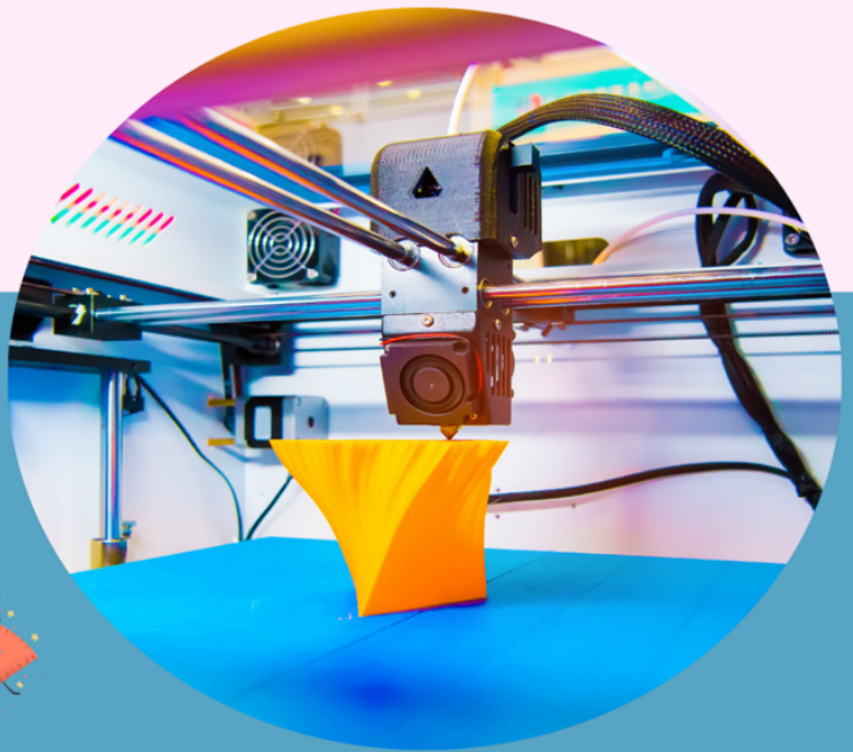


Εργαστηριακό Εγχειρίδιο Τρισδιάστατης Εκτύπωσης



Πρακτικές Συμβουλές & Κανόνες
Ασφαλείας για μια επιτυχημένη
Τρισδιάστατη Εκτύπωση



Με την τρισδιάστατη εκτύπωση να γίνεται όλο και πιο τάση σε πολλά σχολικά συμβούλια, η συμβολή και οι εισηγήσεις του εκπαιδευτικού προσωπικού των σχετικών κλάδων όσον αφορά την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας γίνεται όλο και πιο σημαντική. Τα σχολικά συμβούλια βρίσκονται συχνά σε αχαρτογράφητα νερά, καθώς καλούνται να αναπτύξουν τις εισηγήσεις τους ή/και να μοιραστούν οδηγίες σχετικά τη χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών, λαμβάνοντας υπόψη **την υγεία και την ασφάλεια** των μαθητών τους.



Εικόνα 1 / Δάσκαλος και μαθητές με τα αντικείμενα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Σε συνέχεια της **«Ενότητας του recreaMATHS στην Τρισδιάστατη Εκτύπωση»**, αυτό το **«Μη τυπικό εργαστηριακό εγχειρίδιο»** παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις τεχνικές πτυχές της διαδικασίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης (θερμοκρασίες, ρύθμιση κ.λπ.), παρέχοντας παράλληλα μια σαφή κατανόηση των λειτουργιών ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή.

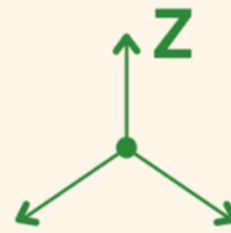


Τα μέρη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή

Εάν είστε αρχάριος και θέλετε να ξεκινήσετε με την τρισδιάστατη εκτύπωση, ο πρώτος σας τρισδιάστατος εκτυπωτής θα είναι πιθανότατα **τεχνολογίας FDM**. Το FDM είναι η πιο γνωστή διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης. Πρόκειται για μια τεχνική που εφαρμόζεται από τα πάνω προς τα κάτω και η οποία βασίζεται στην τήξη του νήματος και την εναπόθεσή σε διαδοχικά στρώματα υλικού σε μια πλάκα, σύμφωνα ένα μοντέλο τεμαχισμού (slicing software).



- Ο άξονας **X** είναι υπεύθυνος για τις **αριστερόστροφες/ δεξιόστροφες** κινήσεις
- Ο άξονας **Ψ** είναι υπεύθυνος για τις **όπισθεν/ έμπροσθεν** κινήσεις



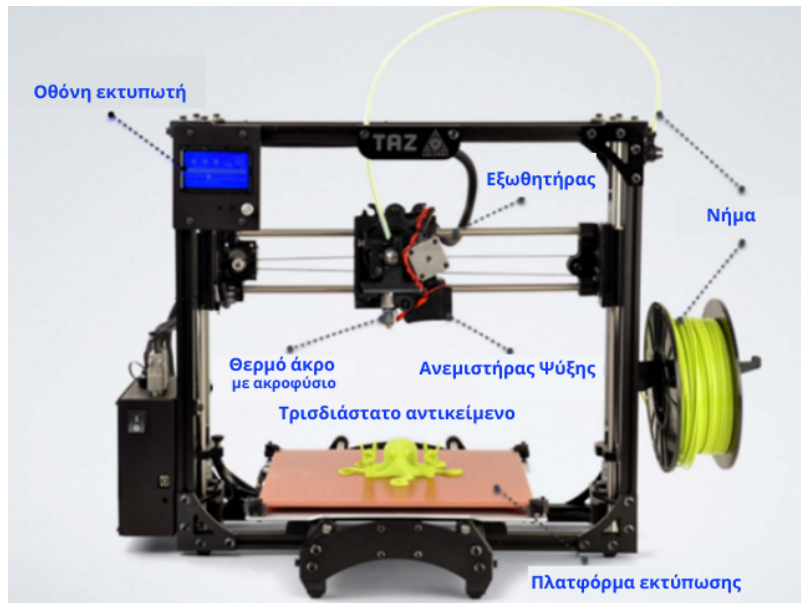
Ο άξονας **Z** είναι υπεύθυνος για τις κινήσεις **πάνω/ κάτω**

