ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΜΑΝΑΤΖΜΕΝΤ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΠΟ ΞΥΛΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ψηφιοποίηση και αναπαραγωγή τρισδιάστατου κυκλαδικού ειδωλίου με χρήση συστήματος σάρωσης και εκτύπωσης 3D»

"Digitization and reproduction of a 3D Cycladic figurine using a 3D scanning and printing system"

Καρανίκα Δέσποινα

M013220019

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Δρ. ΝΙΝΙΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, μέλος ΕΔΙΠ. ΠΑΝ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Επιβλέπων

Δρ. ΝΤΑΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Καθ. ΠΑΝ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Μέλος

Δρ. ΚΕΧΑΓΙΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, Καθ. ΠΑΝ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Μέλος

Καρδίτσα 2023

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αναλύει τη διαδικασία της ψηφιοποίησης και αναπαραγωγής ενός τρισδιάστατου κυκλαδικού ειδωλίου με τη χρήση συστήματος σάρωσης και εκτύπωσης 3D. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας επιτρέπει τη διατήρηση και αναδημιουργία σημαντικών καλλιτεχνικών και ιστορικών έργων, που έχουν αποτελέσει παράδειγμα της τέχνης και του πολιτισμού του ανθρώπου.

Στην εργασία αναλύεται η χρήση συστήματος σάρωσης και εκτύπωσης 3D για την ψηφιοποίηση και αναπαραγωγή ενός τρισδιάστατου κυκλαδικού ειδωλίου. Η ψηφιοποίηση και αναπαραγωγή αντικειμένων πολιτισμού είναι σημαντική για τη διατήρηση και την προβολή τους στο μέλλον. Η χρήση τεχνολογιών όπως η σάρωση και η εκτύπωση 3D δίνει τη δυνατότητα για ακριβείς αναπαραστάσεις των ειδωλίων, ενώ παράλληλα διευκολύνει τη μελέτη τους από τους ειδικούς.

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών "Προηγμένες Μέθοδοι Σχεδιασμού, Τεχνολογίας & Μάνατζμεντ Προϊόντων Από Ξύλο" του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήταν ανέφικτη χωρίς την πολύτιμη επίβλεψη και υποστήριξη του καθηγητή μου κ. Νινίκα. Τον ευχαριστώ θερμά για τη συνολική βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και για την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγησή του.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου Πάνο και τα δυο μου παιδιά, την Αντωνία και τον Νικόλα για την αμέριστη και άμετρη συμπαράσταση και υπομονή που υπέδειξαν καθ’ όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ την μητέρα μου Ζωή και τον αδερφό μου Απόστολο οι οποίοι υπήρξαν πάντα αρωγοί και συμπαραστάτες σε όλες μου τις επιλογές.

Καβάλα, Μάϊος 2023

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ 3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ 4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ 7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 8
ABSTRACT 9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΑΡΩΣΗ 12
1.2. ΣΑΡΩΤΕΣ LASER (LASER SCANNER) 13
1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ 3D ΣΑΡΩΤΩΝ 15
1.4 ΕΠΙΓΕΙΟΙ ΣΑΡΩΤΕΣ ΕΠΑΦΗΣ 19
1.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΤΥΠΟΙ ΣΑΡΩΤΩΝ. 20
1.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΣΑΡΩΤΩΝ. 22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ 24
2.1. 3D PRINTING 24
2.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ 25
2.3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ 26
2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ. 29
2.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 29
2.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΚΥΚΛΑΔΙΚΟ ΕΙΔΩΛΙΟ 31
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 31
3.1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΩΝ ΓΛΥΠΤΩΝ 31
3.1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ 31
3.2. Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΑΔΙΚΗΣ ΤΕΧΝΗΣ 32
3.2.1. Ο ΚΥΚΛΑΔΙΚΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ 32
3.2.2. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΗ ΤΕΧΝΗ 32
3.2.3. Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΩΝ ΓΛΥΠΤΩΝ ΩΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΕΧΝΗΣ 33
3.3. ΚΥΚΛΑΔΙΚΟ ΕΙΔΩΛΙΟ ΕΓΚΥΟΥ ΓΥΝΑΙΚΑΣ 35

