

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ, STEAM ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ 3D
PRINTING ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΑΙΧΝΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ**

του Αθανάσιου Μανάβη

Επιβλέπων Καθηγητής
Απόστολος Τσαγκάρης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
ειδίκευσης Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση
Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2023



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων CreativeCommons:

Χριστίνα Παυλίδου - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- Μοιραστείτε: αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- Προσαρμόστε: αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά Δημιουργού: Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- Μη Εμπορική Χρήση: Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- Παρόμοια Διανομή: Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια CreativeCommonsόπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης (βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, ημέρα, μήνας, έτος

Αθανάσιος Μανάβης

Υπογραφή

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διπλωματική εργασία αφορά την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού σεναρίου για τη διδασκαλία της τεχνολογίας της ταχείας πρωτοτυποποίησης με τη χρήση τεχνικών παιχνιδοποίησης. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων από εκπαιδευόμενους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης με σκοπό την καταγραφή των μαθησιακών αναγκών και επιθυμιών. Οι συγκεκριμένοι εκπαιδευόμενοι προέρχονται από το Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά ερωτηματολόγια: α) το ερωτηματολόγιο τύπου GEFT για την αναγνώριση του γνωστικού στυλ των εκπαιδευόμενων, β) το ερωτηματολόγιο αναγνώρισης των προσωπικών εκτιμήσεων των εκπαιδευόμενων (και των γνώσεων τους σχετικά με την ενότητα της ανάστροφής μηχανικής) και τέλος, γ) το ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησής με την ολοκλήρωση του μαθήματος.

Με την ολοκλήρωση των ερωτηματολογίων ακολουθούσε η ανάλυση αυτών. Στη συνέχεια σχεδιάστηκε συγκεκριμένο μάθημα ταχείας πρωτοτυποποίησης (3-ωρών) ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των ανεξάρτητων εκπαιδευόμενων και των εξαρτημένων, αντίστοιχα (Field-Independent - FI & Field-dependent Learners - FD). Το μάθημα διεκπεραιώθηκε και καταγράφηκε το σύνολο των αντιδράσεων από τους εκπαιδευόμενους σε σχέση με τις τεχνικές παιχνιδοποίησης.

ABSTRACT

The thesis concerns the development of an educational scenario for teaching rapid prototyping technology using gamification techniques. Initially, data was collected from higher education students in order to record their learning needs and desires. The specific trainees come from the Department of Product and Systems Design Engineering of the University of Western Macedonia.

Three different questionnaires were used to collect the survey data: a) the GEFT-type questionnaire to identify the learners' cognitive style, b) the questionnaire to identify the learners' personal assessments (and their knowledge about the reverse engineering module) and finally, c) the feedback questionnaire at the end of the course. Upon completion of the questionnaires, their analysis followed. Then a specific rapid prototyping course (3-hours) was designed to meet the needs of independent learners and dependent learners, respectively (Field-Independent - FI & Field-Dependent Learners - FD). The lesson was conducted and all the reactions from the trainees in relation to the gamification techniques were recorded.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- 1.1 Κίνητρο και σκοπός
- 1.2 Ορισμός προβλήματος
- 1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

- 2.1 Μαθησιακά και γνωστικά προφίλ εκπαιδευομένων
 - 2.1.1 Προφίλ εκπαιδευομένων
 - 2.1.2 Μελέτη, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων
- 2.2 Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση
 - 2.2.1 Εισαγωγή στα STEM και STEAM
 - 2.2.2 Εισαγωγή στο σχεδιασμό με τη βοήθεια Η/Υ (C.A.D)
 - 2.2.3 Εισαγωγή στην τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing)
 - 2.2.4 Παιχνιδοποίηση

Κεφάλαιο 3: Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης

- 3.1 Εισαγωγή στην ταχεία πρωτοτυποποίηση
 - Ορισμός – σκοπός – εφαρμογές
- 3.2 Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης
 - Είδη τεχνολογιών
- 3.4 Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης (FDM)
 - 3.4.1 Εισαγωγή
 - 3.4.2 FDM – Fused Deposition Modelling
 - 3.4.3 Λογισμικά και εξοπλισμός επεξεργασίας
 - 3.4.4 Πριν την εκτύπωση
 - 3.4.5 Μετά την εκτύπωση
- 3.5 Σχεδιασμός με τη βοήθεια Η/Υ και ταχεία πρωτοτυποποίηση
 - 3.5.1 Εισαγωγή στο λογισμικό
 - 3.5.2 Βασικές αρχές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων
 - 3.5.3 Σχεδιασμός αντικειμένων για χρήση 3DPrinter
- 3.6 Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην εκπαίδευση και μελέτες περιπτώσεων

Κεφάλαιο 4: Εκπαιδευτικό σενάριο

- 4.1 Εκπαιδευτικές ανάγκες
- 4.2. Πλάνο, τεχνικές και εκπαιδευτικά μέσα
- 4.3 Προτεινόμενο διδακτικό σενάριο

Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση μαθήματος και αξιολόγηση

- 5.1. Εισαγωγή
- 5.2 FD και FI στην εκπαίδευση τρισδιάστατης εκτύπωσης
- 5.3 Σχεδιασμός μαθήματος
- 5.4 Μεθοδολογία
- 5.5 Συλλογή δεδομένων
- 5.6. Ανάλυση δεδομένων
- 5.7 Συμπεράσματα
- 5.8 Μελλοντική έρευνα

Βιβλιογραφία

Παράρτημα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 – Χαρακτηριστικά FD και FI.....	15
Σχήμα 2 – Παραδείγματα ερωτήσεων (GEFT).....	16
Σχήμα 3 – Product Lifecycle Management - PLM.....	17
Σχήμα 4 – Παράδειγμα σχεδίασης (παιχνίδι κύβων).....	20
Σχήμα 5 – Παραδείγματα ασκήσεων για τους κύβους τους παιχνιδιού.....	21
Σχήμα 6 – Φύλλο εργασίας στα πλαίσια της παιχνιδοποίησης.....	21
Σχήμα 7 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης μιας κεφαλής αγάλματος - 1.....	23
Σχήμα 8 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης.....	23
Σχήμα 9 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης μιας κεφαλής αγάλματος - 2.....	24
Σχήμα 10 – Πλεονεκτήματα παιχνιδοποίησης.....	25
Σχήμα 11 – Βήματα παιχνιδοποίησης.....	25
Σχήμα 12 – Φύλλο εργασίας.....	26
Σχήμα 12 – Παραδείγματα παιχνιδοποίησης.....	26
Σχήμα 1 – Μέθοδος κατασκευής αντικειμένων με πρόσθεση υλικού.....	28
Σχήμα 15 – Μέθοδος κατασκευής αντικειμένων με αφαίρεση υλικού.....	28
Σχήμα 16 – Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης.....	29
Σχήμα 17 – Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης (με εικόνες).....	29
Σχήμα 18 – Παραδείγματα εφαρμογών.....	30
Σχήμα 19 – Κατηγοριοποίηση τεχνολογιών ταχείας πρωτοτυποποίησης.....	30
Σχήμα 20 – 3D printing.....	31
Σχήμα 21 – FDM & FDF.....	31
Σχήμα 22 – Stereolithography, SLA.....	32
Σχήμα 23 – Αρχή λειτουργίας SLA.....	32
Σχήμα 24 – Selective Laser Sintering – SLS.....	33
Σχήμα 25 – Αρχή λειτουργία SLS.....	33
Σχήμα 26 – Βασικά εξαρτήματα και μηχανισμός εξοπλισμού.....	34
Σχήμα 27 – Αρχή λειτουργίας.....	35
Σχήμα 28 – Στάδια εκτύπωσης FDM και FFF.....	35
Σχήμα 29 – Εκτυπωτές FDM και FFF τύπου Delta.....	35
Σχήμα 30 – Παράδειγμα λογισμικού.....	36
Σχήμα 31 – Επίπεδα εκτύπωσης.....	36
Σχήμα 32 – Μύτη εκτύπωσης.....	37
Σχήμα 33 – Μύτη εκτύπωσης.....	37
Σχήμα 34 – Στηρίγματα εκτύπωσης.....	38
Σχήμα 35 – Βήματα πριν την εκτύπωση.....	39
Σχήμα 36 – Βασικά στοιχεία για την ολοκλήρωση της εκτύπωσης -1.....	40
Σχήμα 37 – Βασικά στοιχεία για την ολοκλήρωση της εκτύπωσης -2.....	41
Σχήμα 38 – Ελεύθερα λογισμικά σχεδιασμού.....	42
Σχήμα 39 – Ο λογότυπος του λογισμικού.....	43
Σχήμα 40 – Η διεπαφή του λογισμικού για το σχεδιασμό του αντικειμένου.....	43
Σχήμα 41 – Ολιστικός σχεδιασμός και πρωτοτυποποίηση.....	44
Σχήμα 42 – Διαστάσεις σχεδίου.....	45
Σχήμα 43 – Αντικείμενο μεγαλύτερο από τις διαστάσεις του εκτυπωτή.....	46
Σχήμα 44 – Επίπεδα σχεδιασμού.....	47
Σχήμα 45 – Ελάχιστο πάχος επιφανειών.....	47
Σχήμα 46 – Λεπτομέρεια επιπέδων εκτύπωσης.....	48
Σχήμα 47 – Αποφυγή στηριγμάτων.....	48
Σχήμα 48 – Αποφυγή στηριγμάτων.....	49
Σχήμα 49 – Ελάχιστη γωνία.....	50
Σχήμα 50 – Αφαίρεση εσωτερικού υλικού.....	50
Σχήμα 51 – Ένωση γεωμετριών.....	51
Σχήμα 52 – Ανοχές.....	52
Σχήμα 53 – Εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση.....	53
Σχήμα 54 – Εφαρμογή στην τάξη.....	55

Σχήμα 55 – Βήματα σχετικά με το σχεδιασμό ενός προγράμματος.....	57
Σχήμα 56 – Περιεχόμενα σχεδίου μαθήματος.....	58
Σχήμα 57 – Δομή και περιεχόμενος μαθήματος.....	58
Σχήμα 58 – Χαρακτηριστικά κατηγορίας 3.....	59
Σχήμα 59 – Πλήρη ανάπτυξη προγράμματος.....	60
Σχήμα 60 – Πλήρη ανάπτυξη ενότητας «Ανάστροφη Μηχανική».....	60
Σχήμα 61 – Πλήρη ανάπτυξη μαθήματος «3D σχεδιασμός και.....	61
Σχήμα 62 – Πλήρη ανάπτυξη μαθήματος «3D σχεδιασμός και.....	61
Σχήμα 63 – Ρόλοι και διεργασίες στα πλαίσια του μαθήματος.....	62
Σχήμα 64 – Ερωτηματολόγια έρευνας.....	64
Σχήμα 65 – Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων.....	64
Σχήμα 66 – Προτερήματα.....	65
Σχήμα 67 – Παραδείγματα ερωτηματολογίων.....	65
Σχήμα 68 – Ζητούμενα πρώτης ενότητας.....	66
Σχήμα 69 – Ζητούμενα δεύτερης ενότητας.....	67
Σχήμα 70 – Ζητούμενο τρίτης ενότητας.....	67
Σχήμα 71 – Ζητούμενα πρώτης ενότητας.....	67
Σχήμα 72 – Ζητούμενο δεύτερης ενότητας.....	68
Σχήμα 73 – Το δείγμα της έρευνας.....	69
Σχήμα 74 – Μεθοδολογία έρευνας.....	69
Σχήμα 75 – Ταυτότητα έρευνας.....	70
Σχήμα 76 – Φύλα συμμετεχόντων.....	71
Σχήμα 77 – Γνωστικό στυλ συμμετεχόντων.....	71
Σχήμα 78 – Συσχέτιση γνωστικού στυλ με φύλο συμμετεχόντων.....	71
Σχήμα 79 – Ερωτήσεις προηγούμενης γνώσης (με κλίμακα βαθμολόγησης).....	72
Σχήμα 80 – Προηγούμενη γνώση 3D printing.....	72
Σχήμα 81 – Προηγούμενη γνώση 3D design.....	72
Σχήμα 82 – Ερωτήσεις οπτικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.....	73
Σχήμα 83 – Ενότητα Β, Οπτική (αποτελέσματα).....	73
Σχήμα 84 – Ερωτήσεις ακουστικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.....	73
Σχήμα 85 – Ενότητα Γ, Ακουστική (αποτελέσματα).....	73
Σχήμα 86 – Ερωτήσεις κιναισθητικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.....	74
Σχήμα 87 – Ενότητα Γ, Κιναισθητική (αποτελέσματα).....	74
Σχήμα 88 – Γενικές ερωτήσεις – Ανατροφοδότηση.....	75
Σχήμα 89 – Συσχέτιση γενικών ερωτήσεων με προφίλ εκπαιδευομένων.....	75
Σχήμα 90 – Απαντήσεις μόνο των ανεξάρτητων (γενικές).....	75
Σχήμα 91 – Απαντήσεις μόνο των εξαρτημένων (γενικές).....	76
Σχήμα 92 – Ερωτήσεις, Ενότητα 1.....	76
Σχήμα 93 – Απαντήσεις, Ενότητα 1.....	76
Σχήμα 94 – Απαντήσεις, Ενότητα 1.....	77
Σχήμα 95 – Απαντήσεις, Ενότητα 1.....	77
Σχήμα 96 – Ερωτήσεις, Ενότητα 2.....	77
Σχήμα 97 – Απαντήσεις, Ενότητα 2.....	78
Σχήμα 94 – Απαντήσεις, Ενότητα 2.....	78
Σχήμα 99 – Απαντήσεις, Ενότητα 2.....	78
Σχήμα 100 – Ερωτήσεις, Ενότητα 3.....	79
Σχήμα 101 – Απαντήσεις, Ενότητα 3.....	79
Σχήμα 102 – Απαντήσεις, Ενότητα 3.....	79
Σχήμα 103 – Απαντήσεις, Ενότητα 3.....	80
Σχήμα 104 – Απαντήσεις, Ενότητα 1.....	80
Σχήμα 105 – Απαντήσεις, Ενότητα 2.....	80
Σχήμα 106 – Απαντήσεις, Ενότητα 3.....	81
Σχήμα 107 – Απαντήσεις, όλες οι ενότητες (ανεξάρτητοι).....	81
Σχήμα 108 – Απαντήσεις, όλες οι ενότητες (εξαρτημένοι).....	81

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο και σκοπός

1.2 Ορισμός προβλήματος

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

1.1 Κίνητρο και σκοπός

Ένα άρτιο διδακτικό πρόγραμμα εκπαίδευσης που μπορεί να ανταποκριθεί σ' ένα μεγάλο μέρος του εκπαιδευτικού κοινού πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- ποιοι θα είναι συμμετάσχουν στο μάθημα,
- γιατί επιθυμούν να συμμετάσχουν,
- τι προηγούμενες γνώσεις έχουν σχετικά με τη θεματική ενότητα,
- τι είδους εφαρμογές χρησιμοποιούν,
- είναι εξοικειωμένοι με τη θεωρία και την πράξη αντίστοιχων θεματικών εννοιών.

Η προσθήκη τέτοιων πληροφοριών βελτιώνει και ενισχύει το διδακτικό πρόγραμμα καθώς αναβαθμίζει σε μεγάλο βαθμό το σύνολο των εκπαιδευτικών εργαλείων, π.χ. τις πρακτικές ασκήσεις, τις αναφορές, τα παραδείγματα, τις ερωτήσεις και τις εξατομικευμένες εκπαιδευτικές πρακτικές. Οι παραπάνω παραδοχές αποτελούν το βασικό κίνητρο ώστε μια νέα τεχνολογία να γίνει αναπόσπαστο κομμάτι ενός μαθήματος. Ταυτόχρονα, σκοπός αποτέλεσε η ενσωμάτωση τεχνικών παιχνιδοποίησης στο μάθημα ώστε να το καταστήσουν περισσότερο ελκυστικό και κατανοητό την ίδια στιγμή.

1.2 Ορισμός προβλήματος

Το βασικό πρόβλημα βρίσκεται στην περιοχή ένωσης του τομέα της εκπαίδευσης και της εκμάθησης νέων σύγχρονων τεχνολογιών. Ο τομέας της εκπαίδευσης ολοένα και περισσότερο εμφανίζει παραδείγματα χρήσης και εφαρμογής νέων τεχνολογιών 3D. Παραδοσιακά, η τριτοβάθμια εκπαίδευση ηγείται στη χρήση τεχνολογιών τρισδιάστατων γραφικών τόσο στην έρευνα όσο και στην εφαρμογή τους.

Αν και τα τελευταία χρόνια τέτοιου είδους θεματολογίες ενσωματώνονται και σε χαμηλότερες βαθμίδες εκπαίδευσης.

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια και συγκεκριμένες ενότητες που ενισχύουν τα αρχικά αυτά κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, κάθε κεφάλαιο αποτυπώνει ένα βασικό πυλώνα της διπλωματικής. Το 1^ο κεφάλαιο καταγράφει όλες τις εισαγωγικές έννοιες που συσχετίζονται με τον ορισμό του προβλήματος, τον σκοπό της εργασίας και τέλος, τη δομή αυτής. Το 2^ο κεφάλαιο ενσωματώνει το σύνολο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τόσο σε επίπεδο εκπαιδευτικού υλικού όσο και σε επίπεδο τεχνολογιών ταχείας πρωτοτυποποίησης. Το επόμενο κεφάλαιο (το 3^ο) εμβαθύνει στις τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης καθώς και σε τεχνικές και εργαλεία σχεδιασμού τρισδιάστατων γραφικών. Το 4^ο κεφάλαιο καταγράφει το προτεινόμενο εκπαιδευτικό σενάριο για ένα 3-ώρο μάθημα τρισδιάστατης εκτύπωσης με εργαλεία και τεχνικές παιχνιδοποίησης. Τέλος, το 5^ο κεφάλαιο περιλαμβάνει το σύνολο των πληροφοριών (έρευνα) που σχετίζονται με την υλοποίηση του μαθήματος από συγκεκριμένο σύνολο φοιτητών.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Μαθησιακά και γνωστικά προφίλ εκπαιδευομένων

2.1.1 Προφίλ εκπαιδευομένων

2.1.2 Μελέτη, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

2.2 Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση

2.2.1 Εισαγωγή στα STEM και STEAM

2.2.2 Εισαγωγή στο σχεδιασμό με τη βοήθεια Η/Υ (C.A.D)

2.2.3 Εισαγωγή στην τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing)

2.2.4 Παιχνιδοποίηση

2.1 Μαθησιακά και γνωστικά προφίλ εκπαιδευομένων

Η ορολογία του μαθησιακού στυλ συσχετίζεται με τους διαφορετικούς τρόπους μάθησης που ένα άτομο απορροφά, επεξεργάζεται, κατανοεί και συγκρατεί τη γνώση [1]. Από την άλλη πλευρά, ο γνωστικός τύπος περιγράφει εκφάνσεις της προσωπικότητας του εκπαιδευόμενου, η οποία συνδέεται με τις στάσεις, τις αξίες και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις [2]. Με λίγα λόγια, ο γνωστικός τύπος αναφέρεται στον τρόπο που ο εκπαιδευόμενος επεξεργάζεται την πληροφορία.

2.1.1 Προφίλ εκπαιδευομένων

Με βάση τη βιβλιογραφία, μια συγκεκριμένη αρχή που περιγράφει τα προφίλ των εκπαιδευομένων είναι η κατηγοριοποίηση FD/FI δηλαδή, Field Dependent – Εξαρτημένοι εκπαιδευόμενοι και Field Independents – Ανεξάρτητοι εκπαιδευόμενοι. Πιο συγκεκριμένα, ο γνωστικός τύπος μπορεί να διαχωρισθεί είτε ως εξαρτώμενος (Field Dependent – FD) είτε ως ανεξάρτητος (Field Independents – FI), σε σχέση με τη θέση των εκπαιδευομένων στη διαδικασία μάθησης [3].

Οι εκπαιδευόμενοι που ανήκουν στην κατηγορία FD επιθυμούν να καθοδηγούνται στη διαδικασία μάθησης και κάνουν χρήση σε λιγότερο αναλυτικές προσεγγίσεις. Αντιθέτως, τα άτομα που ανήκουν στην κατηγορία FI προτιμούν λιγότερη καθοδήγηση, ενώ παράλληλα ακολουθούν μια περισσότερο αναλυτική και αυτόνομη προσέγγιση στη διαδικασία της μάθησης.

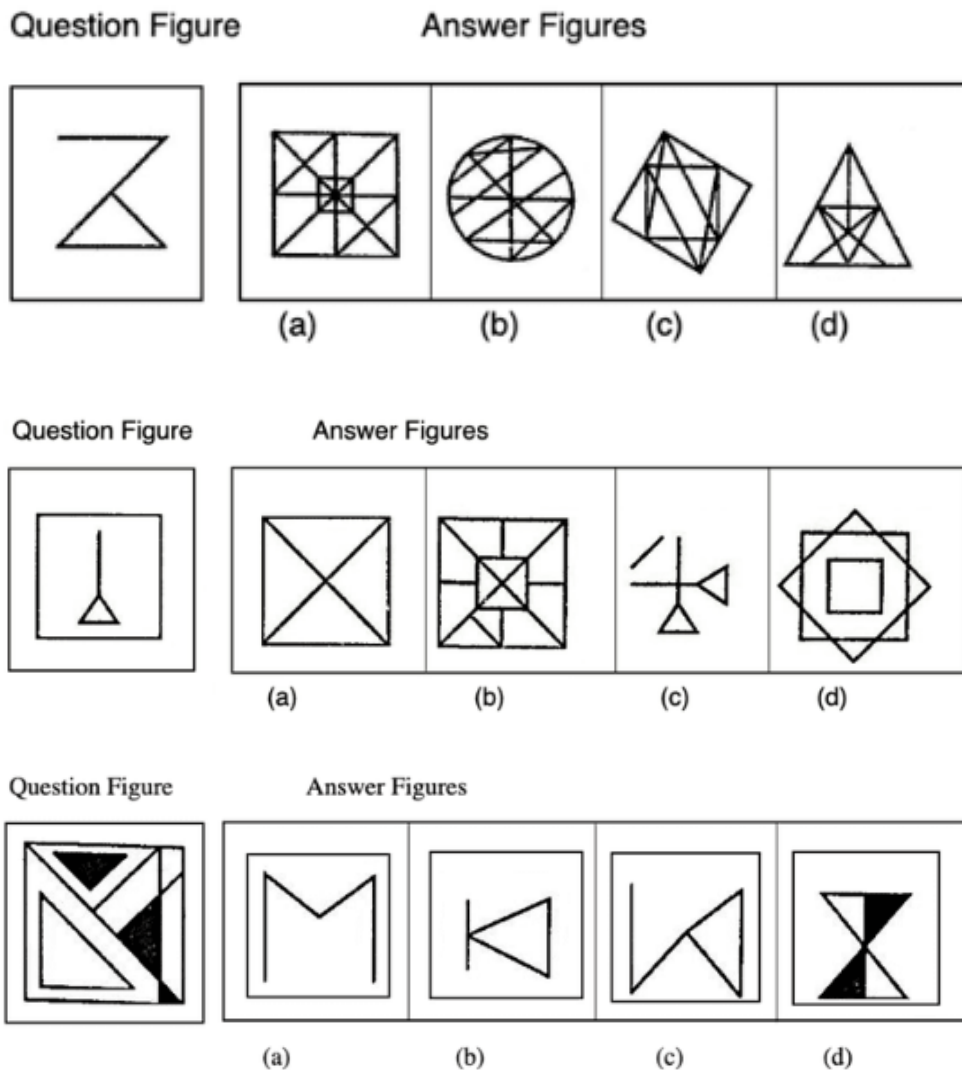
Προφίλ FI:	Προφίλ FD:
<ul style="list-style-type: none">• Αναλυτική προσέγγιση, ασχολείται με «συγκεκριμένα».• Τα παιδιά προτιμούν λιγότερες επιλογές κοινωνικού παιχνιδιού.• Μπορεί να χαρακτηριστεί από άλλους ως απρόσεκτος, απαιτητικός και χειριστικός.• Προτιμά τα μοναχικά αθλήματα.• Τα πάει καλά σε καριέρες που δεν περιλαμβάνουν διαπροσωπικές σχέσεις.• Αποτελεσματική στην ανάλυση και την αναδιάρθρωση στοιχείων.• Χρησιμοποιεί εξωτερικές επιρροές για να κάνει κρίσεις (με βάση τα γεγονότα).	<ul style="list-style-type: none">• Ασχολείται με το «σύνολο»• Τα παιδιά προτιμούν επιλογές παιχνιδιού με κοινωνικό προσανατολισμό, δηλαδή να παίζουν σπίτι, να παίζουν σχολείο, ομαδικές δραστηριότητες κ.λπ.• Μπορεί να περιγραφθεί ως ζεστός, που του αρέσει να είναι με άλλους, διακριτικός, αποδεκτός• Προτιμά τα ομαδικά αθλήματα.• Τα πάει καλά σε καριέρες που ευνοούν τις διαπροσωπικές σχέσεις.• Αποτελεσματική στην επίλυση συγκρούσεων και στην επίλυση διαφωνιών.• Χρησιμοποιεί αυτοκριτικές.

Σχήμα 1 – Χαρακτηριστικά FD και FI [4].

2.1.2 Μελέτη, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

Το εργαλείο για την επίτευξη της προαναφερόμενης κατηγοριοποίησης αποτελεί το GROUP Embedded Figures Test (GEFT). Είναι ένα τεστ που χρησιμοποιείται συνήθως για να καθοριστούν τα πεδία FD-FI του γνωστικού τύπου. Το GEFT είναι ένα ψυχομετρικό εργαλείο με στόχο να υποστηριχθεί το θεωρητικό μοντέλο του Witkin για τους εξαρτημένους και ανεξάρτητους εκπαιδευόμενους [5]. Ουσιαστικά, αποσκοπεί στην μελέτη, την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων.

Στο εργαλείο GEFT οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να εντοπίσουν απλά γεωμετρικά σχήματα μέσα σε ένα σύνολο από πολύπλοκα σχήματα μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο [6]. Έχει τη μορφή ενός ερωτηματολογίου.



Σχήμα 2 – Παραδείγματα ερωτήσεων (GEFT).

2.2 Νέες τεχνολογίες και εκπαίδευση

Οι ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών) αναφέρονται ολιστικά στην τεχνολογία των ηλεκτρονικών μέσων που χρησιμοποιούνται με σκοπό να συλλεχθούν, να αποθηκευθούν, να διαρθρωθούν και να μετατραπούν οι πληροφορίες σε διάφορες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική δραστηριότητα ως εξής:

- Ως μέσο οργάνωσης
- Ως εργαλείο έρευνας, συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών
- Ως αντικείμενο μάθησης και τέλος,
- Ως μέσο μάθησης άλλων γνωστικών αντικειμένων με τη χρήση ειδικών λογισμικών και ιδιαίτερων εξοπλισμών [7].

2.2.1 Εισαγωγή στα STEM και STEAM

Ο όρος STEM είναι ακρωνύμιο (Science, Technology, Engineering and Mathematics) το οποίο συναντάται κατά κύριο λόγο στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Αναφέρεται, σε πεδία που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών και των Μαθηματικών. Τα τελευταία χρόνια έχει προστεθεί ο όρος “Art” όπου προσεγγίζει τις ανθρωπιστικές όψεις των τεχνικών ζητημάτων [8].

Ταυτόχρονα, τα STEAM είναι μια διεπιστημονική προσέγγιση για την εκπαίδευση των παιδιών με γνώσεις και δεξιότητες από κατευθύνσεις που σχετίζονται με τομείς όπως, η τεχνολογία, η μηχανική, τα μαθηματικά, η ρομποτική, ο σχεδιασμός, κ.α. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης βρίσκει γόνιμο έδαφος στα εκπαιδευτικά πλαίσια των STEAM καθώς αποτελεί ένα μέσο και ένα εργαλείο εφαρμογής που μπορεί να προάγει την γνώση και ταυτόχρονα να αναβαθμίσει τον περιεχόμενο του μαθήματος [9].

Μέσω των εφαρμογών STEAM, η εκπαίδευση στοχεύει να υιοθετήσει μια νέα μαθησιακή προσέγγιση που υπερβαίνει την ικανότητα να θυμούνται τα γεγονότα.

2.2.2 Εισαγωγή στο σχεδιασμό με τη βοήθεια Η/Υ (C.A.D)

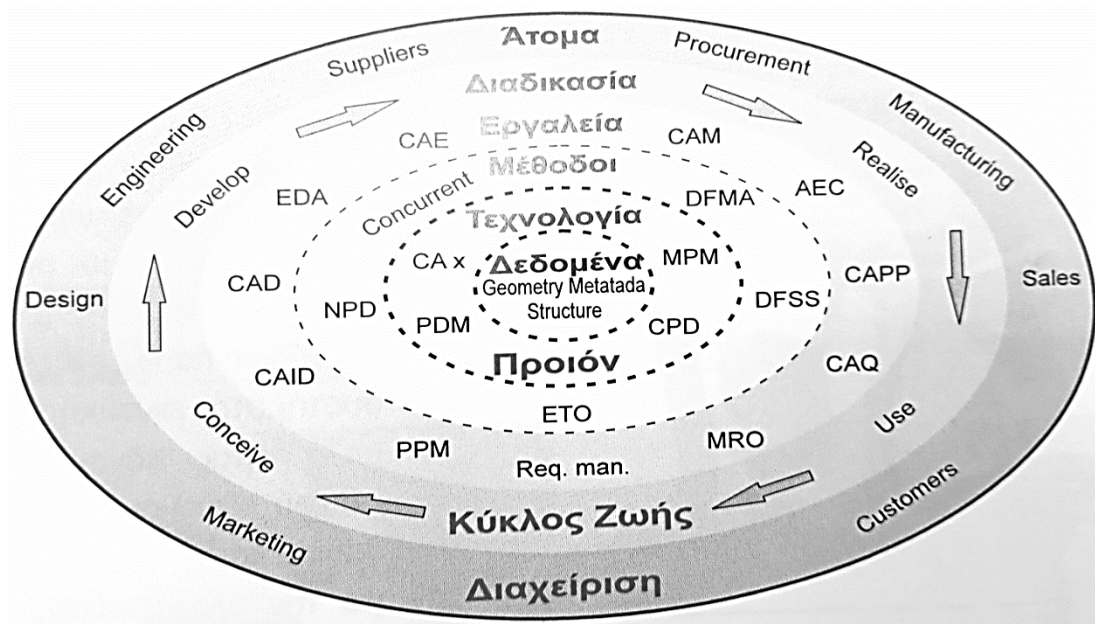
Με το CAD/CAM (Computer Aided Design & Computer Aided Manufacturing) σχεδιάζουμε και παράγουμε προϊόντα, δηλαδή απτά αγαθά τα οποία είναι αποτέλεσμα μιας διαδικασίας και προορίζονται για τον καταναλωτή ή τελικό χρήστη [10]. Ουσιαστικά:

- CAD σημαίνει σχεδίαση με τη βοήθεια Η/Υ.
- CAM σημαίνει παραγωγή με τη βοήθεια Η/Υ.

Πιο συγκεκριμένα, οι τεχνολογίες CAD/CAM είναι η σχεδιομελέτη και η παραγωγή με τη χρήση Η/Υ που αποσκοπεί στη δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο τον κύκλο ανάπτυξης και εισαγωγής του προϊόντος στην αγορά [11].

Οι βασικοί λόγοι χρήσης CAD/CAM στην ανάπτυξη προϊόντων είναι οι:

- Ανάπτυξη ενός σωστού προϊόντος από την αρχή,
- Στον ελάχιστο δυνατό χρόνο ανάπτυξης,
- Με το ελάχιστο δυνατό κόστος και
- Την καλύτερη δυνατή ποιότητα.



Σχήμα 3 – Product Lifecycle Management - PLM

2.2.3 Εισαγωγή στην τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing)

Ο όρος ταχεία πρωτοτυποποίηση (rapid prototyping - RP) αναφέρεται σε μια τεχνολογία η οποία μπορεί να κατασκευάσει φυσικά μοντέλα από δεδομένα συστημάτων C.A.D. Επίσης, η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια τεχνική που βασίζεται στη πρόσθεση υλικού. Ταυτόχρονα, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν γρήγορα, πρωτότυπα των αντικειμένων που σχεδιάζουν και τα οποία μπορούν να αγγίζουν [12]. Κάποιοι λόγοι για τη χρήση αυτής της τεχνολογίας στη πρωτοτυποποίηση είναι οι εξής:

- Τα πρωτότυπα αυτά αποτελούν σπουδαία βοηθήματα για να επικοινωνούν οι σχεδιαστές με τους συναδέλφους τους αλλά και με τους πελάτες τους.
- Επίσης, τα πρωτότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ελέγχους σε πειραματικές διατάξεις.

Επιπρόσθετα, μπορούν να αναφερθούν και αυτά επίσης [13].

- Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια διαδικασία που προσφέρει πολλές ευκαιρίες στους δημιουργούς.
- Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης με βάση το υλικό δημιουργίας.
- Η ελευθερία που δίνουν οι συγκεκριμένες τεχνικές είναι μεγάλες ώστε να δημιουργηθούν πρωτότυπα προϊόντα.
- Μπορούν να παραχθούν πολύπλοκα αντικείμενα – που σε αντίθετη περίπτωση θα χρειαζόταν η δημιουργία αρκετών επιμέρους «κομματιών» που θα έπρεπε να συνδεθούν μεταξύ τους για να δώσουν το τελικό αποτέλεσμα.

Βασικά βήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Ακολουθούν μερικά από τα βασικά βήματα για την εκτύπωση [14].

1. Με τη χρήση ειδικού λογισμικού, το C.A.D. μοντέλο κόβεται σε φέτες-επίπεδα μικρού πάχους ανάλογα με τις παραμέτρους.
2. Τα επίπεδα αυτά τοποθετούνται στη συνέχεια το ένα πάνω στο άλλο και διαμορφώνουν το αντικείμενο που έχει σχεδιαστεί.
3. Η ταχεία πρωτοτυποποίηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία προστίθεται υλικό.
4. Έτσι συνδυάζοντας τα επίπεδα από χαρτί ή κερί ή ακόμη και πλαστικό δημιουργείται ένα στερεό αντικείμενο.

Η τεχνική ταχείας πρωτοτυποποίησης με την προσθήκη υλικού εμφανίζουν το πλεονέκτημα της πρωτοτυποποίησης αντικειμένων με πολύπλοκα εσωτερικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν μπορούν να προκύψουν με κατεργασίες αφαίρεσης υλικών.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα παράδειγμα σχεδιασμού μιας τρισδιάστατης γεωμετρίας και στη συνέχεια αυτού ακολουθεί η εκτύπωση αυτής μέσω ειδικού εξοπλισμού. Το συγκεκριμένο παράδειγμα βρίσκεται στο βιβλίο «Σχεδίαση και Πρωτοτυποποίηση Προϊόντων» των Ν. Ευκολίδη, Α. Μανάβη και Π. Κυράτση των εκδόσεων Τζιόλα [15].

Σχεδιασμός και εκτύπωση κύβων παιχνιδιού

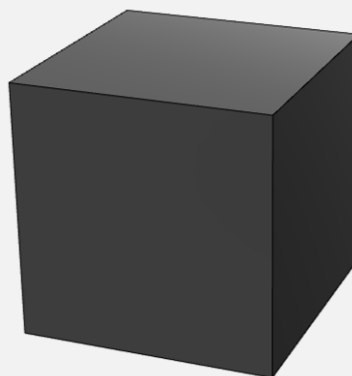
Το παράδειγμα αφορά το σχεδιασμό μιας σειράς κύβων παιχνιδιού διαφορετικών μεγεθών και χρωμάτων όπου επιτρέπεται η μεταξύ τους σύνδεση με σκοπό τη δημιουργία περισσότερο πολύπλοκων μορφών. Ο κατασκευαστής μπορεί να σχεδιάσει τα σχήματα της αρεσκείας του σε όποιο μέγεθος επιθυμεί και προβεί στις κατάλληλες εκτυπώσεις. Έπειτα μπορεί να δοκιμαστεί στη χρήση του.

Σχεδιασμός και κατασκευή κύβων

Βήμα 1

Αρχικά εισάγουμε ένα κύβο από την εργαλειοθήκη των έτοιμων σχημάτων.