Ο ευκολότερος τρόπος για να κατανοήσετε πώς λειτουργεί η τεχνική του FDM είναι να μάθετε πρώτα τα μέρη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή. Πριν μιλήσουμε για τα συγκεκριμένα μέρη από τα οποία αποτελείται, αξίζει να αναφέρουμε ότι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές χρησιμοποιούν **τρεις άξονες: X, Ψ και Z**.

Οι άξονες X και Ψ είναι υπεύθυνοι για τις οριζόντιες αριστερόστροφες ή δεξιόστροφες κινήσεις, τις όπισθεν και τις έμπροσθεν κινήσεις αντίστοιχα, ενώ ο άξονας Z χειρίζεται την κατακόρυφη κίνηση.



Ας ρίξουμε μια ματιά στα **κύρια μέρη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή**:



Εικόνα 2 / Τα κύρια μέρη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή FDM

Πηγή: <http://my3dconcepts.com/explore/main-components-of-desktop-3d-printers/>

Το θερμό άκρο (hotend) είναι **ένα από τα από τα πιο σημαντικά μέρη ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή, δεδομένου ότι θερμαίνει το νήμα και το ωθεί μέσω του συνημμένου ακροφυσίου.**

Για να κατανοήσουμε πλήρως το πώς είναι να εκτυπώνεις ένα αντικείμενο με έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή, ας παρατηρήσουμε τα κύρια μέρη που τον απαρτίζουν.

Νήμα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Το νήμα της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι ένα θερμοπλαστικό ή πολυμερές σώμα, που λειώνει όταν θερμαίνεται και εξωθείται μέσω ενός ακροφυσίου σε διαδοχικά στρώματα υλικού για να κατασκευαστεί το τρισδιάστατο αντικείμενο.

Το πολυγαλακτικό οξύ ή πολυλακτίδιο, κοινώς γνωστό ως PLA, είναι ένα από τα πιο δημοφιλή υλικά που χρησιμοποιούνται στην



Μορφή 3/ τρισδιάστατη ίνα εκτυπωτών

Πηγή: allthat3d.com



τρισδιάστατη εκτύπωση. Είναι το προεπιλεγμένο νήμα (default) στους περισσότερους τρισδιάστατους εκτυπωτές που λειτουργούν με εξώθηση του υλικού εκτύπωσης, επειδή μπορεί να εκτυπωθεί σε χαμηλή θερμοκρασία και δεν απαιτεί θερμαινόμενο κρεβάτι (bed). Το PLA είναι ένα εξαιρετικό υλικό για πρώτη χρήση από αρχάριους στην τρισδιάστατη εκτύπωση, καθώς μπορεί εύκολα να εκτυπωθεί, είναι πολύ φθηνό και δίνει τη δυνατότητα κατασκευής εξαρτημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Είναι επίσης ένα από τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον νήματα στην αγορά σήμερα.

Ακροφύσιο (που βρίσκεται προσαρτημένο στο θερμό άκρο)

Ανάλογα με τη διάμετρο που διαθέτει το ακροφύσιο ή το στόμιο ενός εκτυπωτή, το αποτέλεσμα θα διαφέρει ως προς την ακρίβεια και την ταχύτητα εκτύπωσης. Όταν επιλέγετε ένα ακροφύσιο, **στόχος σας θα πρέπει να είναι να εξισορροπήσετε την ταχύτητα και την ακρίβεια της εκτύπωσης.**

Μεγαλύτερα ακροφύσια (>0,4 mm)	Μικρότερα ακροφύσια (<0.4mm >)
✓ Συντομότερος χρόνος εκτύπωσης	✓ Υψηλή ακρίβεια
✓ Λιγότερη συντήρηση /σφάλματα που σχετίζονται με το ακροφύσιο	✓ Περισσότερη συντήρηση - απόφραξη



Συνήθως, οι περισσότεροι αγοραστές επιλέγουν ακροφύσια μεγέθους 0,4 χιλιοστών, καθώς αυτά επιτρέπουν καλή ισορροπία μεταξύ της ταχύτητας και της ακρίβειας της εκτύπωσης. **Ως εκ τούτου, συνιστάται συνήθως η αγορά ενός ακροφυσίου με μέγεθος 0.4 χιλιοστών.**



Εξωθητήρας ή εξωθητής (extruder)

Ο εξωθητής είναι ένα από τα σημαντικότερα μέρη του εκτυπωτή. Επίσης γνωστός και ως cold end (ψυχρό άκρο), **είναι υπεύθυνο για την ώθηση του νήματος από το καρούλι στο θερμό άκρο για τήξη.**

Ο εξωθητής είναι το ανώτερο μέρος της δομής της κεφαλής εκτύπωσης. Η λειτουργία του είναι να μεταφέρει και να ωθεί το νήμα στα χαμηλότερα μέρη της δομής, το θερμό άκρο (hotend).



