστοποιήσετε τα στηρίγματα που θα χρειαστούν (έτσι θα μειωθεί ο χρόνος εκτύπωσης και η χρήση υλικών).

«Τεμαχίστε» τα μοντέλα σας χρησιμοποιώντας τις παρακάτω (ενδεικτικές) ρυθμίσεις:

1. Profile: Fast
2. Infill density: 25%.
3. Infill pattern: Triangle
4. Print speed: 80%.
5. Ενεργοποίηση “Generate support”

Τέλος, εκτυπώστε όλα τα κομμάτια.





CC BY NC

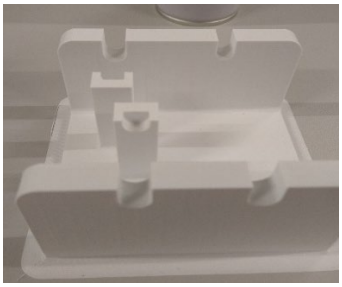
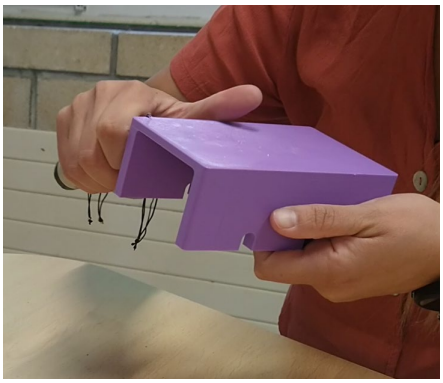
Άσκηση 3: Τελική Επεξεργασία και Συναρμολόγηση των Κομματιών του Κιβωτίου Γραναζιών

Σε αυτή τη δραστηριότητα, θα εφαρμόσουμε κάποιες από τις τεχνικές επεξεργασίας που μάθαμε στη δραστηριότητα 3.2.1 στα διάφορα κομμάτια του κιβωτίου γραναζιών.

Καθαρισμός και λείανση των κομματιών του κιβωτίου γραναζιών

Για τη σωστή συναρμολόγηση κομματιών του κιβωτίου γραναζιών και για να βελτιωθεί η εμφάνισή τους θα πρέπει να εκτελέσουμε τις παρακάτω εργασίες:

α. Αφαίρεση των στηριγμάτων

Προτεινόμενο εργαλείο	Χρήση του εργαλείου	Πώς;
Απογρεζωτής	Αφαίρεση του προεξέχοντος υλικού (skirt) του κομματιού 	
Κόφτες	Αφαίρεση των στηριγμάτων	