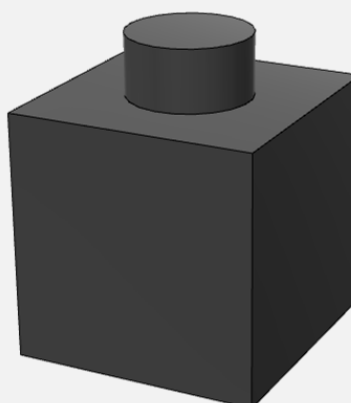
Διαστάσεις κύβου
20x20x20mm.



Βήμα 2

Στη συνέχεια εισάγουμε και έναν έτοιμο κύλινδρο (σύνδεσμο) στο κέντρο της πάνω επιφάνειας του κύβου τον οποίο και τον ενώνουμε σε αυτόν.

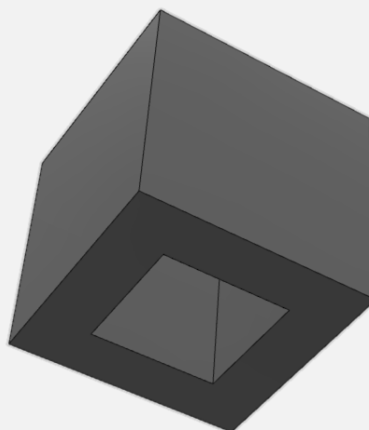
Ακτίνα κυλίνδρου 5mm
Ύψος κυλίνδρου 5mm



Βήμα 3

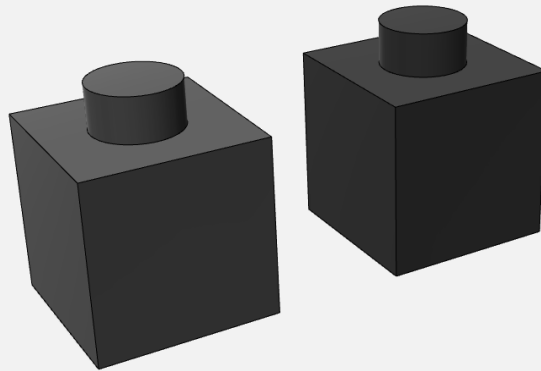
Στο τρίτο βήμα με την εντολή shell δημιουργούμε μια οπή στο κάτω μέρος του κύβου κάνοντας το κούφιο.

Η συγκεκριμένη οπή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την διάμετρο του κυλίνδρου (συνδέσμου) δηλαδή να υπάρχει μια ανοχή έτσι ώστε αυτός να μπορεί να μπει στο εσωτερικό της.



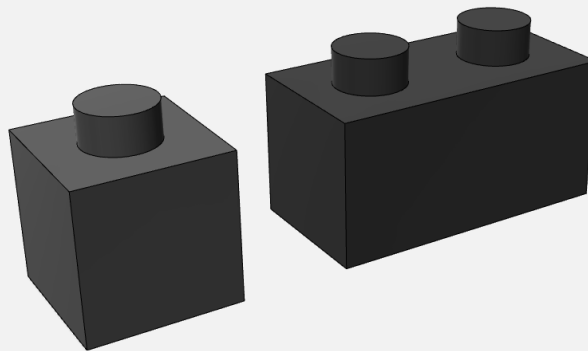
Βήμα 4

Έπειτα αντιγράφουμε και μετακινούμε τον κύβο.



Βήμα 5

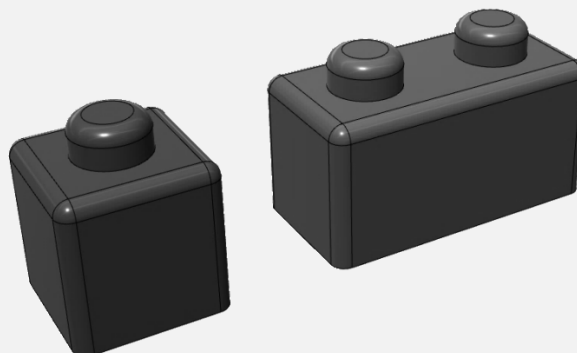
Όπως και στο προηγούμενο βήμα έτσι και σε αυτό αντιγράφουμε τον δεύτερο κύβο αλλά αυτήν την φορά τον μετακινούμε ακριβώς δίπλα από τον προηγούμενο και τον ενώνουμε.



Βήμα 6

Τέλος, κάνουμε fillet τις ακμές των σχημάτων έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι τελικές γεωμετρίες.

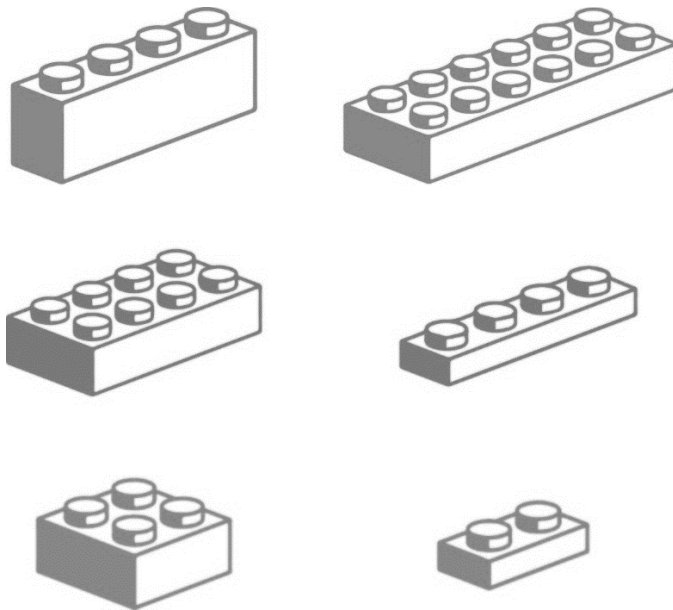
Ακτίνα fillet 2mm.



Σχήμα 4 - Παράδειγμα σχεδίασης (παιχνίδι κύβων).


Στη συνέχεια ακολουθούν μερικά παραδείγματα σχημάτων όπου μπορούν να σχεδιαστούν με παρόμοια λογική – όπως στο παραπάνω αναλυτικό παράδειγμα.

Οι διαφορές των σχημάτων είναι στις βασικές διαστάσεις των σχημάτων (άλλα μεγαλύτερα – άλλα μικρότερα) και στον αριθμό των κυλινδρικών υποδοχών. Με αυτή τη λογική – ο κατασκευαστής μπορεί να έχει μια μεγάλη γκάμα σχημάτων με σκοπό να δημιουργεί όλο και περισσότερο πολύπλοκες γεωμετρίες.



Σχήμα 5 – Παραδείγματα ασκήσεων για τους κύβους του παιχνιδιού.

Στα πλαίσια του όρου της παιχνιδοποίησης ακολουθεί ένα παράδειγμα άσκησης για το σχεδιασμό και την κατασκευή αντίστοιχων κύβων.

Φύλλο Εργασίας 

Κύβοι παιχνιδιού
 Σχεδιάσε κύβους παιχνιδιού σε τρισδιάστατη μορφή μέσω ειδικού λογισμικού με σκοπό να εκτυπωθούν από αντίστοιχο εκτυπωτή τρισδιάστατων αντικείμενων.

Τρισδιάστατη ψηφιακή μορφή

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Πρωτότυπο μοντέλο

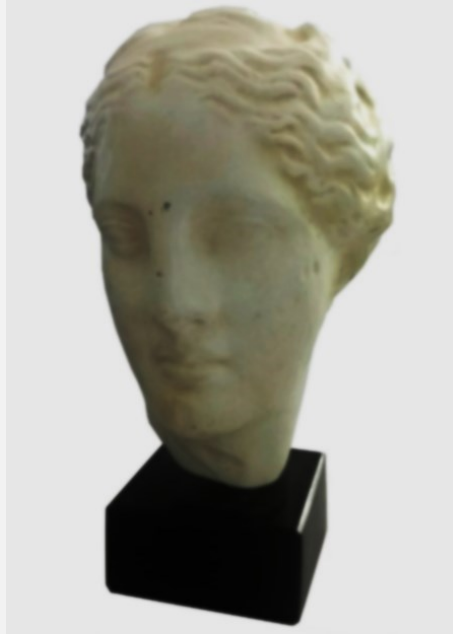
Φωτογραφία αντικειμένου

Σχήμα 6 – Φύλλο εργασίας στα πλαίσια της παιχνιδοποίησης.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα εκτύπωσης ενός σύνθετου (σε μορφολογία) αντικειμένου που έχει προκύψει από ανάστροφη μηχανική δηλαδή, τρισδιάστατη σάρωση.

Πρωτοτυποποίηση κεφαλής αγάλματος

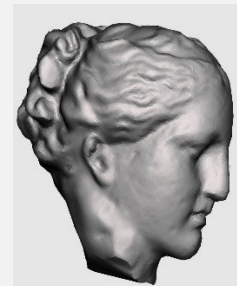
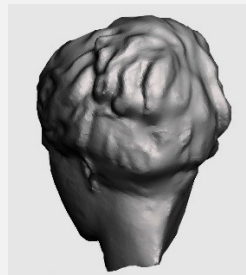
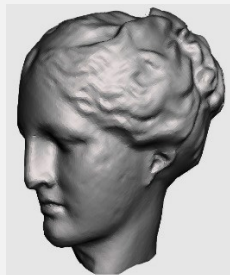
Φωτογραφία πραγματικού γλυπτού με σκοπό τη ψηφιακή αντιγραφή του με κατάλληλο λογισμικό.



Αρχική ψηφιοποίηση αντικειμένου – με ατέλειες και ανοιχτές περιοχές.

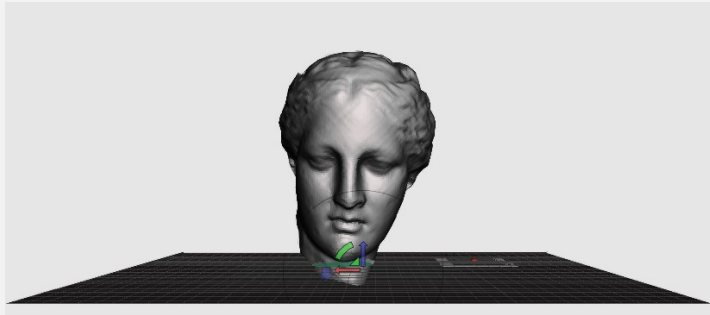


Τελικό ψηφιακό μοντέλο.

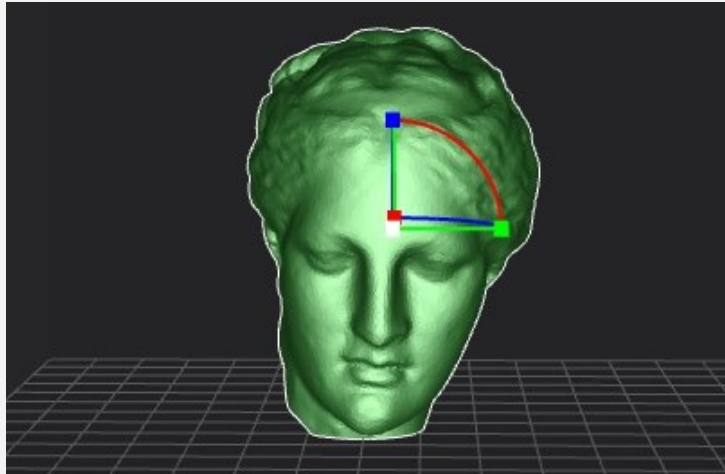


Πρωτοτυποποίηση κεφαλής αγάλματος

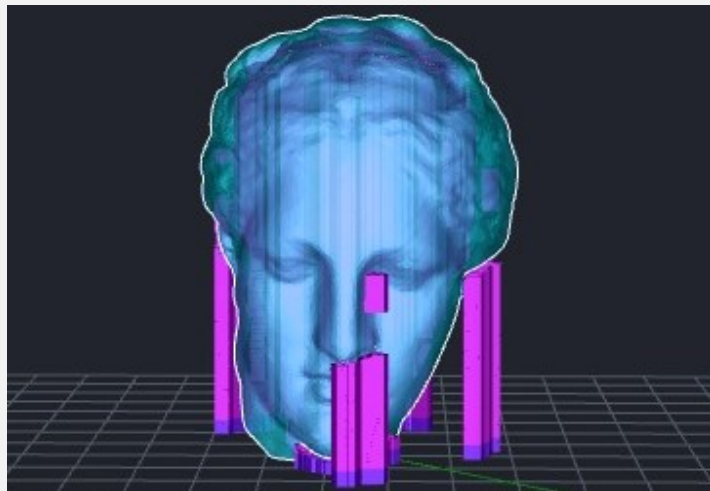
Εισαγωγή του αντικειμένου στο χώρο εκτύπωσης.



Επιβεβαίωση εκτύπωσης.



Δημιουργία στηριγμάτων.



Σχήμα 7 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης μιας κεφαλής αγάλματος - 1.

Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης

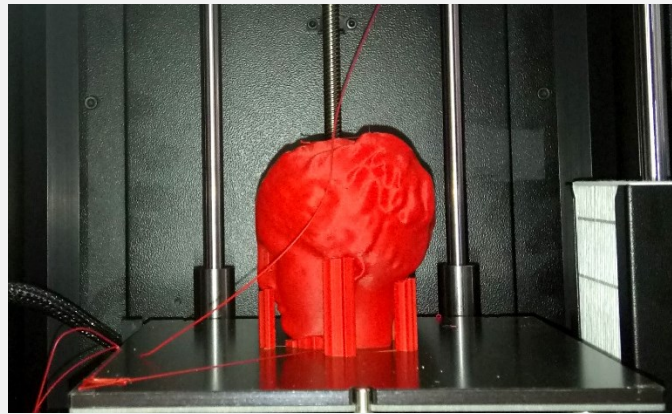
Βήματα

1. Δημιουργία του C.A.D. μοντέλου.
2. Μετατροπή του C.A.D. μοντέλου σε STL μορφή (Stereolithography).
3. Τεμαχισμός σε λεπτά επίπεδα των γεωμετρικών πληροφοριών που περιέχονται στο STL αρχείο.
4. Κατασκευή του αντικειμένου με τη δημιουργία ενός επιπέδου μετά το άλλο – εκτύπωση.
5. Καθαρισμός και φινιρίσμα του αντικειμένου

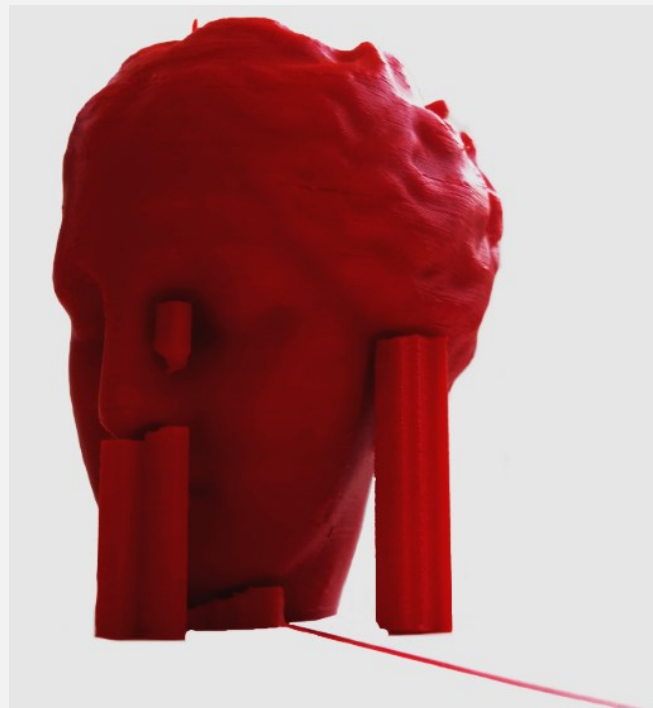
Σχήμα 8 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης.

Πρωτοτυποποίηση κεφαλής αγάλματος

Εκτύπωση αντικειμένου μέσα στον χώρο του εκτυπωτή.



Το αντικείμενο με τα στηρίγματα.



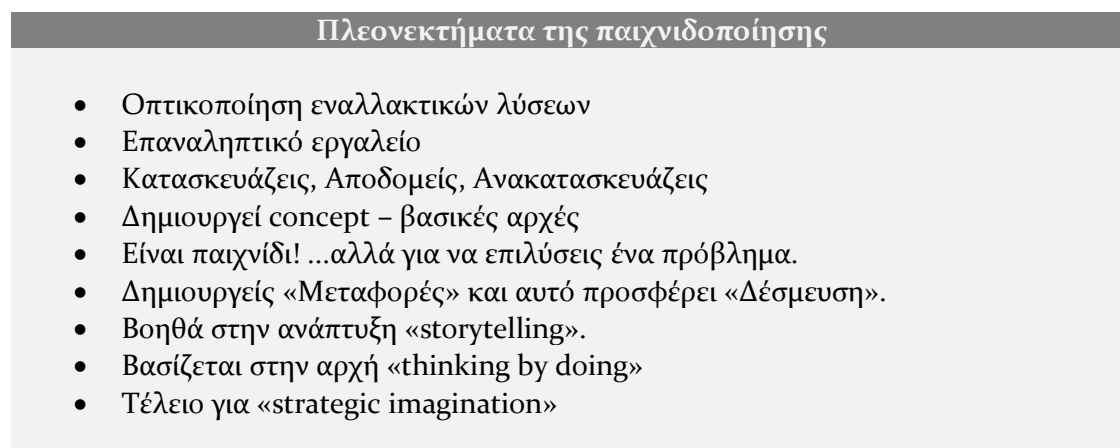
Το φινίρισμα του αντικειμένου.



Σχήμα 9 – Σύνολο βημάτων εκτύπωσης μιας κεφαλής αγάλματος - 2.

2.2.4 Παιχνιδοποίηση

Η σχεδιαστική σκέψη (Design Thinking) βασίζεται στην πεποίθηση ότι πάντα μπορούμε να κάνουμε κάτι καινοτόμο, ακολουθώντας μια προκαθορισμένη διαδικασία με σκοπό τη δημιουργία λύσεων με θετικό αντίκτυπο στην Τεχνολογία, την Επιχειρηματικότητα και την Ανθρώπινη Δημιουργικότητα [16]. Το «Design Thinking» είναι αυτό που δίνει πίστη στις δημιουργικές ικανότητες του καθένα, που μπορούν μετατρέψουν όλες τις δύσκολες προκλήσεις σε ευκαιρίες για σχεδιασμό [17].



Σχήμα 10 – Πλεονεκτήματα παιχνιδοποίησης [18].

Σύμφωνα με έναν ορισμό, «ο σχεδιασμός έχει γίνει πολύ σημαντικός για να αφεθεί στους σχεδιαστές». Πράγματι, στο σημερινό περιβάλλον του έντονου ανταγωνισμού και των ραγδαίων αλλαγών, μια έντονη κουλτούρα καινοτομίας είναι σημαντική για την επιτυχία ενός οργανισμού [19].



Σχήμα 11 – Βήματα παιχνιδοποίησης.


Το Design Thinking ως μέθοδος καινοτομίας είναι δύσκολο και απαιτητικό, αλλά μπορεί να διδαχθεί.

Οι εκπαιδευτικοί στόχοι του ανθρώπου που ακολουθεί τη Σχεδιαστική Σκέψη είναι:

- Να παρέχει μια συστημική μεθοδολογία για Καινοτομία.
- Να παρέχει μια μεθοδολογία και πρακτική για το πώς να αποκτήσουμε βαθύτερη σύνδεση με τους πελάτες μας.


- Να συμβάλει στη δημιουργία μιας κουλτούρας καινοτομίας.
- Να βλέπει συνεχώς νέες ευκαιρίες.

Ο όρος της παιχνοποίησης (gamification) είναι η εφαρμογή στοιχείων και αρχών από παιχνίδια σε διαδικασίες εκτός παιχνιδιού [20]. Μια κλασική περίπτωση παιχνοποίησης στο σχεδιασμό προϊόντων είναι η χρήση των γνωστών προϊόντα «τουβλάκια σύνθεσης» όπου ο σχεδιαστής τα χρησιμοποιεί για να δημιουργήσει γεωμετρίες αντικειμένων. Παρακάτω παρουσιάζεται μια σειρά πλεονεκτημάτων για τη διαδικασία παιχνοποίησης κάνοντας χρήση οποιαδήποτε λογικής και στρατηγικής παιχνιδιού με σκοπό να τα αποτελέσματα που βγουν να έχουν πρακτικής εφαρμογή στο σχεδιασμό προϊόντων.


Φύλλο Εργασίας 

Παιχνοποίηση
Με τη χρήση των κύβων παιχνιδιού προσπάθησε να φτιάξεις μερικές από τις παρακάτω γεωμετρίες.


Δημιούργησε ένα χρηστικό προϊόν για την κουζίνα.




Δημιούργησε ένα τελικό χρηστικό προϊόν.




Αντέγραψε ένα προϊόν.



Αναπαράστησε την αγαπημένη σου ταινία.



Αναπαράστησε την αγαπημένη σου κτίριο.



Σχήμα 12 – Φύλλο εργασίας παιχνοποίησης.



Σχήμα 13 – Παραδείγματα παιχνοποίησης.

Κεφάλαιο 3: Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης

3.1 Εισαγωγή στην ταχεία πρωτοτυποποίηση
Ορισμός – σκοπός – εφαρμογές

3.2 Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης
Είδη τεχνολογιών

3.4 Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης (FDM)

3.4.1 Εισαγωγή

3.4.2 FDM – Fused Deposition Modelling

3.4.3 Λογισμικά και εξοπλισμός επεξεργασίας

3.4.4 Πριν την εκτύπωση

3.4.5 Μετά την εκτύπωση

3.5 Σχεδιασμός με τη βοήθεια Η/Υ και ταχεία πρωτοτυποποίηση

3.5.1 Εισαγωγή στο λογισμικό

3.5.2 Βασικές αρχές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων

3.5.3 Σχεδιασμός αντικειμένων για χρήση 3DPrinter

3.6 Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην εκπαίδευση και μελέτες περιπτώσεων

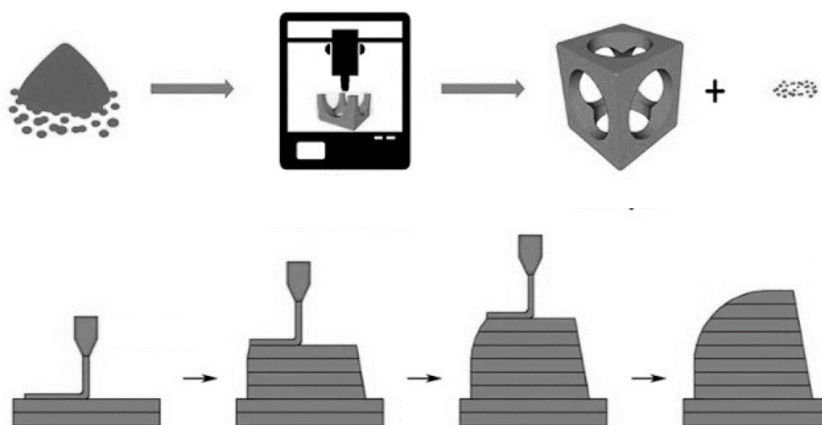
3.1 Εισαγωγή στην ταχεία πρωτοτυποποίηση

Ο όρος της ταχείας πρωτοτυποποίησης (rapid prototyping - RP) αναφέρεται σε μια τεχνολογία η οποία μπορεί να κατασκευάσει φυσικά μοντέλα από δεδομένα συστημάτων C.A.D. (Computer-Aided Design) δηλαδή γεωμετρίες που έχουν σχεδιαστεί σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

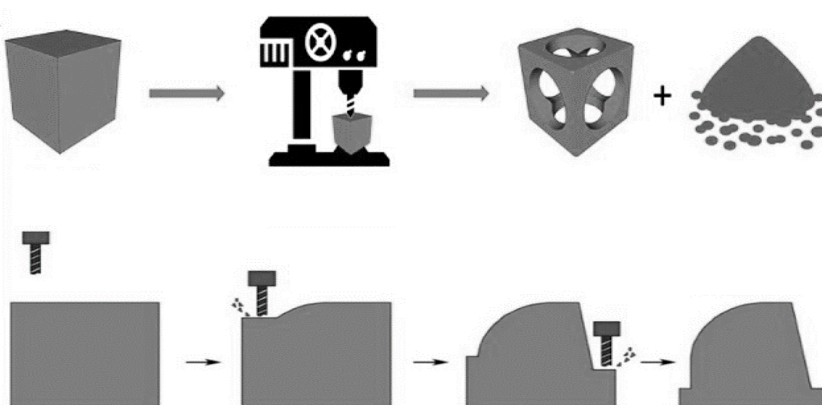
Ορισμός

Ο ορισμός της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να καταγραφεί ως τη διαδικασία ή τεχνική για την δημιουργία υλικών αντικειμένων σε τρισδιάστατη μορφή όπου βασίζεται στη πρόσθεση υλικού (additive manufacturing) με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (τρειςδιάστατος εκτυπωτής / 3D printer) [21].

Από την άλλη πλευρά, οι τεχνικές που βασίζονται στην αφαίρεση υλικού (subtractive manufacturing) έχουν τους περιορισμούς που απαιτούν οι μηχανουργικές διεργασίες. Τέλος, η παραγωγή του τελικού αντικειμένου προκύπτει από την επεξεργασία μιας μάζας υλικού (όπου παράγονται και απόβλητα) [22].



Σχήμα 14 – Μέθοδος κατασκευής αντικειμένων με πρόσθεση υλικού (additive manufacturing).



Σχήμα 15 – Μέθοδος κατασκευής αντικειμένων με αφαίρεση υλικού (subtractive manufacturing).

Σκοπός

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν γρήγορα, πρωτότυπα των αντικειμένων που σχεδιάζουν και τα οποία μπορούν να αγγίξουν [23].

Επίσης, τα πρωτότυπα αντικείμενα αποτελούν σπουδαία βοηθήματα για να επικοινωνούν οι σχεδιαστές με τους συναδέλφους τους αλλά και με τους πελάτες τους. Τέλος, τα πρωτότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ελέγχους σε πειραματικές διατάξεις.

Τα βασικά βήματα για οποιαδήποτε τεχνική ταχείας πρωτοτυποποίησης είναι δύο, α) ο ψηφιακός τεμαχισμός της γεωμετρίας σε μικρά επίπεδα και β) η φυσική τοποθέτηση των εκτυπωμένων επιπέδων με σκοπό να δημιουργηθεί ο τελικός όγκος [24]. Πιο συγκεκριμένα:

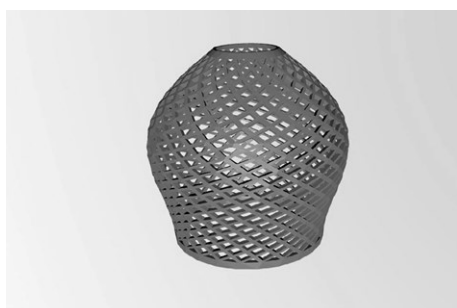
α) με τη χρήση ειδικού λογισμικού το C.A.D. μοντέλο τεμαχίζεται σε φέτες/επίπεδα μικρού πάχους – ανάλογα με τις παραμέτρους και στη συνέχεια,

β) τα συγκεκριμένα επίπεδα τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο και διαμορφώνουν το αντικείμενο που έχει σχεδιαστεί. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ταχεία πρωτοτυποποίηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία προστίθεται υλικό.

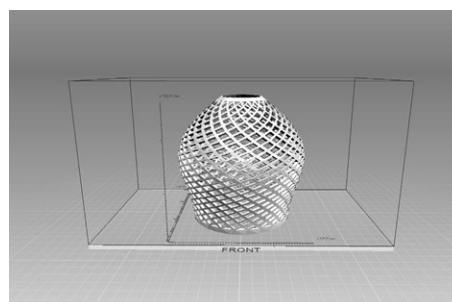
Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης.

1. Δημιουργία του CAD μοντέλου.
2. Μετατροπή του CAD μοντέλου σε STL μορφή.
3. Τεμαχισμός σε λεπτά επίπεδα των γεωμετρικών πληροφοριών.
4. Κατασκευή με τη δημιουργία του ενός επιπέδου μετά το άλλο.
5. Καθαρισμός και φινίρισμα του αντικειμένου.

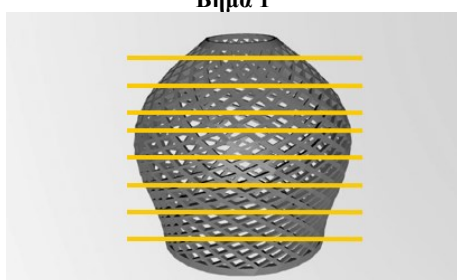
Σχήμα 16 – Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης.



Βήμα 1



Βήμα 2



Βήμα 3



Βήμα 4



Βήμα 5

Σχήμα 17 – Βασικά βήματα ταχείας πρωτοτυποποίησης (με εικόνες).

Εφαρμογές

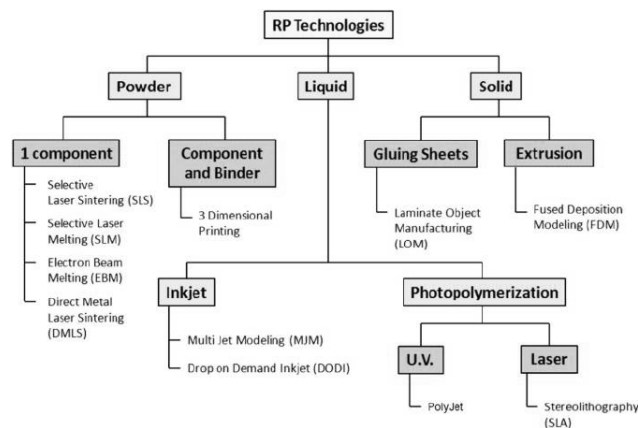
Οι εφαρμογές της ταχείας πρωτοτυποποίησης βρίσκουν θέση ολοένα και περισσότερο, τόσο σε επίπεδο ακαδημαϊκής έρευνας όσο και στη βιομηχανία. Μερικοί κλάδοι που κάνουν χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών είναι: η αυτοκινητοβιομηχανία, η ιατρική, η αεροναυπηγική, η εκπαίδευση, κ.α. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως τα τελευταία λίγα χρόνια, ο εξοπλισμός έχει προσιτό κόστος και έτσι συναντάται συχνά σε εφαρμογές οικιακής χρήσης από μη-εξειδικευμένους χρήστες.



Σχήμα 18 – Παραδείγματα εφαρμογών.

3.2 Τεχνολογίες ταχείας πρωτοτυποποίησης

Η 3D εκτύπωση είναι ένας τρόπος δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων και θεωρείται από τους γρηγορότερους τρόπους κατασκευής προτύπων. Υπάρχουν πολλές κατηγορίες 3D εκτυπωτών που διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας τους. Ωστόσο, όλες οι κατηγορίες έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό που είναι η διαδοχική προσθήκη υλικού ανά επίπεδο [25]. Το υλικό που χρησιμοποιείται είναι κατά βάση πλαστικής σύνθεσης.

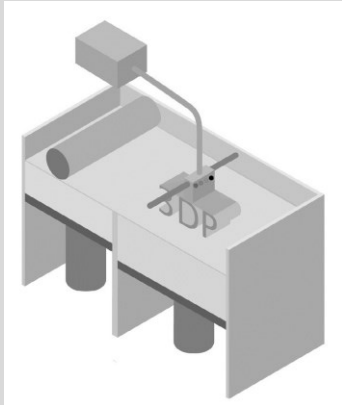


Σχήμα 19 – Κατηγοριοποίηση τεχνολογιών ταχείας πρωτοτυποποίησης βάσει υλικού.

Οι μεθοδολογίες που ακολουθούν – καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της αγοράς. Τεχνικές που χρησιμοποιούνται επί το πλείστον για επαγγελματική και προσωπική χρήση.

Τεχνολογία 1, Three Dimensional Printing

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές έχουν πολλές ομοιότητες με του εκτυπωτές inkjet. Το βασικό υλικό για την κατασκευή των αντικειμένων έχει την μορφή σκόνης. Η βασική αρχή λειτουργίας του εξοπλισμού διαθέτει τα εξής βήματα: α) η κεφαλή inkjet αποθέτει υγρό, β) η σκόνη λιώνει και στερεοποιείται, γ) η πλατφόρμα κατεβαίνει, δ) η νέα σκόνη τοποθετείται από πάνω και ε) η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται έως την πλήρη κατασκευή του αντικειμένου. Τέλος, το αντικείμενο πρέπει να καθαριστεί από τη σκόνη που δεν χρησιμοποιήθηκε.

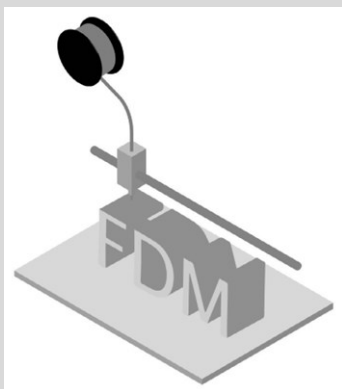


- **Υλικά:** Sandstone, plaster, sugar, acrylic powder, ceramic powder, calcium carbonate.
- **Κατασκευαστές:** Z Corp (1995-2012), 3D Systems (2012 until today), Foschif Mechatronics Technology.
- **Πλεονεκτήματα:** Χρώμα και πολύπλοκες γεωμετρίες.
- **Μειονεκτήματα:** Ευθραυστότητα, πορώδης υφή, δυσκολία να δημιουργηθούν μεγάλες κλίσεις (καμπυλότητες) με τις φθηνότερες εκδόσεις της μηχανής
- **Εφαρμογές:** Γλυπτά, φιγούρες ανθρώπων, διακοσμήσεις, μουσειακά αντικείμενα, εκπαίδευση.

Σχήμα 20 – 3D printing.

Τεχνολογία 2, Filament Deposition Modeling (FDM) & Fused Filament Fabrication (FFF)

Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στο στόμιο εξώθησης λιωμένου υλικού. Έπειτα, το στόμιο μετακινείται στο επίπεδο x-y. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το πρώτο επίπεδο. Στη συνέχεια έχουμε την πτώση της πλατφόρμας κατά ένα επίπεδο. Το στόμιο επανατοποθετεί νέο υλικό στο νέο επίπεδο. Τέλος, όπου κρίνεται απαραίτητο γίνεται χρήση βοηθητικών στηρίξεων.



- **Υλικά:** ABS (acrylonitrile butadiene styrene), PLA (polylactic acid), PC (polycarbonate), Nylon, PET (polyethylene terephthalate), PVA (polyvinyl alcohol) and, some experimental ones.
- **Κατασκευαστές:** Stratasys, MakerBot, Ultimaker, UP!, 3D Systems (Cube), LeapFrog, BQ, ShareBot, Be3D, PrintrBot, Pirate 3D, Solidoodle.
- **Πλεονεκτήματα:** Επιλογή υλικών και χρωμάτων, ικανότητα για τη δημιουργία «κούφινων» περιοχών, μεγάλο φάσμα τιμών, ικανότητα για τη δημιουργία τόσο στερεών αντικειμένων, όσο και εύκαμπτων.
- **Εφαρμογές:** Λειτουργικά πρωτότυπα προϊόντα, αντικείμενα στο πρώιμο στάδιο του Product Design.

Σχήμα 21 – FDM & FDF.

Τεχνολογία 3, Stereolithography - SLA

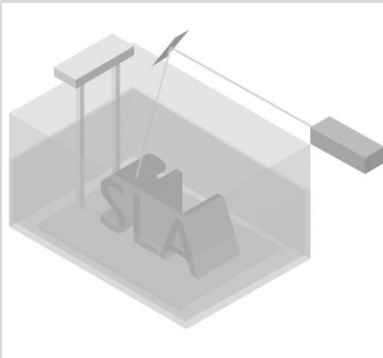
Οι εκτυπωτές SLA είναι μια κατηγορία εκτυπωτών οι οποίοι διαφέρουν από τους FDM όσο σε εξάρματα τόσο και σε τρόπο λειτουργίας. Είναι μια τεχνολογία όπου τα τελευταία χρόνια μειώθηκε το κόστος της.