Εικόνα 4 / Εξωθητής ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή

Πηγή: <https://3dprinterly.com/wp-content/uploads/2021/08/What-Are-the-Parts-of-a-Filament-3D-Printer-Extruder-3D-Printerly.jpg>

Θερμό άκρο (hotend)



Εικόνα 5 / Hotend

Πηγή:
<https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>

Το θερμό άκρο ή το hotend είναι επίσης ένα άλλο σημαντικό μέρος του τρισδιάστατου εκτυπωτή. Είναι το μέρος που λιώνει, εξωθείται και εναποτίθεται το νήμα στο κρεβάτι (bed) του εκτυπωτή για εκτύπωση.

Αφού ο εξωθητήρας εξωθήσει το νήμα στο θερμό άκρο, αυτό περνά μέσα από μια θερμαινόμενη διαδρομή που ονομάζεται «ζώνη τήξης». Εδώ, το νήμα αρχίζει να λιώνει από τη θερμότητα που δέχεται. Λόγω της πίεσης από τον εξωθητήρα, αναγκάζεται να βγει από το μικρό άνοιγμα (οπή) του ακροφυσίου.



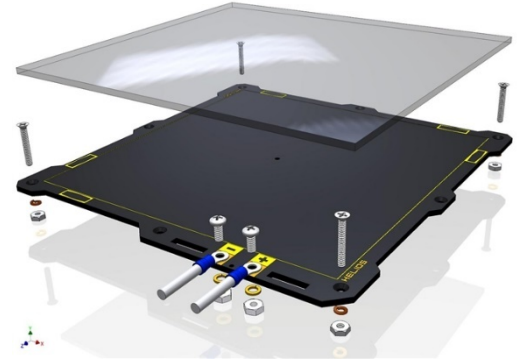
Πλατφόρμα ή «κρεβάτι» εκτύπωσης

Η πλατφόρμα ή το «κρεβάτι» εκτύπωσης (print bed) ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή αναφέρεται στο μέρος όπου εναποτίθεται το νήμα για να σχηματίσει το αντικείμενο. Ανάλογα με το μοντέλο του εκτυπωτή, η πλατφόρμα εκτύπωσης μπορεί να μένει σταθερή ή να μετακινείται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Στην τρισδιάστατη εκτύπωση, η ποιότητα της εκτύπωσης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την πρώτη στρώση υλικού και την πρόσφυση της πλατφόρμας εκτύπωσης. Έτσι λοιπόν, η πλατφόρμα εκτύπωσης έχει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία εκτύπωσης.

Ανάλογα με το υλικό του νήματος, θα πρέπει να λάβετε υπόψη διάφορες πτυχές όταν επιλέγετε μια πλατφόρμα εκτύπωσης. Αυτές οι πτυχές περιλαμβάνουν:

- ✓ **Θέρμανση:** Ορισμένα κρεβάτια εκτύπωσης έρχονται με ένα επισυναπτόμενο θερμαινόμενο μαξιλάρι (pad), το οποίο αυξάνει τη θερμοκρασία της επιφάνειας κατασκευής. Αυτό βοηθά στη συγκόλληση της πρώτης στρώσης υλικού για την αποφυγή τυχόν παραμόρφωσής του.
- ✓ **Υλικό:** Το υλικό της πλατφόρμας εκτύπωσης καθορίζει επίσης την ποιότητα της τελικής κατασκευής. Ανάλογα με το πόσο ανθεκτική στη θερμότητα είναι η πλατφόρμα εκτύπωσης, τόσο καλά θα κολλήσει επάνω της το νήμα.



Εικόνα 6 / Δημιουργία πλατφόρμας - Εκτύπωση κρεβατιού

Πηγή: <https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>



Ψύξη του νήματος (Ανεμιστήρες μερικής ψύξης)

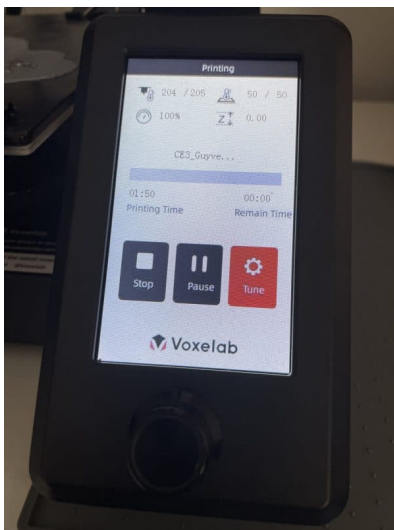
Οι ανεμιστήρες μερικής ψύξης **ψύχουν το θερμαινόμενο πλαστικό νήμα μόλις βγει από το ακροφύσιο**. Αυτό εξαλείφει διάφορες μορφές προβλημάτων εκτύπωσης. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορα υλικά, όπως το ABS, όπου η ύπαρξη ενός ανεμιστήρα μερικής ψύξης θα δημιουργούσε επιπρόσθετα προβλήματα. Επομένως, θα πρέπει να αποφεύγετε τους ανεμιστήρες ψύξης για συγκεκριμένα υλικά. **Ωστόσο, για τα περισσότερα νήματα, όπως το πολύγαλακτικό οξύ (PLA), είναι καλό να χρησιμοποιείτε έναν ανεμιστήρα ψύξης.**



Εικόνα 7/ Ανεμιστήρες ψύξης

Πηγή: <https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>

Οθόνη εκτυπωτή



Εικόνα 8/ Οθόνη εκτυπωτή

Πηγή: <https://3dprinterly.com/wp-content/uploads/2021/08/What-Are-the-Parts-of-a-Filament-3D-Printer-Control-Screen-3D-Printerly.jpg>

Η οθόνη εκτύπωσης (ή το κουτί ελέγχου αποτελεί τη Διεπαφή Χρήστη του τρισδιάστατου εκτυπωτή. Είναι ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης μπορεί να επικοινωνήσει απευθείας με τον τρισδιάστατο εκτυπωτή, χωρίς τη χρήση υπολογιστή ή οποιασδήποτε άλλης συσκευής.