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

3.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕ ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ 37
3.5. ΑΛΥΣΙΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ..... 37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ..... 39
4.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ..... 39
4.2 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ 41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ..... 43
ΣΑΡΩΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΛΗΨΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ. 43
5. 1 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ..... 43
5.1.1 ΣΚΑΝΕΡ 43
5.1.2 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ 3D PRINTER – CREALITY..... 45
5.2. ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ. 47
5.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΑΡΩΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ. 50
5.4. ΒΗΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ..... 53
5.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ. 54
5.6. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ..... 60
5.7. ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΩΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ. 61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 62
6.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ..... 66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... 68

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ EINSCAN PRO HD 44

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 3D PRINTER - CREALITY 46

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1..... 54

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2..... 55

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1. 3D SCANNING 13
ΕΙΚΟΝΑ 2. LASER SCANNER 15
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΣΑΡΩΤΕΣ ΤΡΙΓΩΝΟΠΟΙΗΣΗΣ 16
ΕΙΚΟΝΑ 4. FLIGHT TIME 17
ΕΙΚΟΝΑ 5. STRUCTURED LIGHT 17
ΕΙΚΟΝΑ 6. PHASE SHIFT 18
ΕΙΚΟΝΑ 7. TIME OF FLIGHT REFLECTOMETRY 18
ΕΙΚΟΝΑ 8. DEPTH MAPPING 19
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΕΙΔΗ ΣΑΡΩΤΩΝ 22
ΕΙΚΟΝΑ 10. Ο ΑΡΠΙΣΤΗΣ ΤΗΣ ΚΕΡΟΥ 35
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ ΕΙΔΩΛΙΟ ΕΓΚΥΟΥ ΓΥΝΑΙΚΑΣ 36
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΕΙΔΩΛΙΟΥ ΕΓΚΥΟΥ ΓΥΝΑΙΚΑΣ. 47
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΕΙΔΩΛΙΟΥ ΕΓΚΥΟΥ ΓΥΝΑΙΚΑΣ. 48
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ. ΕΙΚΟΝΑ 17: ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ 48
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΤΕΛΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΠΙΣΩ ΟΨΗ 49
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΤΕΛΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΠΡΟΟΨΗ 49
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΣΑΡΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ. 50
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΣΑΡΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ. 50
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΟΥ ΣΚΑΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ. 51
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΑΡΧΕΙΟ. 51
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΔΟΚΙΜΙΟ 1 56
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΔΟΚΙΜΙΟ 2 57
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΤΟ ΑΡΧΙΚΟ ΕΙΔΩΛΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΔΟΚΙΜΙΑ. 58
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΤΕΛΙΚΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΔΟΚΙΜΙΑ 1 ΚΑΙ 2. 59

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Κυκλαδική τέχνη αποτελεί μια από τις πλέον αξιοσημείωτες καλλιτεχνικές παραδόσεις της Ελλάδας. Τα ειδώλια της Κυκλαδικής τέχνης, που χρονολογούνται κατά την 3η και 2η χιλιετία π.Χ., απασχολούν το ενδιαφέρον του κοινού και των ερευνητών για την απλότητα, την αισθητική και την αξία τους ως πηγή πληροφοριών για την αρχαία κυκλαδική κοινωνία. Η διατήρηση και αναπαραγωγή των ειδωλίων αυτών είναι ένα ζήτημα που απασχολεί την αρχαιολογική κοινότητα και τους ερευνητές.

Η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση και εκτύπωση αντιγράφων ειδωλίων Κυκλαδικής Τέχνης με χρήση κατάλληλων υλικών αποτελεί έναν από τους πιο σύγχρονους τρόπους παραγωγής αντιγράφων. Η χρήση τεχνολογιών όπως η τρισδιάστατη σάρωση και η εκτύπωση δίνουν τη δυνατότητα για αναπαραγωγή των ειδωλίων με μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια, καθώς και τη δημιουργία αντιγράφων σε διάφορα μεγέθη και υλικά.