Στο τελικό αντικείμενο μπορεί να αποτυπώσει με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια τις λεπτομέρειες του σε σχέση με έναν εκτυπωτή FDM. Ο λόγος είναι τα πολύ λεπτότερα στρώματα (layers). Ο χρόνος εκτύπωσης είναι παρόμοιος με των FDM. Το κόστος απόκτησης ενός τέτοιου εκτυπωτή και των αναλωσίμων του είναι λίγο μεγαλύτερο από τους κλασικούς εκτυπωτές. Τα βασικά εξαρτήματα του είναι 6:

1. Άξονας Z
2. Laser
3. Καθρέπτης
4. Bed (επίπεδο εκτύπωσης)
5. Υγρή ρητίνη (αναλώσιμο)
6. Οθόνη χειρισμού

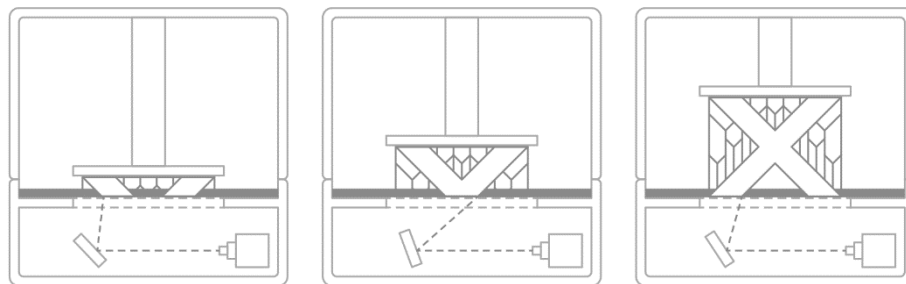
Άλλα χαρακτηριστικά που διαθέτουν οι συγκεκριμένοι εκτυπωτές είναι:

- Χρήση υγρών φωτοευαίσθητων πολυμερών.
- Στερεοποίηση σε έκθεση υπεριώδους ακτινοβολίας.
- Πλατφόρμα κάτω από την επιφάνεια του υγρού.
- Η εστιασμένη ακτίνα UV-laser στερεοποιεί το υγρό (πρώτο επίπεδο).
- Πτώση πλατφόρμας.
- Η ακτίνα UV-laser επαναλαμβάνει τη διαδικασία (δεύτερο επίπεδο).
- Το μοντέλο αφαιρείται από το διάλυμα.



- **Υλικά:** Colored and transparent photopolymer, flexible, thermofusible photopolymer.
- **Κατασκευαστές:** FormLabs, 3D Systems, MiiCraft.
- **Πλεονεκτήματα:** ακρίβεια, διαφάνεια, ευτηξία, μικροσκοπικά αντικείμενα.
- **Εφαρμογές:** Ιατρική, model making, κοσμήματα, δημιουργία ανθρώπινων ομοιωμάτων (figurines).

Σχήμα 22 – Stereolithography, SLA.



Σχήμα 23 – Αρχή λειτουργίας SLA.

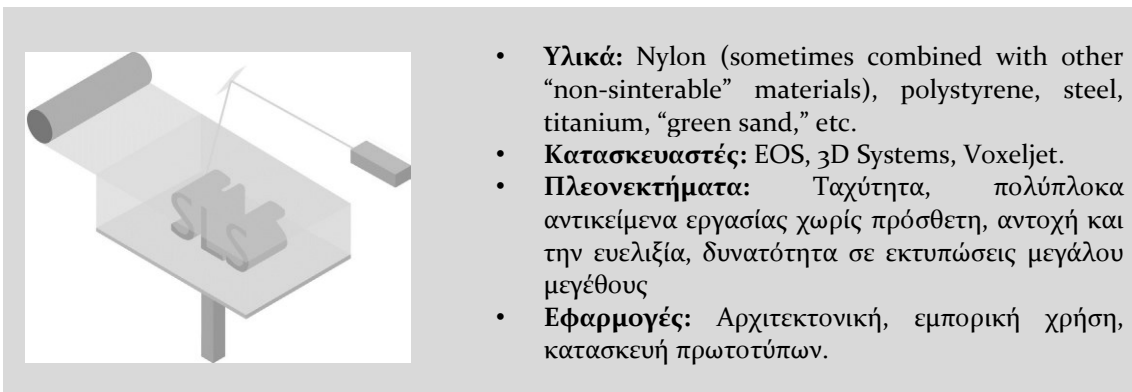
Τεχνολογία 4, Selective Laser Sintering – SLS

Οι εκτυπωτές SLS (επιλεκτική περίττηξη με laser) θυμίζουν πολύ τους SLA όσον αφορά την διαδικασία που ακολουθούν. Το κόστος ενός τέτοιου μηχανήματος είναι αρκετά υψηλό όπως και τα υλικά του. Επίσης αυτού του είδους οι εκτυπωτές απαιτούν συντήρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα για αυτόν το λόγο χρησιμοποιούνται κυρίως από βιομηχανίες. Τα βασικά εξαρτήματα του είναι 7.

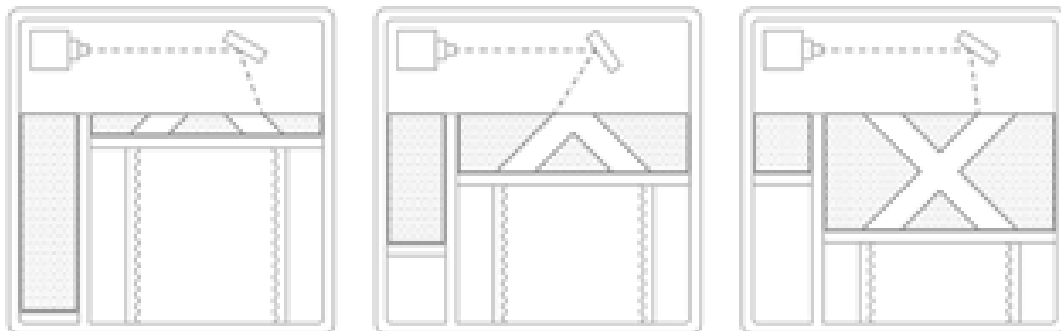
1. Άξονας Z
2. Laser
3. Καθρέπτης
4. Bed (επίπεδο εκτύπωσης)
5. Σκόνη/πούδρα - μικροσωματίδια (αναλώσιμο)
6. Leveling roller (εργαλείο ισοπέδωσης)
7. Οθόνη χειρισμού

Άλλα χαρακτηριστικά που διαθέτουν οι συγκεκριμένοι εκτυπωτές είναι:

- Χρήση ακτίνας laser
- Λιώσιμο και στερεοποίηση της σκόνης.
- Η πλατφόρμα κατεβαίνει.
- Ολοκλήρωση πρώτου επιπέδου
- Επανάληψη διαδικασίας.
- Η περίσσεια σκόνης που χρησιμοποιείται αποτελεί έναν καλό μηχανισμό στερέωσης.



Σχήμα 24 – Selective Laser Sintering – SLS.



Σχήμα 25 – Αρχή λειτουργία SLS.

3.4 Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης (FDM)

Η FDM ή αλλιώς FFF (Fused Filament Fabrication) είναι η πιο διαδεδομένη διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης. Ο βασικός λόγος είναι το χαμηλό κόστος της απόκτησης ενός τέτοιου εκτυπωτή καθώς και των αναλωσίμων του [26].

Ταυτόχρονα, ο χρόνος δημιουργίας ενός αντικειμένου με την χρήση ενός τέτοιου τύπου μηχανήματος μπορεί να είναι από λίγα λεπτά έως και κάποιες λίγες μέρες ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα του αντικειμένου καθώς και τις ρυθμίσεις εκτύπωσης.

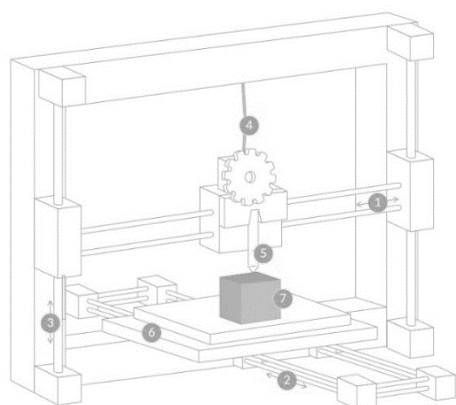
3.4.1 Εισαγωγή

Ο τρόπος λειτουργίας των συγκεκριμένων τρισδιάστατων εκτυπωτών είναι απλός. Αρχικά, το υλικό βρίσκεται σε στερεή μορφή και πιο συγκεκριμένα σε μορφή νήματος. Το πάχος του νήματος είναι 3mm ή 1.75mm με την δεύτερη διάμετρο να χρησιμοποιείται συχνότερα. Στην συνέχεια το νήμα ωθείται με την χρήση ενός μοτέρ προς τον extruder ο οποίος βρίσκεται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 18° έως και 260 OC ανάλογος τον τύπο του υλικού.

Στο κάτω μέρος του extruder βρίσκεται η μύτη (nozzle) από την οποία βγαίνει το λιωμένο πλαστικό. Με την ταυτόχρονη ώθηση του νήματος ο Extruder με την χρήση τριών αξόνων μετακινείται στον χώρο. Όπως είναι λογικό οι κινήσεις του Extruder δεν είναι τυχαίες αλλά προκαθορισμένες από έναν υπολογιστή (με πρόγραμμα τεμαχισμού) σε μορφή G-Code.

Οι τρεις κινήσεις αυτές διαφέρουν στο τρόπο επίτευξης τους από εκτυπωτή σε εκτυπωτή για παράδειγμα πολλές φορές ο Extruder κινείται σε μόνο σε άξονες X και Y και το Bed σε Z. Όλη η διαδικασία γίνεται ανά επίπεδο από το οποίο καθορίζεται και η ανάλυση του τελικού αντικειμένου.

Fused Deposition Modeling



FDM Printer

- 1 X Direction Motor
- 2 Y Direction Motor
- 3 Z Direction Motor
- 4 Filament
- 5 Extrusion Nozzle
- 6 Build Platform
- 7 Printed Part

pinshape

Τα βασικά εξαρτήματα:

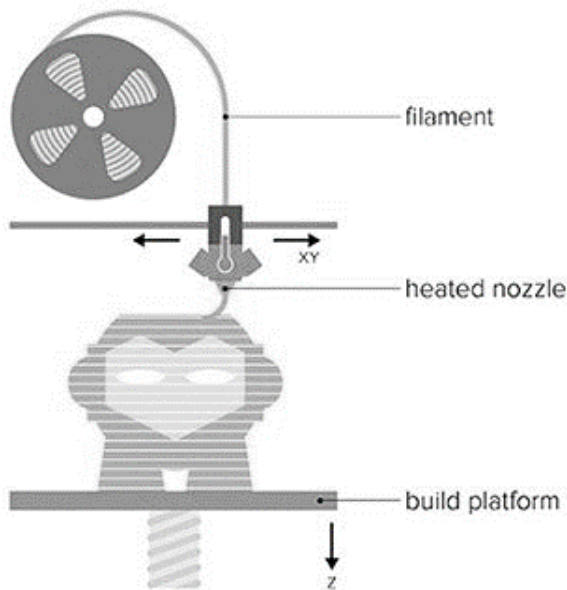
1. Άξονες X, Y και Z
2. Y
3. Z
4. Extruder (nozzle)
5. Bed (επίπεδο εκτύπωσης)
6. Filament (νήμα πλαστικού)
7. Οθόνη χειρισμού

Σχήμα 26 – Βασικά εξαρτήματα και μηχανισμός εξοπλισμού.

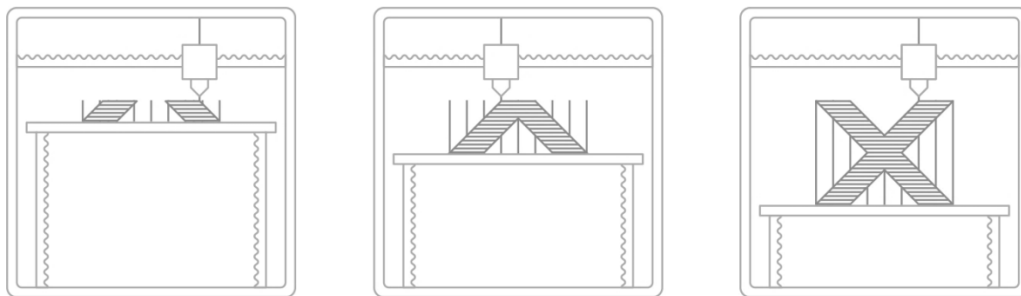
3.4.2 FDM – Fused Deposition Modelling

Τα παρακάτω σχήματα περιγράφουν την αρχή λειτουργίας της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, τα γραφήματα αποτυπώνουν τον τρόπο δράσης του μηχανισμού με σκοπό την παραγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων. Τέλος, παρουσιάζεται μια παραλλαγή του εξοπλισμού που συναντάται στην αγορά. Η παραλλαγή των FDM εκτυπωτών είναι οι Delta οι οποίοι διαφέρουν στο τρόπο

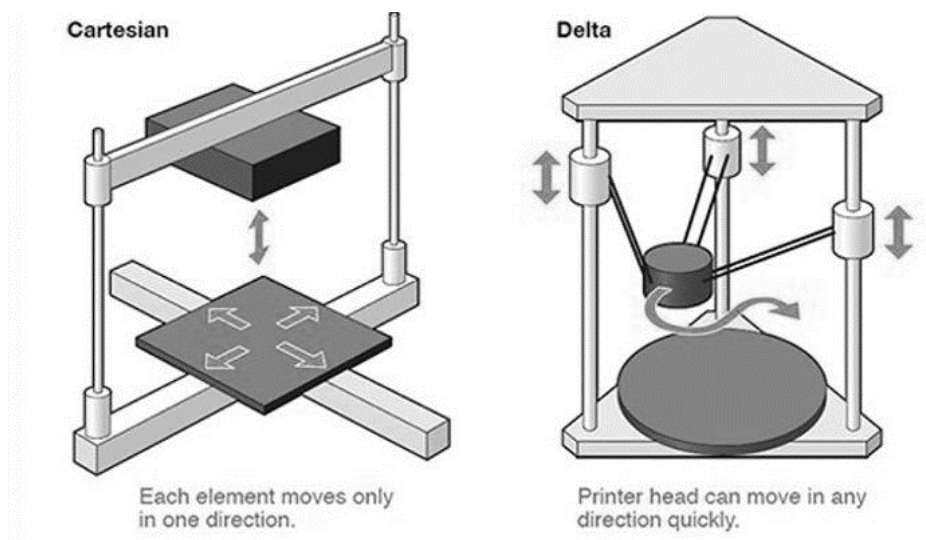
μετακίνησης του Extruder. Οι εκτυπωτές τύπου Delta δεν χρησιμοποιούν τους τρεις άξονες του καρτεσιανού αλλά τρεις βραχίονες οι οποίοι μετακινούνται πάνω και κάτω και είναι συνδεδεμένοι ταυτόχρονα στον Extruder [27].



Σχήμα 27 – Αρχή λειτουργίας FDM τεχνολογίας.



Σχήμα 28 – Στάδια εκτύπωσης FDM και FFF.

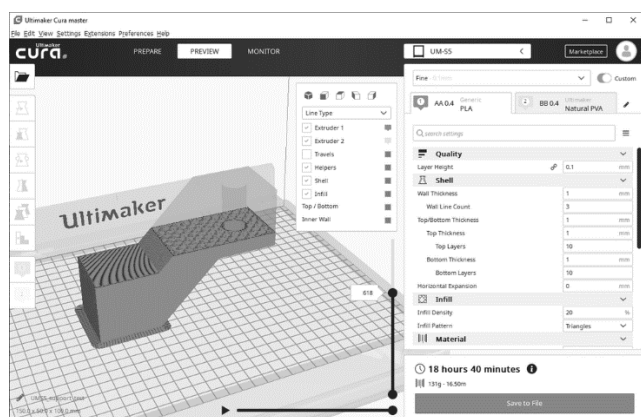


Σχήμα 29 – Εκτυπωτές FDM και FFF τύπου Delta.

3.4.3 Λογισμικά και εξοπλισμός επεξεργασίας

Το βασικότερο εργαλείο για την εκτύπωση ενός τρισδιάστατου αντικειμένου πέρα από τον εκτυπωτή είναι το πρόγραμμα τεμαχισμού (Slicer Programme). Το πρόγραμμα αυτό παίρνει το τρισδιάστατο αντικείμενο και το τεμαχίζει σε επίπεδα (Layers).

Επίσης, μέσα σε αυτό δηλώνονται τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε εκτυπωτή όπως για παράδειγμα το μέγεθος του καθώς και οι απαραίτητες ρυθμίσεις εκτύπωσης οι οποίες θα παρουσιαστούν παρακάτω [28]. Ουσιαστικά, το συγκεκριμένο λογισμικό είναι το μέσω επικοινωνίας ανάμεσα στον υπολογιστή και τον εκτυπωτή.

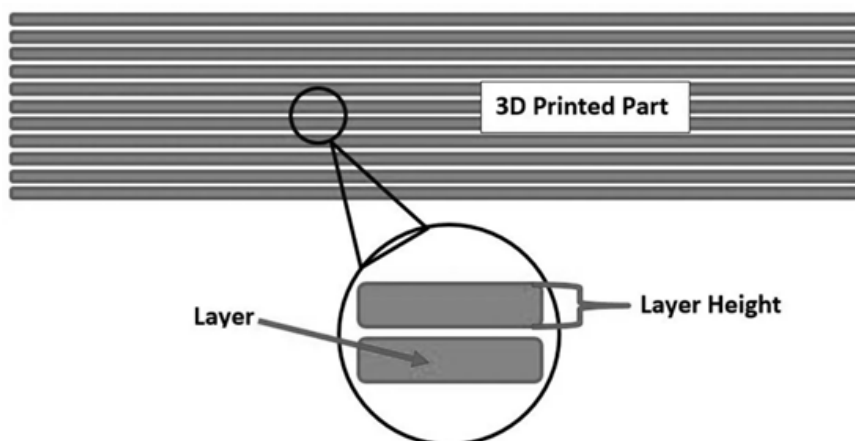


Σχήμα 30 – Παράδειγμα λογισμικού (Cura Ultimaker®)

Ακολουθούν μερικά τεχνικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση μιας διαδικασίας ταχείας πρωτοτυποποίησης.

Επίπεδα εκτύπωσης – layers

Layers στον χώρο του 3D Printing ονομάζονται τα επίπεδα με τα οποία δημιουργείται το κάθε αντικείμενο. Το πάχος (ύψος) των επιπέδων καθορίζεται από το πρόγραμμα που τεμαχίζει το αντικείμενο στον υπολογιστή και το εύρος τιμών του εξαρτάται από τον τύπο εκτυπωτή.



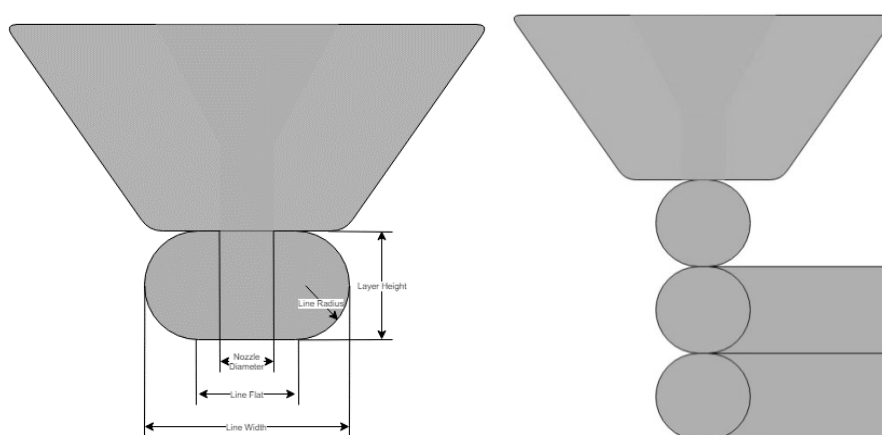
Σχήμα 31 – Επίπεδα εκτύπωσης.

Το μικρό πάχος των επιπέδων έχει την ικανότητα να δημιουργεί πολύ ομαλές επιφάνειες και να αποτυπώνει καλύτερα τις λεπτομέρειες του αντικειμένου. Ωστόσο αν μειωθεί το πάχος τους θα αυξηθεί το πλήθος τους έτσι ώστε να βγει το αντικείμενο στο

σωστό μέγεθος. Όπως είναι λογικό με την αύξηση των επιπέδων αυξάνεται παράλληλα και ο χρόνος εκτύπωσης του αντικειμένου.

Μύτη εκτύπωσης - nozzle

Το nozzle βρίσκεται στο κάτω μέρος του Extruder και είναι το τελικό εξάρτημα από το οποίο περνάει το υλικό (filament). Η διάμετρος της μύτης καθορίζει το πάχος του υλικού το οποίο θα βγει από αυτήν. Η διάμετρος ενός nozzle μπορεί να είναι από 0.1mm έως και 1.2mm. Μια μεγάλη διάμετρος αυξάνει την ταχύτητα εκτύπωσης αλλά ταυτόχρονα μειώνει και την ακρίβεια της. Αντίστροφα μια μικρή διάμετρος ενώ αυξάνει την ακρίβεια μειώνει την ταχύτητα εκτύπωσης. Με την αγορά ενός νέου εκτυπωτή η μύτη που συμπεριλαμβάνεται έχει συνήθως πάχους 0.4mm καθώς αυτή η τιμή επιτυγχάνει μια καλή ισορροπία μεταξύ της ταχύτητας εκτύπωσης και της ακρίβειας. Η αντικατάσταση ενός nozzle είναι πολύ εύκολη χρησιμοποιώντας το σωστό κλειδί και την μύτη σε θερμοκρασία 200°C.



Σχήμα 32 - Μύτη εκτύπωσης.

Υλικά εκτύπωσης - filaments

Το filament είναι ένα νήμα κατασκευασμένο από πλαστικό και είναι το αναλώσιμο των FDM εκτυπωτών. Τυλίγεται γύρω από ένα καρούλι και προμηθεύεται με το κιλό. Συνήθως συσκευάζεται σε καρούλια του ενός κιλού ωστόσο υπάρχουν και 750 ή 500 γραμμαρίων όπως και 2.3 ή 4.5 κιλών καρούλια. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και υλικών έτσι ώστε να επιτυγχάνουν τον οποιονδήποτε στόχο [29].



Σχήμα 33 - Μύτη εκτύπωσης.

Θερμοκρασίες εκτύπωσης – temperatures

Η θερμοκρασία με την οποία μπορεί να λειώσει το νήμα ξεκινάει από 180 και μπορεί να φτάσει μέχρι και 260°C. Ο τύπος πλαστικού που χρησιμοποιούμε είναι αυτός που θα μας καθορίσει σε ποια θερμοκρασία πρέπει να εκτυπώσουμε το αντικείμενο. Όπως είναι λογικό για κάθε είδος πλαστικού απαιτείται και διαφορετικό εύρος θερμοκρασιών το οποίο δίνεται από τον κατασκευαστή του νήματος.

Εκτυπώνοντας ένα αντικείμενο με την μέγιστη θερμοκρασία από το εύρος που μας δίνεται το κάνουμε σκληρότερο αλλά ταυτόχρονα και εύθραυστο. Αντίθετα εκτυπώνοντας το ίδιο αντικείμενο στην ελάχιστη θερμοκρασία που μπορούμε το κάνουμε πιο όλκιμο δηλαδή πιο μαλακό με αποτέλεσμα να μην σπάει αλλά να λυγίσει (μέχρι ένα βαθμό). Συνήθως εκτυπώνουμε σε μία μέση θερμοκρασία έτσι ώστε να έχουμε ένα αντικείμενο που να είναι σκληρό αλλά ταυτόχρονα να μην σπάει. Επόμενος ανάλογα με την χρήση και τις ιδιότητες που θέλουμε να έχει το εκτυπωμένο αντικείμενο θα ορίσουμε και την κατάλληλη θερμοκρασία εκτύπωσης.

Στηρίγματα εκτύπωσης - supports

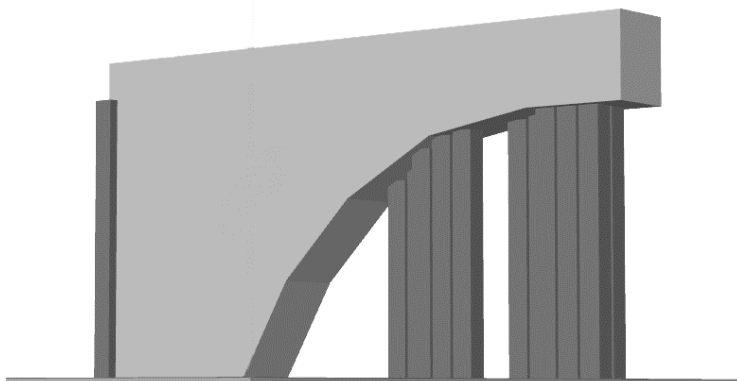
Τα στηρίγματα στους τρισδιάστατους εκτυπωτές πολλές φορές είναι αναγκαία καθώς μπορεί να υπάρχουν κάποιες προεξοχές στο 3D μοντέλο οι οποίες δεν υποστηρίζονται από το κάτω μέρος. Για αυτόν το λόγο πρέπει να τοποθετήσουμε στήγματα σαν κολόνες τα οποία λέγονται υποστηρίξεις. Η εισαγωγή των στηρίξεων χωρίζεται μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους.

1. Αυτόματος τρόπος.

Με τον αυτόματο τρόπο ορίζουμε από ποια γωνία και μετά θα δημιουργηθεί η στήριξη. Το θετικό σε αυτήν την περίπτωση είναι οι δημιουργείται σε ελάχιστο χρόνο ωστόσο σε ένα περίπλοκο αντικείμενο είναι πολύ πιθανό να δημιουργηθούν σε παραπάνω σημεία με αποτέλεσμα να μην μπορούν να βγουν.

2. Χειροκίνητος τρόπος.

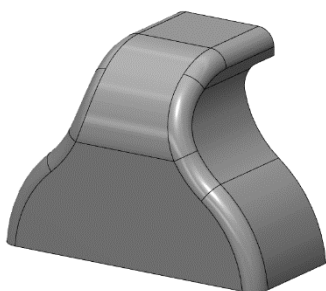
Με τον χειροκίνητο τρόπο δηλώνουμε εμείς σε ποια μέρη θα δημιουργηθεί η στήριξη. Το αρνητικό αυτής της μεθόδου είναι ότι απαιτεί περισσότερο χρόνο καθώς και εμπειρία ωστόσο το αποτέλεσμα θα είναι πολύ καλύτερο. Επίσης μπορούμε να σχεδιάσουμε εμείς τη στήριξη και να το εισάγουμε στο πρόγραμμα τεμαχισμού



Σχήμα 34 – Στηρίγματα εκτύπωσης.

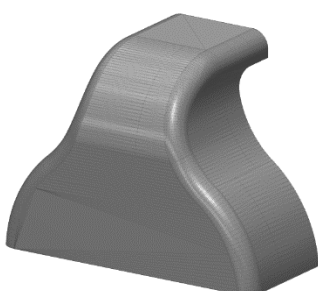
3.4.4 Πριν την εκτύπωση

Για την εκτύπωση ενός αντικειμένου πρέπει να ακολουθηθούν συγκεκριμένα βήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα βήματα είναι τα εξής:



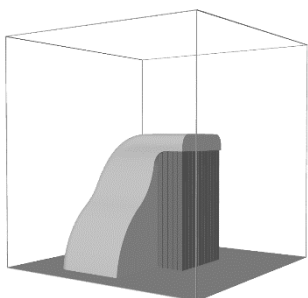
Βήμα 1

Αρχικά πρέπει να σχεδιάσουμε το αντικείμενο το οποίο θέλουμε να εκτυπώσουμε.



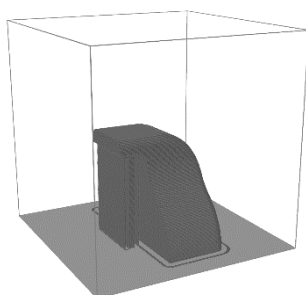
Βήμα 2

Στο δεύτερο βήμα εφόσον έχουμε σχεδιάσει εμείς το αντικείμενο το μετατρέπουμε σε μορφή STL ή OBJ. Με αυτόν τον τρόπο μετατρέπουμε τις επιφάνειες σε μικρά και μεγάλα τρίγωνα έτσι ώστε να μπορέσει το πρόγραμμα διχοτόμησης να δεχτεί το αντικείμενο



Βήμα 3

Το τρίτο βήμα είναι η εισαγωγή του αντικειμένου στο πρόγραμμα διχοτόμησης και η προσθήκη του support. Αν το αντικείμενο σχεδιαστεί σωστά δεν θα χρειαστεί κάποια περιστροφή για να εφαρμόσει η βάση του πάνω στην επιφάνεια εκτύπωσης.



Βήμα 4

Τέταρτο βήμα είναι ο τεμαχισμός του αντικειμένου και γίνεται αφού έχουν δοθεί όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις εκτύπωσης όπως για παράδειγμα Layers, Infill, Temperature και άλλα.

```
G1 X=63.964 Y=260.991 E65.8111
G1 X=64.296 Y=263.079 E66.6903
G1 X=64.053 Y=263.875 E67.0224
G1 X=60.820 Y=267.340 E68.9708
G1 X=60.043 Y=267.638 E69.3129
G1 X=57.579 Y=267.419 E70.3297
G1 X91.672 Y=267.419 E131.6863
G1 X94.035 Y=267.629 E132.6614
G1 X94.786 Y=267.356 E132.9900
G1 X97.994 Y=264.148 E134.8548
G1 X98.267 Y=263.397 E135.1834
G1 X98.057 Y=261.033 E136.1589
G1 X98.057 Y=111.783 E197.5149
G1 X98.267 Y=109.420 E198.4904
G1 X97.994 Y=108.668 E198.8191
```

Βήμα 5

Στο πέμπτο βήμα αποθηκεύουμε τον κώδικα G (G-code). Ο κώδικας G είναι μια λίστα η οποία έχει συντεταγμένες με βάση των οποίων θα πραγματοποιηθεί η οποιαδήποτε κίνηση. Στη λίστα αυτήν συμπεριλαμβάνονται και όλες οι ρυθμίσεις εκτύπωσης.


Σχήμα 35 – Βήματα πριν την εκτύπωση.

- ✓ **Συμβατά αρχεία**

● **STL**

Αρχεία STL για τους περισσότερους desktop εκτυπωτές.

OBJ και WRL για αρχεία με υφή ή εικόνα.
Επίσης, υπάρχουν οι καταλήξεις: X3D, DAE, PLY, και COLLADA file formats.
- ✓ **Αριθμός πολυγώνων**




Αποφυγή αρχείων με πυκνό meshing.

1 εκ. πολύγωνα το μέγιστο όριο (σημ. ανάλογα με τη εφαρμογή).

Όχι μεγαλύτερα 50 mb, τα STL αρχεία.

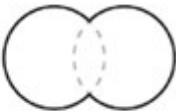
Μεγάλα αρχεία προκαλούν διαδικαστικά και διαχειριστικά προβλήματα.
- ✓ **Αρχή συντεταγμένων**



Το αντικείμενο που σχεδιάζεται πρέπει να βρίσκεται μέσα στο χώρο εργασίας.


Αν όχι, κίνδυνος κατά την επεξεργασία (δημιουργία στρωμάτων).

Σχεδιάσε σωστά από την αρχή (xyz) ώστε να μην αντιμετωπίσεις προβλήματα στο λογισμικό του εκτυπωτή.
- ✓ **Συνέχεια όγκων μοντέλου**




Το μοντέλο πρέπει να είναι "κλειστό", χωρίς «σύγκρουση» όγκων ή διπλών επιφανειών.

Μερικές από τις λεπτομέρειες του μοντέλου σας ενδέχεται να ποικίλουν σε PLA, σε χαρτί ή σε κεραμικά.
- ✓ **Καταλληλότητα γλικών και μεθόδου εκτύπωσης**



Το ελάχιστο πάχος του τοιχώματος, η επιλογή του φινιρίσματος και οι ιδιότητες των στρωμάτων αλλάζει ανάλογα με το υλικό και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Είναι σημαντικό να διερευνηθούν τα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε εκτυπωτή και να επιλέξετε ανάλογα με το είδος των αντικείμενων που θα πρέπει να παράγουν.
- ✓ **Δημιουργία εξόδων και κοιλοτήτων.**



Εάν επιλεγεί σκόνη (SLS, 3DP) ή υγρή ρητίνη (SLA, DLP), θα πρέπει σχεδιάσετε ανάλογα – ώστε να μην εγκλωβιστεί υλικό μέσα σε κλειστή περιοχή.

Αυτή η συμβουλή επίσης εξοικονομεί χρόνο και υλικά.

Σχήμα 36 – Βασικά στοιχεία για την ολοκλήρωση της εκτύπωσης -1

✓	Ανοχή		<p>«Τρέξτε» δοκιμαστικές εκτυπώσεις ώστε να βεβαιωθείτε για τις ανοχές του εκτυπωτή.</p> <p>Αποκτήστε τη συνήθεια της ονοματοδοσίας των αρχείων σας σύμφωνα με μια τυποποιημένη διαδικασία.</p>
✓	Όνομα Αρχείου	sphere3_10X10.stl	<p>Επιλέξτε ένα όνομα που περιγράφει το περιεχόμενο του αρχείου με σαφήνεια, την έκδοση του, το μέγεθος της, καθώς και κάθε άλλη πληροφορία που θα σας βοηθήσουν να αποφύγετε να χρειάζεται να ανοίξετε το αρχείο χωρίς λόγο.</p>
✓	Προσανατολισμός		<p>Είναι σημαντικό να επιλέξετε προσεκτικά τον προσανατολισμό στον οποίο θα εκτυπωθεί το αντικείμενο σας.</p> <p>Η επιλογή αυτή θα έχει μεγάλη επίδραση στην σταθερότητα, την κατάσταση της επιφάνειας, και στον χρόνο της εκτύπωσης.</p>
✓	Κλίμακα		<p>Ελέγξτε το μέγεθος του μοντέλου που θα εκτυπωθεί πριν την εξαγωγή του.</p> <p>Σιγουρευτείτε για την κλίμακα – και στο πρόγραμμα του εκτυπωτή.</p>
✓	Μέγεθος Εκτυπωτή		<p>Ουμνηθείτε τα μέγιστα μεγέθη των εργαλείων παραγωγής σας πριν την εξαγωγή του αρχείου σας.</p> <p>Αν το αντικείμενο σας είναι πάρα πολύ μεγάλο, θα πρέπει να κοπεί σε διάφορα τμήματα ή να επιλέξετε ένα άλλο μηχάνημα.</p>
✓	Λεπτομέρειες		<p>Βεβαιωθείτε ότι τα στοιχεία, ανάγλυφο, κείμενο, υφές ξεχωρίζουν αρκετά ώστε να είναι ορατά ή αναγνώσιμα.</p>

Σχήμα 37 – Βασικά στοιχεία για την ολοκλήρωση της εκτύπωσης -2

3.4.5 Μετά την εκτύπωση

Μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης υπάρχουν κάποια βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε.

- **Βήμα 1:** Αρχικά αφού κρυώσουν η μύτη και το Bed αρχίζει η διαδικασία της αφαίρεσης του αντικειμένου από τον εκτυπωτή. Αυτό γίνεται με την χρήση μιας σπάτουλας.