Μέσω της οθόνης, ο χρήστης **μπορεί να ξεκινήσει, να παύσει ή να σταματήσει εντελώς την εκτύπωση**. Ο χρήστης μπορεί επίσης να φορτώσει εκτυπώσιμα αρχεία από εξωτερικά μέσα όπως ένα USB stick ή μια κάρτα SD. Όλα αυτά θα εξαρτηθούν από το είδος του υλικολογισμικού (firmware) που φορτώνεται στον εκτυπωτή.

Η διεπαφή χρήστη μπορεί να είναι μια οθόνη αφής ή μια απλή οθόνη υγρών κρυστάλλων LCD με φυσικά κουμπιά ή περιστροφικό κομβίο ελέγχου.



Η διεπεφή χρήστη μπορεί επίσης να περιέχει και άλλα ευαίσθητα ηλεκτρονικά μέρη που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία του τρισδιάστατου εκτυπωτή. Στα ηλεκτρονικά αυτά περιλαμβάνονται η μονάδα τροφοδοσίας, η μητρική πλακέτα, οι θύρες USB και οι κεραίες Wi-Fi.

Προετοιμασία

του σχολείου σας στην Τρισδιάστατη Εκτύπωση

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές απαιτούν μια σωστή ρύθμιση για να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά.

1. Τοποθέτηση του τρισδιάστατου εκτυπωτή σας

Είναι σημαντικό να βεβαιωθείτε ότι οι εκτυπωτές βρίσκονται σε περιβάλλον που επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση και απόδοσή τους. Αρχικά, σκεφτείτε σε ποιο μέρος θα τοποθετήσετε τους εκτυπωτές σας. Υπάρχουν πολλά μέρη στα οποία θα μπορούσατε να τοποθετήσετε τους εκτυπωτές ενώ κάθε σεν εκτυπωτή προσφέρει ένα διαφορετικό πλεονέκτημα. **Εάν σκοπεύετε να αγοράσετε πολλούς εκτυπωτές, μπορείτε να τους τοποθετήσετε στο χώρο ενός εργαστηρίου.** Ο χώρος του εργαστηρίου θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν ολόκληρα σχέδια μαθημάτων σε πολλούς τύπους τρισδιάστατων εκτυπωτών. Εάν σκοπεύετε να αγοράσετε μόνο έναν ή δύο εκτυπωτές, ο χώρος μιας κανονικής τάξης θα μπορούσε να είναι πιο επωφελής, καθώς θα έδινε στους μαθητές άμεση πρόσβαση να εργαστούν στο σχεδιασμό τρισδιάστατης εκτύπωσης και να εκτυπώσουν τα έργα τους. Ωστόσο, προσέξτε να μην τοποθετήσετε τους εκτυπωτές σε χώρο διέλευσης ή ανοιχτό παράθυρο, καθώς οι εκτυπωτές ανοικτού τύπου είναι πιο επιρρεπείς σε προβλήματα εκτύπωσης λόγω των ρευμάτων που δημιουργεί ο αέρας. Οι εκτυπωτές κλειστού τύπου είναι πιο ασφαλείς, όμως και από τους πιο ακριβείς στην αγορά.

2. Επιλογή και αποθήκευση υλικού τρισδιάστατης εκτύπωσης

Ο τύπος των υλικών τρισδιάστατης εκτύπωσης που επιλέγετε θα έχει αντίκτυπο στην ασφάλειά σας. Αν και όλοι οι τύποι υλικών τρισδιάστατης εκτύπωσης



παράγουν υπερλεπτόκοκκα σωματίδια UFP (Ultrafine Particles) και πτητικές οργανικές ενώσεις VOC (Volatile Organic Compounds), υπάρχουν ορισμένα υλικά που θεωρούνται πιο επιβλαβή σε σχέση με άλλα. Ενώ ένα υλικό όπως το ABS παράγει δυνητικά επιβλαβή επίπεδα οργανικών αερίων VOC όπως το στυρένιο, ένα υλικό όπως το PLA παράγει γαλακτίδιο, το οποίο είναι ασφαλέστερο για τους μαθητές, καθώς παράγει επίσης χαμηλότερες ποσότητες υπερλεπτόκοκκων σωματιδίων UFP σε σχέση με το ABS. **Ως εκ τούτου, συνιστούμε τη χρήση υλικών PLA ή PVA στον χώρο της τάξης. Το PLA, το οποίο είναι συνήθως κατασκευασμένο από άμυλο καλαμποκιού, είναι επίσης βιοαποικοδομήσιμο, άοσμο και δεν απαιτεί θερμαινόμενη πλάκα στον εκτυπωτή.** Επιπλέον, ένα υλικό που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την εκτύπωση με εκτυπωτή διπλής εξώθησης (εκτυπωτής που χρησιμοποιεί 2 κεφαλές εκτύπωσης ταυτόχρονα) είναι το PVA. Όπως και το PLA, έτσι και το PVA είναι ασφαλές για χρήση στην τάξη. Παρέχει υδατοδιαλυτή υποστήριξη για την εκτύπωση πολύπλοκων μοντέλων που απαιτούν υποστήριξη για μεγάλες προεξοχές, βαθιές εσωτερικές κοιλότητες και περίπλοκες γεωμετρίες. Επιπλέον, για να μην εκτεθεί το νήμα σας σε υγρασία, η οποία θα μπορούσε να προκαλέσει παραμόρφωση του υλικού εκτύπωσης ή ενδεχομένως αποτυχία κατά τη διάρκεια της κατασκευής, προσπαθήστε να το αποθηκεύσετε σε δροσερό, ξηρό μέρος (ιδανικά στην αρχική του συσκευασία).