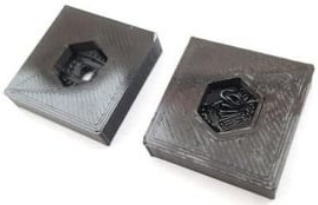
CC BY NC

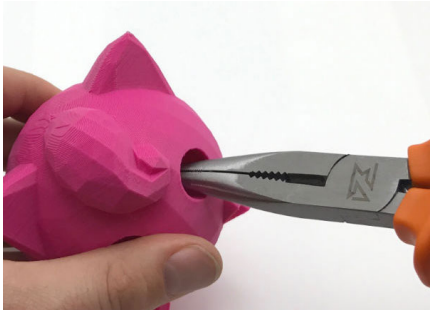
Κοπίδι πλαστικού

Αφαίρεση των στηριγμάτων

Μυτοτσίμπιδο

Αφαίρεση των στηριγμάτων από τις τρύπες

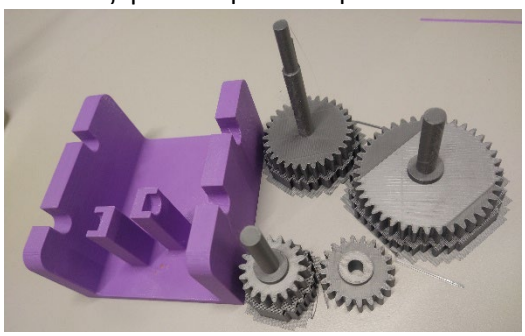


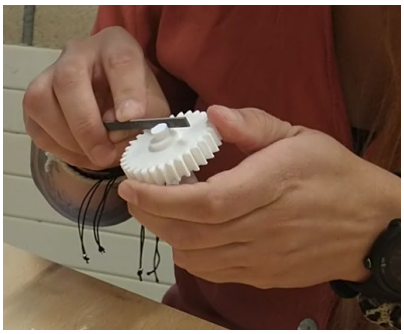


β. Λείανση και διορθώσεις στα κομμάτια

Λίμες

Εξομάλυνση των επιφανειών

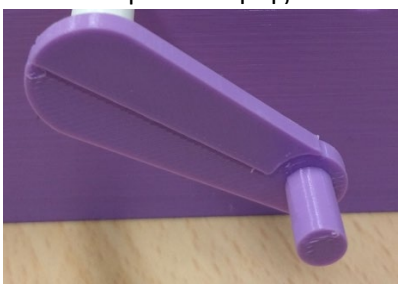




CC BY NC

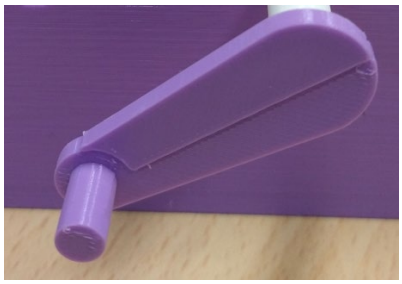
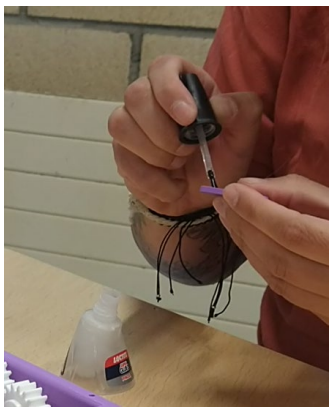
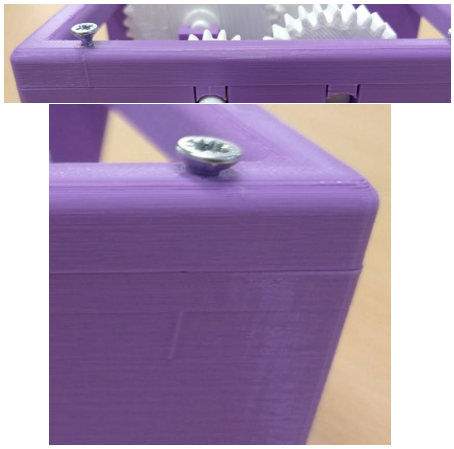
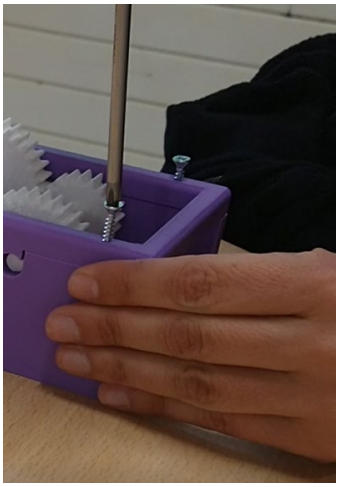
Γυαλόχαρτο

Για την εξομάλυνση των επιφανειών και την πιο αποτελεσματική δυνατότητα προσκόλλησης