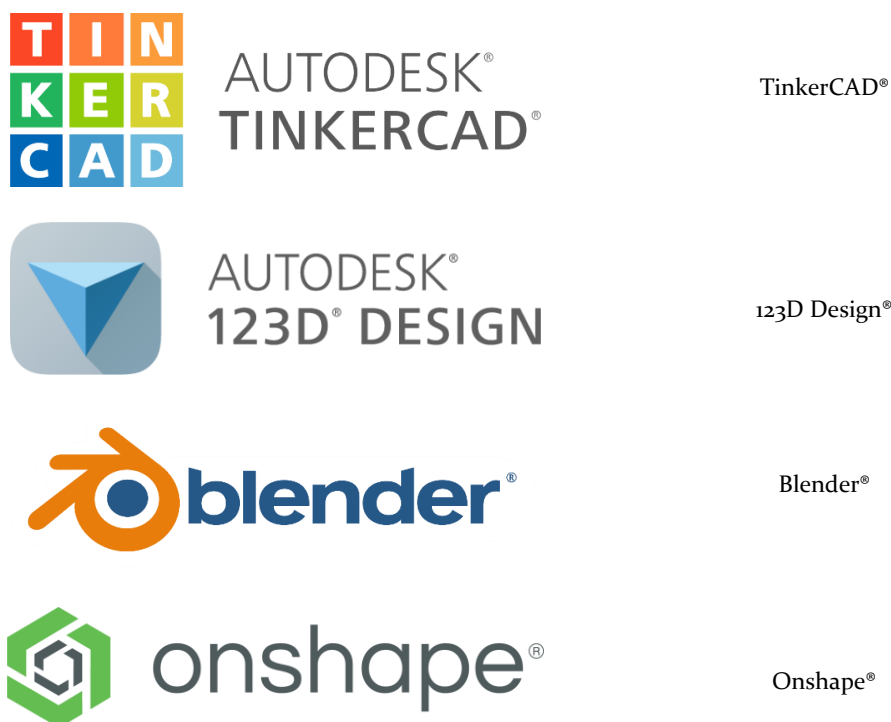
- **Βήμα 2:** Στο δεύτερο βήμα ακολουθεί η αφαίρεση της υποστήριξης η οποία γίνεται με εργαλεία όπως κοπίδι πένσα και μυτοσίμιπιδο. Φυσικά, η χρήση προστατευτικών γαντιών είναι απαραίτητη.
- **Βήμα 3:** Το τρίτο βήμα είναι η επεξεργασία τις επιφάνειες του τελικού αντικειμένου. Αυτό το βήμα δεν είναι πάντα απαραίτητο ωστόσο είναι ένας τρόπος να βελτιωθούν αρκετά οι επιφάνειες του αντικειμένου. Η επεξεργασία αυτήν γίνεται με την χρήση ρητίνης δύο συστατικών η οποία απλώνεται με πινέλο στο αντικείμενο. Η διαδικασία αυτήν είναι αρκετά δύσκολή και απαιτεί αρκετή εξάσκηση για να δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα στο αντικείμενο.
- **Βήμα 4:** Τέταρτο και τελευταίο βήμα είναι η βαφή του αντικειμένου. Όπως και το τρίτο βήμα έτσι και αυτό δεν είναι απαραίτητο ωστόσο μπορούμε να αλλάξουμε αρκετά την εμφάνιση του τελικού προϊόντος χρησιμοποιώντας το. Η επιλογή ενός σπρέι για την βαφή είναι από τις καλύτερες επιλογές διότι απλώνει ομοιόμορφα το χρώμα καλύπτοντας τις όποιες ατέλειες του αντικειμένου. Φυσικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε άλλος τρόπος βαφής εφόσον τα εκτυπωμένα αντικείμενα είναι κατά βάση από πλαστικό.

3.5 Σχεδιασμός με τη βοήθεια Η/Υ και ταχεία πρωτοτυποποίηση

Αυτό το σημείο της διπλωματικής εστιάζει στο στάδιο του τρισδιάστατου σχεδιασμού και ποιο συγκεκριμένα στη φιλοσοφία σχεδιασμού. Με αυτήν την φιλοσοφία του σχεδιασμού θα μπορούμε να δημιουργούμε αντικείμενα πολύ πιο γρήγορα καθώς θα μας αποτρέπει από πολλά σφάλματα. Ένα σφάλμα μπορεί να μας επιστρέψει πίσω σε προηγούμενα στάδια της διαδικασίας και σαν αποτέλεσμα αυτού θα αυξηθεί ο τελικός χρόνος δημιουργίας ενός αντικειμένου.

3.5.1 Εισαγωγή στο λογισμικό

Στην αγορά υπάρχει πληθώρα λογισμικών που είτε είναι αμιγώς για εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης είτε είναι λογισμικά ολοκλήρωσης τρισδιάστατων γραφικών. Πιο συγκεκριμένα, μερικά ελεύθερα λογισμικά σχεδιασμού είναι τα εξής:



Σχήμα 38 – Ελεύθερα λογισμικά σχεδιασμού.

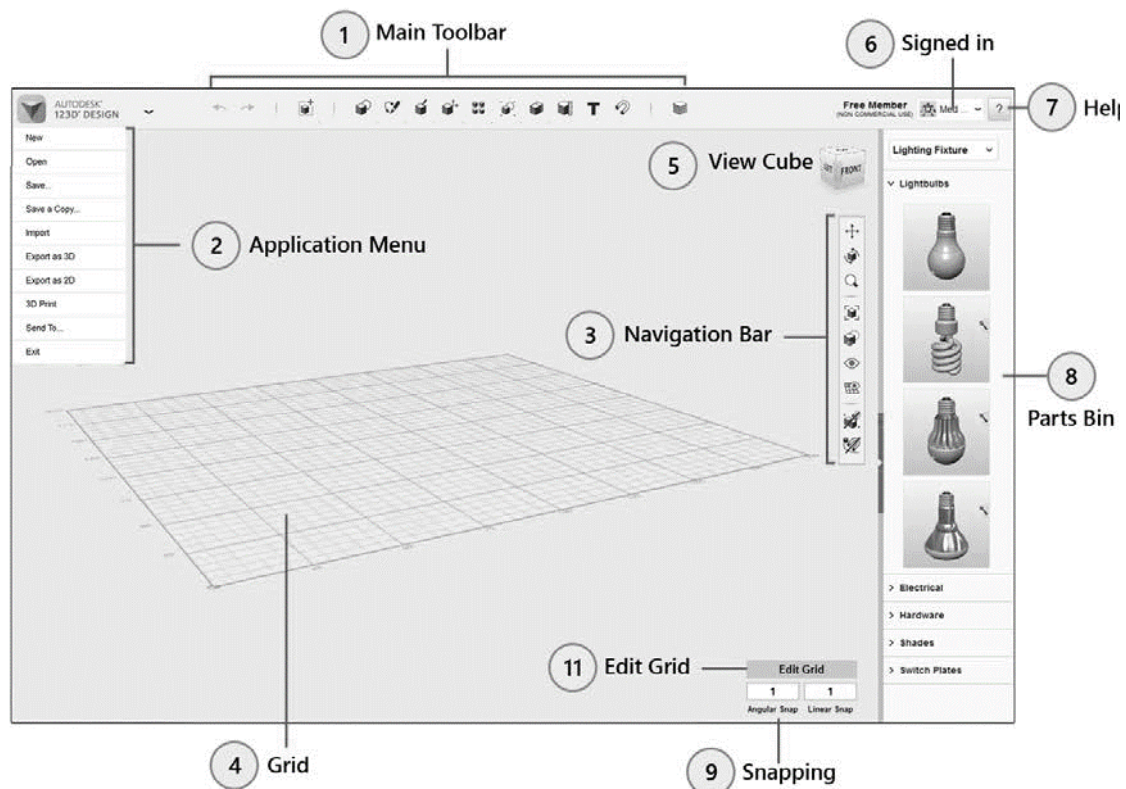
Για τις ανάγκες τις διπλωματικής καθώς και για την οργάνωση και την ολοκλήρωση των μαθημάτων έγινε χρήση του ελεύθερου λογισμικού της Autodesk 123D® Design. Οι λόγοι που χρησιμοποιήθηκε το συγκεκριμένο λογισμικό είναι οι εξής:

- 123D Design είναι ένα ισχυρό, εύκολο και φιλικό-προς-το-χρήστη λογισμικό για σχεδιασμό 3D εφαρμογών.
- Μπορεί να δημιουργήσει πολύπλοκα αντικείμενα που βασίζονται σε βασικά σχήματα (3D) ή απλά σκίτσα (2D).
- Τα αντικείμενα μπορούν να τυπωθούν σε 3D printer ή να κατασκευαστούν σε CNC μηχανήμα, και laser κοπτικό.
- Αποτελεί τον λευκό καμβά για έναν σχεδιαστή (σε ψηφιακή μορφή) με όλα τα απαραίτητα εργαλεία.

Επίσης, το 123D Design είναι ένα λογισμικό που βασίζεται στην λογική του b-rep. Αυτό σημαίνει ότι τα αντικείμενα που σχεδιάζονται είναι μια ακριβέστατη αναπαράσταση του πραγματικού. Η συγκεκριμένη λογική χρησιμοποιείται από τα περισσότερα CAD συστήματα με έμφαση στις μηχανολογικές εφαρμογές. Τέλος, το 123D Design υποστηρίζει μόνο solids και meshes και όχι surfaces. Ταυτόχρονα, το 123D είναι ένα λογισμικό που ενδείκνυται για 3D Printing.



Σχήμα 39 – Ο λογότυπος του λογισμικού.



Σχήμα 40 – Η διεπαφή του λογισμικού για το σχεδιασμό του αντικειμένου.

3.5.2 Βασικές αρχές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων

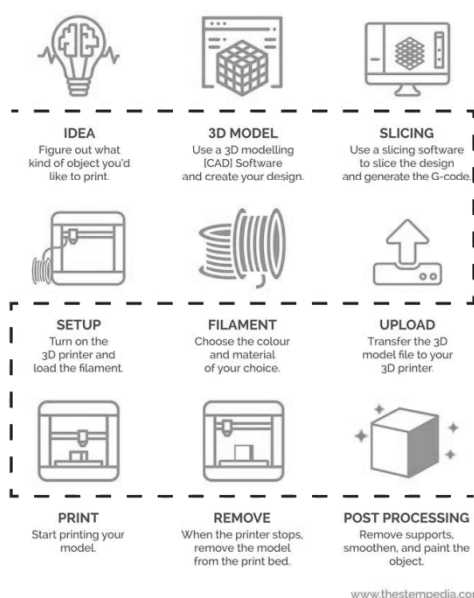
Οι διαδικασίες σχεδιασμού σε ψηφιακά μέσα ονομάζονται C.A.D (Computer-Aided Design) δηλαδή Σχεδιασμός με τη βοήθεια Η/Υ. Ένας βασικός ορισμός που μπορεί να δοθεί είναι ότι ο Σχεδιασμός με τη βοήθεια του Η/Υ αποσκοπεί στη δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο τον κύκλο ανάπτυξης και εισαγωγής του προϊόντος στην αγορά. Ο βασικός λόγος χρήσης ενός συστήματος C.A.D. με σκοπό την ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου προϊόντος αποσκοπεί στην ορθή ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου προϊόντος από την αρχή (αφού έχει πραγματοποιηθεί η δημιουργική διαδικασία). Επίσης, η χρήση ψηφιακών μέσων για την ανάπτυξη προϊόντων βοηθούν στην ελαχιστοποίηση του χρόνου ανάπτυξης αυτών και συμβάλλουν έντονα στην ορθή διαχείριση του κόστους στο ελάχιστο δυνατό.

Τέλος, μέσω των τρισδιάστατων γραφικών, ο εν δυνάμει πελάτης έχει τη δυνατότητα να δει ολοκληρωμένο το τελικό προϊόν πολύ πριν την παραγωγή του. Βέβαια, η ποιότητα του σχεδιασμού που περιλαμβάνει το σύνολο των βημάτων όπως έχουν παρουσιαστεί ως τώρα είναι η μέγιστη δυνατή.

Τα τρισδιάστατα γραφικά έχουν ένα μεγάλο εύρος χρήσης. Τα οφέλη που προσφέρουν έχουν τεράστια δυναμική τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και σε αισθητικό. Τα τελευταία χρόνια γίνεται έντονη αναφορά σε θέματα ταχείας παραγωγής και πρωτοτυποποίησης προϊόντων [30]. Οι εφαρμογές C.A.D. αποτελούν το θεμέλιο λίθο για το σύνολο αυτών των μοντέρνων διαδικασιών καθώς αποτελούν τα βασικά δεδομένα αναφοράς. Ο όρος τρισδιάστατη εκτύπωση αναφέρεται στην παραγωγή πρωτότυπων προϊόντων με τη χρήση δεδομένων C.A.D. μέσω ειδικών μηχανών εκτύπωσης. Σκοπός αποτελεί η μικρή ποσότητα παραγωγής ή απλά η παρουσίαση, η δοκιμή ή άμεση χρήση του τελικού αντικειμένου. Τέλος, οι εφαρμογές τρισδιάστατων δεδομένων βοηθούν τον σχεδιαστή ή τις σχεδιαστικές ομάδες στην επικοινωνία, την ανταλλαγή πληροφοριών και μπορούν να αποτελέσουν έναν κοινό κώδικα αναφοράς.

3.5.3 Σχεδιασμός αντικειμένων για χρήση 3DPrinter

Στο γράφημα αυτό παρουσιάζονται τα στάδια δημιουργίας ενός πραγματικού αντικειμένου με χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή από το πρώτο βήμα το οποίο είναι η ιδέα μέχρι και το τελευταίο το οποίο είναι το τελικό προϊόν [31].



www.thestempedia.com

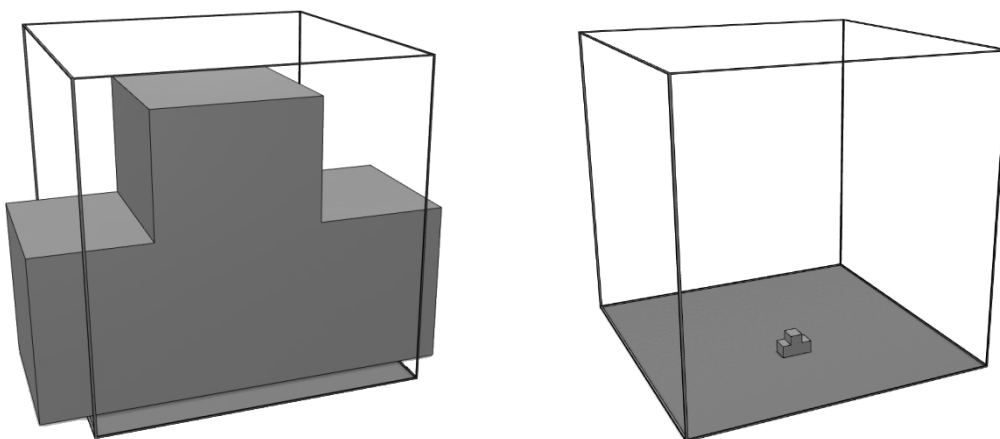
- Ιδέα
- Σχεδιασμός
- Πρόγραμμα διχοτόμησης
- Προετοιμασία Εκτυπωτή
- Εκτύπωση
- Τελικό προϊόν

Σχήμα 41 – Ολιστικός σχεδιασμός και πρωτοτυποποίηση.

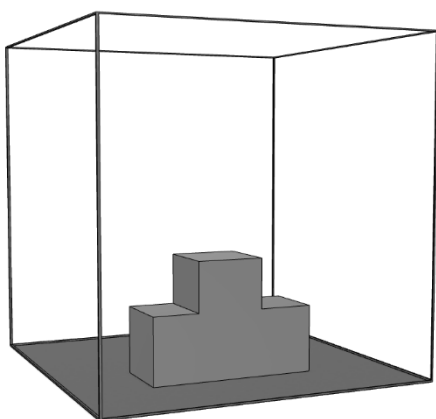
Διαστάσεις σχεδίου

Ένα συχνό πρόβλημα που παρατηρείται όταν κάποιος πάει να εκτυπώσει ένα αντικείμενο είναι οι λανθασμένες διαστάσεις. Το λάθος αυτό προκύπτει κατά την διάρκεια του σχεδιασμού του αντικειμένου και εμφανίζεται στο τρίτο στάδιο της διαδικασίας δηλαδή όταν μεταφέρουμε την γεωμετρία στο πρόγραμμα διχοτόμησης.

Για να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε τις μέγιστες διαστάσεις στις οποίες μπορεί ο εκτυπωτής να δημιουργήσει ένα αντικείμενο. Γνωρίζοντας λοιπόν τις διαστάσεις του εκτυπωτή σχεδιάσουμε ξανά το αντικείμενο. Ωστόσο μέσω του προγράμματος διχοτόμησης μπορούμε να αλλάξουμε το μέγεθος του αντικειμένου με την χρήση της κλίμακας.



Η εικόνα του αντικειμένου στο πρόγραμμα διχοτόμησης εάν αυτό σχεδιαστεί σε λανθασμένες διαστάσεις.



Η εικόνα του αντικειμένου με τις σωστές διαστάσεις στο πρόγραμμα διχοτόμησης.

Σχήμα 42 - Διαστάσεις σχεδίου.

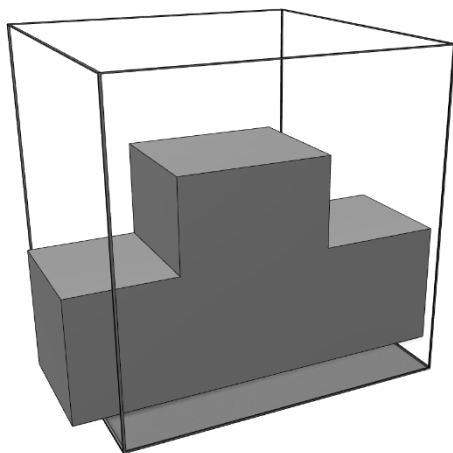
Αντικείμενο μεγαλύτερο από τις διαστάσεις του εκτυπωτή

Εάν το αντικείμενο το οποίο θέλουμε να εκτυπώσουμε είναι μεγαλύτερο από τις μέγιστες διαστάσεις του χώρου εκτύπωσης προκύπτει ένα πρόβλημα το οποίο έχει τρεις λύσεις. Οι λύσεις είναι οι εξής:

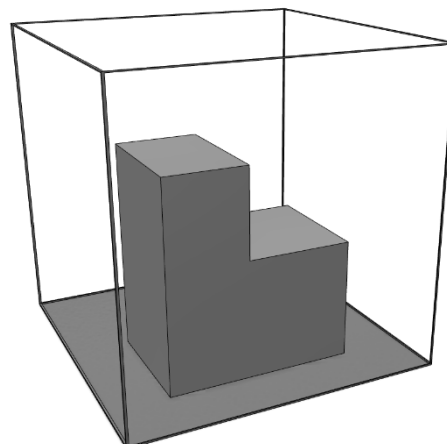
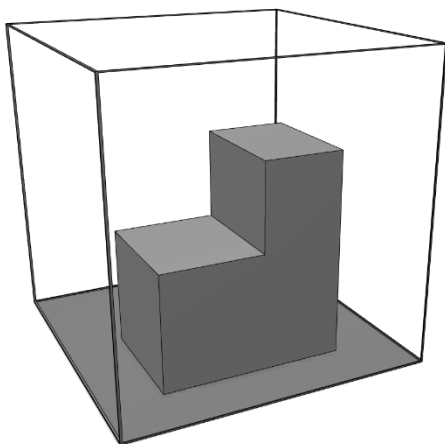
1. Μικραίνουμε το αντικείμενο.
2. Εκτυπώνουμε το αντικείμενο σε μεγαλύτερο εκτυπωτή.
3. Χωρίζουμε το αντικείμενο σε μικρότερα τμήματα.

Αν θεωρήσουμε ότι οι δύο πρώτες λύσεις δεν είναι εφικτές δηλαδή το μέγεθος του αντικειμένου δεν μπορεί να αλλάξει και ταυτόχρονα δεν έχουμε κάποιο μεγαλύτερο εκτυπωτή τότε η τρίτη λύση είναι μονόδρομος.

Εάν το αντικείμενο μας είναι λίγο μεγαλύτερο από την επιφάνεια εκτύπωσης κατά πάσα πιθανότητα με μία διχοτόμηση και επομένως δύο διαφορετικές εκτυπώσεις λύνουμε το πρόβλημα. Ωστόσο, αν το μέγεθος του είναι αρκετά μεγαλύτερο ίσως να χρειαστούν περισσότερες από μία διχοτομήσεις και αντίστοιχα εκτυπώσεις.



Το αντικείμενο σε μικρότερη επιφάνεια εκτύπωσης από το μέγεθος του.



Οι εικόνες των δυο τμημάτων του αρχικού αντικειμένου από τις οποίες θα προκύψουν οι δύο διαφορετικές εκτυπώσεις.

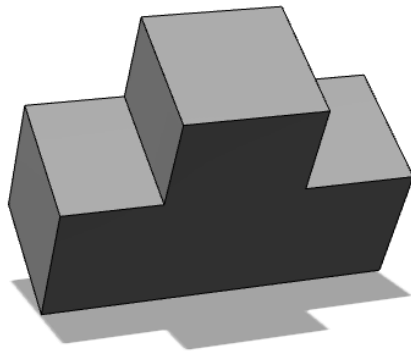
Σχήμα 43 – Αντικείμενο μεγαλύτερο από τις διαστάσεις του εκτυπωτή.

Επίπεδα σχεδιασμού

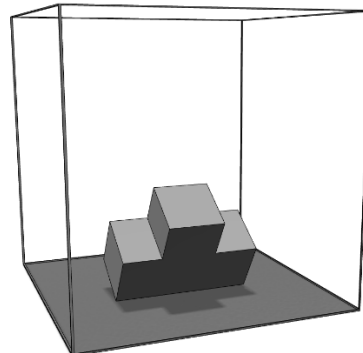
Όπως και οι διαστάσεις έτσι και το επίπεδο στο οποίο θα σχεδιαστεί ένα αντικείμενο παίζει μεγάλο ρόλο στα επόμενα στάδια της διαδικασίας. Εάν ένα αντικείμενο σχεδιαστεί σε ένα πλάγιο επίπεδο θα δημιουργήσει πρόβλημα κατά την τοποθέτηση του στο πρόγραμμα διχοτόμησης καθώς και κατά την εκτύπωση.

Για να αποφύγουμε το παραπάνω πρόβλημα θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε ότι η κάτω επιφάνεια του εκτυπωτή αντιπροσωπεύει το επίπεδο XY του προγράμματος σχεδίασης καθώς το αντικείμενο κατά την μεταφορά του από το πρόγραμμα σχεδίασης στο πρόγραμμα διχοτόμησης κρατάει την τοποθεσία του.

Ωστόσο, το πρόγραμμα διχοτόμησης έχει την δυνατότητα να μεταφέρει και να περιστρέψει το αντικείμενο παρ' όλα αυτά θα πρέπει να προσέχουμε σε ποιο επίπεδο σχεδιάζουμε.



Σχεδιασμένο αντικείμενο σε μη συμβατή κλίση.



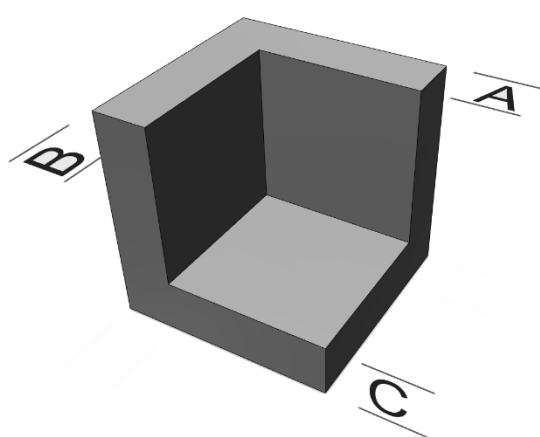
Αντικείμενο τοποθετημένο πλάγια στην επιφάνεια εκτύπωσης λόγω του σχεδιασμού.

Σχήμα 44 – Επίπεδα σχεδιασμού.

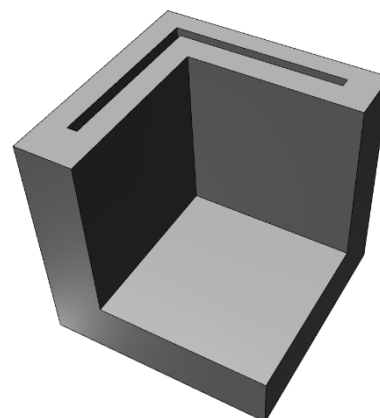
Ελάχιστο πάχος επιφανειών

Το πάχος της μύτης το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι 0.4mm είναι ένας παράγοντας ο οποίος περιορίζει τον σχεδιασμό γεωμετριών οι οποίες έχουν σε κάποιο σημείο πολύ μικρό πάχος. Έχουμε, για παράδειγμα την παρακάτω γεωμετρία η οποία έχει τρεις λεπτές επιφάνειες οι οποίες έχουν πάχος A,B και C αντίστοιχα. Εφόσον η μύτη του εκτυπωτή είναι 0.4mm το πάχος των δυο κάθετων πλευρών δηλαδή οι διαστάσεις A και B θα πρέπει να είναι πολλαπλάσια του 0.4 για παράδειγμα 0.4 , 0.8 , 1.2 , 1.6 , 2.0 και ούτω καθεξής.

Εάν το A και το B είναι ίσα με 1mm το αντικείμενο που θα δημιουργηθεί με την χρήση του εκτυπωτή θα έχει ένα μικρό κενό στα εσωτερικά των κάθετων επιφανιών. Το κενό αυτό θα έχει πάχος 0.2mm είναι το υπόλοιπο της διαίρεσης ($1\text{mm} / 0.4\text{mm} = 2\text{mm}$). Με άλλα λόγια η μύτη θα περάσει μία φορά από την εξωτερική πλευρά και μία από την εσωτερική ($0.4\text{mm} + 0.4\text{mm}$) με αποτέλεσμα να περισσέψουν 2mm στην μέση όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Δοκιμαστικό σχήμα με τρεις στενές πλευρές.

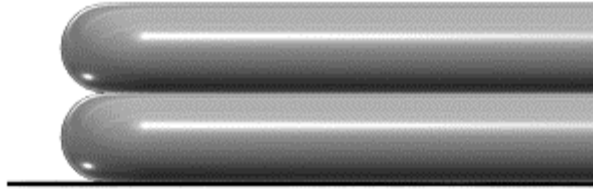


Το κενό που δημιουργείται εάν το πάχος των επιφανιών δεν είναι πολλαπλάσιο του πάχους της μύτης.

Σχήμα 45 – Ελάχιστο πάχος επιφανειών.

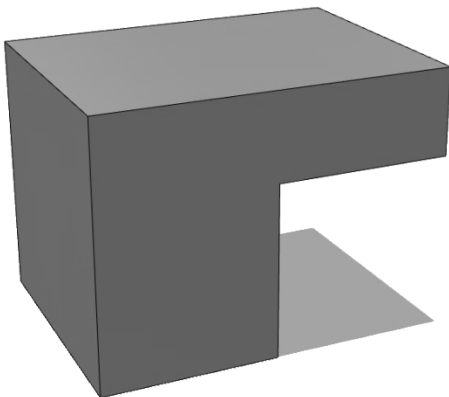
Η οριζόντια επιφάνεια που βρίσκεται στην βάση έχει έναν διαφορετικό περιορισμό καθώς το πάχος της το οποίο είναι C καθορίζεται από το ύψος του κάθε επίπεδο. Το ύψος των layers είναι το πάχος των επιφανιών δηλαδή των στρωμάτων τα οποία ουσιαστικά χτίζουν το αντικείμενο.

Σχήμα 46 – Λεπτομέρεια επιπέδων εκτύπωσης.



Αποφυγή στηριγμάτων

Με την προσθήκη των στηριγμάτων όπως είναι λογικό αυξάνεται ο χρόνος καθώς και το κόστος μιας εκτύπωσης για αυτόν το λόγο είναι καλό να τα αποφεύγουμε. Ένας τρόπος για να αποφεύγουμε τα στηρίγματα είναι να τοποθετήσουμε το αντικείμενο μας με διαφορετικό τρόπο στον χώρο. Για παράδειγμα, αν το αντικείμενο τοποθετηθεί ανάποδα όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα η χρήση των στηριγμάτων πλέον δεν είναι απαραίτητη.



Εικόνα αντικειμένου το οποίο απαιτεί την προσθήκη στηριγμάτων.



Εικόνα αντικειμένου το οποίο δεν απαιτεί πλέον την προσθήκη στηριγμάτων.

Σχήμα 47 – Αποφυγή στηριγμάτων.

Εάν για οποιονδήποτε λόγο το αντικείμενο δεν μπορεί να τοποθετηθεί με άλλον τρόπο - τότε η προσθήκη των στηριγμάτων είναι η μόνη λύση. Στην παρακάτω εικόνα τα στηρίγματα παρουσιάζονται ως τρία κόκκινα ορθογώνια ωστόσο αυτό είναι μια προσέγγιση των στηριγμάτων για την εύκολη προβολή και κατανόηση τους.



Εικόνα αντικειμένου στο οποίο έγινε προσθήκη στηριγμάτων.



Εικόνα αντικειμένου στο οποίο με αλλαγή του σχήματος του μειώθηκε το πλήθος των στηριγμάτων που απαιτούνταν.

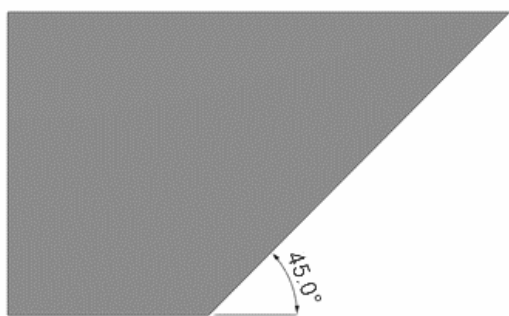
Σχήμα 48 - Αποφυγή στηριγμάτων.

Εάν υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής στο αντικείμενο - για παράδειγμα, η εφαρμογή της εντολής *fillet* σε μία ακμή μπορούμε να ελαττώσουμε το πλήθος των στηριγμάτων όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το φαινόμενο αυτό δεν χρησιμοποιείται συχνά διότι αλλάζει το σχήμα του αντικειμένου γεγονός το οποίο πολύ σπάνια είναι αποδεκτό.

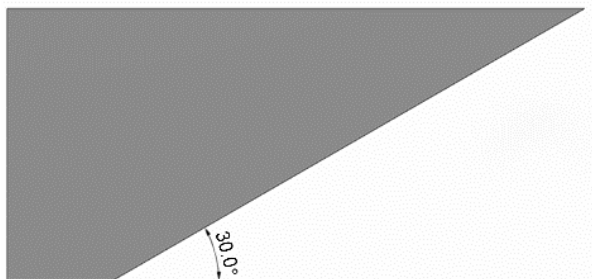
Ελάχιστη γωνία εκτύπωσης και δημιουργία γεφυρών.

Όσο πιο περίπλοκο είναι το αντικείμενο το οποίο θα εκτυπώσουμε τόσο πιο δύσκολα μπορούμε να διακρίνουμε την ελάχιστη γωνία εκτύπωσης η οποία δεν απαιτεί την χρήση των στηριγμάτων. Για αυτόν το λόγο παρουσιάζεται αυτήν η γωνία στο παρακάτω σχήμα το οποίο έχει μια απλή γεωμετρία από την πλάγια όψη. Η ελάχιστη γωνία εκτύπωσης είναι περίπου 45° ωστόσο επηρεάζεται δραστικά από τις ρυθμίσεις εκτύπωσης όπως ταχύτητα, θερμοκρασία και άλλα.

Από την άλλη πλευρά, η δημιουργία γεφυρών είναι μια τεχνική η οποία δεν απαιτεί την χρήση των στηρίξεων εάν το μήκος της γέφυρας είναι μικρό. Το μέγιστο μήκος που δεν μπορεί να προσδιοριστεί καθώς επηρεάζεται και αυτό από τις ρυθμίσεις εκτύπωσης.



Εικόνα αντικειμένου με την ελάχιστη γωνία εκτύπωσης (45°) με σκοπό την μη χρήση των στηριγμάτων.



Εικόνα αντικειμένου με γωνία μικρότερη της ελάχιστης γωνίας εκτύπωσης ($30^\circ < 45^\circ$) με αποτέλεσμα την απαραίτητη χρήση των στηριγμάτων.

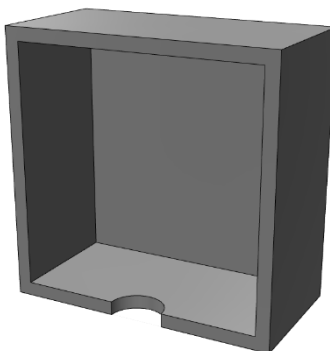
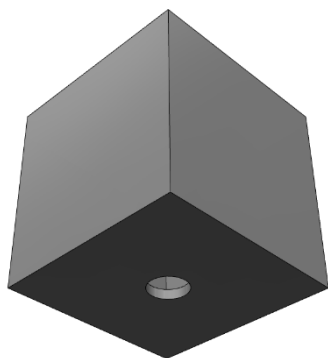


Εικόνα γέφυρας η οποία δεν απαιτεί στήριγμα.

Σχήμα 49 – Ελάχιστη γωνία.

Τρύπα για την αφαίρεση πούδρας.

Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται σε μια συγκεκριμένη τεχνολογία εκτύπωσης η οποία ονομάζεται SLS και χρησιμοποιεί ως αναλώσιμο σκόνη/πούδρα. Μετά το τέλος της εκτύπωσης για παράδειγμα ενός κύβου το υλικό στο εσωτερικό του εγκλωβίζεται μέσα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάποιο κόστος. Για την αποφυγή του προβλήματος αυτού μπορούμε κατά την διάρκεια του σχεδιασμού να δημιουργήσουμε μία τρύπα σε κάποια επιφάνεια έτσι ώστε να μπορεί να βγει η σκόνη. Καλό είναι - η τρύπα να δημιουργηθεί σε κάποια επιφάνεια η οποία δεν φαίνεται όπως για παράδειγμα η βάση του αντικειμένου.



Τρύπα στη βάση του κύβου για την αφαίρεση του εγκλωβισμένου υλικού.

Εικόνα από την κάθετη τομή του κύβου.

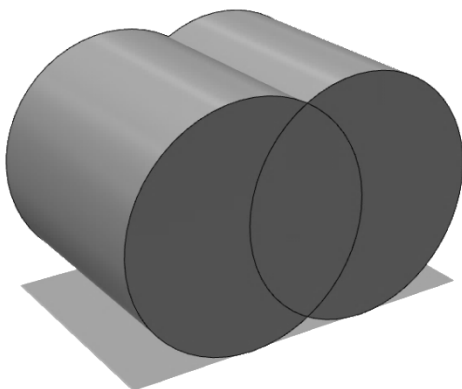
Σχήμα 50 – Αφαίρεση εσωτερικού υλικού.

Ένωση γεωμετριών

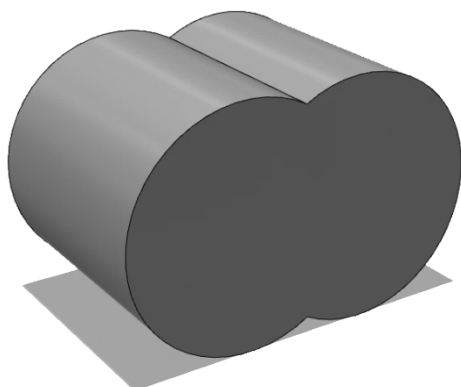
Η μη-ένωση γεωμετριών είναι ίσως ένα από τα συχνότερα σφάλματα που συμβαίνουν κατά την διαδικασία της εκτύπωσης και οφείλεται στο δεύτερο στάδιο το οποίο είναι ο σχεδιασμός. Δύο αντικείμενα τα οποία βρίσκονται σε επαφή αλλά δεν είναι ενωμένα δημιουργούν απευθείας πρόβλημα στο πρόγραμμα διχοτόμησης το οποίο μεταφέρεται και στην εκτύπωση.

Το πρόβλημα που δημιουργείται είναι ότι το πρόγραμμα διχοτόμησης θα αντιληφθεί την τομή των δύο γεωμετριών ως κενό με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γεμίσει με πλαστικό όλη την γεωμετρία ή ακόμα και να μην μπορεί καθόλου να την δημιουργήσει.

Η επίλυση του σφάλματος όπως είναι προφανές είναι η ένωση των γεωμετριών οι οποίες έρχονται σε οποιαδήποτε επαφή.



Εικόνα των δύο μη-ενωμένων γεωμετριών με αποτέλεσμα την δημιουργία σφαλμάτων.