Συνιστάται η χρήση υλικών [PLA](#) ή [PVA](#), καθώς είναι άοσμο και [δεν χρειάζονται θερμαινόμενη πλατφόρμα κατασκευής στον εκτυπωτή](#). Είναι επίσης πιο ασφαλή υλικά σε σύγκριση με τα πλαστικά ABS.

3. Κατάλληλη εκπαίδευση για εκπαιδευτικούς

Μια από τις πιο κοινές κριτικές από τις διευθύνσεις των σχολείων είναι ότι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές καταλήγουν απλά να «κάθονται σε μια ντουλάπα» και να «συλλέγουν σκόνη». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί δεν αισθάνονται άνετα στη χρήση των εκτυπωτών ή αγωνίζονται να βρουν τρόπους για να τους ενσωματώσουν στα μαθήματά τους. Μέσω όμως μια κατάλληλης εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αποκτήσουν τις δεξιότητες που χρειάζονται για να ενσωματώσουν την τρισδιάστατη εκτύπωση στα αναλυτικά τους προγράμματα. Επομένως, θα πρέπει να δίνονται ευκαιρίες κατάρτισης των εκπαιδευτικών στην τρισδιάστατη εκτύπωση από ειδικούς στο θέμα, για να αισθάνονται εξοικειωμένοι και άνετοι στη χρήση των εκτυπωτών.



4. Εργαλεία και Προμήθειες



Πιο κάτω παραθέτουμε εισηγήσεις για τα εργαλεία και τις προμήθειες που θα κάνουν τη συντήρηση και τη χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών σας λίγο πιο εύκολη:

- **USB Stick** – Αυτό είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για τα σχολεία που έχουν περιορισμένη σύνδεση στο διαδίκτυο. Τα σχολεία μπορούν να αποθηκεύουν, να οργανώνουν και να εκτυπώνουν σχέδια χωρίς την ανάγκη σύνδεσης στο διαδίκτυο.
- **Κόφτες και Πένσες Μύτης με Βελόνα** – οποτεδήποτε τυπώνετε ένα τρισδιάστατο μοντέλο που διαθέτει προεξοχές, θα πρέπει να έχετε μαζί σας υλικό υποστήριξης, το οποίο θα σας βοηθήσει να αφαιρέσετε με ασφάλεια το τελικό αντικείμενο όταν θα έχει εκτυπωθεί.
- **Σπάτουλα για κατασκευές** – βοηθά στην ασφαλή και αποτελεσματική αφαίρεση των εκτυπώσεων από τις πλάκες εκτύπωσης χρησιμοποιώντας κολλητική ουσία.

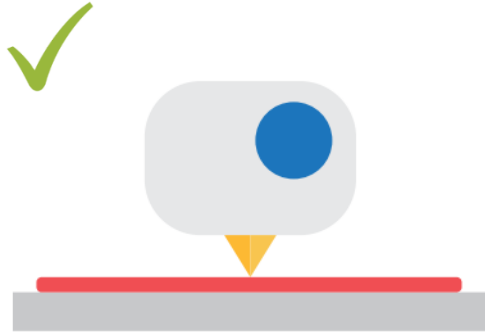
Ρυθμίσεις νήματος και κρεβατιού εκτύπωσης

Η επίπεδη τοποθέτηση του κρεβατιού εκτύπωσης (bed) του εκτυπωτή μπορεί να φαίνεται προφανής, αλλά ο τρόπος τοποθέτησής του μπορεί να κάνει πραγματική διαφορά! **Για να επιτύχετε μια σωστή ρύθμιση, θα πρέπει να λάβετε υπόψη ότι το επίπεδο του κρεβατιού εκτύπωσης βρίσκεται στο σωστό ύψος από το ακροφύσιο του εκτυπωτή.** Αν και αυτό δεν έχει να κάνει με την προετοιμασία των αρχείων σας, είναι μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους της διαδικασίας εκτύπωσης.

Ορισμένοι εκτυπωτές μπορεί να έχουν μια λειτουργία «Αυτόματης Ισοστάθμισης», η οποία εκτελεί αυτόματα αυτή τη διαδικασία. Με άλλους εκτυπωτές, ίσως χρειαστεί να ρυθμίσετε με το χέρι τις βίδες για να βεβαιωθείτε

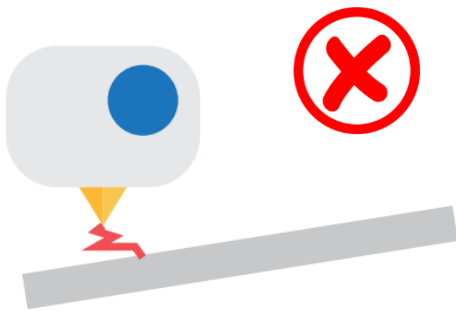


ότι το κρεβάτι εκτύπωσης βρίσκεται στη σωστή θέση. Ας εξετάσουμε 2 σενάρια για να εξηγήσουμε γιατί η ισοστάθμιση είναι τόσο σημαντική.



Σε αυτό το σενάριο, **το κρεβάτι εκτύπωσης είναι εντελώς επίπεδο.**

Όταν ξεκινήσει η εκτύπωση, το ακροφύσιο συμπιέζει το νήμα πάνω στο κρεβάτι εκτύπωσης. Η επίδραση της συμπίεσης δίνει στο πρότυπο μια καλή πρώτη πρόσφυση στο κρεβάτι, η οποία είναι σημαντική για την **επιτυχή** εκτύπωση του αντικειμένου.