Στόχος αυτής της διπλωματικής είναι η διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης της τρισδιάστατης ψηφιακής σάρωσης και εκτύπωσης για την παραγωγή αντιγράφου ενός κυκλαδικού ειδωλίου. Μέσω της τεχνολογίας αυτής, μπορούν να δημιουργηθούν αντίγραφα με μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια, χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν τα πρωτότυπα, τα οποία είναι συνήθως πολύτιμα και ευαίσθητα στη ζημία και τη φθορά.

Η εργασία αυτή εστιάζει επίσης στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής αντιγράφων μέσω της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης, με τη χρήση κατάλληλων υλικών που αναπαράγουν την αισθητική των πρωτότυπων ειδωλίων. Επιπλέον, θα αναλυθούν οι διάφορες μέθοδοι ψηφιακής σάρωσης και εκτύπωσης και θα εξεταστούν οι πιθανές τεχνικές βελτιστοποίησης τους για τη δημιουργία ψηφιακών μοντέλων.

Λέξεις κλειδιά : τρισδιάστατη σάρωση, τρισδιάστατη εκτύπωση, κυκλαδικός πολιτισμός, κυκλαδικά ειδώλια, παραγωγή αντιγράφων.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ABSTRACT

Title:

"Digitization and reproduction of a 3D Cycladic figurine using a 3D scanning and printing system"

Abstract:

Cycladic art is one of the most notable artistic traditions in Greece. The figurines of Cycladic art, dating from the 3rd to the 2nd millennium BC, concern the public's interest and researchers in their simplicity, aesthetics and value as a source of information on ancient Cycladic society. Maintaining and reproducing these figurines is an issue that concerns the archaeological community and interested parties.

The three -dimensional digital scanning and printing of cycladic figurines using suitable materials is one of the most modern ways of producing copies. The use of technologies such as three -dimensional scanning and printing enables the figurines to reproduce them with great precision and detail, as well as to create copies in various sizes and materials.

The purpose of this thesis is to investigate the possibility of using 3D digital scanning and printing to produce a copy of a Cycladic figurine. Through this technology, copies can be created with great precision and detail, without having to use the prototypes, which are usually valuable and sensitive to damage.

This research also focuses on optimizing the process of producing copies through 3D printing, using appropriate materials that reproduce the aesthetics of original figurines. In addition, the various methods of digital scanning and printing will be analyzed and their possible optimization techniques will be examined to create digital models.

Keywords: 3D scanning, 3D printing, Cycladic culture, Cycladic figurines, replica production.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόσμος που μας περιβάλλει είναι συνεχώς μεταβαλλόμενος και εξελισσόμενος. Η απεικόνιση των εξελίξεων καθώς και των μεταβολών με τη συμβολή της τρίτης διάστασης αποτελούν μια νέα πραγματικότητα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών για την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων καθώς και σάρωσης αυτών. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας σχετίζεται πάντα με τον σκοπό για τον οποίο δημιουργείται το κάθε μοντέλο.

Η αποτύπωση αντικειμένων και η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων με τη χρήση εκτυπωτών διαμορφώνει τη νέα πραγματικότητα στους επιστημονικούς, τεχνολογικούς και ερευνητικούς κύκλους. Η τρισδιάστατη εκτύπωση ή αλλιώς ταχεία κατασκευή πρωτοτύπων καθώς και η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση και μοντελοποίηση φυσικών αντιγράφων δύναται να πραγματοποιηθεί με τη συμβολή προηγμένων τεχνολογιών και συστημάτων.

Στην παρούσα εργασία μελετάται και παρουσιάζεται ο συνδυασμός της τρισδιάστατης ψηφιακής σάρωσης με σαρωτή laser τεχνολογίας ενός ολόγλυφου ξύλινου ειδωλίου Κυκλαδικής Τέχνης σε συνδυασμό με την τρισδιάστατη εκτύπωση αντιγράφου με χρήση κατάλληλων υλικών για την παραγωγή. Επιπροσθέτως διερευνώνται και παρουσιάζονται τρόποι βελτιστοποίησης στην παραγωγή αντιγράφων μέσω των μεθόδων σάρωσης και εκτύπωσης.