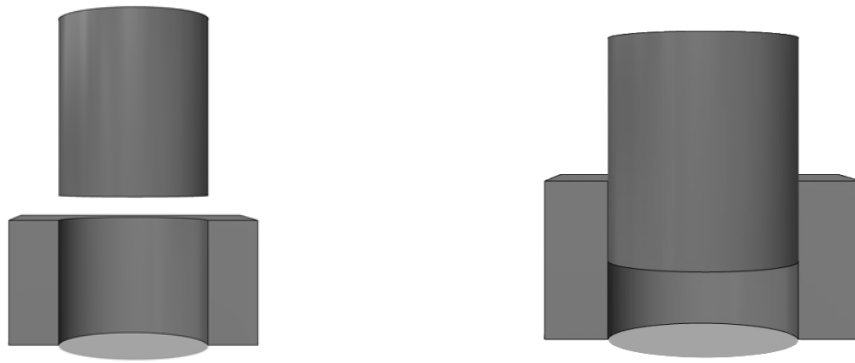
Εικόνα των δύο-ενωμένων γεωμετριών χωρίς την δημιουργία σφαλμάτων.

Σχήμα 51 - Ένωση γεωμετριών.

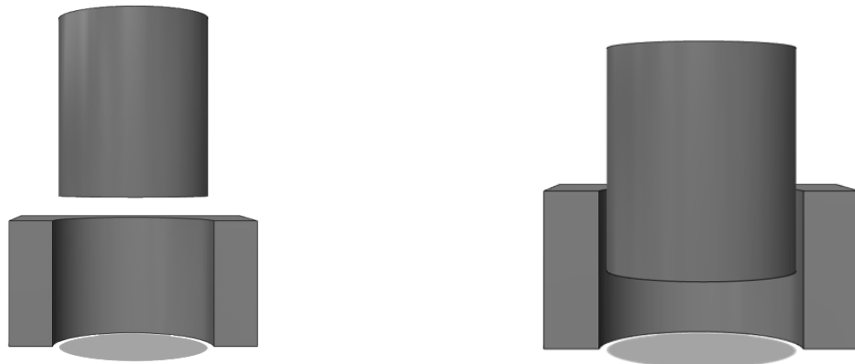
Ανοχές

Ένα ακόμα πρόβλημα στις τρισδιάστατες εκτυπώσεις είναι το θέμα των ανοχών. Η ανοχή είναι μια τιμή η οποία αντιπροσωπεύει την διαφορά της θεωρητικής και της πραγματικής διάστασης ενός αντικειμένου έτσι ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σε μία συγκεκριμένη οπή.

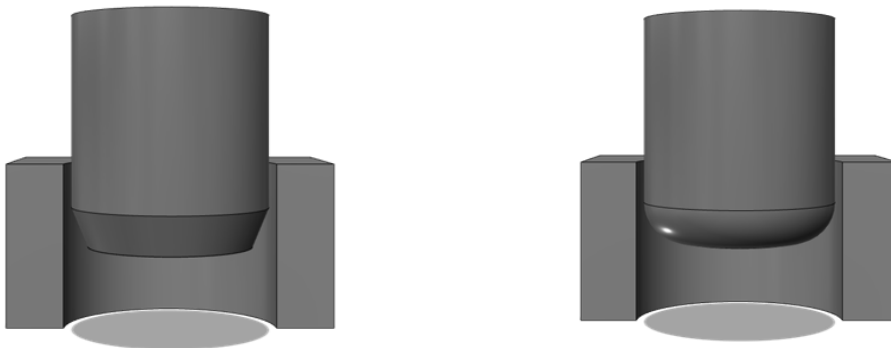
Για παράδειγμα ένας κύλινδρος με ακτίνα 10mm δεν μπορεί να μπει σε μία οπή ακτίνας 10mm λόγω της τριβής καθώς η δημιουργία των τέλειων επιφανιών είναι αδύνατη. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος θα έπρεπε ο κύλινδρος να είναι λίγο μικρότερος (π.χ. ακτίνα 9mm) ή η οπή να ήταν λίγο μεγαλύτερη (π.χ. ακτίνα 11mm) έτσι λέμε ότι αφήσαμε ανοχή 1mm. Η τιμή της ανοχής διαφέρει ανάλογα με το σχήμα και τις ρυθμίσεις εκτύπωσης συνήθως είναι από 0.1mm έως 0.3mm ωστόσο ο πιο εύκολος τρόπος για τα την βρούμε είναι με την χρήση δοκιμαστικών εκτυπώσεων.



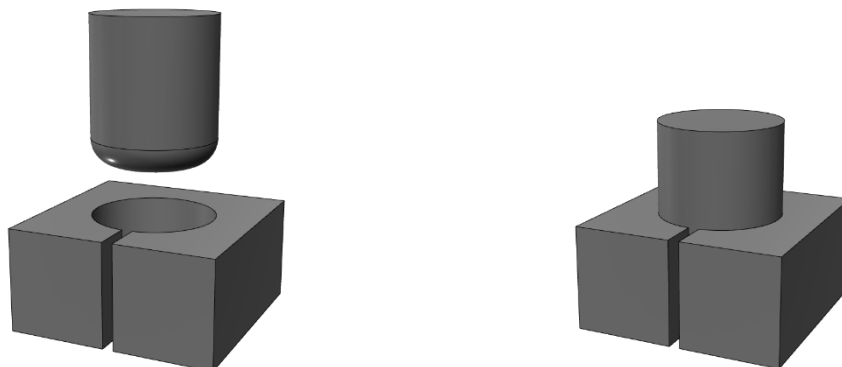
Εικόνες από την θεωρητική σύνδεση δύο αντικειμένων τα οποία έχουν μηδενική ανοχή μεταξύ τους.



Εικόνες από την σύνδεση δύο αντικειμένων τα οποία έχουν μη μηδενική ανοχή μεταξύ τους.
Για παράδειγμα, ανοχή 1mm.



Επεξεργασία μύτης με τις εντολές fillet και chamfer αντίστοιχα.



Χρήση σχισμής για την αποφυγή της ανοχής.

Σχήμα 52 – Ανοχές.

3.6 Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην εκπαίδευση και μελέτες περιπτώσεων

Η τρισδιάστατη εκτύπωση ξεκινά τα τελευταία χρόνια του 1990 και τις αρχές του 2000 και εντάσσεται ολοένα και περισσότερο σε τομείς της βιομηχανίας και της ακαδημίας. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έφερε και την επανάσταση στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σχολεία και βιβλιοθήκες έφεραν στο χώρο τους συσκευές εκτύπωσης και έγινε η εισαγωγή τους σε συγκεκριμένα προγράμματα σπουδών.

Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Η εισαγωγή των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών) στο σχολείο εμπεριέχει έναν νέο τρόπο που αποκτάται η γνώση. Δίνεται έμφαση σε νέες δεξιότητες και παρέχονται μοντέρνα εργαλεία και τεχνικές που αναβαθμίζουν τη ποιότητα της γνώσης [32].

Βιολογία: οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν το εσωτερικό των οργάνων.	Χημεία: οι μαθητές μπορούν να τυπώσουν σύνθετα μόρια για μελέτη.	Μηχανολογία: οι μαθητές μπορούν να τυπώσουν πρότυπα μηχανών και ρομπότ.
Γεωγραφία: οι μαθητές τυπώνουν χάρτες και γεωλογικά φαινόμενα.	3D Printing στην εκπαίδευση	Μαθηματικά: οι μαθητές εκτυπώνουν όγκους και απεικονίσεις θεωρημάτων.
Εικαστικά: οι μαθητές τυπώνουν έργα τέχνης, κτίρια και γλυπτά από μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους.	Βιομηχανικό σχέδιο: οι μαθητές μπορούν να τυπώσουν μακέτες και πρωτότυπα προϊόντων.	Ιστορία: οι μαθητές μπορούν να τυπώσουν έργα τέχνης, τρισδιάστατους χάρτες και αρχαιολογικά ευρήματα.

Σχήμα 53 – Εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση.

Οι δάσκαλοι και οι καθηγητές μπορούν να συμπεριλάβουν την τρισδιάστατη εκτύπωση σε ολόκληρο το φάσμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (από την α/βάθμια έως την γ/βάθμια εκπαίδευση). Η χρήση τόσο των τρισδιάστατων αντικειμένων όσο και των μεθοδολογιών εκτύπωσης κατά τη διάρκεια των μαθημάτων μπορεί να αυξήσει την εξωστρέφεια των μαθητών και να βελτιώσει τις κοινωνικές τους δεξιότητες. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τρισδιάστατες εκτυπωμένες απεικονίσεις (διαφόρων θεματολογιών) με σκοπό τον ερεθισμό των ενδιαφερόντων τους και τη δημιουργία νέων ευκαιριών στην γνώση [33].

Τέλος, η εκπαίδευση στην τρισδιάστατη εκτύπωση προσφέρει στους μαθητές μοναδικές ευκαιρίες μάθησης που εστιάζουν στην ολιστική προσέγγιση των γνωστικών αντικειμένων των προγραμμάτων σπουδών. Η βελτιωμένη κατανόηση έρχεται μέσω της αφής και της παρατήρησης των εκτυπωμένων αντικειμένων. Επιπρόσθετα, το 3D printing προωθεί τη γνώση μέσω της ανακάλυψης αντί για παραδοσιακούς τρόπους αναζήτησης και εξερεύνησης της γνώσης.

Τριτοβάθμια εκπαίδευση

Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η τρισδιάστατη εκτύπωση συναντάται σε πολλούς τομείς. Από τη διδασκαλία και την εκπαίδευση έως την έρευνα και τις πειραματικές διαδικασίες. Η πλειοψηφία των πανεπιστημίων και των σχολών ενσωματώνουν σήμερα ενότητες ανάστροφης μηχανικής και ταχείας πρωτοτυποποίησης σε μαθήματα εφαρμοσμένων τεχνών.

Επιπρόσθετα, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση δίνεται έμφαση όχι μόνο στην εκτύπωση αυτή καθ' αυτή αλλά και σε διαδικασίες όπως [34]:

- A) επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εκτύπωσης,
- B) επιλογή κατάλληλου υλικού εκτύπωσης,
- Γ) επιλογή κατάλληλων συνθηκών εκτύπωσης (π.χ. θερμοκρασία, κ.α.) και
- Δ) επιλογή κατάλληλων λογισμικών για το σχεδιασμό των αντικειμένων.

Επίσης, τα εκτυπωμένα εξαρτήματα χρησιμοποιούνται ως πρωτότυπα μοντέλα για δοκιμές σε εφαρμογές μηχανολογίας, ρομποτικής και βιομηχανικού σχεδιασμού.

Τα τελευταία χρόνια, η εν λόγω τεχνολογία βρίσκει γόνιμο έδαφος σε επίπεδο μεταπτυχιακών σπουδών και διδακτορικών διατριβών.

Κατηγοριοποίηση μαθημάτων 3D printing

Σε αυτό το σημείο της διπλωματικής εργασίας καταγράφονται τέσσερις βασικές κατηγορίες εκπαιδευτικών σεναρίων με γενικό θέμα την τρισδιάστατη εκτύπωση και παράλληλα με διαφορετικό επίπεδο δυσκολίας. Η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση πραγματοποιείται με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία [35].

- **Κατηγορία / σενάριο 1:** Εισαγωγή στην τρισδιάστατη σάρωση.
- **Κατηγορία / σενάριο 2:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως εκπαιδευτικό εργαλείο.
- **Κατηγορία / σενάριο 3:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως στοιχείο του μαθήματος.
- **Κατηγορία / σενάριο 4:** Οι μαθητές σχεδιάζουν – οι μαθητές υλοποιούν.

Παρακάτω αναλύονται οι κατηγορίες/σενάρια περισσότερο διεξοδικά.

Κατηγορία 1: Εισαγωγή στην τρισδιάστατη σάρωση.

Στην πρώτη κατηγορία, οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με την έννοια της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Βέβαια, σε αυτή την πρώτη κατηγορία οι μαθητές δεν χρησιμοποιούν κάποιο σχεδιαστικό λογισμικό με σκοπό να δημιουργήσουν το προσωπικό τους αντικείμενο. Αντ' αυτού, χρησιμοποιούν ειδικές πλατφόρμες από το διαδίκτυο όπου εμπεριέχονται έτοιμα τρισδιάστατα αρχεία προς εκτύπωση. Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας είναι η γρήγορη κατανόηση της διαδικασίας από το ψηφιακό μοντέλο στο πραγματικό (εκτυπωμένο) μοντέλο.

Κατηγορία 2: Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως εκπαιδευτικό εργαλείο.

Η δεύτερη κατηγορία αξιοποιεί την τρισδιάστατη εκτύπωση ως μέσο με σκοπό να ενθαρρύνει τους μαθητές να συμμετάσχουν στη γνώση έμπρακτα. Οι εκπαιδευτικοί σε συνεργασία με τους μαθητές εκτυπώνουν αντικείμενα σχετικά με τη θεματολογία του εκάστοτε μαθήματος και τέλος, το μελετούν και το αναλύουν. Με αυτό το τρόπο, το

ίδιο το μάθημα αποκτά ενδιαφέρον και πλημμυρίζει τους μαθητές από νέα ερεθίσματα. Στα πλεονεκτήματα, η παρουσίαση αφηρημένων εννοιών ως απτά αντικείμενα.

Κατηγορία 3: Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως στοιχείο του μαθήματος.

Η τρίτη κατηγορία εμπλέκει τους μαθητές σε απόλυτο βαθμό. Η τρισδιάστατη εκτύπωση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας του μαθήματος. Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί πως τα μαθήματα της συγκεκριμένης κατηγορίας χωρίζονται σε δύο επίπεδα: α) το θεωρητικό μέρος και β) το πρακτικό.

Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζονται οι στόχοι και το περιεχόμενο του μαθήματος από το καθηγητή ενώ στο πρακτικό μέρος οι μαθητές συμμετέχουν σε συλλογικά έργα με σκοπό την εκτύπωση ενός αντικειμένου. Βέβαια, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως έχει προϋπάρξει μια κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών σε θέματα εκτυπώσεων (τεχνικής φύσης).

Κατηγορία 4: Οι μαθητές σχεδιάζουν – οι μαθητές υλοποιούν.

Η τελευταία κατηγορία δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να σχεδιάσουν μόνοι τους μια λύση για ένα σχετικό πρόβλημα και τέλος να καταλήξουν στην πρωτοτυποποίηση ενός αντικειμένου. Το πλεονέκτημα έγκειται στο γεγονός ότι οι μαθητές ενεργούν άμεσα από την σύλληψη της ιδέας ως την κατασκευή ενός αντικειμένου με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή.



Σχήμα 54 – Εφαρμογή στην τάξη.

Κεφάλαιο 4: Εκπαιδευτικό σενάριο

4.1 Εκπαιδευτικές ανάγκες

4.2. Πλάνο, τεχνικές και εκπαιδευτικά μέσα

4.3 Προτεινόμενο διδακτικό σενάριο

4.1 Εκπαιδευτικές ανάγκες

Οι εκπαιδευτικές ανάγκες σ' ένα σχεδιασμό και μια οργάνωση ενός μαθήματος ή/και ενός προγράμματος σπουδών σχετίζονται με Στοιχεί [36]:

- α) ποιοι θα συμμετάσχουν στο μάθημα,
- β) γιατί επιθυμούν να συμμετάσχουν σ' αυτό το μάθημα,
- γ) τι προηγούμενες γνώσεις έχουν σχετικά με τη θεματική ενότητα αυτού του μαθήματος
- δ) τι είδους εφαρμογές χρησιμοποιούν (που σχετίζεται με το μάθημα)
- ε) είναι εξοικειωμένοι με το θεωρητικό πλαίσιο και την πρακτική του μαθήματος.

Με τη γνώση του προφίλ των συμμετεχόντων στο μάθημα, ο εκπαιδευτής ή καθηγητής μπορεί να επιτύχει τα εξής [37]:

- α) να οργανώσει καλύτερα το εκπαιδευτικό πλαίσιο,
- β) να κτίσει μια βέλτιστη κατάσταση της υπάρχουσας γνώσης,
- γ) να διατηρήσει μια καλή επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και
- δ) να προσαρμόσει το εκπαιδευτικό πλαίσιο του μαθήματος ώστε να είναι χρήσιμο στην υπόλοιπη ζωή τους.

Οι συγκεκριμένες τεχνικές που σχετίζονται με την συλλογή πληροφοριών που σχετίζονται με την ανάλυση των εκπαιδευτικών αναγκών είναι η έρευνα (συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια), η παρατήρηση και τα στοιχεία ή τεκμήρια (π.χ. εγχειρίδια διαδικασιών, αξιολογήσεις, κ.α.).

4.2. Πλάνο, τεχνικές και εκπαιδευτικά μέσα

Το **πλάνο** αποτελεί ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που αποτυπώνει το σύνολο του εκπαιδευτικού έργου (από τον εκπαιδευτή προς τον εκπαιδευόμενο). Συγκεκριμένα, το πλάνο εκπαίδευσης εμπεριέχει τα στοιχεία, α) του σχεδιασμού του προγράμματος, β) του σχεδιασμού των ενοτήτων και υπό-ενοτήτων και γ) του σχεδιασμού των μαθημάτων [38]. Όσον αφορά, το **σχεδιασμό του προγράμματος** που αποτελεί μια πλήρη καταγραφή της εκπαιδευτικής διαδικασίας ενσωματώνει έξι ουσιαστικά βήματα που αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα.

Βήματα προγράμματος	Περιγραφή βήματος
Γενική επισκόπηση προγράμματος	Παρουσιάζεται μια γενική ιδέα του προγράμματος και τα οφέλη αυτού.
Περιγραφή ομάδας εκπαιδευομένων	Περιγράφονται και αναλύονται οι συμμετέχοντες του προγράμματος με βάση τα χαρακτηριστικά, τις εμπειρίες και τις ανάγκες τους.
Διατύπωση σκοπών και στόχων του προγράμματος	Διατυπώνονται οι γενικές επιδιώξεις του προγράμματος όπου συνδέεται άμεσα με τις ανάγκες των εκπαιδευτικού πλαισίου.
Σχεδιασμός ωρολογίου προγράμματος	Σχεδιάζεται με σαφήνεια το ωρολόγιο πρόγραμμα (π.χ. εκπαιδευτικός χρόνος, ημερομηνίες και ώρες διδασκαλίας, θέματα διδακτικής περιόδου).
Επιλογή κατάλληλων μεθόδων εκπαίδευσης	Επιλέγονται οι κατάλληλες μέθοδοι για την υλοποίηση του προγράμματος (π.χ. εκπαίδευση σε τάξη, ατομική μελέτη, εκπαίδευση εξ' αποστάσεως, κ.α.).
Προσδιορισμός απαιτούμενων μέσων και υλικών για την εκπαίδευση	Επιλογή εξοπλισμού όπου μπορεί να βοηθήσει στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα (π.χ. προβολέας, ηλεκτρονικός υπολογιστής, κ.α.).

Σχήμα 55 – Βήματα σχετικά με το σχεδιασμό ενός προγράμματος.

Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί πως ο **σχεδιασμός των ενοτήτων** για κάθε μάθημα περιλαμβάνει παρόμοια βήματα με το σχεδιασμό του γενικού μαθήματος. Για παράδειγμα πρέπει να αναφέρονται οι κατηγορίες των ενοτήτων, οι τίτλοι των υπο-ενοτήτων, οι ώρες που αντιστοιχούν σε κάθε υπό-ενότητα, οι μέθοδοι εκπαίδευσης και τέλος τα εκπαιδευτικά μέσα. Επιπρόσθετα, το **σχέδιο μαθήματος** αποτελεί το θεμελιώδες στοιχείο του εκπαιδευτικού πλάνου καθώς είναι η ουσία και ο πυρήνας του εκπαιδευτικής δραστηριότητας. Τα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνονται σ' ένα σχέδιο μαθήματος αποτυπώνονται στο παρακάτω σχήμα.

Περιεχόμενα σχεδίου μαθήματος	
1	Σκοποί και στόχοι μαθήματος
2	Θέματα εκπαίδευσης
3	Χρόνοι ανά θέμα
4	Δραστηριότητες
5	Βιβλιογραφία
6	Εξέταση

Σχήμα 56 – Περιεχόμενα σχεδίου μαθήματος.

Οι **τεχνικές** που χρησιμοποιούνται με σκοπό να παρουσιασθεί η θεματική ενός μαθήματος μπορούν να καταγραφούν ως εξής: α) εισήγηση, β) επίδειξη, γ) ερωτήσεις – απαντήσεις, δ) πρακτική άσκηση, ε) μελέτες περιπτώσεων και στ) ομάδες εργασιών. Τέλος, το επόμενο σχήμα προτείνει τη βασική δομή και το περιεχόμενο ενός μαθήματος [39].

Δομή μαθήματος	Περιεχόμενο
Εισαγωγή	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία κατάλληλου κλίματος. • Σύνδεση με προηγούμενες γνώσεις. • Σκοποί και στόχοι μαθήματος.
Κύριο Μέρος	<ul style="list-style-type: none"> • Μέθοδοι εκπαίδευσης. • Τεχνικές εκπαίδευσης. • Μέσα και υλικά εκπαίδευσης.
Κλείσιμο	<ul style="list-style-type: none"> • Ανακεφαλαίωση. • Ερωτήσεις κατανόησης . • Σημειώσεις και υλικό. • Σύνδεση με τα επόμενα μαθήματα.

Σχήμα 57 – Δομή και περιεχόμενος μαθήματος.

4.3 Προτεινόμενο διδακτικό σενάριο

Σε αυτό το σημείο θα αναλυθεί το διδακτικό σενάριο το οποίο πραγματεύεται η εν λόγω διπλωματική εργασία και διαθέτει την γενική θεματική «3D printing» με στοιχεία παιχνιδοποίησης. Όσον αφορά τα στοιχεία στα οποία βασίστηκε ο σχεδιασμός του προτεινόμενου μαθήματος (βλ. ψυχογραφικά εργαλεία GEFT, κ.α.) θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Στο πλαίσιο της έρευνας αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για μια 3-ώρη ενότητα με θέμα το «Εισαγωγή στο 3D σχεδιασμό και την 3D εκτύπωση – FDM» για το μάθημα επιλογής «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων» του τμήματος Μηχανικών Σχεδιασμού Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (ide.how.gr). Το συγκεκριμένο μάθημα αντιστοιχεί στο 7^ο εξάμηνο και φέρει τον κωδικό 4210. Η εν λόγω ενότητα περιλαμβάνει θεωρία, παραδείγματα, ασκήσεις και εκπαιδευτικό υλικό. Ταυτόχρονα, το μάθημα σχεδιάστηκε με βάση των χαρακτηριστικών των δύο γνωστικών στυλ FD/FI με σκοπό να αντικαταστήσει το ήδη υπάρχον.

Ταυτόχρονα, με βάση το θεωρητικό πλαίσιο που περιλαμβάνει την κατηγοριοποίηση των μαθημάτων τεχνολογίας τρισδιάστατων εκτυπώσεων – το μάθημα σχεδιάστηκε με βάση την κατηγορία 3 δηλαδή, η τρισδιάστατη εκτύπωση ως στοιχείο του μαθήματος. Για υπενθύμιση, το παρακάτω σχήμα περιγράφει τα χαρακτηριστικά των μαθημάτων που ανήκουν στην τρίτη κατηγορία.

Χαρακτηριστικά μαθημάτων κατηγορίας 3		
Κατηγορία 3		
	Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως στοιχείο του μαθήματος:	
		Η τρίτη κατηγορία εμπλέκει τους μαθητές σε απόλυτο βαθμό. Η τρισδιάστατη εκτύπωση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας του μαθήματος. Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί πως τα μαθήματα της συγκεκριμένης κατηγορίας χωρίζονται σε δύο επίπεδα: α) το θεωρητικό μέρος και β) το πρακτικό. Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζονται οι στόχοι και το περιεχόμενο του μαθήματος από το καθηγητή ενώ στο πρακτικό μέρος οι μαθητές συμμετέχουν σε συλλογικά έργα με σκοπό την εκτύπωση ενός αντικειμένου. Βέβαια, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως έχει προϋπάρξει μια κατάλληλη προετοιμασία των μαθητών σε θέματα εκτυπώσεων (τεχνικής φύσης).

Σχήμα 58 – Χαρακτηριστικά κατηγορίας 3.

Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των εκτιμήσεων των εκπαιδευομένων για τα παρεχόμενα μέρη και τις προτεινόμενες τεχνικές που αξιοποιούνται ώστε να μεταδώσουν την αξία, τη χρήση και την εφαρμογή του τρισδιάστατου σχεδιασμού και της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

Ταυτόχρονα, θα γίνει μια προσπάθεια για την αξιολόγηση της μεθοδολογίας σχεδίασης εκπαιδευτικών σεναρίων για τη διδασκαλία τρισδιάστατου σχεδιασμού και τρισδιάστατης εκτύπωσης στη τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Πλάνο εκπαίδευσης

Το πλάνο της εκπαίδευσης περιλαμβάνει το γενικό πρόγραμμα της Κ2-Πρωτοτυποποίησης για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων με την συγκεκριμένη ενότητα της «Εισαγωγής στο 3D σχεδιασμό και την 3D εκτύπωση – FDM».

Επισκόπηση προγράμματος

	Ενότητα	Υπό-ενότητα	Ώρες	Μέθοδοι	Μέσα
	Φυσική πρωτοτυποποίηση				
1	//	Θεωρητικό πλαίσιο	3	Εισήγηση	PPT
2	//	Χαρτί - Χαρτόνι	3	Επίδειξη	Υλικά, PPT
3	//	Ξύλο	3	Επίδειξη	Υλικά, PPT
4	//	Πηλός	3	Επίδειξη	Υλικά, PPT
	Ταχεία πρωτοτυποποίηση				
5	//	Θεωρητικό πλαίσιο	3	Εισήγηση	PPT
6	//	Μελέτες περιπτώσεων	3	Εισήγηση	PPT
7	//	3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM	3	Πρακτική με καθοδήγηση	H/Y, 3D printer
8	//	3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - Ρητίνη	3	Πρακτική με καθοδήγηση	H/Y, 3D printer
	Ανάστροφη Μηχανική				
9	//	Θεωρητικό πλαίσιο / Kinekt	3	Εισήγηση	PPT
10	//	Φωτογραμμετρία	3	Επίδειξη	H/Y, 3D scanner
11	//	Τεχνολογία Λευκού Φωτός	3	Επίδειξη	H/Y, 3D scanner
12	//	Τεχνολογία Laser	3	Επίδειξη	H/Y, 3D scanner
13	Επαναληπτικό Μάθημα		3		PPT

Σχήμα 59 – Πλήρη ανάπτυξη προγράμματος Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων.

Επισκόπηση ενότητας «Ταχεία πρωτοτυποποίηση»

Υπό-ενότητα	Αντικείμενο	Χρόνος	Μέθοδοι	Μέσα
Θεωρητικό πλαίσιο	- Ορισμός ταχείας πρωτοτυποποίησης. - Τεχνολογίες. - Στρατηγικές.	3 ώρες	Εισήγηση	- Διάλεξη - Παρουσίαση Power Point - Video
Μελέτες περιπτώσεων	- Μελέτες περιπτώσεων στο σχεδιασμό 3D. - Μελέτες περιπτώσεων στην Τ.Π. - Επίδειξη εξοπλισμού. - Επίδειξη λογισμικού.	3 ώρες	Εισήγηση Επίδειξη	- Διάλεξη - Προβολικό σύστημα - Παρουσίαση Power Point - H/Y - Λογισμικό
3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM	- Επίδειξη λογισμικού. - Ασκήσεις λογισμικού. - Άσκηση σχεδιασμού. - Εκτύπωση δοκιμίου.	3 ώρες	Εισήγηση Επίδειξη	- Διάλεξη - Προβολικό σύστημα - Παρουσίαση Power Point - H/Y - Εξοπλισμός - Λογισμικό
3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - Ρητίνη	- Ασκήσεις λογισμικού. - Άσκηση σχεδιασμού. - Εκτύπωση δοκιμίου.	3 ώρες	Εισήγηση Επίδειξη	- Διάλεξη - Προβολικό σύστημα - Παρουσίαση Power Point - H/Y, Εξοπλισμός

Σχήμα 60 – Πλήρη ανάπτυξη ενότητας «Ανάστροφη Μηχανική».

Επισκόπηση μαθήματος

Υπό-ενότητα	Αντικείμενα μαθήματος	Χρόνος	Μέθοδοι	Μέσα
3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM	1. Επίδειξη λογισμικού – Βασικές τεχνικές.	20'	Επίδειξη	H/Y - λογισμικό
	2. Επίδειξη άσκησης – Κύβοι παιχνιδιού.	10'	Επίδειξη	H/Y - λογισμικό
	3. Επίλυση άσκησης από συμμετέχοντες.	15'	Πρακτική	H/Y - λογισμικό
	Διάλειμμα 15' / Σύνολο 1^{ης} ώρας	45'		
	4. Επίδειξη εξοπλισμού – προετοιμασία.	20'	Επίδειξη	H/Y - εξοπλισμός
	5. Προετοιμασία αρχείων για εκτύπωση από συμμετέχοντες.	10'	Πρακτική	H/Y – λογισμικό - εξοπλισμός
	6. Έναρξη διαδικασίας εκτύπωσης (50% συμμετεχόντων).	15'	Πρακτική	Εξοπλισμός
	Διάλειμμα 15' / Σύνολο 2^{ης} ώρας	45'		
	7. Έναρξη διαδικασίας εκτύπωσης (το άλλο 50% συμμετεχόντων).	15'	Πρακτική	Διάλεξη
	8. Συζήτηση για αποτελέσματα.	15'	Ιδεοθύελλα	Συζήτηση
	Σύνολο 3^{ης} ώρας	45'		
ΣΥΝΟΛΟ	135'			

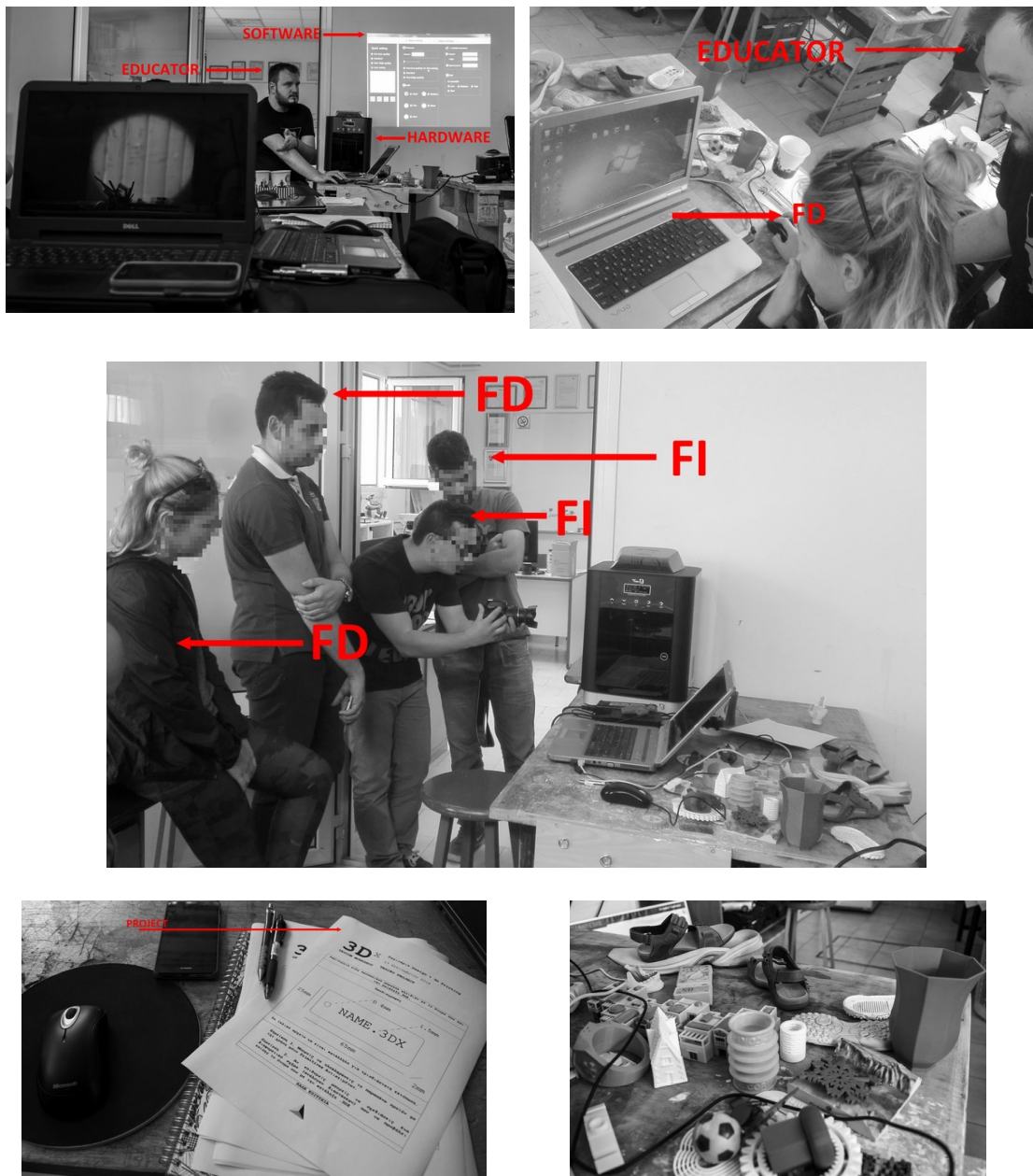
Σχήμα 61 – Πλήρη ανάπτυξη μαθήματος «3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM» (υπάρχον μοντέλο).

Υπό-ενότητα	Αντικείμενα μαθήματος	Χρόνος	Μέθοδοι	Μέσα	GEFT
3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM	1. Επίλυση ενός προβλήματος «Να φτιάξουμε το δικό μας παιχνίδι κύβων (τύπου Lego) με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή.» - Επεξήγηση προβλήματος. - Προδιαγραφές προβλήματος.	15'	Εισήγηση	Διάλεξη	FD
	2. Παρουσίαση του ολοκληρωμένου παραδείγματος και επίδειξη του εξοπλισμού και του λογισμικού Ο εκπαιδευτής ζητά τη βοήθεια δύο συμμετεχόντων – έναν για κάθε ενότητα.	25'	Διάλεξη και Επίδειξη	Εξοπλισμός Λογισμικό H/Y	FD / FI
	3. Ο εκπαιδευτής πραγματοποιεί με τη βοήθεια ενός συμμετέχοντα την εκτύπωση ενός έτοιμου δοκιμίου.	5'	Επίδειξη	Εξοπλισμός H/Y Λογισμικό	FI
	Διάλειμμα 15' / Σύνολο 1^{ης} ώρας	45'			
	4. Ο εκπαιδευτής δείχνει τα βασικά στοιχεία (εντολές και τεχνικές) του λογισμικού (υπάρχουσα γνώση 3D CAD από συμμετέχοντες σε άλλο λογισμικό).	15'	Εισήγηση Επίδειξη Πρακτική	H/Y Λογισμικό	FD
	5. Ο εκπαιδευτής ζητά την επανάληψη της προηγούμενης διαδικασίας (σχεδιασμός κύβων) από συγκεκριμένα άτομα.	10'	Πρακτική με καθοδήγηση	H/Y Λογισμικό	FD
	6. Ο εκπαιδευτής ζητά το σχεδιασμό μιας νέας ιδέας για παιχνίδι με βάση την επίλυση ενός προβλήματος. Ξαναθυμίζει τα: - Επεξήγηση προβλήματος. - Προδιαγραφές προβλήματος.	20'	Πρακτική χωρίς καθοδήγηση	H/Y Λογισμικό	FI
	Διάλειμμα 15' / Σύνολο 2^{ης} ώρας	45'			
	7. Προετοιμασία αρχείων για εκτύπωση – οδηγίες από διδάσκοντα.	5'	Επίδειξη	Διάλεξη	FD
	8. Προετοιμασία αρχείων για εκτύπωση από τους συμμετέχοντες.	10'	Πρακτική χωρίς καθοδήγηση	Εξοπλισμός H/Y - Λογισμικό	FD / FI
	9. Ο εκπαιδευτής ζητά από τους συμμετέχοντες να χρησιμοποιήσουν μόνοι τους τον εξοπλισμό για να εκτυπώσουν τα αρχεία.	30'	Πρακτική χωρίς καθοδήγηση - Ιδεοθύελλα	Εξοπλισμός H/Y- Λογισμικό Συζήτηση	FI
Σύνολο 3^{ης} ώρας	45'				
ΣΥΝΟΛΟ	135'				

Σχήμα 62 – Πλήρη ανάπτυξη μαθήματος «3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση - FDM» (παιχνιδοποίηση).