Εάν το κρεβάτι εκτύπωσης δεν τοποθετηθεί ίσια, ενδέχεται να προκύψουν πολλά προβλήματα κατά την εκτύπωση. Σε σημεία όπου το κρεβάτι εκτύπωσης βρίσκεται πολύ μακριά από το ακροφύσιο, ο εκτυπωτής **θα εκτυπώνει ουσιαστικά στον αέρα, αφήνοντας ακατάστατα τις κλωστές του νήματος στην πλατφόρμα κατασκευής.**

Εάν το κρεβάτι εκτύπωσης είναι πολύ κοντά στο ακροφύσιο, τότε το τελευταίο θα γρατσουνίζει το πρώτο και κανένα νήμα δεν θα εξωθηθεί. Αυτό μπορεί επίσης να αποτρέψει τον εξωθητή από να κινείται ελεύθερα.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία κατά την εξώθηση του νήματος είναι σημαντική. Εάν ο εξωθητής σας έχει ρυθμιστεί είτε σε πολύ ζεστή θερμοκρασία είτε σε πολύ κρύα για τον τύπο του νήματος που χρησιμοποιείτε, τότε λειτουργείτε εκτός των βέλτιστων συνθηκών εκτύπωσης για τις οποίες αυτός σχεδιάστηκε.

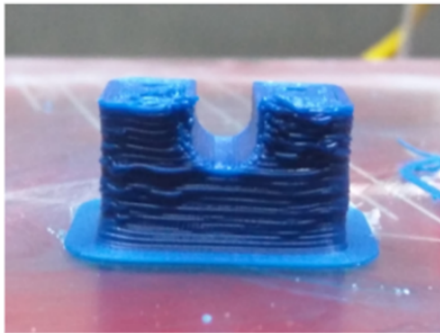


Ελέγξτε τις οδηγίες του κατασκευαστή και κάντε κάποιες δοκιμές ρυθμίζοντας τους βαθμούς θερμοκρασίας ψηλότερα ή χαμηλότερα από το βέλτιστο επίπεδο, για να διαπιστώσετε τη διαφορά. Θα πρέπει να βεβαιωθείτε ότι η πρώτη στρώση του υλικού εκτύπωσης είναι θερμότερη από την υπόλοιπη για να επιτύχετε μια καλή πρώτη πρόσφυση στο κρεβάτι εκτύπωσης.



Εάν ο εξωθητής σας είναι πάρα πολύ θερμός, τότε θα έχετε περισσότερες κλωστές λειωμένου νήματος από το ακροφύσιο, και αυτό θα μπορούσε ακόμη και να οδηγήσει στη συνεχή διαρροή του νήματος επάνω στο σχέδιό σας.

Εάν ο εξωθητής σας είναι πάρα πολύ κρύος, τότε θα διαπιστώσετε ότι οι διαδοχικές στρώσεις του υλικού εκτύπωσης δεν κολλούν μεταξύ τους πολύ καλά και ότι θα πρέπει να ξεβουλώνετε το ακροφύσιο συχνά.



Άκρως θερμός εξωθητής



Άκρως ψυχρός εξωθητής



Εικόνα 9/ Πηγές:

Αριστερή εικόνα: https://www.reddit.com/r/FixMyPrint/comments/3usovy/print_bed_too_hot_something_else/,

Δεξιά εικόνα: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/under-extrusion/>



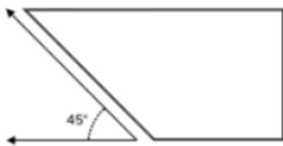
Υλικό Υποστήριξης Τρισδιάστατων Εκτυπωτών

Η τρισδιάστατη εκτύπωση κατασκευάζει τα μέρη σε διαδοχικά στρώματα υλικού, έτσι λοιπόν πρέπει πάντα να υπάρχει ένα προηγούμενο στρώμα πάνω στο οποίο θα κτίζεται ένα νέο. Ανάλογα με τη συγκεκριμένη τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης που χρησιμοποιείτε και την πολυπλοκότητα του τρισδιάστατου μοντέλου που θέλετε να εκτυπώσετε, ίσως χρειαστεί να εκτυπώσετε το αντικείμενό σας με δομές υποστήριξης.

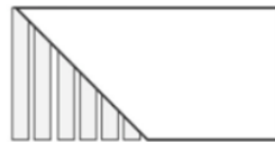
Στην τρισδιάστατη εκτύπωση με τεχνολογία FDM, οι **δομές υποστήριξης είναι απαραίτητες όταν η εκτύπωση έχει προεξοχές ή χαρακτηριστικά που αιωρούνται στον αέρα**. Αυτές επιτρέπουν την επιτυχή εκτύπωση σύνθετων σχημάτων, **υποστηρίζοντας τις κατά τα άλλα μη υποστηριζόμενες περιοχές**. Το υλικό υποστήριξης τρισδιάστατων εκτυπωτών είναι απλά το υλικό στο οποίο εκτυπώνονται αυτά τα υποστηρίγματα.

Εντούτοις, το υλικό υποστήριξης είναι ουσιαστικό μόνο όταν **τυπώνεται ένα στοιχείο του αντικείμενου που διαθέτει προεξοχή μεγαλύτερη των 45 μοιρών**.

Πότε χρειάζεται το υλικό υποστήριξης;



Προεξοχή **μικρότερη** από τις 45 μοίρες
Δεν χρειάζεται υποστήριξη ❌



Προεξοχή **μεγαλύτερη** από τις 45 μοίρες
Χρειάζεται υποστήριξη ✅

Ας φανταστούμε ότι πρέπει να εκτυπώσουμε τρισδιάστατα μοντέλα των γραμμάτων Υ, Η και Τ.