Σε ότι αφορά στη μεθοδολογία της εργασίας πραγματοποιήθηκε η διαδικασία πειράματος με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αναλύθηκε η ένταξη της τεχνολογίας της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης στην αναπαραγωγή κυκλαδικών ειδωλίων. Πραγματοποιήθηκε το σκανάρισμα ενός αντιγράφου πρωτοτύπου ειδωλίου με σκοπό την καταγραφή της γεωμετρίας του. Παράχθηκαν με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή δύο δοκίμια με πολυγαλακτικό οξύ (PLA) σε κλίμακα 1/2 ως προς το αρχικό πρωτότυπο. Στα δύο δοκίμια εφαρμόστηκαν διαφορετικές παράμετροι με βάση την επισκόπηση προηγούμενων μελετών. Σε πρακτικό επίπεδο εξετάζεται η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση ως ολοκληρωμένη διαδικασία και οι εφαρμογές που προκύπτουν από τη διαδικασία αυτή.

Η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Στα κεφάλαια 1 και 2 αναλύονται η διαδικασίες της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης αντίστοιχα καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής των διαδικασιών. Το 3ο κεφάλαιο πραγματεύεται τον κυκλαδικό πολιτισμό και τα αντιπροσωπευτικά δείγματα αυτού. Στο

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

4ο κεφάλαιο αναφέρονται οι εφαρμογές της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης στον πολιτιστικό τομέα και σημειώνονται αντίστοιχες βιβλιογραφικές έρευνες. Το 5ο κεφάλαιο περιλαμβάνει την πειραματική διαδικασία, τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε και τα αποτελέσματα της. Τέλος στο τελευταίο 6ο κεφάλαιο της εργασίας αναλύονται τα συμπεράσματα της πειραματικής διαδικασίας και συμπεριλαμβάνονται μελλοντικά βήματα για αντίστοιχες έρευνες.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΑΡΩΣΗ

1.1. 3D SCANNING

Η τρισδιάστατη σάρωση είναι μια τεχνική ανάλυσης που χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπως η βιολογία, η ιατρική, η μηχανική, η γεωλογία και η αρχιτεκτονική. Η τρισδιάστατη σάρωση αναφέρεται στη διαδικασία απόκτησης ενός τρισδιάστατου χάρτη ενός αντικειμένου ή ενός χώρου. Η τρισδιάστατη σάρωση γίνεται συνήθως με τη χρήση λέιζερ, φωτογραφικών μηχανών ή υπερήχων. Κατά τη διαδικασία της σάρωσης, ένας αισθητήρας καταγράφει τα στοιχεία της επιφάνειας του αντικειμένου σε διάφορες θέσεις και γωνίες. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια επεξεργάζονται για να δημιουργηθεί ένας χάρτης της επιφάνειας του αντικειμένου σε τρεις διαστάσεις (Zhong et,al., 2017).

Η τρισδιάστατη σάρωση έχει πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, στη βιολογία και την ιατρική, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση των εσωτερικών οργάνων και των μορφών του σώματος. Η τρισδιάστατη σάρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μηχανική για την ανάλυση και τη σχεδίαση αντικειμένων και δομών. Μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία μοντέλων υπολογιστή, στη μελέτη της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων και την ανίχνευση ατελειών και σημείων ενδυνάμωσης. Επίσης δύναται να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό και την παραγωγή εξαρτημάτων και προϊόντων, καθώς και για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και τη μείωση των αποβλήτων στις διαδικασίες παραγωγής.

Επιπλέον, η τρισδιάστατη σάρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της ποιότητας και της ακρίβειας των προϊόντων, καθώς και για τη διάγνωση και την αποκατάσταση βλαβών σε μηχανήματα και εξοπλισμό. Τέλος, η τρισδιάστατη σάρωση χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων προϊόντων και τεχνολογιών, καθώς και για την εξέλιξη και τη βελτίωση των υπαρχόντων τεχνολογιών και προϊόντων.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 1. 3d scanning

Πηγή: https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3dprinting/whatis-3dscanning/?fbclid=IwAR3ESeSxGocccSXNaY8cBEAhvxgGwunC9fGA0qv_xOLQMdUQHUYrqUFZv9Q