Οι παραπάνω πίνακες καταγράφουν το σύνολο του εκπαιδευτικού έργου για την ενότητα «Ταχεία πρωτοτυποποίηση», την υπό-ενότητα «3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση – FDM» και το μάθημα «3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση – FDM». Πιο συγκεκριμένα, οι δύο πρώτες κατηγορίες είναι ήδη έτοιμο εκπαιδευτικό υλικό από το πρόγραμμα σποδών του τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Η τρίτη κατηγορία αφορά το μάθημα του σχεδιασμού και της εκτύπωσης τρισδιάστατων μοντέλων με τη χρήση εξοπλισμού FDM (Fused Deposition Modelling) για την τρισδιάστατη εκτύπωση.

Ταυτόχρονα, το Σχήμα 61 καταγράφει τα βήματα του μαθήματος όπως υποστηρίζεται σήμερα στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου και το Σχήμα 62 προτείνει μια εναλλακτική προσέγγιση για το μάθημα με σκοπό την ενσωμάτωση τεχνικών παιχνιδιοποίησης. Ο βασικός λόγος είναι ότι με αυτόν τον τρόπο, το μάθημα ενδείκνυται τόσο για συμμετέχοντες που ανήκουν στην κατηγορία των εξαρτημένων (FD), τόσο και στην κατηγορία των ανεξάρτητων (FI).



Σχήμα 63 – Ρόλοι και διεργασίες στα πλαίσια του μαθήματος.

Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση μαθήματος και αξιολόγηση

5.1. Εισαγωγή

5.2 FD και FI στην εκπαίδευση τρισδιάστατης εκτύπωσης

5.3 Σχεδιασμός μαθήματος

5.4 Μεθοδολογία

5.5 Συλλογή δεδομένων

5.6. Ανάλυση δεδομένων

5.7 Συμπεράσματα

5.8 Μελλοντική έρευνα

5.1. Εισαγωγή

Για το σχεδιασμό του μαθήματος πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω ενέργειες:

- α) μελέτη του προγράμματος σπουδών του τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων,
- β) μελέτη του εκπαιδευτικού πλάνου του μαθήματος «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων» της Κατεύθυνσης 2 (Σχεδιασμός και Κατασκευαστική Προϊόντων) του τρέχοντος έτους 2022-2023,
- γ) αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού,
- δ) δημιουργία συνθηκών έρευνας με σκοπό την ανίχνευση των εκπαιδευτικών αναγκών των φοιτητών,
- ε) προετοιμασία, οργάνωση και υλοποίηση ερωτηματολογίων,
- στ) πραγματοποίηση έρευνας.

Με την ολοκλήρωση της έρευνας και την καταγραφή των αποτελεσμάτων αυτής πραγματοποιήθηκε ο επανασχεδιασμός της ενότητας της Ταχείας Πρωτοτυποποίησης και πιο συγκεκριμένα, της υπό-ενότητας «3D σχεδιασμός και 3D εκτύπωση – FDM». Οι φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν οχτώ από το σύνολο των δεκαέξι που παρακολουθούσαν το εν λόγω μάθημα. Η επιλογή των οχτώ έγινε με βάση την χρήση των δύο ερωτηματολογίων που σχεδιάστηκαν για την έρευνα.

Είδος ερωτηματολογίου	Σκοπός
Ερωτηματολόγιο GEFT	Αναγνώριση του γνωστικού στυλ των εκπαιδευομένων (FI/FD)
Ερωτηματολόγιο προσωπικών εκτιμήσεων	Αναγνώριση των προσωπικών εκτιμήσεων των εκπαιδευομένων.
Ερωτηματολόγια ανατροφοδότησης	Ανατροφοδότηση σχετικά με την επιτυχία ή αποτυχία του μαθήματος.

Σχήμα 64 – Ερωτηματολόγια έρευνας.

Είναι βασικό να καταγραφεί πως, τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στο σύνολο των εκπαιδευομένων σε χρόνο προγενέστερο του μαθήματος με σκοπό να μελετηθούν και να αναλυθούν ώστε να δημιουργηθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Αρχικά, συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο GEFT και έπειτα το ερωτηματολόγιο αναγνώρισης προσωπικών εκτιμήσεων. Τέλος, το ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησης.

5.2 FD και FI στην εκπαίδευση τρισδιάστατης εκτύπωσης

Η κατηγοριοποίηση μεταξύ των ανεξάρτητων και εξαρτημένων εκπαιδευομένων έχει τα εξής χαρακτηριστικά που καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Βασικά χαρακτηριστικά ομάδων εκπαιδευομένων	
Field Dependent / FD – Εξαρτημένοι	Οι εκπαιδευόμενοι FD αποδίδουν καλύτερα ακολουθώντας την προτεινόμενη δομή του προγράμματος.
Field Independents / FI - Ανεξάρτητοι	Οι εκπαιδευόμενοι FI τείνουν να δημιουργούν τη δική τους δομή κάνοντας χρήση των επιλογών που τους προσφέρει το εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Σχήμα 65 – Χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων.

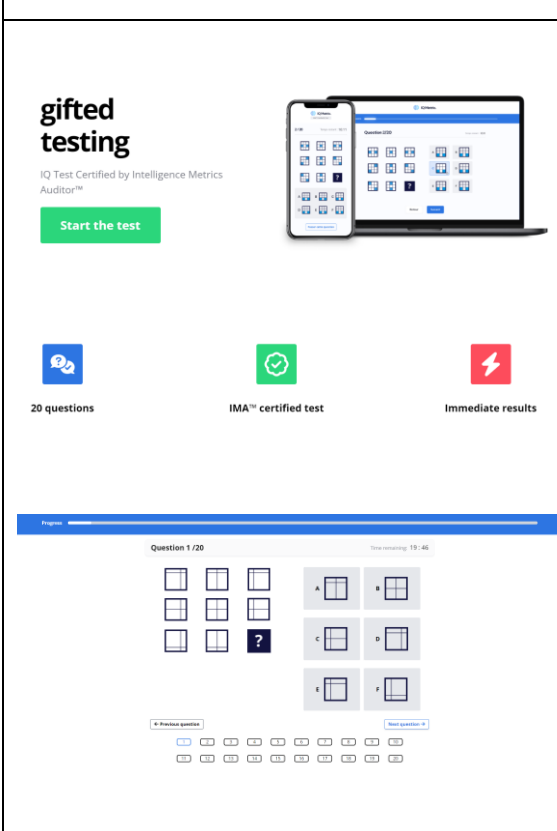
Στο πλαίσιο του μαθήματος της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα γίνει χρήση και αξιοποίηση τεχνικών και εργαλείων της παιχνιδοποίησης με σκοπό τη πλήρη ενσωμάτωση των εκπαιδευομένων στον πυρήνα του μαθήματος. Τα προτερήματα και των δύο κατηγοριών των εκπαιδευομένων θα χρησιμοποιηθούν ώστε να παραχθεί ένα νέο μάθημα με σκοπό την εκμάθηση της τρισδιάστατης σάρωσης και αφορμή τη επίλυση ενός προβλήματος.

Προτερήματα κατηγοριών εκπαιδευομένων	
Field Dependent / FD – Εξαρτημένοι	Field Independents / FI - Ανεξάρτητοι
Δέχονται την πληροφορία ως σύνολο διότι την ερμηνεύουν ως μια ενιαία μορφή	Διαμορφώνουν μια διαφορετική δομή από την προτεινόμενη (του εκπαιδευτή
Δυσκολεύονται με εκπαιδευτικό υλικό που δεν είναι οργανωμένο και με σαφές περιεχόμενο	Αξιολογούν το σύνολο των πληροφοριών που δέχονται και είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια «νέα» ολοκληρωμένη γνώση.

Σχήμα 66 – Προτερήματα.

5.3 Σχεδιασμός μαθήματος

Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες. Στη συνέχεια έλαβε χώρα, η οργάνωση αυτών και η ανάλυσή τους ώστε να προκύψουν οι συμμετέχοντες στο μάθημα βάσει των οποίων θα επανασχεδιαζόταν το μάθημα.

Παραδείγματα ερωτηματολογίων																	
Ερωτηματολόγιο GEFT	Ερωτηματολόγιο προσωπικών εκτιμήσεων																
	<p>Ερωτηματολόγιο προσωπικών εκτιμήσεων</p> <p>Όνοματεπώνυμο: _____ Τύπος: _____</p> <p>Κύκλωσε την απάντησή σου (1 έως 5) σύμφωνα με τις ακόλουθες προτάσεις: 0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή / ά / συμφωνώ πολύ.</p> <p>Ενότητα Α:</p> <table border="1"> <tr> <td>A1. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία της αντίστροφης μηχανικής.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> <tr> <td>A2. Έχω εφαρμόσει μία τουλάχιστον μεθοδολογία τρισδιάστατης σάρωσης.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> </table> <p>Ενότητα Β: Οπτική</p> <table border="1"> <tr> <td>B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρησιμοποιώ να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> <tr> <td>B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> </table> <p>Ενότητα Γ: Ακουστική</p> <table border="1"> <tr> <td>G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητώ με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> <tr> <td>G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> </table> <p>Ενότητα Δ: Κινησθητική</p> <table border="1"> <tr> <td>D1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτήω εμπειρίες μέσα από την πράξη.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> <tr> <td>D2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.</td> <td>0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5</td> </tr> </table>	A1. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία της αντίστροφης μηχανικής.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	A2. Έχω εφαρμόσει μία τουλάχιστον μεθοδολογία τρισδιάστατης σάρωσης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρησιμοποιώ να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητώ με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	D1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτήω εμπειρίες μέσα από την πράξη.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	D2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A1. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία της αντίστροφης μηχανικής.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
A2. Έχω εφαρμόσει μία τουλάχιστον μεθοδολογία τρισδιάστατης σάρωσης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρησιμοποιώ να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητώ με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
D1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτήω εμπειρίες μέσα από την πράξη.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																
D2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5																

Σχήμα 67 – Παραδείγματα ερωτηματολογίων.

Το **πρώτο ερωτηματολόγιο** που αξιοποιήθηκε ήταν το ερωτηματολόγιο τύπου-GEFT (Group Embedded Figure Tests) μέσω της πλατφόρμας <https://iq-metric.com> που παρέχει σχετικά τεστ που βασίζονται στην προαναφερθείσα θεωρία. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν 20 ερωτήσεις σε 20 λεπτά και αποθήκευσαν τα δεδομένα τους με σκοπό να αναλυθούν ώστε να αναγνωριστούν οι γνωστικές κατηγορίες τους. Οι ερωτήσεις διέθεταν διαφορετικές θεματολογίες, όπως: ικανότητα αναλυτικής σκέψης, λογική, οπτική παρατήρηση, κ.α.

Το **δεύτερο ερωτηματολόγιο** που ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν σχετιζόταν με δύο θέματα: α) τις γνώσεις και εμπειρίες από τρισδιάστατο σχεδιασμό και εκτύπωση αντικειμένων και β) τα στοιχεία προσωπικών αισθητήριων τρόπων μάθησης. Οι προτάσεις του ερωτηματολογίου αξιολογήθηκαν ως προς το βαθμό συμφωνίας και διαφωνίας του ερωτώμενου με βάση το περιεχόμενο της κάθε υποκλίμακας. Ο βαθμός ο αντιστοιχεί στην απάντηση «καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ», και στην αντίθετη πλευρά, ο βαθμός 5 «πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ», κ.ο.κ.

Μετά την ολοκλήρωση των ερωτηματολογίων επανασχεδιάστηκε το μάθημα εκ νέου εντάσσοντας στοιχεία και από τα δύο γνωστικά στύλ με σκοπό τη διερεύνηση των εκτιμήσεων των εκπαιδευόμενων για τις παρεχόμενες ενότητες αυτού του νέου τρόπου μάθησης τρισδιάστατους σκαναρίσματα.

Παρακάτω ακολουθεί η πρόταση του νέου σχεδίου μαθήματος σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας (θα αναλυθεί σε επόμενα κεφάλαια).

1^η ώρα μαθήματος

Το πρώτο 45λέπτο αποτελείται από τρία μέρη.

Στο **πρώτο μέρος** γίνεται η επεξήγηση του προβλήματος και δίνονται οι προδιαγραφές του. Αποτελεί το δομικό στοιχείο της παιχνιδοποίησης με σκοπό να κινητοποιήσει του εκπαιδευόμενους ώστε να συμμετάσχουν στο μάθημα. Έχει τη δομή της εισήγησης-διάλεξης γι' αυτό οι εκπαιδευόμενοι FD θα νιώσουν περισσότερο άνετα στην έναρξη του μαθήματος. Οι FD δέχονται την πληροφορία ως σύνολο διότι την ερμηνεύουν ως μια ενιαία μορφή. Η διάρκεια του χρόνου είναι στα δεκαπέντε λεπτά.

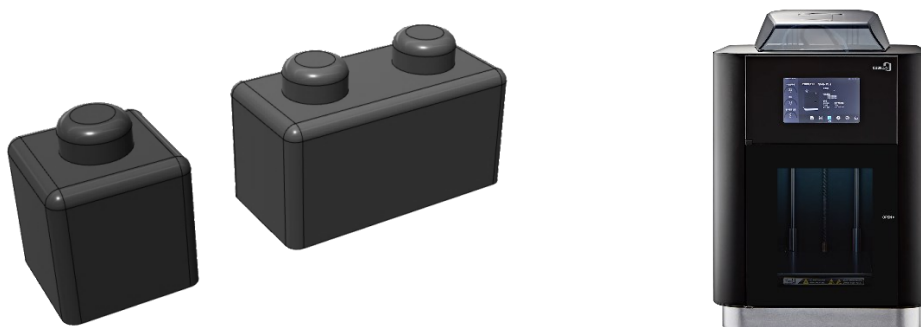
Φύλλο Εργασίας			
Κύβιοι παιχνιδιού Σχεδιάσε κύβους παιχνιδιού σε τρισδιάστατη μορφή μέσω ειδικού λογισμικού με σκοπό να εκτυπωθούν από αντίστοιχο εκτυπωτή τρισδιάστατων αντικείμενων.			
Τρισδιάστατη ψηφιακή μορφή			
<table border="1"><tr><td>Βήμα 1</td><td>Βήμα 2</td><td>Βήμα 3</td></tr></table>	Βήμα 1	Βήμα 2	Βήμα 3
Βήμα 1	Βήμα 2	Βήμα 3	
Πρωτότυπο μοντέλο			
			
Φωτογραφία αντικείμενου			



Σχήμα 68 – Ζητούμενα πρώτης ενότητας.

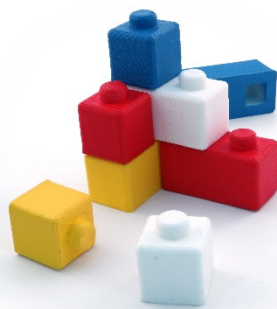
Το **δεύτερο μέρος**, ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει βήμα προς βήμα ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα της επίλυσης της άσκησης. Ταυτόχρονα, επιδεικνύει και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση της εργασίας. Σε αυτό το σημείο

ζητά τη βοήθεια δύο συμμετεχόντων – έναν για κάθε ενότητα. Το δεύτερο μέρος είναι σχεδιασμένο ώστε να συμμετάσχουν και οι δύο κατηγορίες των φοιτητών. Η διάρκεια του δεύτερου μέρους είναι τα εικοσιπέντε λεπτά.



Σχήμα 69 – Ζητούμενα δεύτερης ενότητας.

Στο **τρίτο μέρος**, ο εκπαιδευτής πραγματοποιεί με τη βοήθεια ενός συμμετέχοντα την εκτύπωση ενός έτοιμου δοκιμίου. Ο φοιτητής πρέπει να προέρχεται από την κατηγορία FI διότι αξιολογούν το σύνολο των πληροφοριών που δέχονται και είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια «νέα» και προσωπική τους ολοκληρωμένη γνώση για το αντικείμενο της εκπαίδευσης στο οποίο συμμετέχουν. Ακολουθεί διάλλειμα 15 λεπτών.



Σχήμα 70 – Ζητούμενο τρίτης ενότητας.

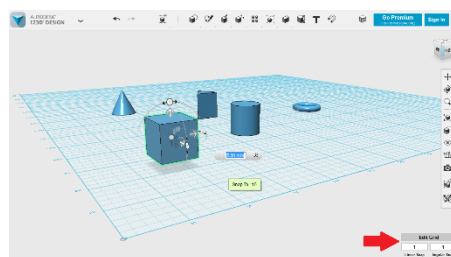
2^η ώρα μαθήματος

Το δεύτερο 45λέπτο αποτελείται από τρία μέρη, επίσης.

Στο **πρώτο μέρος**, ο εκπαιδευτής δείχνει τα βασικά στοιχεία (εντολές και τεχνικές) του λογισμικού 123D Design. Εδώ να σημειωθεί πως οι φοιτητές διαθέτουν υπάρχουσα γνώση σχεδιασμού σε αντίστοιχα λογισμικά. Οπότε, δίνεται έμφαση μόνο το περιβάλλον του λογισμικού και στις βασικές διεργασίες.

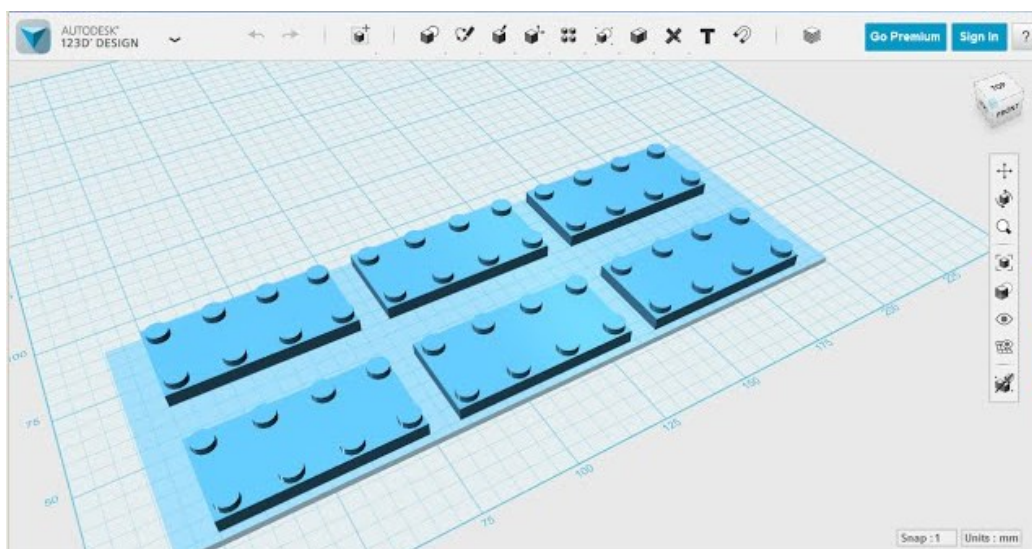


AUTODESK®
123D®



Σχήμα 71 – Ζητούμενα πρώτης ενότητας.

Στο **δεύτερο μέρος**, ο εκπαιδευτής ζητά την επανάληψη της προηγούμενης διαδικασίας (σχεδιασμός κύβων) από συγκεκριμένα άτομα. Το συγκεκριμένο σημείο αφορά τους FD φοιτητές καθώς δέχονται την πληροφορία ως σύνολο διότι την ερμηνεύουν ως μια ενιαία μορφή. Ενώ παράλληλα, δυσκολεύονται με εκπαιδευτικό υλικό που δεν είναι οργανωμένο και με σαφές περιεχόμενο και λειτουργούν παθητικά στην επιλογή των πληροφοριών.



Σχήμα 72 – Ζητούμενο δεύτερης ενότητας.

Στο **τρίτο μέρος**, ο εκπαιδευτής ζητά το σχεδιασμό μιας νέας ιδέας για παιχνίδι με βάση την επίλυση ενός προβλήματος. Ξαναθυμίζει την επεξήγηση προβλήματος και τις προδιαγραφές. Το τρίτο μέρος αφορά του ανεξάρτητους φοιτητές (FI) που διαμορφώνουν μια διαφορετική δομή από την προτεινόμενη (του εκπαιδευτή) και αξιολογούν το σύνολο των πληροφοριών που δέχονται και είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια «νέα» και προσωπική τους ολοκληρωμένη γνώση για το αντικείμενο της εκπαίδευσης στο οποίο συμμετέχουν.

3^η ώρα μαθήματος

Το τρίτο 45λέπτο αποτελείται από τρία μέρη, επίσης.

Στο **πρώτο μέρος** πραγματοποιείται η προετοιμασία για την εκτύπωση και δίνονται οι κατάλληλες οδηγίες από το διδάσκοντα (αναφορά σε εξαρτημένους φοιτητές). Χρόνος πρώτου μέρους είναι τα πέντε λεπτά.

Στο **δεύτερο μέρος**, ο διδάσκοντας ζητά από τους εκπαιδευόμενους να ετοιμάσουν τα αρχεία προς εκτύπωση (όπως έχει ήδη αναφερθεί τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο). Εκτιμώμενος χρόνος υλοποίησης τα δέκα λεπτά.

Στο **τρίτο μέρος**, ο εκπαιδευτής ζητά από τους συμμετέχοντες να χρησιμοποιήσουν μόνοι τους τον εξοπλισμό για να εκτυπώσουν τα αρχεία από τα προσωπικά τους σχέδια (τριάντα λεπτά από το σύνολο του χρόνου).

Παράλληλα, το σύνολο του τμήματος σχολιάζει την όλη διαδικασία και υπογραμμίζει τα βασικά της σημεία. Τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι: η επίδειξη, η πρακτική με καθοδήγηση, η πρακτική χωρίς καθοδήγηση και η ιδεοθύελλα. Με το πέρας του μαθήματος, ο εκπαιδευτής δίνει νέα ερωτηματολόγια ανατροφοδότησης στους συμμετέχοντες και ζητά από αυτούς να τα συμπληρώσουν εκείνη την ώρα σε συγκεκριμένο χρόνο. Τα ερωτηματολόγια συμπληρώνονται ανώνυμα.

5.4 Μεθοδολογία

Η έρευνα έγινε σε 8 φοιτητές που φοιτούν στο Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Το σύνολο των φοιτητών διατρέχει το 7^ο εξάμηνο σπουδών και παρακολουθούν το μάθημα «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων». Αρχικά, η έρευνα επικεντρώνεται στην αναγνώριση του γνωστικού στυλ σε Field Dependent / FD (Εξαρτημένοι) και Field Independent / FI (Ανεξάρτητοι).

Όνομα	Φύλο	Προηγούμενη γνώση και εφαρμογή 3D σχεδιασμού (0-5)	Προηγούμενη γνώση εφαρμογή 3D printing (0-5)	GEFT
B. Κα.	Αγόρι	Πολύ καλή (4)	Μερική (3)	FI
Π.Α.	Κορίτσι	Πολύ καλή (4)	Λίγη (2)	FD
A.Κ.	Κορίτσι	Πολύ καλή (4)	Μερική (3)	FD
N.M.	Αγόρι	Πολύ καλή (4)	Λίγη (2)	FI
K.K.	Κορίτσι	Μερική (3)	Καμία (0)	FD
A.M.	Κορίτσι	Μερική (3)	Καμία (0)	FI
B.K.	Αγόρι	Μερική (3)	Μερική (3)	FD
I.K.	Κορίτσι	Μερική (3)	Λίγη (2)	FI

Σχήμα 73 - Το δείγμα της έρευνας.

Με την διεκπεραίωση του μαθήματος, οι συμμετέχοντες απάντησαν σ' ένα ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησης σχετικά με την κάλυψη των εκπαιδευτικών αναγκών τους από το μάθημα (βάσει των προσωπικών χαρακτηριστικών τους).

Πιο συγκεκριμένα η έρευνα οργανώθηκε ως εξής (επόμενος πίνακας):

Στάδιο 1	Περιεχόμενο	Αποτέλεσμα
Στάδιο 1	Πριν από το μάθημα: Συμπλήρωση ερωτηματολογίων τύπου GEFT από το σύνολο των 8 φοιτητών. (20 λεπτά)	Αναγνώριση γνωστικού προφίλ σε FD/FI.
Στάδιο 2	Συμπλήρωση ερωτηματολογίων προσωπικών εκτιμήσεων από το σύνολο των 8 φοιτητών. (20 λεπτά)	Επαλήθευση γνωστικού προφίλ σε FD/FI και αναγνώριση επιπέδου γνώσεων για την ενότητα.
Στάδιο 3	Οργάνωση και μελέτη των δύο ερωτηματολογίων.	Επιλογή δείγματος για την έρευνα.
Στάδιο 4	Σχεδιασμός του μαθήματος από τον εκπαιδευτή βάσει των αναγκών των φοιτητών.	Επανασχεδιασμός τους μαθήματος. Δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού (παρουσίαση και σημειώσεις).
Στάδιο 5	Υλοποίηση 3-ώρου μαθήματος.	Εκπαιδευτική διαδικασία.
Στάδιο 6	Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές συμπληρώνουν το ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησης (15 λεπτά)	Επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της έρευνας σχετικά με τις ενότητες FD/FI και το αντίστοιχο γνωστικό προφίλ των συμμετεχόντων.

Σχήμα 74 - Μεθοδολογία έρευνας.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν:

- Κατασκευή ερωτηματολογίου προσωπικών εκτιμήσεων και προηγούμενων γνώσεων για το σχεδιασμό τρισδιάστατων γραφικών και τη τρισδιάστατη εκτύπωση.
- Συσχέτιση των γνωστικών στυλ των εκπαιδευομένων με μάθημα ταχείας πρωτοτυποποίησης.

5.5 Συλλογή δεδομένων

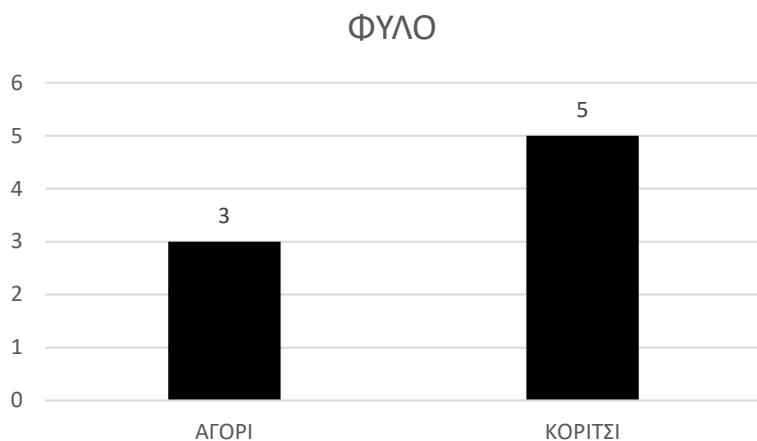
Ταυτότητα έρευνας	
Τίτλος εργασίας	Ανάπτυξη εκπαιδευτικού σεναρίου για τη διδασκαλία 3D printing με τη χρήση τεχνικών παιχνιδοποίησης.
Ερευνητικός Σκοπός	Η συγκεκριμένη έρευνα έχει σκοπό να διερευνήσει τη χρήση και την εφαρμογή τεχνικών ταχείας πρωτοτυποποίησης σε σχέση με το περιεχόμενο της διδακτέας ύλης του Τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.
Ερευνητικά ερωτήματα	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κατασκευή ερωτηματολογίου προσωπικών εκτιμήσεων και προηγούμενων γνώσεων για το σχεδιασμό τρισδιάστατων γραφικών και τη τρισδιάστατη εκτύπωση. 2. Συσχέτιση των γνωστικών στυλ των εκπαιδευομένων με μάθημα ταχείας πρωτοτυποποίησης.
Πληθυσμός	Οι φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του 7 ^{ου} εξαμήνου. (Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας)
Δείγμα	Οι 7 φοιτητές που επιλέχθηκαν βάσει του γνωστικού προφίλ (FD/FI) και παρακολουθούν το μάθημα επιλογής «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων».
Δειγματοληπτικό πλαίσιο	Το δειγματοληπτικό πλαίσιο αποτελεί το σύνολο των 8 φοιτητών που παρακολουθούν το μάθημα επιλογής «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων».
Μέθοδος Δειγματοληψίας	Η μέθοδος δειγματοληψίας είναι η Απλή τυχαία Δειγματοληψία καθώς η συμμετοχή στο εργαστήριο (workshop) / έρευνα ήταν εθελοντική από την πλευρά των φοιτητών.

Σχήμα 75 – Ταυτότητα έρευνας.

5.6. Ανάλυση δεδομένων

Γνωστικό στυλ

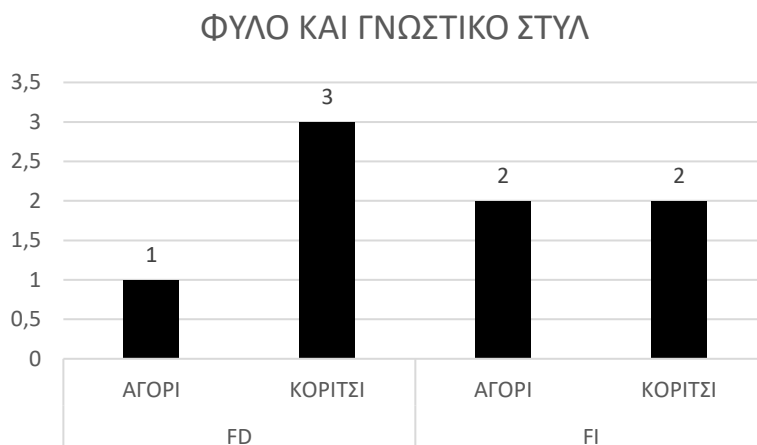
Με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευομένων στο ερωτηματολόγιο τύπου GEFT τα αποτελέσματα έχουν ως εξής. Από το σύνολο των 8 φοιτητών, 5 είναι κορίτσια και 3 αγόρια. Όσον αφορά το γνωστικό στυλ, 4 είναι Field Dependent / FD (Εξαρτημένοι) και υπόλοιποι 4 είναι Field Independent / FI (Ανεξάρτητοι).



Σχήμα 76 – Φύλα συμμετεχόντων.



Σχήμα 77 – Γνωστικό στυλ συμμετεχόντων.



Σχήμα 78 – Συσχέτιση γνωστικού στυλ με φύλο συμμετεχόντων.

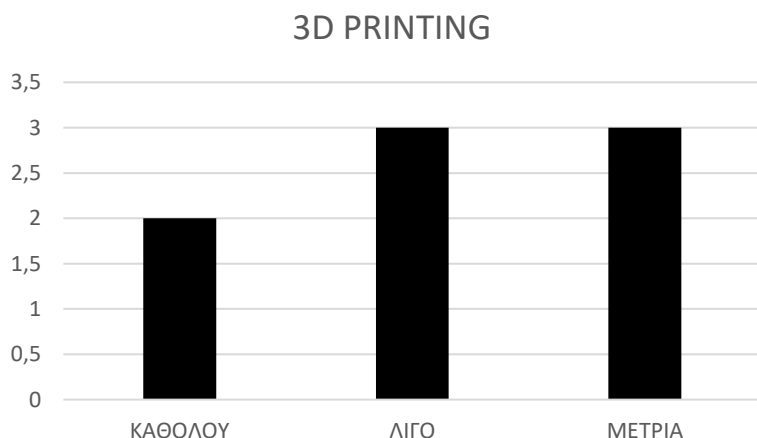
Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως για το πλαίσιο της εργασίας έγινε χρήση της ιστοσελίδας <https://iq-metric.com> που παρέχει σχετικά τεστ που βασίζονται στην προαναφερθείσα θεωρία.

Προσωπικές εκτιμήσεις

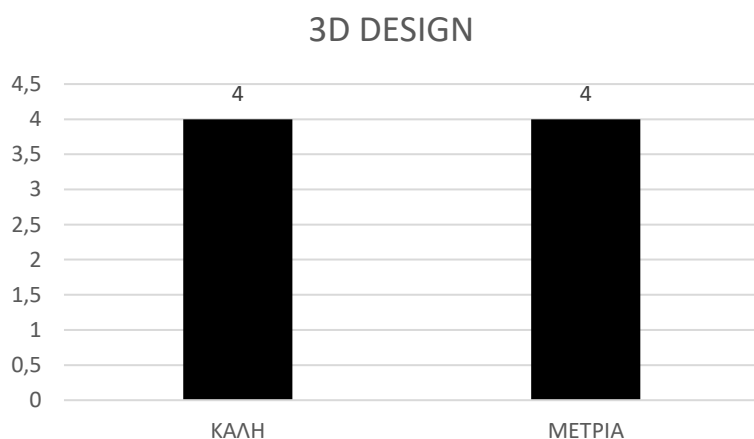
Με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευομένων στο ερωτηματολόγιο αναγνώρισης των προσωπικών εκτιμήσεων των εκπαιδευομένων (και των γνώσεων τους σχετικά με τις ενότητες του τρισδιάστατου σχεδιασμού και της ταχείας πρωτοτυποποίησης) τα αποτελέσματα έχουν ως εξής.

Ενότητα Α: Τρισδιάστατος σχεδιασμός και Ταχεία Πρωτοτυποποίηση	
A1. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία του τρισδιάστατου σχεδιασμού.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A2. Έχω εφαρμόσει τεχνικές τρισδιάστατης σχεδίασης αντικειμένων.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A3. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία της ταχείας πρωτοτυποποίησης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A4. Έχω εφαρμόσει τεχνικές ταχείας πρωτοτυποποίησης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 79 – Ερωτήσεις προηγούμενης γνώσης (με κλίμακα βαθμολόγησης).



Σχήμα 80 – Προηγούμενη γνώση 3D printing.



Σχήμα 81 – Προηγούμενη γνώση 3D design.

Ενότητα Β: Οπτική	
B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρειάζομαι να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 82 – Ερωτήσεις οπτικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.

Ερωτήσεις Οπτικής	B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρειάζομαι να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.				B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	1	25%	0	0%	0	0%	0	0%
1	2	50%	0	0%	0	0%	0	0%
2	1	25%	0	0%	2	50%	0	0%
3	0	0%	0	0%	2	50%	0	0%
4	0	0%	2	50%	0	0%	3	75%
5	0	0%	2	50%	0	0%	1	25%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 83 – Ενότητα Β, Οπτική (αποτελέσματα).

Ενότητα Γ: Ακουστική	
G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητάω με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 84 – Ερωτήσεις ακουστικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.

Ερωτήσεις Ακουστικής	G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητάω με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.				G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	1	25%	0	0%
2	1	25%	0	0%	2	50%	0	0%
3	2	50%	1	25%	1	25%	0	0%
4	1	25%	2	50%	0	0%	3	75%
5	0	0%	1	25%	0	0%	1	25%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 85 – Ενότητα Γ, Ακουστική (αποτελέσματα).

Ενότητα Δ: Κιναισθητική	
Δ1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτώ εμπειρίες μέσα από την πράξη.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
Δ2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 86 – Ερωτήσεις κιναισθητικής βάσει εκπαιδευτικής δραστηριότητας.

Ερωτήσεις Κιναισθητική	Δ1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτώ εμπειρίες μέσα από την πράξη.				Δ2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	2	50%
2	0	0%	2	50%	0	0%	1	25%
3	0	0%	1	25%	0	0%	1	25%
4	3	75%	1	25%	2	0%	0	0%
5	1	25%	0	0%	2	0%	0	0%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμιά / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 87 – Ενότητα Γ, Κιναισθητική (αποτελέσματα).

Οι παραπάνω πίνακες βάσει αποτελεσμάτων επιβεβαιώνουν σε μεγάλο βαθμό τα χαρακτηριστικά που διέπουν τις δύο κατηγορίες των εκπαιδευόμενων (FD/FI). Το σύνολο των χαρακτηριστικών έχει καταγραφεί σε προηγούμενες ενότητες.

Στην επόμενη ενότητα της ανατροφοδότησης – το ερωτηματολόγιο δόθηκε με την ολοκλήρωση του μαθήματος (3-ώρο). Τέλος, έχουν συμπεριληφθεί όλοι οι απαραίτητοι συσχετισμοί μεταξύ των ενοτήτων του μαθήματος και των γνωστικών στυλ των εκπαιδευόμενων με σκοπό να αναλυθούν τα αποτελέσματα της έρευνας.