Αν και οι «βραχίονες» του γράμματος Υ είναι διάπλατοι, δεν ξεπερνούν τις 45 μοίρες.

Δεν χρειάζεται υποστήριξη ❌





- Αν η κεντρική γέφυρα είναι κάτω από τα 5 mm



Δεν χρειάζεται υποστήριξη ❌

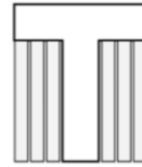
- Αν η κεντρική γέφυρα είναι πέρα από τα 5 mm



Χρειάζεται υποστήριξη ✅

Το γράμμα Η είναι λίγο πιο περίπλοκο στην τρισδιάστατη εκτύπωση.

Τέλος, ας ρίξουμε μια ματιά στο γράμμα Τ.



Χρειάζεται υποστήριξη για τα χαρακτηριστικά που προεξέχουν από κάθε πλευρά του μοντέλου. Δεν υπάρχει **κανένα στήριγμα** για να εκτυπωθούν οι βραχίονες, **με αποτέλεσμα να καταρρέουν.**



Η πρώτη εικόνα παρουσιάζει τα μοντέλα όπως αυτά φαίνονται κατά την εκτύπωση. Η δεύτερη εικόνα παρουσιάζει πώς φαίνεται το γράμμα Τ που εκτυπώθηκε χωρίς στήριγμα. Η επιφάνεια έχει σημαντική χαλάρωση και θα απαιτήσει πολλή μετεπεξεργασία για να ξεκαθαρίσει το σχήμα του.



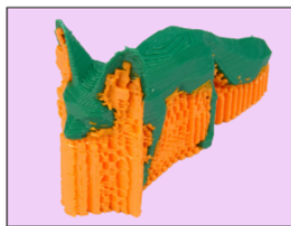
Τα μοντέλα Y, H και T με στηρίγματα από τον εκτυπωτή FDM



Χωρίς υποστήριξη, ο εκτυπωτής FDM εναποθέτει το υλικό στον αέρα και αποτυγχάνει να εκτυπώσει το γράμμα T



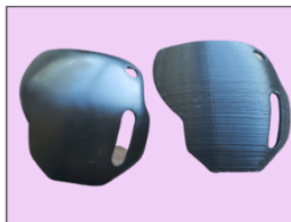
Σχεδόν κάθε τρισδιάστατη εκτύπωση απαιτεί κάποιο είδος μετεπεξεργασίας μετά την εκτύπωση. Η μετεπεξεργασία μπορεί να βελτιώσει την αισθητική ενός τυπωμένου μέρους, αλλά μπορεί επίσης να βελτιώσει τη δύναμή του και άλλες ιδιότητες. Υπάρχουν πολλές τεχνικές για να διαλέξετε, **από τον βασικό καθαρισμό ή την επικόλληση διαφορετικών τμημάτων του μοντέλου σας μέχρι τη βαφή και τη στίλβωση του.** Ανάλογα με την εφαρμογή του αντικειμένου, αυτές οι τεχνικές είναι συνήθως τα πρώτα βήματα στη μετεπεξεργασία, αλλά μπορεί επίσης να είναι το μόνο που πρέπει να κάνετε, ανάλογα με το πόσο μακριά θέλετε ή πρέπει να το πάτε.



Αφαίρεση Στηρίγματος

Η αφαίρεση των στηριγμάτων είναι η πιο βασική μορφή μετεπεξεργασίας. Συνήθως, η αφαίρεση των στηριγμάτων δεν απαιτεί μεγάλη προσπάθεια, εκτός αν υπάρχουν στηρίγματα σε στενές γωνίες ή άλλα δυσπρόσιτα σημεία.

Οι δομές υποστήριξης εκτυπώνονται τρισδιάστατα ώστε να έχουν χαμηλότερη πυκνότητα από την κύρια κατασκευή. Ως εκ τούτου, μπορούν να αφαιρεθούν εύκολα από την τρισδιάστατη εκτύπωση είτε τραβώντας τις προσεκτικά με το χέρι είτε (για τα στηρίγματα που αφαιρούνται πιο δύσκολα) με τη χρήση πένσας με μύτη βελόνας, οδοντιατρικής πένσας ή ταιμπίδας.



Λείανση

Εκτός από την αφαίρεση των στηριγμάτων, η λείανση είναι η πιο συνηθισμένη μορφή μετεπεξεργασίας. Γενικά, οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις FDM μπορεί να έχουν μια ελαφρώς τραχιά επιφάνεια και η λείανση με γυαλόχαρτο είναι ο ευκολότερος τρόπος για την λείανση.

Μετά την εκτύπωση, ένα μέρος μπορεί να έχει μερικές κηλίδες στην επιφάνεια ή μπορεί να υπάρχουν κάποια σημάδια μετά την αφαίρεση των στηριγμάτων. Ο ιδανικός τρόπος για να αφαιρέσετε τέτοιες ατέλειες είναι η χρήση γυαλόχαρτου. Είναι πάντα καλύτερο να ξεκινάτε με λεπτόκοκκα (15-400) προς πιο χονδρόκοκκα γυαλόχαρτα (μέχρι 2.000) σε μερικά στάδια λείανσης.



Επικόλληση

Ευτυχώς, οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις που έχουν κατασκευαστεί με PLA μπορούν να συγχωνευθούν με επικόλληση. Αυτό χρησιμοποιείται γενικά όταν κάτι δεν μπορεί να εκτυπωθεί σε ένα μόνο κομμάτι.

Η καλύτερη κολλητική ουσία για νήματα PLA είναι η τυπική κόλλα ισχυρής δράσης (super glue). Είναι ευρέως διαθέσιμη, σχηματίζει ισχυρή σύνδεση μεταξύ των εκτυπωμένων μερών μέσα σε δευτερόλεπτα και στεγνώνει πιο καθαρά.