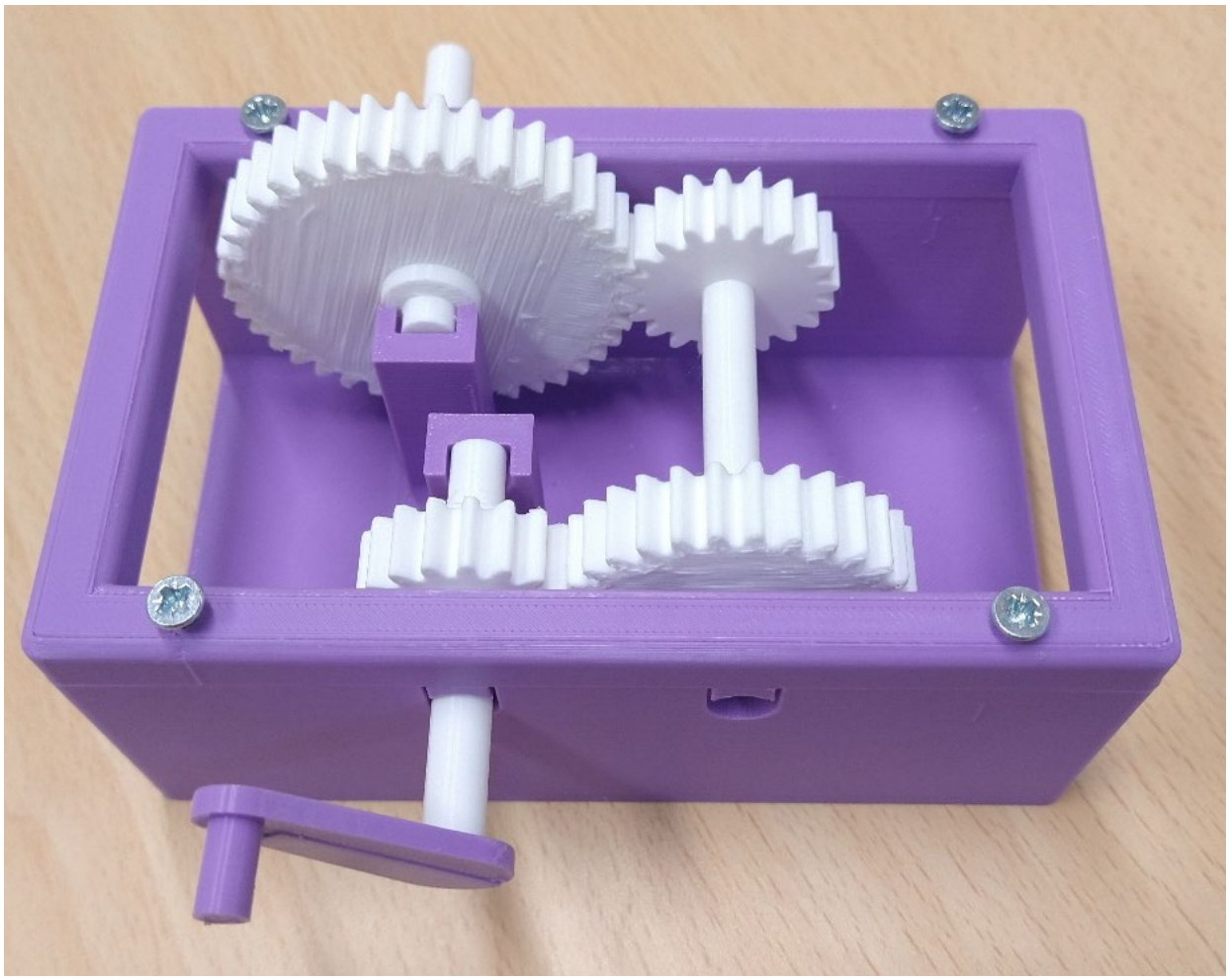
<u>Τελική συναρμολόγηση των εκτυπωμένων κομματιών του κιβωτίου γραναζιών</u>

Σε αυτό το τελευταίο στάδιο, παρουσιάζουμε πώς συναρμολογούμε και ενώνουμε τα διάφορα κομμάτια του κιβωτίου γραναζιών. Χρησιμοποιήσαμε κόλλα και αυτοδιάτρητες βίδες.

Απαραίτητο εργαλείο	**Χρήση του εργαλείου**	**Πώς;**
Ισχυρή κόλλα στιγμής	Για να κολλήσουν δύο κομμάτια μεταξύ τους 	
Βίδες και κατσαβίδι	Για να ενώσουμε δυο κομμάτια 	

CC BY NC

Το τελικό αποτέλεσμα μοιάζει με αυτό της παρακάτω εικόνας:



CC BY NC