Ανατροφοδότηση

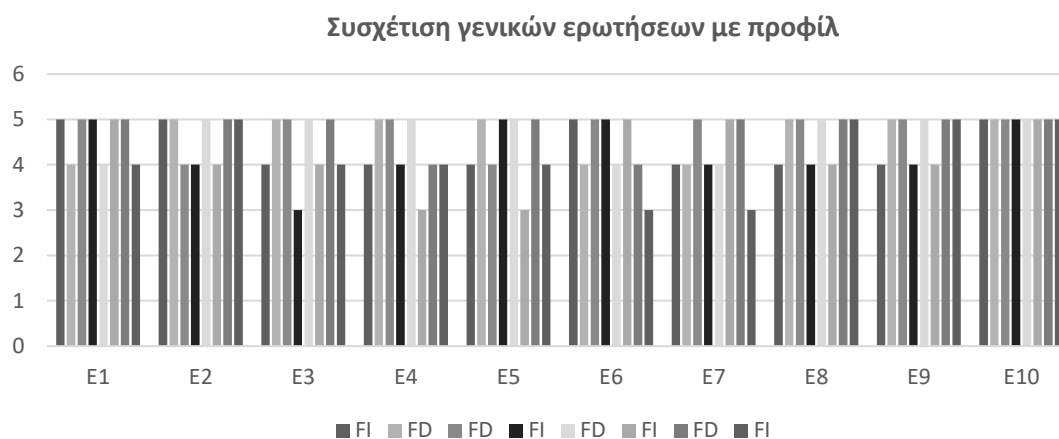
Το ερωτηματολόγιο της ανατροφοδότησης περιλαμβάνει τέσσερις ενότητες. Η πρώτη περιέχει γενικές ερωτήσεις για το σύνολο του μαθήματος. Οι επόμενες τρεις ενότητες αντιστοιχούν στα τρία 45λέπτα του συνόλου. Πιο συγκεκριμένα:

- 1^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 1 – Πρότυπο παράδειγμα
- 2^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 2 – Παιχνιδοποίηση
- 3^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 3 – Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης

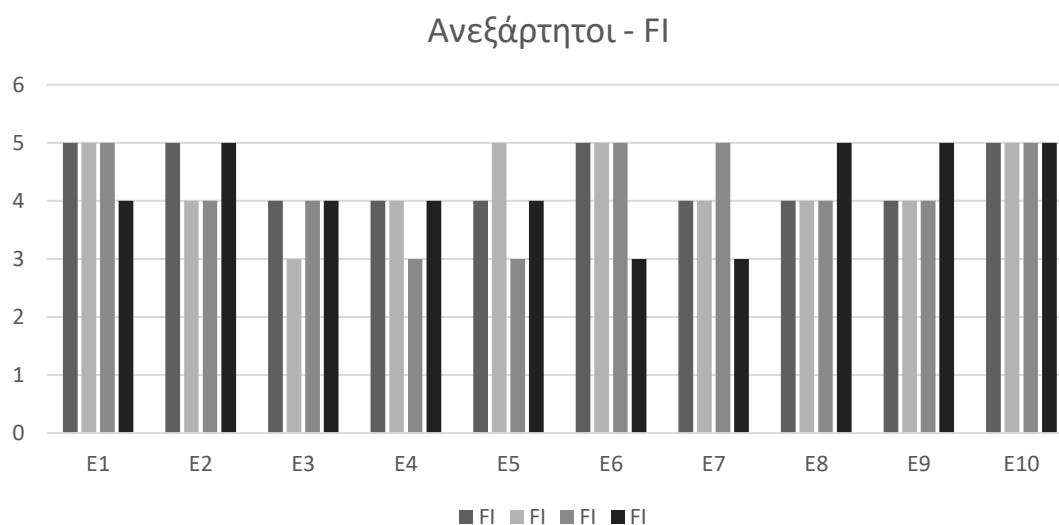
Στο ερωτηματολόγιο της ανατροφοδότησης είναι σημαντικό να καταγραφεί το στοιχείο του τύπου (FI/FD) του κάθε εκπαιδευόμενου με σκοπό να γίνει η αξιολόγηση βάσει των χαρακτηριστικών του μαθημάτων και των φοιτητών, αντίστοιχα.

Γενικές ερωτήσεις	
1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της κάθε ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2. Το περιεχόμενο ήταν σύμφωνο με τους στόχους του προγράμματος;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3. Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν καλά οργανωμένο;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
4. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν ικανοποιητικός και σχετικός με το μάθημα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
5. Η οργάνωση του μαθήματος ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
6. Θεωρείτε πως το μάθημα θα σας βοηθήσει στην επαγγελματική σας σταδιοδρομία;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
7. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
8. Η αίθουσα διδασκαλίας ήταν κατάλληλη;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
9. Το εκπαιδευτικό υλικό (παρουσίαση και αναφορά) ήταν χρήσιμο και σχετικό με το μάθημα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
10. Η διαδικασία τριδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 88 - Γενικές ερωτήσεις - Ανατροφοδότηση.

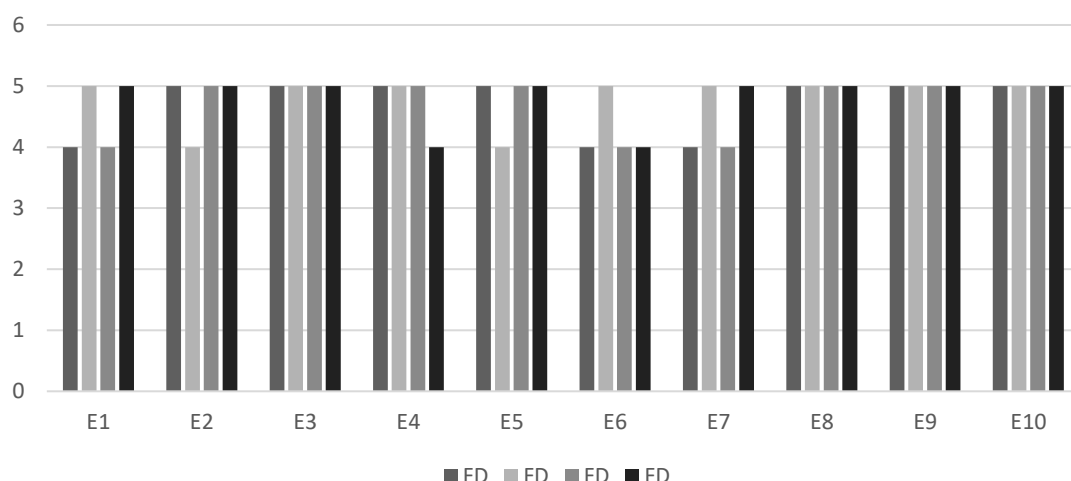


Σχήμα 89 - Συσχέτιση γενικών ερωτήσεων με προφίλ εκπαιδευομένων.



Σχήμα 90 - Απαντήσεις μόνο των ανεξάρτητων (γενικές).

Εξαρτημένοι - FD



Σχήμα 91 – Απαντήσεις μόνο των εξαρτημένων (γενικές).

1^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 1 – Πρότυπο παράδειγμα

Ακολουθούν τα αποτελέσματα σχετικά με την πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου που αφορά το πρότυπο παράδειγμα.

1 ^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 1 – Πρότυπο παράδειγμα	
1.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 92 – Ερωτήσεις, Ενότητα 1

Ερωτήσεις Ενότητα 1	1.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;				1.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	2	50%	0	0%	0	0%	0	0%
4	1	25%	2	50%	1	25%	3	75%
5	1	25%	2	50%	3	75%	1	25%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 93 – Απαντήσεις, Ενότητα 1

Ερωτήσεις Ενότητα 1	1.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;				1.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	2	50%	0	0%
2	0	0%	0	0%	2	50%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	2	50%
4	3	75%	3	75%	0	0%	2	50%
5	1	25%	1	25%	0	0%	0	0%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 94 - Απαντήσεις, Ενότητα 1

Ερωτήσεις Ενότητα 1	1.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;			
	FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%
3	0	0%	2	50%
4	0	0%	2	50%
5	4	100%	0	0%
Σύνολο	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 95 - Απαντήσεις, Ενότητα 1

2^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 2 – Παιχνιδοποίηση

Ακολουθούν τα αποτελέσματα σχετικά με την δεύτερη ενότητα του ερωτηματολογίου που αφορά την παιχνιδοποίηση.

2 ^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 2 – Παιχνιδοποίηση	
1.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 96 - Ερωτήσεις, Ενότητα 2

Ερωτήσεις Ενότητα 2	2.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;				2.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	3	75%	0	0%	2	50%
4	3	75%	1	25%	2	50%	2	50%
5	1	25%	0	0%	2	50%	0	0%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 97 - Απαντήσεις, Ενότητα 2

Ερωτήσεις Ενότητα 2	2.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;				2.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	1	25%
4	0	0%	3	75%	0	0%	2	50%
5	4	100%	1	25%	4	100%	1	25%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 98 - Απαντήσεις, Ενότητα 2

Ερωτήσεις Ενότητα 2	2.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;							
	FI		FD					
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%				
0	0	0%	0	0%				
1	0	0%	0	0%				
2	0	0%	0	0%				
3	0	0%	1	25%				
4	0	0%	2	50%				
5	4	100%	1	25%				
Σύνολο	4	100%	4	100%				

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 99 - Απαντήσεις, Ενότητα 2

3^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 3 – Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης

Ακολουθούν τα αποτελέσματα σχετικά με την τρίτη ενότητα του ερωτηματολογίου που αφορά τη διαδικασία τρισδιάστατης σάρωσης.

3 ^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 3 – Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης	
3.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Σχήμα 100 – Ερωτήσεις, Ενότητα 3

Ερωτήσεις Ενότητα 3	3.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;				3.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	0	0%	0	0%	3	75%
5	4	100%	4	100%	4	100%	1	25%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 101 – Απαντήσεις, Ενότητα 3

Ερωτήσεις Ενότητα 3	3.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;				3.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;			
	FI		FD		FI		FD	
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%	Δείγμα	%
0	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	0	0%	2	50%	0	0%	1	25%
5	4	100%	2	50%	4	100%	3	75%
Σύνολο	4	100%	4	100%	4	100%	4	100%

0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 102 – Απαντήσεις, Ενότητα 3

Ερωτήσεις Ενότητα 3	3.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;							
	FI		FD					
Απαντήσεις	Δείγμα	%	Δείγμα	%				
0	0	0%	0	0%				
1	0	0%	0	0%				
2	0	0%	0	0%				
3	0	0%	0	0%				
4	0	0%	1	25%				
5	4	100%	3	75%				
Σύνολο	4	100%	4	100%				

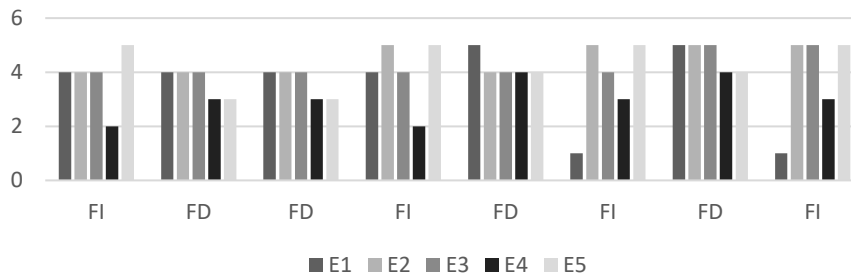
0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Σχήμα 103 – Απαντήσεις, Ενότητα 3

5.7 Συμπεράσματα

Η πρώτη ενότητα σχεδιάστηκε κατά βάση για τους εκπαιδευόμενους FI καθώς είναι αυτοί που τείνουν να μην ακολουθούν το θεωρητικό πλαίσιο και τις οδηγίες. Οπότε δόθηκε σημασία στην διέγερση της περιέργειας τους μέσω της συνθήκης της παιχνιδιοποίησης. Όσον αφορά τους εξαρτημένους δεν υπήρξε κάποια ειδική μεταχείριση καθώς ως προφίλ νιώθουν άνετα με τη θεωρία του αντικειμένου και τις σαφείς οδηγίες.

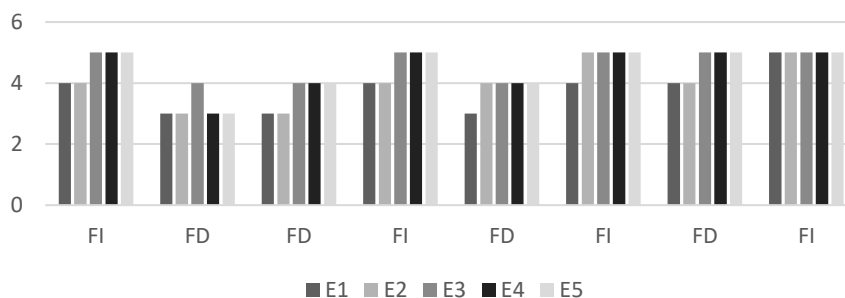
Ενότητα 1



Σχήμα 104 – Απαντήσεις, Ενότητα 1

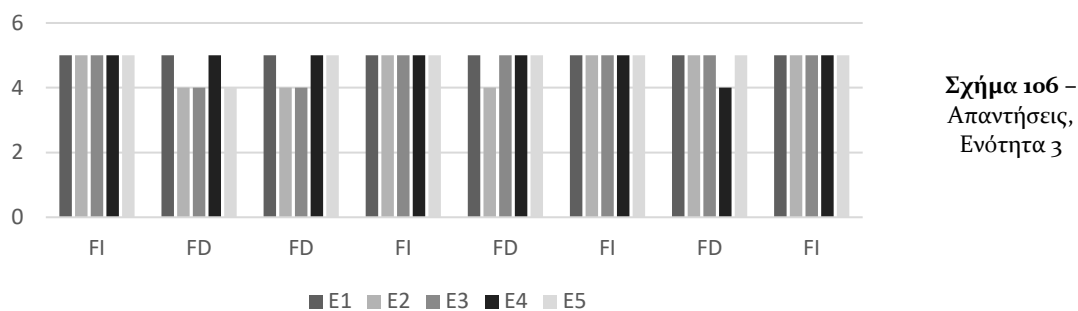
Η δεύτερη ενότητα σχεδιάστηκε κατά βάση για τους εκπαιδευόμενους FD καθώς είναι αυτοί που τείνουν να ακολουθούν το θεωρητικό πλαίσιο και τις οδηγίες. Οπότε δόθηκε βάση σε εισηγήσεις, επιδείξεις και πρακτική καθοδήγηση με και χωρίς καθοδήγηση.

Ενότητα 2



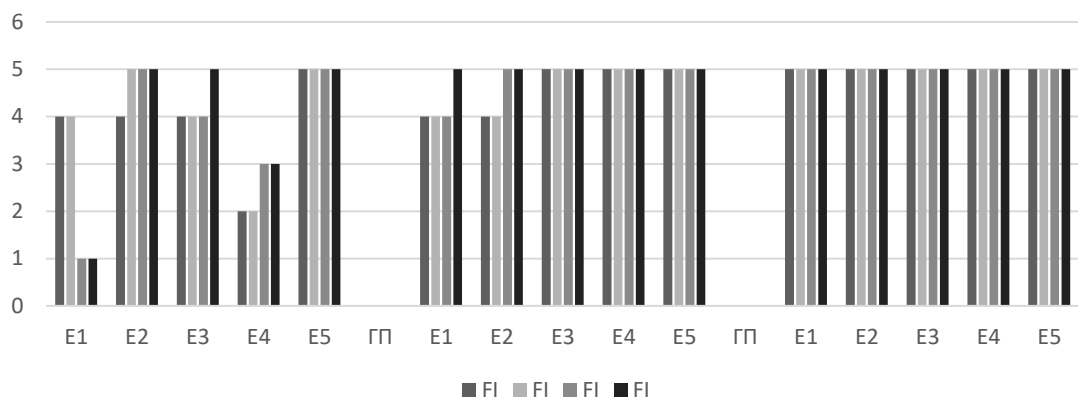
Σχήμα 105 – Απαντήσεις, Ενότητα 2

Ενότητα 3



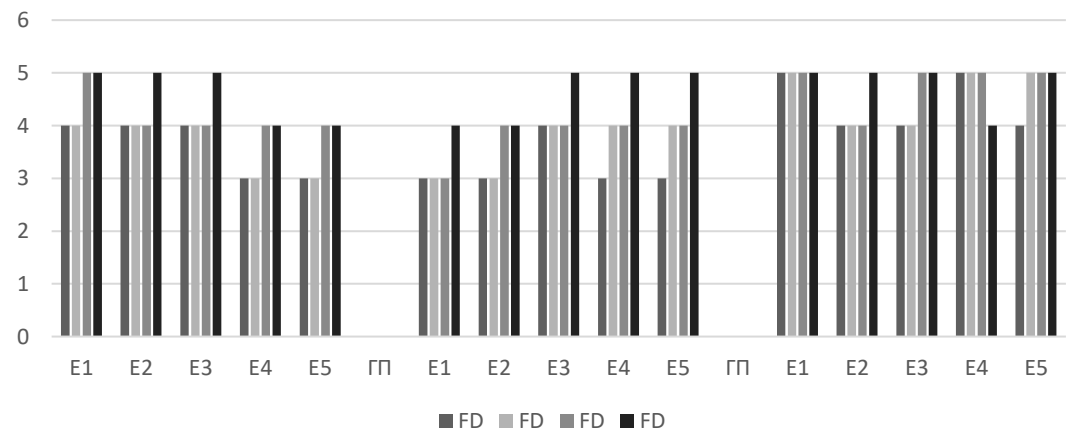
Η τρίτη ενότητα σχεδιάστηκε κατά βάση για τους εκπαιδευόμενους FI καθώς είναι αυτοί που τείνουν να μην ακολουθούν το θεωρητικό πλαίσιο και τις οδηγίες. Οπότε δόθηκε βάση στην πρακτική εφαρμογή χωρίς καθοδήγηση. Η πλήρης ικανοποίηση καταγράφεται στο παραπάνω διάγραμμα.

ΟΛΕΣ ΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟΙ



Σχήμα 107 – Απαντήσεις, όλες οι ενότητες (ανεξάρτητοι).

ΟΛΕΣ ΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΟΙ



Σχήμα 108 – Απαντήσεις, όλες οι ενότητες (εξαρτημένοι).

Τα δύο προηγούμενα διαγράμματα καταγράφουν πως η Ενότητα 1 είναι η πιο αδύναμη στους ανεξάρτητους και αυτή με την μεγαλύτερη απήχηση η 3^η (διαδικασία ταχείας πρωτοτυποποίησης). Από την άλλη πλευρά, οι εξαρτημένοι εκπαιδευόμενοι δείχνουν μια σχετική μέτρια στάση απέναντι στο σύνολο του μαθήματος που διαθέτει στοιχεία παιχνιδοποίησης.

5.8 Μελλοντική έρευνα

Στόχος της διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία διδακτικών σεναρίων για το μάθημα ταχείας πρωτοτυποποίησης με στοιχεία παιχνιδοποίησης. Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία, αρχικά ο εκπαιδευτής διενήργησε ασκήσεις ώστε να ανιχνευθεί το μαθησιακό στυλ των εκπαιδευομένων. Πιο συγκεκριμένα, έγινε χρήση ενός εργαλείου τύπου GEFT (Group Embedded Figures Test) στο σύνολο των συμμετεχόντων. Με αυτόν τον τρόπο έγινε διάκριση του συνόλου των συμμετεχόντων σε εξαρτώμενους και ανεξάρτητους εκπαιδευόμενους (field-independent and field-dependent learners) με βάση το εκπαιδευτικό περιβάλλον όπου θα διεξαχθεί το εκπαιδευτικό σενάριο στην τρισδιάστατη εκτύπωση.

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά ερωτηματολόγια: α) το ερωτηματολόγιο τύπου GEFT για την αναγνώριση του γνωστικού στυλ των εκπαιδευομένων, β) το ερωτηματολόγιο αναγνώρισης των προσωπικών εκτιμήσεων των εκπαιδευομένων (και των γνώσεων τους σχετικά με την ενότητα της ανάστροφης μηχανικής) και τέλος, γ) το ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησης με την ολοκλήρωση του μαθήματος.

Το εκπαιδευτικό σενάριο απευθύνθηκε σε φοιτητές του 7ου εξαμήνου του τμήματος Μηχανικών σχεδίασης προϊόντων και συστημάτων του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας που είχαν επιλέξει το μάθημα «Κ2-Πρωτοτυποποίηση για μηχανικούς σχεδίασης προϊόντων» της Κατεύθυνσης 2 (Σχεδιασμός και Κατασκευαστική Προϊόντων).

Θα πρέπει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη διπλωματική αποτελεί μια αρχική έρευνα πάνω στον επανασχεδιασμό ενός μαθήματος δίνοντας έμφαση σε στοιχεία παιχνιδοποίησης. Σίγουρα, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια έρευνα με το προηγούμενο τρόπο διδασκαλίας ώστε να γίνει μια σύγκριση με την υπάρχουσα πρόταση. Ταυτόχρονα, μια πρόταση για το μέλλον είναι η πραγματοποίηση του μαθήματος σε μεγαλύτερη κλίμακα ώστε να αποδειχθούν τα συμπεράσματα που καταγράφηκαν στην παρούσα εργασία.

Τέλος, να αναφερθεί πως το παρόν σενάριο μαθήματος «έτρεξε παράλληλα» με μια ακόμη πειραματική διάσταση του μαθήματος στα πλαίσια της διπλωματικής της Χριστίνας Παυλίδου με θέμα «« Αξιολόγηση μεθοδολογίας σχεδίασης εκπαιδευτικού σεναρίου για τη διδασκαλία 3D scanning»». Θα μπορούσε να καταγραφεί πως το σύνολο των δύο διπλωματικών αποτελεί ένα δίπολο που προσπαθεί να εντάξει παιδαγωγικές μεθόδους και προσεγγίσεις στην εκμάθηση νέων τεχνολογιών.

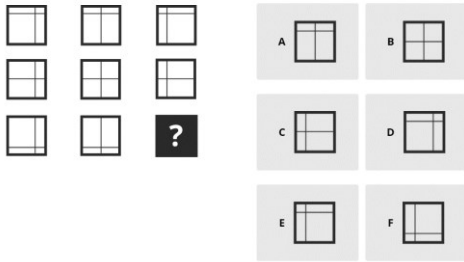
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Riding, R. J., & Sadler-Smith, E. (1997). Cognitive style and learning strategies: Some implications for training design. *International Journal of training and Development*, 1(3), 199-208.
- [2] Kozhevnikov, M. (2007). Cognitive styles in the context of modern psychology: Toward an integrated framework of cognitive style. *Psychological Bulletin*, 133(3), 464-481.
- [3] Onyekuru, B. U. (2015). Field Dependence-Field Independence Cognitive Style, Gender, Career Choice and Academic Achievement of Secondary School Students in Emohua Local Government Area of Rivers State. *Journal of Education and Practice*, 6(10), 76-85.
- [4] López-Vargas, O., Ibáñez-Ibáñez, J., & Racines-Prada, O. (2017). Students' metacognition and cognitive style and their effect on cognitive load and learning achievement. *Journal of educational technology & society*, 20(3), 145-157.
- [5] Sari, Y. M., Widyaningrum, R., & Fiangga, S. Identification of Student's Concept on Area Conservation in Solving Proof Task Based on Witkin's Cognitive Styles.
- [6] Yoo, W. S., & Yoo, S. A. (2015, June). Online group embedded figures test and student's success in online course. In *Conference Proceedings. The Future of Education* (p. 130). *libreriauniversitaria. it Edizioni*.
- [7] Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F., & Kalimullina, O. (2019). STEAM as an innovative educational technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10(2), 131-144.
- [8] Tsagaris, A., Chatzikyriakou, M., Mansour, M. T., Tsongas, K., & Mansour, G. (2018, October). The impact of education in 3D product design and printing to primary and high school students. In *Photonics applications in astronomy, communications, industry, and high-energy physics experiments 2018* (Vol. 10808, pp. 1526-1532). SPIE.
- [9] Chatzikyriakou, M. (2020). Usability evaluation of mechatronic system by primary school children. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 318, p. 01026). EDP Sciences.
- [10] Kyratsis, P., Tzotzis, A., & Manavis, A. (2021). Computational design and digital fabrication. In *Advances in Manufacturing Systems: Select Proceedings of RAM 2020* (pp. 1-16). Springer Singapore.
- [11] Kyratsis, P., Manavis, A., & Davim, J. P. (Eds.). (2023). *Computational design and digital manufacturing*. Springer Nature.
- [12] Gibson, I. (2005). Rapid prototyping: A review. In *2nd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping, VRAP 2005* (pp. 7-17). CRC Press (Taylor & Francis).
- [13] Kim, H., Lin, Y., & Tseng, T. L. B. (2018). A review on quality control in additive manufacturing. *Rapid Prototyping Journal*, 24(3), 645-669.
- [14] Ford, S., & Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150.
- [15] Efkolidis N., Manavis A., Kyratsis P., (2020), "Product Design and Prototyping", Tziolas Publications, ISBN: 978-960-418-887-1
- [16] Saleem, A. N., Noori, N. M., & Ozdamli, F. (2022). Gamification applications in E-learning: A literature review. *Technology, Knowledge and Learning*, 27(1), 139-159.
- [17] Toda, A. M., Klock, A. C., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., ... & Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. *Smart Learning Environments*, 6(1), 1-14.
- [18] Toda, A. M., Valle, P. H., & Isotani, S. (2017, March). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In *Researcher links workshop: higher education for all* (pp. 143-156). Cham: Springer International Publishing.
- [19] Majuri, J., Koivisto, J., & Hamari, J. (2018). Gamification of education and learning: A review of empirical literature. In *Proceedings of the 2nd international GamiFIN conference, GamiFIN 2018*. CEUR-WS.
- [20] Freitas, S. A. A., Lacerda, A. R., Calado, P. M., Lima, T. S., & Canedo, E. D. (2017, October). Gamification in education: A methodology to identify student's profile. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.
- [21] Soomro, S. A., Casakin, H., & Georgiev, G. V. (2021). Sustainable design and prototyping using digital fabrication tools for education. *Sustainability*, 13(3), 1196.
- [22] Pei, E., Monzón, M., & Bernard, A. (Eds.). (2019). *Additive manufacturing-Developments in training and education* (Vol. 235). London: Springer International Publishing.
- [23] Jandyal, A., Chaturvedi, I., Wazir, I., Raina, A., & Haq, M. I. U. (2022). 3D printing—A review of processes, materials and applications in industry 4.0. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 33-42.
- [24] Karakurt, I., & Lin, L. (2020). 3D printing technologies: techniques, materials, and post-processing. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 28, 134-143.
- [25] Karakurt, I., & Lin, L. (2020). 3D printing technologies: techniques, materials, and post-processing. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 28, 134-143.

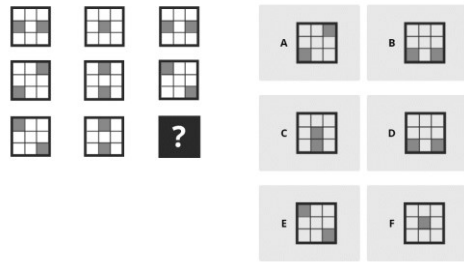
- [26] Shaqour, B., Abuabiah, M., Abdel-Fattah, S., Juaidi, A., Abdallah, R., Abuzaina, W., ... & Cos, P. (2021). Gaining a better understanding of the extrusion process in fused filament fabrication 3D printing: a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 114, 1279-1291.
- [27] Tao, Y., Kong, F., Li, Z., Zhang, J., Zhao, X., Yin, Q., ... & Li, P. (2021). A review on voids of 3D printed parts by fused filament fabrication. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 4860-4879.
- [28] Šljivic, M., Pavlovic, A., Krašnik, M., & Ilić, J. (2019, October). Comparing the accuracy of 3D slicer software in printed enduse parts. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 659, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.
- [29] Gómez-Alonso, J. L., Allue, A., De-Marco, I., Retolaza, J., & Diez, G. (2022). Influence of slicer software used with 3D printing filament extrusion technology on properties of printed parts with short fiber reinforced thermoplastic composite. *DYNA*, 97(3), 295-300.
- [30] Chatzikyrkou, M. (2020). Usability evaluation of mechatronic system by primary school children. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 318, p. 01026). EDP Sciences.
- [31] Chatzikyrkou, M., Manavis, A., Minaoglou, P., & Efkolidis, N. (2020). A Pedagogical Methodology for Introducing CAD Modeling Tools and 3D Printing Technologies to Adult Trainees. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 318, p. 01032). EDP Sciences.
- [32] Tsagaris, A., Chatzikyrkou, M., & Simeli, I. (2018). Train the robotic trainers methodology. *Journal of Contemporary Education, Theory & Research*, 2(1), 38-42.
- [33] Tsagaris, Á., Chatzikyrkou, M., & Mansour, G. (2018, June). The Impact of Robotics in Children Through Education Scenarios. In *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region* (pp. 728-736). Cham: Springer International Publishing.
- [34] Monkovic, J. M., Jones, S. M., Nicolas, M., Katyal, P., Punia, K., Noland, D., & Montclare, J. K. (2022). From concept to reality: the use and impact of 3D prints as academic tools for high school biology education. *Journal of Biological Education*, 56(5), 528-539.
- [35] Novak, E., Brannon, M., Librea-Carden, M. R., & Haas, A. L. (2021). A systematic review of empirical research on learning with 3D printing technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1455-1478.
- [36] Avella, J. T., Kebritchi, M., Nunn, S. G., & Kanai, T. (2016). Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review. *Online Learning*, 20(2), 13-29.
- [37] Mykhailyshyn, H., Kondur, O., & Serman, L. (2018). Innovation of education and educational innovations in conditions of modern higher education institution.
- [38] Mahammadovna, S. I. (2021). Needs and factors for developing professional and creative abilities of students of higher educational institutions. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(6), 2200-2209.
- [39] López, M. A. R. (2017). European higher education area-driven educational innovation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 1505-1512.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ GEFT

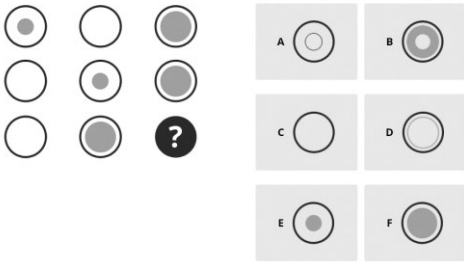
Question 1 /20 Time remaining: 19 : 43



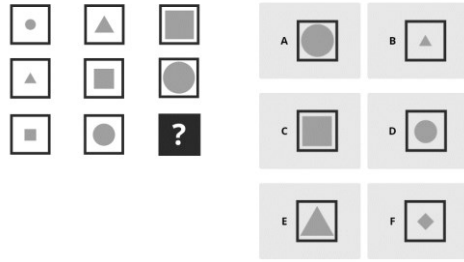
Question 2 /20 Time remaining: 18 : 57



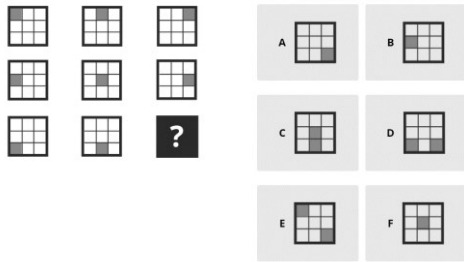
Question 3 /20 Time remaining: 18 : 30



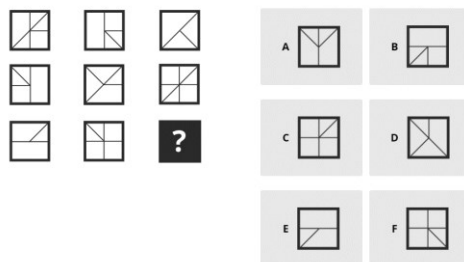
Question 4 /20 Time remaining: 18 : 10



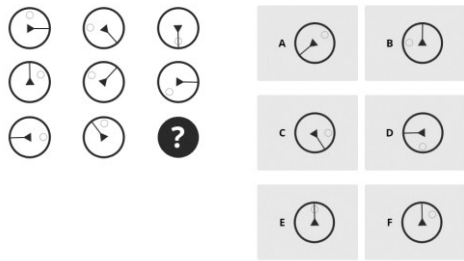
Question 5 /20 Time remaining: 17 : 45



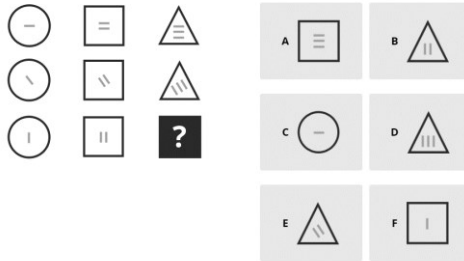
Question 6 /20 Time remaining: 17 : 27



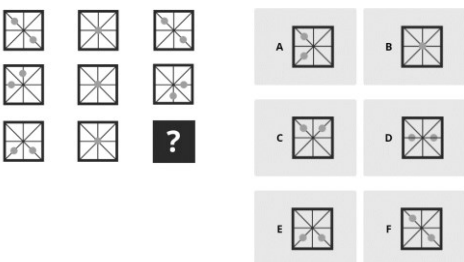
Question 7 /20 Time remaining: 17 : 02



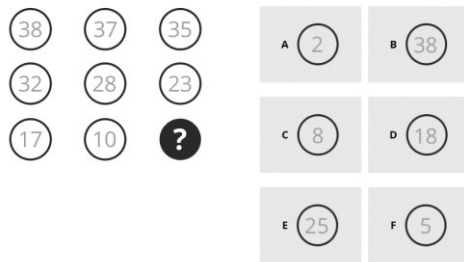
Question 8 /20 Time remaining: 16 : 41



Question 9 /20 Time remaining: 16 : 17

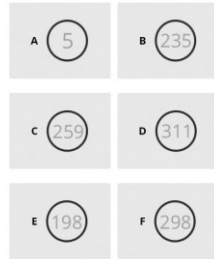


Question 10 /20 Time remaining: 15 : 57



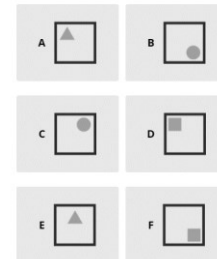
Question 11 /20

Time remaining: 15 : 37



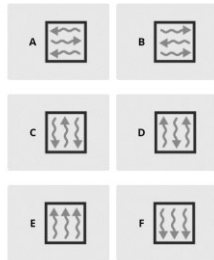
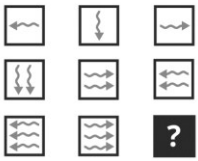
Question 12 /20

Time remaining: 15 : 17



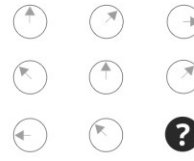
Question 13 /20

Time remaining: 14 : 59



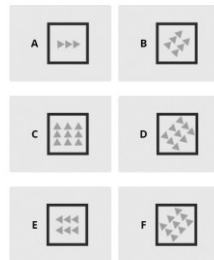
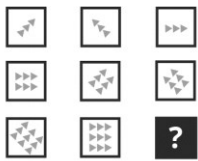
Question 14 /20

Time remaining: 14 : 40



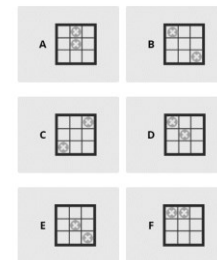
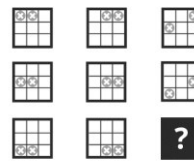
Question 15 /20

Time remaining: 14 : 19



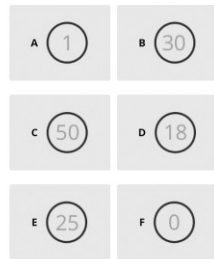
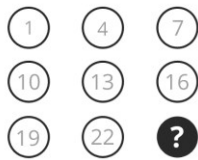
Question 16 /20

Time remaining: 13 : 59



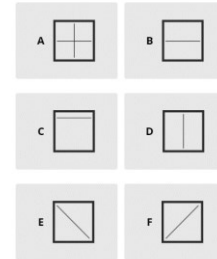
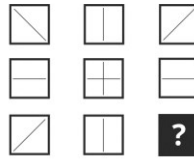
Question 17 /20

Time remaining: 13 : 35



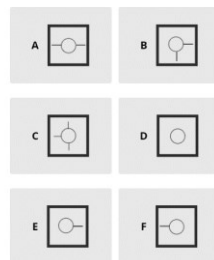
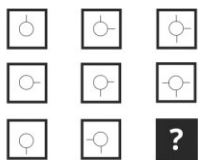
Question 18 /20

Time remaining: 13 : 18



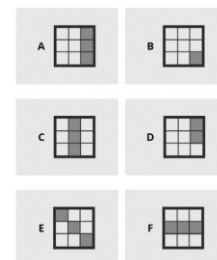
Question 19 /20

Time remaining: 13 : 01



Question 20 /20

Time remaining: 12 : 38



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΕΚΤΙΜΗΣΕΩΝ

Ερωτηματολόγιο προσωπικών εκτιμήσεων

Όνοματεπώνυμο: _____ Τύπος: _____

Κύκλωσε την απάντησή σου (1 έως 5) σύμφωνα με τις ακόλουθες προτάσεις: 0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Ενότητα Α: Τρισδιάστατος σχεδιασμός και Ταχεία Πρωτοτυποποίηση

A1. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία του τρισδιάστατου σχεδιασμού.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A2. Έχω εφαρμόσει τεχνικές τρισδιάστατης σχεδίασης αντικειμένων.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A3. Γνωρίζω τον όρο και την θεωρία της ταχείας πρωτοτυποποίησης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
A4. Έχω εφαρμόσει τεχνικές ταχείας πρωτοτυποποίησης.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Ενότητα Β: Οπτική

B1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το βλέπω. Χρειάζομαι να έχω τη γενική εικόνα όσων μαθαίνω.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
B2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Ενότητα Γ: Ακουστική

G1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν το ακούω, όταν το λέω ή το συζητάω με τους άλλους ή και με τον εαυτό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
G2. Εφιστώ την προσοχή μου σε κάτι μέχρι να είναι ξεκάθαρο στο μυαλό μου.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

Ενότητα Δ: Κινησθητική

Δ1. Μαθαίνω καλύτερα κάτι όταν ασχολούμαι έμπρακτα. Μου αρέσει να αποκτώ εμπειρίες μέσα από την πράξη.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
Δ2. Δεν μου αρέσει να μιλάω πολύ. Όταν μιλάω όμως, συνηθίζω να κάνω χειρονομίες, να κινούμαι μέσα στο χώρο συνεχώς. Χρησιμοποιώ λέξεις που υποδηλώνουν δράση και ενέργεια.	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ -1

Ερωτηματολόγιο ανατροφοδότησης

Όνοματεπώνυμο: _____ Τύπος: _____

Κύκλωσε την απάντησή σου (1 έως 5) σύμφωνα με τις ακόλουθες προτάσεις: 0 - καθόλου / καμία / δεν συμφωνώ, 1 - πολύ λίγο / συμφωνώ πολύ λίγο, 2 - λίγο / συμφωνώ λίγο, 3 - μέτρια / δεν έχω άποψη, 4 - καλή / συμφωνώ αρκετά, 5 - πολύ καλή/ά / συμφωνώ πολύ.