Τέλος, για να έχετε το καλύτερο αποτέλεσμα, μπορείτε να εφαρμόσετε τεχνικές όπως η ζωγραφική, η λείανση, η στίλβωση ή η εμβάπτιση. Η επιπλέον προσπάθεια που καταβάλλεται για την εκτέλεση των τεχνικών φινιρίσματος σίγουρα αποδίδει στο τέλος. Με την εφαρμογή αυτών των τεχνικών, θα είστε σε θέση να απαλλαγείτε από τα ορατά στρώματα υλικού και να δημιουργήσετε την ομαλότερη δυνατή επιφάνεια.



Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία και βιομηχανία και είναι επίσης μια από τις τελευταίες τεχνολογικές τάσεις που μπορούν να εισαχθούν στο σχολείο. Πριν από την αγορά τρισδιάστατων εκτυπωτών για ένα σχολείο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη όλες οι απαιτήσεις εγκατάστασης, τοποθεσίας και ασφάλειας του υλικού και των θερμοπλαστικών που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι.

Για να παραμείνετε οι ίδιοι και τα παιδιά σας ασφαλείς όταν χρησιμοποιείτε τους τρισδιάστατους εκτυπωτές, θα πρέπει:

- Να χρησιμοποιήσετε τον τρισδιάστατο εκτυπωτή σε ένα **καλά αεριζόμενο** περιβάλλον, έχοντας ανοικτά τα παράθυρα και τις πόρτες, ούτως ώστε οι οσμές και οι εκπομπές αερίων να αποβάλλονται. **Μην το χρησιμοποιείτε τους τρισδιάστατους εκτυπωτές σε ντουλάπα ή κλειστό χώρο.**
- **Μην επιτρέπετε στα παιδιά - ή σε κανέναν - να περνούν πάνω από τον εκτυπωτή ή να στέκονται πολύ κοντά σε αυτόν.** Τα περισσότερα τρισδιάστατα μοντέλα χρειάζονται τουλάχιστον τέσσερις ώρες (ή ολονύκτια) για να κατασκευαστούν, οπότε ενεργοποιήστε τον εκτυπωτή, και αφήστε τον να δουλέψει, επιστρέφοντας να παραλάβετε το τελικό αντικείμενο αφού έχει τελειώσει η διαδικασία.
- **Αγοράστε νήματα χαμηλής εκπομπής αερίων.** Αναζητήστε πιστοποίηση ότι ο τρισδιάστατος εκτυπωτής που αγοράζετε πληροί τα πρότυπα χαμηλών επιπέδων εκπομπής αερίων. Εάν έχετε ήδη ένα, ρωτήστε τον κατασκευαστή για τα δεδομένα τους.
- Αν μυρίσετε μια οσμή να βγαίνει από το μηχάνημα, κάντε ένα βήμα πίσω και να είστε προσεκτικοί, διότι αυτοί οι ατμοί υποδεικνύουν εκπομπές που μπορεί να είναι επικίνδυνοι ρύποι.



- **Κρατήστε τους ανθρώπους μακριά από τον εκτυπωτή**, ειδικά αν έχουν άσθμα ή αλλεργίες, διασφαλίζοντας ότι όλα τα παιδιά είναι ασφαλή.

Να φοράτε προστατευτικά γυαλιά



Αυτό θα μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμού των ματιών κατά τη χρήση ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή.

Μην αγγίζετε



Ανάλογα με τον τύπο του τρισδιάστατου εκτυπωτή και το υλικό που εναποτίθεται, η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει μέχρι και τους 200 βαθμούς Κελσίου. Ως εκ τούτου, το άγγιγμα του τρισδιάστατου εκτυπωτή μπορεί να προκαλέσει επώδυνο έγκαυμα.

Έλεγχτε την θερμοκρασία



Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του τρισδιάστατου εκτυπωτή μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμού. Τα υλικά είναι σχεδιασμένα ούτως ώστε να σκληραίνουν σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες.

Εξαερισμός



Με τον κατάλληλο εξαερισμό, τυχόν τοξικές ή επιβλαβείς αναθυμιάσεις θα απομακρύνονται από τον περιβάλλοντα εσωτερικό χώρο, ώστε να μην εισπνέονται.

Με όλες αυτές τις πληροφορίες κατά νου, δεν συνιστάται να αφήνετε τα παιδιά σας χωρίς επιτήρηση όταν λειτουργούν τρισδιάστατους εκτυπωτές.

Εάν αγοράσετε έναν εκτυπωτή που δεν είναι πλήρως κλεισμένος, θα πρέπει να τον κρατήσετε σε έναν καλά αεριζόμενο χώρο για να αποφύγετε τα επικίνδυνα αέρια που μπορεί να εκπέμψει στον περιβάλλοντα χώρο.





Συνιστάται επίσης να **αποφεύγεται η συγκέντρωση γύρω από τον εκτυπωτή** μόλις τεθεί σε λειτουργία, για να αποφευχθεί η εισπνοή επικίνδυνων σωματιδίων που προέρχονται από τον εκτυπωτή.

Πηγή: 3dprintschooling.com

Βιβλιογραφία

1. Teq's Marketing Team, 2018, 4 Ways to Prepare your School for 3D Printing
2. Michelson, 2019, How to keep kids safe from 3D Printers
3. 3D Print Schooling Team, 2021, How to Explain 3D Printing to Kids & Pre-schoolers? Why you should get them one!
4. Hubs Team, A protolabs Company, What are supports in 3D printing? When and why do you need them?, 2019, Available Online: <https://www.hubs.com/knowledge-base/supports-3d-printing-technology-overview/>