Γενικές ερωτήσεις

1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της κάθε ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2. Το περιεχόμενο ήταν σύμφωνο με τους στόχους του προγράμματος;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3. Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν καλά οργανωμένο;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
4. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν ικανοποιητικός και σχετικός με το μάθημα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
5. Η οργάνωση του μαθήματος ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
6. Θεωρείτε πως το μάθημα θα σας βοηθήσει στην επαγγελματική σας σταδιοδρομία;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
7. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
8. Η αίθουσα διδασκαλίας ήταν κατάλληλη;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
9. Το εκπαιδευτικό υλικό (παρουσίαση και αναφορά) ήταν χρήσιμο και σχετικό με το μάθημα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
10. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

1^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 1 – Πρότυπο παράδειγμα

1.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
1.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ -2

1.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης σάρωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
---	-----------------------

2^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 2 – Παιχνιδοποίηση

2.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
2.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης σάρωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

3^ο 45λέπτο μαθήματος: Ενότητα 3 – Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης

3.1. Ήταν ξεκάθαροι οι στόχοι της ενότητας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.2. Η οργάνωση της ενότητας ήταν ικανοποιητική;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.3. Το μάθημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.4. Απολαύσατε την συγκεκριμένη ενότητα;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5
3.5. Η διαδικασία τρισδιάστατης σάρωσης εξηγήθηκε πλήρως ώστε να είστε σε θέση να την ολοκληρώσετε μόνοι σας;	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ)

**Θεματική Ενότητα
Τεχνολογίες Τρισδιάστατης
Εκτύπωσης (3D Printing)**

Λογισμικό

Για την υλοποίηση του σεμιναρίου είναι απαραίτητο η χρήση του λογισμικού **3D90 Design**.

Το λογισμικό **Καθηγητής Διαχείριση** στην πλατφόρμα του σεμιναρίου σε 2 εκδόσεις: 32 & 64 bit.

Τι είναι το 3D Printing?

Ο όρος ταχεία πρωτοτυποποίηση (rapid prototyping - RP) αναφέρεται σε μια τεχνολογία η οποία μπορεί να κατασκευάσει φυσικά μοντέλα από δεδομένα συστημάτων CAD.

Additive vs. Subtractive

+

Η προσδιάστατη εκτύπωση είναι μια τεχνική που βασίζεται στη προσθήκη υλικού.

-

Ο, παλιό και βελτιώνει, είναι αφαιρετικό είναι είναι της παραδοσιακής της αφαίρεσης, διαδοχικά.

Η παραγωγή της τελικής φιλοδοξίας προκύπτει από την αφαίρεση ενός υλικού είναι είναι παραγωγή με αφαίρεση.

Γιατί χρειαζόμαστε 3D εκτυπώτες;

Αυτά οι "προδιάστατη εκτυπώτες" υπάρχουν στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν πρότυπα προϊόντων των αντικειμένων που σχεδιάζουν και τα οποία μπορούν να αγγίξουν.

Τεχνικές

Υπάρχουν 6 διαφορετικές τεχνικές, τρεις πρωτοτυποποίηση είναι κάποια διαθέσιμες και άλλες με τα μοντελάκια και πλαστικά τους.

CAD – Computer Aided-Design

Τις κατά έχουν εισφέρει κανείς φορές του και CAD

Computer-aided design (CAD) αναφέρεται στη διαδικασία της χρήσης 1/27 και άλλων λογισμικών για τη δημιουργία ψηφιακών προτύπων 3D διαδοχικά προσθήκη.

Υπάρχει μια ειδική CAD λογισμικά που κατασκευάζει σε άλλα τις, εισέρχεται και εφευρετική της εφαρμογής, δημιουργία.

Ο συνδυασμός του παραδοσιακού σχεδιασμού (δηλαδή) με τη προσθήκη είναι 1/27 είναι σε θέση να δημιουργήσει και να ελεγχθεί διαδοχικά προσθήκη αναλυτικές λύσεις, ακόμη και μικρά δακτυλικά και μη μικροσκοπικά.

Το 1ο παράδειγμα 3D Printing

Τα βασικά βήματα

- 1 > Δημιουργία του CAD μοντέλου
- 2 > Μετατροπή του CAD μοντέλου σε STL μορφή
- 3 > Τετραγωνισμός σε δίκτυο επίπεδα των γεωμετρικών πληροφοριών που περιέχονται στο STL αρχείο
- 4 > Κατασκευή του αντικειμένου με τη δημιουργία ενός σταθμού μπίε το άλλο.
- 5 > Καθαρισμός και φινιρίσματα του αντικειμένου

Τα βασικά βήματα

File Formats 4 3D Printing

STL PLY OBJ
COLLADA VRML

3D Printing File Check List

✓	Συνθήκες αρχείο	STL	Αποτεύχεται από μια ποσοστιαία κλίμακα προσθήκη, 100 να 100 να αρχίζει με 001 & τελειώνει, 002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 010, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019, 020, 021, 022, 023, 024, 025, 026, 027, 028, 029, 030, 031, 032, 033, 034, 035, 036, 037, 038, 039, 040, 041, 042, 043, 044, 045, 046, 047, 048, 049, 050, 051, 052, 053, 054, 055, 056, 057, 058, 059, 060, 061, 062, 063, 064, 065, 066, 067, 068, 069, 070, 071, 072, 073, 074, 075, 076, 077, 078, 079, 080, 081, 082, 083, 084, 085, 086, 087, 088, 089, 090, 091, 092, 093, 094, 095, 096, 097, 098, 099, 100.
✓	Αριθμός πληροφοριών		Αριθμοί αρχείου με έναν αριθμό, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Αρχείο συμπληρωμένο		Το αρχείο που περιέχει αρχείο να βρίσκεται στην ίδια γραμμή, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

✓	Συνθήκες αρχείο		Το αρχείο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Επιλογή αρχείο		Το αρχείο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Παραγωγή αρχείο		Το αρχείο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

✓	Κλίμακα		Κλίμακα αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Μονάδα		Μονάδα αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Αποκρίματα		Αποκρίματα αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

✓	Αρχείο		Αρχείο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Θέση Αρχείο		Θέση Αρχείο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
✓	Προσαρμοσμένο		Προσαρμοσμένο αρχείο να είναι, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

3D Printer

CUBICON

Cubicon Single

3D Printer / 3D Printer / 3D Printer / 3D Printer

3D Printer / 3D Printer / 3D Printer / 3D Printer

Cubicon Style

3D Printer / 3D Printer / 3D Printer / 3D Printer

**Θεματική Ενότητα
Τεχνολογίες Τρισδιάστατης
Εκτύπωσης (3D Printing)**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΑΣΚΗΣΗ - ΠΑΙΧΝΙΔΟΠΟΙΗΣΗ)

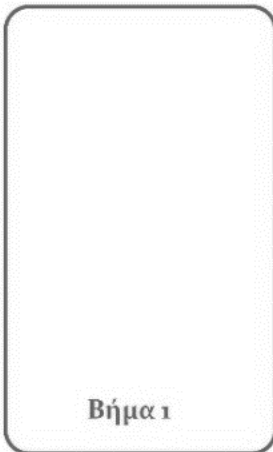
Φύλλο Εργασίας



Κύβοι παιχνιδιού

Σχεδιάσε κύβους παιχνιδιού σε τρισδιάστατη μορφή μέσω ειδικού λογισμικού με σκοπό να εκτυπωθούν από αντίστοιχο εκτυπωτή τρισδιάστατων αντικείμενων.

Τρισδιάστατη ψηφιακή μορφή



Πρωτότυπο μοντέλο



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ)

Design + 3D Printing Υλικό Εκπαιδευτικού

01. Εισαγωγή

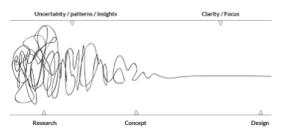
Το παρόν εργαλείο τριδιάστατης εκτύπωσης είναι γενικό. Μια νέα εφαρμογή στο χώρο του νέο τεχνολογικό που αναπτύσσεται σε κάθε βιομηχανικό κλάδο, αυξάνοντας εξαιρετικά τον βαθμό αυτοματισμού και εξειδίκευσης.

Η τριδιάστατη εκτύπωση έχει εφαρμογή στην βιομηχανική σχεδίαση, στην αρχιτεκτονική, κατασκευή κοσμημάτων, γλυπτική, μόδα, βιομηχανία και κατασκευή μηχανών και την προτυποποίηση άλλων χρηστικών και μη προϊόντων.

Σκοπός του εργαλείου είναι η καθιέρωση των σημερινών στη θεωρία και στην εφαρμογή της τριδιάστατης εκτύπωσης. Μέσω της ολοκληρωμένης καθοδήγησης, η ανάλυση και η έκδοση του αλληλ υποστήριξη θα αποκτήσει ποσοστό αντίστοιχο στην παραγωγή ιδίων. Διακρίνεται τον εργαλείου είναι η δημιουργία προσαρμοσμένων τριδιάστατων αντικείμενων και εκτύπωση αυτών σε ψηφιακό χώρο.

- Κάθε μέρος του 3D, θα είναι σε θέση να:
- Να γράφει τεχνολογία με εφαρμογή της τριδιάστατης εκτύπωσης.
 - Να σχεδιάζει τριδιάστατα μοντέλα σε ψηφιακό χώρο.
 - Να χρησιμοποιεί εκτυπωτή και υλικό τριδιάστατης εκτύπωσης.
 - Να δημιουργεί προσαρμοσμένα αντικείμενα (3D object) αναπαράγοντας για εκτύπωση με σκοπό την άμεση χρήση αυτών.

- Βασικότερες γνώσεις:
- Βασικές γνώσεις χειρισμού υπολογιστή
 - Εμπειρία (εξοικείωση) για κάθε μέρος του 3D
 - Θεωρία υπολογιστή
 - Ψηφιακή γραμμή 3D



02. 3D Printing – Θεωρία

Τι είναι το 3D Printing:

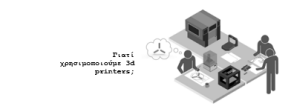
Ο όρος τεχνία προτυποποίησης (rapid prototyping - RP) αναφέρεται σε μια τεχνολογία η οποία μπορεί να κατασκευάζει φυσικά μοντέλα από δεδομένα υποστηρίχτη CAD.

Additive vs. Subtractive

• Η τριδιάστατη εκτύπωση είναι μια τεχνική που βασίζεται στη πρόσθεση υλικού.
 • Οι τεχνικές που βασίζονται στην αφαίρεση υλικού έχουν τους περιορισμούς που αναφέρονται στην παραγωγή. Η εφαρμογή του τελικού αντικείμενου προκύπτει από την επεξεργασία ενός φυσικού υλικού (όπου παράγονται και αποβλήτα).

Γιατί χρησιμοποιούμε 3d printers;

Λειτουργία οι "πρωτότυπα εκτυπωτές" επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δημιουργούν γρήγορα, προτύπων των αντικείμενων που σχεδιάζουν και τα οποία μπορούν να στείλουν.



Τα πρωτότυπα αυτά αποτελούν ποσοφία διαμόρφου για να επικαιροποιούν οι σχέσεις με τους συνάδελφους τους αλλά και με τους πελάτες τους.

Επίσης, τα πρωτότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους σε παραγωγικές διαδικασίες. Οι σχεδιαστές μια

Περιεχόμενα

01. Εισαγωγή
02. 3D Printing – Θεωρία
03. 3D Design
04. Άσκηση
05. Τελικό Project

υπό συλλογική εισαγωγή ενός κινητήρα μπορούν να διακρίνουν τα βασικά της νέας εισαγωγής τριδιάστατης το μόνο στον κινητήρα που διακρίνεται σε ένα δυναμικό.

Ένα παράδειγμα του... ποδοσφίρι!

Η δημιουργία ενός ποδίου για μια (όχι απαραίτητα με τον παραδοσιακό τρόπο):
 Α) η κοπή ενός ξύλινου
 Β) η επεξεργασία του κομμένου (ποσοφία) ξύλινου αυτιού
 Γ) η επεξεργασία των (όχι αυτιών) (π.χ. στέγνωμα, επαναπόλυση, κ.λπ.)
 Δ) η τελική επεξεργασία στην μορφή του ποδίου.

Η δημιουργία ενός ποδίου για μια πλαστική καρτέλα με τον παραδοσιακό τρόπο:

- η κατασκευή ενός μεταλλικού κολλησιού
- η επεξεργασία ενός πλαστικού υλικού - το οποίο θα κοπεί στο κολλητικό
- η διαδικασία της ολοκλήρωσης του προϊόντος μέσω ψήφου εντύπωσης.
- το μέλι θα σχεδιαστεί με βάση τις προδιαγραφές και τα καλύτερα που επιβάλλει η τεχνική των κολλησιών.

Οι ποσοφία παραδοσιακές τεχνικές επιβάλλουν πολλά όρια στην σχεδιαστική και ίσως για αυτό πολλά σχέδια να απορριπτόνται. Για κάθε σχεδιαστή μια νέα μέθοδος παραγωγής είναι μια ευκαιρία για τη δημιουργία πρωτότυπων σχεδίων και περυσωτικών μορφών. Μια τέτοια μέθοδος είναι το 3D Printing.

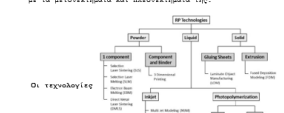
Το Μέλλον

Η τριδιάστατη εκτύπωση είναι μια διαδικασία που παραμένει πολλές φορές στην δημιουργία. Βασίζεται στην επεξεργασία στερεών υλικού - το ένα πάνω στο άλλο. Το μέλι των σημερινών σχεδίων είναι λιγότερο από 1cm ή ακόμα και λιγότερο την 3D εκτύπωση, ανάλογα με τη τεχνολογία.

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες 3D Printing - μέρη το υλικό δημιουργίας.
 Η διαδικασία που είναι οι εφαρμοσμένες τεχνικές είναι μεγάλης κλίμακας να δημιουργούνται πρωτότυπα προϊόντα. Μπορούν να εφαρμοστούν πολλαπλά αντικείμενα - που σε αυτήν περίπτωση θα χρησιμοποιήσουν τη δημιουργία ποσοφία εφαρμοσμένων προϊόντων που θα αναπαράγονται για να δίνουν το τελικό αποτέλεσμα.

Η Τεχνολογία

Συνολικότερα, οι διαφορετικές τεχνικές τριδιάστατης προτυποποίησης είναι κρισιμώς διαβίωσης και κάθε μία με τη μεμονωμένη και ολοκληρωμένη της.



Εισαγωγή στα βασικά βήματα

- Με τη χρήση ειδικού λογισμικού το CAD μοντέλο αδειάζει σε "stl" μορφή, μήκος περίπου 0.1 μm.
- Το "stl" μορφή αυτό μετατρέπεται στη συνέχεια το ένα πάνω στο άλλο και διαμορφώνουν το αντικείμενο που έχει σχεδιαστεί.
- Η τεχνία προτυποποίησης είναι μια διαδικασία κατά την οποία προστίθεται υλικό.
- Έτσι αναδύονται τα "stl" από ψηφί ή από ή ακόμη και ψηφιακό δημιουργία. Ένα σκελετό αντικείμενο.

- Αντίθετα οι παραδοσιακές μηχανουργικές κατασκευές (τοξοτόμος, τριβήρα κλπ) αποτελούν διαδικασίες αφαίρεσης υλικού από ένα φυσικό τεμάχιο.

Η τεχνική τριδιάστατης προτυποποίησης με την προσθήκη υλικού επιτρέπουν το πλεονέκτημα της προτυποποίησης αντικείμενων με πολύπλοκα κεντρικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν μπορούν να παραχθούν με παραδοσιακές μεθόδους υλικού.

Τι είναι το CAD:

Computer-aided design (CAD) αναφέρεται στη διαδικασία της χρήσης Η/Υ και ειδικών λογισμικών για τη δημιουργία ψηφιακών τριδιάστατων ή διδιάστατων μοντέλων.

Υπάρχει μια πλήρης CAD λογισμικών που αναπτύσσονται σε όλες τις αποστάσεις και εφαρμογές της σύγχρονης βιομηχανίας.

Ο συνδυασμός των παραδοσιακών σχεδιασμού (στο χαρτί) με το σχεδιασμό στον Η/Υ είναι σε θέση να δημιουργήσει και να αναπτύξει ολοκληρωμένα προϊόντα και ενδιάμεσες λύσεις αυτών σε μικρό διάστημα και με μικρό κόστος μηχανικά λάθη.

Ποια είναι η χρήση του CAD:

- Εξέλιξη των σχέσεων που θα μπορούσαν να παραχθούν στην παραγωγή.
- Διακρίνεται και άλλους των επιμέρους συνδέσεων ενός πολύπλοκου προϊόντος.
- Προσαρμοστές των σχέσεων σε ασφαλή συνθήκες.
- Βελτιστικές ανακρίσεις του τελικού προϊόντος.
- Το CAD μπορεί τόσο το χρόνο και το κόστος για την ανάπτυξη ενός σχεδίου.

Τεχνικές Additive Fabrication

Όλες οι τεχνικές αναφέρονται την ίδια μέθοδο: πρόσθεση υλικού - το ένα πάνω στο άλλο, με σκοπό την παραγωγή του τελικού αντικείμενου.

Όλες οι μεθόδους βασίζονται την προσθήκη ενός Η/Υ, ώστε να δημιουργηθεί και να εφαρμοστεί το ψηφιακό μοντέλο σε πραγματικό.

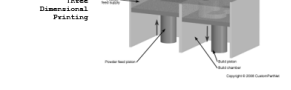
Το ψηφιακό μοντέλο τροποποιείται σε ελαστικό στέρεο, το οποίο από αυτό έχει προετοιμασθεί σε μια διαδικασία όπου αναδύεται η αρχική του μορφοποίησης.

Υπάρχουν τεχνικές που είναι ακόμα σε ερευνητικά επίπεδα ή χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς (π.χ. ιατρική). Οι μεθόδους που αναφέρονται - καλύτερα το μεγαλύτερο μέρος της γνώσης. Τεχνικές που χρησιμοποιούνται επί το ελάχιστο για επενδυτικές και προσαρμοσμένες.

Three Dimensional Printing

Η μέθοδος αυτή αναπτύσσεται, μεγάλη ποσότητα με την τεχνολογία των λήξης αυτιών. Χρησιμοποιείται ακόμη η οποία με τη βοήθεια ειδικών λήξης αυτιών, από το οποίο λύνει τη σχέση που στερεοποιείται στην επιφάνεια νεμερής. Το αντικείμενο κρηδύνεται, γύρω αυτών τριδιάστατης και ενός η αρχική μορφή: νέα από την στερεοποίηση της.

Στο τέλος το αντικείμενο πρέπει να καθαριστεί από τη σχέση που δεν χρησιμοποιήθηκε.

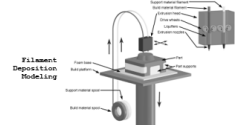


Filament Deposition Modeling & Fused Filament Fabrication

Τα μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα σκελετό ειδικών λήξης αυτιών υλικού, το οποίο μπορεί να μετακινείται στο

επιπέδο x-y. Με την μετακίνηση του στυλίου και την είσοδο υλικού μόνο σε μια πλατφόρμα δημιουργείται το πρώτο επίπεδο.

Η πλατφόρμα είναι χωματότερη θερμοκρασία με αποτέλεσμα τον γρήγορο ψύξη του υλικού. Στη συνέχεια χωματότερη ώστε το στυλό με αντίστοιχη κίνηση να απομακρύνει νέο υλικό μόνο στο πρώτο επίπεδο ώστε να δημιουργηθεί το δεύτερο και. Η κατασκευή βελτιώνεται σιγά-σιγά να γίνει και με τη χρήση άλλου υλικού λιγότερο ανθεκτικό. Η μόνωση αυτής της μεθόδου είναι μεγάλη σε μέγεθος και μπορεί να παράγει μεγάλα αντικείμενα.



Stereolithography

Η τεχνική αυτή δημιουργεί μοντέλα τριών διαστάσεων από υγρό φωτοαποδραστικό πολυμερές (φωτοαποδραστικό ρητίνη), το οποίο στερεοποιείται όταν εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία (υπεριώδεις ακτίνες).

Το μοντέλο γίνεται μόνο σε μία πλατφόρμα, η οποία βρίσκεται μόλις κάτω από την επιφάνεια υγρού (αποθήκη) και με τη πάχος του πρώτου επιπέδου. Η χωματότερη υγρού υλικό (φωτοαποδραστικό πολυμερές) στρώσει σφαιρικά το υγρό σύμφωνα με την γεωμετρία του πρώτου επιπέδου.

Ετη συνέχεια η πλατφόρμα σταδιακά κατεβαίνει μέσα στο φωτοαποδραστικό υγρό και η ακτινοβολία επαναλαμβάνει το υγρό σύμφωνα με τη γεωμετρία του δεύτερου επιπέδου και...

Τέλος το μοντέλο απομακρύνεται από το διάλυμα και το περαιτέρω στα επιπέδα του μοντέλου γράφονται με ειδικό στυλό. Επίσης είναι απαραίτητο να απομακρυνθεί και οι τυχόν βρωμιακές καταλοίπων στυλίου.

Stereolithography

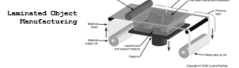
Laminated Object Manufacturing

Κατά τη μέθοδο αυτή, το υλικό που χρησιμοποιείται είναι υγρό με επίπλευση κόλλας που επηρεάζονται με τη βοήθεια θερμότητας.

Υπάρχει ένας μηχανισμός τροφοδοσίας του υγρού με τη βοήθεια στυλίου, ο οποίος τροφοδοτεί την πλατφόρμα με νέο στρώμα υλικού μόνο από το προηγούμενο. Στη συνέχεια ένα θερμοαποδραστικό στυλό περνά στο στρώμα υλικού και λόγω της θερμότητας ενεργοποιεί την κόλλα η οποία κολλά το νέο στρώμα μόνο στο προηγούμενο. Στη συνέχεια με τη βοήθεια ακτίνων laser κόβεται το περιεχόμενο του πρώτου, η πλατφόρμα χωματότερη και το βήματα επαναλαμβάνονται με νέο υλικό που έρχεται από το στυλό τροφοδοσίας.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας το επιπέδο υγρού αποτελεί πολύ καλά μέσο στήριξης του αντικείμενου, για να απομακρυνθεί χωρίς εύκολα τραυμάτιση. Το τελικό αντικείμενο μοιάζει με ξύλινο και αφού απομακρυνθεί το υλικό που περιέχει γύρω από το μοντέλο, αυτό μπορεί να υποστεί μια διαδικασία αντιστάθμισης ώστε να μην ελαττώνεται η ελαστικότητα του υλικού.

Σήμερα εκτός από υγρό ως υλικό για τη μέθοδο αυτή, χρησιμοποιούνται νέο υλικό που περιλαμβάνουν πλαστικά, κεραμικά και πολύ μεταλλικές σπάνια.



Selective Laser Sintering

Η τεχνική αυτή παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα. Χρησιμοποιεί ακτίνες laser η οποία επιλεκτικά λιώνει υλικό σε σκόνη (αγία, ελαστομερή αλλά και μέταλλα) και στη συνέχεια το στερεοποιεί!

Το αντικείμενο κατασκευάζεται μόνο μόνο σε μία πλατφόρμα η οποία κατεβαίνει κάθε φορά που ολοκληρώνεται ένα επίπεδο.

Υπάρχει ένας μηχανισμός που ξεκαθαρίζει νέα ποσότητα σκόνης πάνω στο προηγούμενο επίπεδο ώστε να στερεωθεί η διαδικασία.

Κατά τη διαδικασία αυτή η περιοχή σκόνης που χρησιμοποιείται αποτελεί έναν κατά μηχανισμό στερέωσης του αντικείμενου που κατασκευάζεται και απομακρύνεται εύκολα στο τέλος.



Selective Laser Sintering

File Formats

Τύποι αρχείων **απαιτούμενα** για εκτύπωση:

- stl
- obj
- obj
- collada
- step

3D Printing File Check List

Κωδικά αρχεία
Απαιτείται STL για τον περισσότερους desktop εκτυπωτές, OBJ και XYZ για αρχεία με υψή ή εύκολη. Επίσης, υπάρχουν και κατατάξιμοι: X3D, DAE, PLY, και COLLADA άλλα formate.

Αρκετά πολύπλοκα
Αποφυγή αρχείων με πολλά meshing, I.e., πολύπλοκα το μέγεθος όμοιο (συν. ανάλογα με τη εφαρμογή). Οι μεγάλους ID από το STL αρχεία. Μεγάλα αρχεία προκαλούν διαδικαστικά και διαχειριστικά προβλήματα.

Ασκή αντικείμενων
Το αντικείμενο που σχεδιάζεται πρέπει να βρίσκεται μέσα στο χώρο εργασίας. Αν όχι, κίνδυνος κατά την επεξεργασία (δημιουργία σφαλμάτων). Σχεδιάστε πάντα από το αριστερό όρισμα με την αντικειμενική προβολή στο λογισμικό του εκτυπωτή.

Επιπέδια όμοια μοντέλων
Το μοντέλο πρέπει να είναι "κλειστό", χωρίς κενή-κενή όμοια ή έσοδα επιφανείων.

Βασισμένα Γλυκό και μεθόδων εκτύπωσης
Μεταξύ από τις λειτουργίες του μοντέλου σας ενδέχεται να περιλαμβάνει ένα, σε υψή ή σε κενό. Το τελευταίο μέρος του τοίχου, η επιλογή του ενισχυτικού και οι υψήστες της στήριξης αλλάζει ανάλογα με το υλικό και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Είναι σημαντικό να διερευνήσουν το στυλίο χαρακτηριστικά του κάθε εκτυπωτή.

και να επιλέξετε ανάλογα με το είδος του αντικείμενου που θα πρέπει να παράγουν.

Διαφορές εφόσον και συνδέονται.
Εάν επιλεγεί σκόνη (SLA, SLS) ή υγρή σκόνη (SLA, SLS), θα πρέπει σχεδιάσετε ανάλογα - ώστε να μην ενδεχόσεται υλικό μέσα σε κλειστή περιοχή.
Αλλά η συμβολή επίσης εξαρτάται χρόνο και υλικό.

Κλίμακα
Επιλέξτε το μέγεθος του μοντέλου που θα εκτυπωθεί από την εγγραφή του. Συμβουλευτείτε για την κλίμακα - και στο πρόγραμμα του εκτυπωτή.

Μήγεθος Εκτυπωτή
Φυλάξτε το μέγεθος μοντέλου που θα εκτυπωθεί από την εγγραφή του αρχείου σας. Αν το αντικείμενο σας είναι μέγεθος μεγάλο, θα πρέπει να κοιτάξετε σε διάφορα πρόγραμμα ή να επιλέξετε ένα άλλο πρόγραμμα.

Διαφορές
Βεβαιωθείτε ότι τα στοιχεία ανάλογα, κείμενο, υψή, τριγωνίση ομοιάζει ώστε να είναι ομοιά η αναμενόμενη.

Ανοχή
Επίπεδο διαμορφωτικής εκτύπωσης ώστε να βεβαιωθείτε για τις ποσότητες του εκτυπωτή.

Τύποι Αρχείων
Αποκτήστε τη σύμβαση της αναμενόμενης του αρχείου σας σύμφωνα με μια τυποποιημένη διαδικασία. Επιλέξτε ένα όμοιο που περιλαμβάνει το περιεχόμενο του αρχείου με σφαιρικό, την έκδοση του, το μέγεθος της, καθώς και κάθε άλλα πληροφορίες που θα σας βοηθήσουν να αποφασίσετε να χρειάζεται να ανοίξετε το αρχείο χωρίς λόγο.

Προσυναπόδο
Είναι σημαντικό να επιλέξετε προσεκτικά του υποστηρικτικού στο οποίο θα εκτυπωθεί το αντικείμενο σας.
Η επιλογή από θα είναι μεγάλη επίδραση στο αποτέλεσμα, την κατάσταση της επιπέδου, και στην μέθοδο της εκτύπωσης.

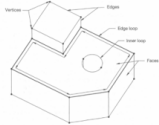
03. 123D Design

Εισαγωγή

- 123D Design είναι ένα ισχυρό, εύκολο και φιλικό-προσ- περιβάλλον λογισμικό για σχεδίαση 3D μοντέλων.
- Μπορεί να δημιουργήσει πολύπλοκα αντικείμενα που βασίζονται σε βασικά σχήματα (2D ή από μέτρο (2D).
- Το αντικείμενο μπορούν να τοποθετηθεί σε 3D printer ή να κατασκευαστούν σε CNC μηχανισμό, και laser κοπή.
- Διατίθεται του δικού κομμάτι για ένα σχεδίαση με εργαλείο με όλα τα απαραίτητα εργαλεία.

Στοιχεία μοντέλων αναμενόμενης σύντροφου

Το 123D Design είναι ένα λογισμικό που βασίζεται στην λογική του 3D. Αυτό σημαίνει ότι το αντικείμενο που σχεδιάζεται είναι μια αναμενόμενη αναμενόμενης του περιβάλλοντος. Η αναμενόμενη λογική χρησιμοποιείται από το περισσότερα CAD πρόγραμμα με βάση τη μηχανολογική λογική.



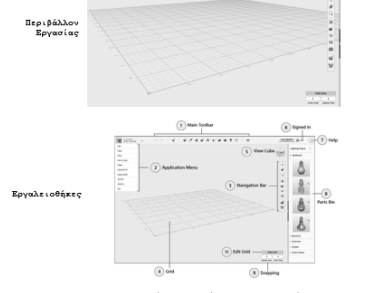
Στοιχεία μοντέλων αναμενόμενης σύντροφου

Direct Modeling

123D Design είναι μια Direct Modeling εφαρμογή. Το σημαίνει αυτό: Οποιοδήποτε στοιχείο - ο μέγεθος διαμόρφωσης σε κάθε στοιχείο του αντικείμενου (Έσοδο / Διαμή / Έσοδο) και ομοιά του μοντέλου για να τροποποιήσει εκτύπωση.

123D DESIGN

Κορνή) και μπορεί να το επεξεργαστεί ξεχωριστά (ΧΑΙ ΤΟ ΑΝΤΙΣΤΡΩΦΟ ΟΜΟΙΟΠΟΙΕΙΤΕ ΕΞ ΨΕΦΩ).
Για παράδειγμα: Αφαίρεση ενός Αντικείμενου από Ένα Άλλο.
Για να σας ΠΙΣΤ, μόνο η επιλογή UNDO. Δεν γίνεται η δυνατότητα να επεξεργαστεί στα αρχικά σχήματα δίχως αυτό πλέον έχουν ομοιά.



Main Toolbar - Δημιουργία 2D Σχημάτων και 3D Μοντέλων. Εργαλείο Μετασχημάτισου, Κατοσαυτής και Τροποποίησης των Αντικείμενων.

Application Menu - Νέο Αρχείο, Άνοιγμα, Εισαγωγή και Εξαγωγή Αρχείου. Αποστολή αρχείου σε άλλα λογισμικά της

πλατφόρμας (**Help & Helpdesk**) και αποστολή του μοντέλου για να τροποποιήσει εκτύπωση.

Grid, ο γόβος δημιουργίας των μοντέλων. Διπλάσι ομοιά του χώρου από την επιλογή στο Navigation Bar.

Views, ένας εύκολος τρόπος πλοήγησης. Οπτικά του αντικείμενου.

Sign in - Log on, για τη σύνδεση του χρήστη στην πλατφόρμα του λογισμικού.

Help - Shortcut Keys, πληροφορίες εντολών και **ερωτήσεων**, video tutorials, forums.

Paste Bin, Επιλογή έτοιμου μοντέλου από τη βιβλιοθήκη για επεξεργασία ή εκτύπωση.

Snapping, ελαστικότητα αγγίγματος για ακρίβεια. Χρήση των βελών από το μηχανολογικό.

Edit Grid, Αλλαγή του χώρου σχεδίασης.

Αρχεία Export

Export 3D solid formate: DWG, DXF, I23DX, SAT, STEP
Export 3D mesh formate: STL, OBJ, VRML, X3D
Export 2D vector formate: SVG, DWG, DWF

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (ΥΛΙΚΟ ΜΕΛΕΤΗΣ)

Υλικό Μελέτης

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΡΧΑΙΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΠΡΟΗΓΜΕΝΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
[Άρθρο Συνεδρίου]

https://www.researchgate.net/publication/325061145_TRISDIASSTATE_PSERHIAKE_APOTYPOSE_ARCIAION_ANTIKEIMENON_KAI_EKTYPOSE_ANTIGRAPHON_ME_TE_BOETHAIA_PROEGMENON_YPOLOGISTIKON_SYSTEMATON

3D εκτυπώσεις: Τακτοποιώντας τα νομικά ζητήματα
[Άρθρο]

https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/6/story/20180615STO05928/20180615STO05928_el.pdf

Τρισδιάστατη Εκτύπωση Ανθρώπινων Οργάνων
[Άρθρο]

https://www.academia.edu/40864024/Τρισδιάστατη_Εκτύπωση_Ανθρώπινων_Οργάνων

Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing): Πιθανές Συνέπειες σε Θέματα Ασφαλείας
[Ερευνητική Εργασία]

https://www.academia.edu/36239885/Τρισδιάστατη_Εκτύπωση_3D_Printing_Πιθανές_Συνέπειες_σε_Θέματα_Ασφαλείας

“Συστήματα CAD” – Βασικά Στοιχεία και Εφαρμογές
[Σύγγραμμα]

<https://www.openbook.gr/systemata-cad/>

Introduction to 123D
[Tutorial]

<https://usermanual.wiki/Pdf/123ddesignmanual.2112014442/view>