1.2. ΣΑΡΩΤΕΣ LASER (LASER SCANNER)

Ο όρος Laser προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation και στην ελληνική γλώσσα μεταφράζεται ως ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Η χρήση των πρώτων συσκευών laser έγινε στις αρχές του 21ου αιώνα. Με το πέρασμα των χρόνων δημιουργήθηκαν όργανα με την δυνατότητα να μετρούν και να κατασκευάζουν τον τρισδιάστατο χώρο. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται βασίζονται στην τεχνολογία laser και είναι γνωστά ως Τρισδιάστατοι Σαρωτές Laser (3D laser scanners). Με την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύσσεται το 3D Laser Scanner ως προς την ταχύτητα, την ανάλυση, την κινητικότητα και τη μετακίνηση των σύγχρονων συστημάτων σάρωσης. Αποτελεί ένα σύστημα που υπολογίζει απόσταση με τον συνδυασμό κατόπτρου για την εκτροπή της δέσμης του laser και την κατεύθυνση προς το ίδιο το αντικείμενο. Η δυνατότητα αποτύπωσης σημείων σε 360 μοίρες γύρω από το αντικείμενο βασίζεται σε ένα

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

συγκεκριμένο σύστημα που αποτελείται από μία περιστρεφόμενη βάση κατά τον οριζόντιο άξονα. (Συμεωνίδης, 2007).

Οι σαρωτές laser (laser scanners) είναι συσκευές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του laser για να ανιχνεύουν αντικείμενα και επιφάνειες σε τρισδιάστατο χώρο. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως η μετρολογία, ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η αυτοματοποίηση και η αποκατάσταση βλαβών. Οι σαρωτές laser λειτουργούν συνήθως με το να εκπέμπουν μια δέσμη λέιζερ που ανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου και επιστρέφει στον σαρωτή. Με τη χρήση αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος, ο σαρωτής αναλύει την επιστρεφόμενη δέσμη και δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου ή της επιφάνειας που σαρώνεται. Η ποιότητα του μοντέλου εξαρτάται από την ακρίβεια του σαρωτή και την ευαισθησία των αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος.

Οι σαρωτές laser χρησιμοποιούνται σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές, όπως η μετρολογία του σχήματος, ο έλεγχος ποιότητας, η αυτόματη παραγωγή, η ρομποτική, η κατασκευή και η αποκατάσταση βλαβών. Ακόμη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων αντικειμένων και επιφανειών, όπως για παράδειγμα σε εφαρμογές στην αρχιτεκτονική καθώς και στην αρχαιολογία.

Επιπλέον, οι σαρωτές laser χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως η ανίχνευση και μέτρηση αντικειμένων σε εμπορικά καταστήματα για λόγους ασφαλείας και διαχείρισης αποθεμάτων, και στην αυτόνομη οδήγηση οχημάτων όπου οι σαρωτές laser βοηθούν στην ανίχνευση του περιβάλλοντος και των εμποδίων. Συνολικά, οι σαρωτές laser αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο στη μηχανική και σε πολλούς άλλους τομείς, καθώς μπορούν να παρέχουν ακριβείς και αξιόπιστες μετρήσεις σε τρισδιάστατο χώρο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 2. Laser scanner

Πηγή: https://www.instructables.com/EASY-Kinect-3D-Scanner/?fbclid=IwAR26hyQupC-nY2NtAy6ccTmznW8X-ON3W9qN99wDUFKIB3T_xrB0pDB58Kc

1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ 3D ΣΑΡΩΤΩΝ

Οι σαρωτές Laser διαχωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, στους επίγειους και αερομεταφερόμενους. Οι επίγειοι σαρωτές Laser χρησιμοποιούνται κυρίως για τον σχεδιασμό αντικειμένων, μοντέλων αεροσκαφών, για τις αποτυπώσεις εδαφολογικών χαρακτηριστικών καθώς και για την αποτύπωση πολιτιστικών αντικειμένων. Η ικανότητα των αερομεταφερόμενων σαρωτών Laser (LIDAR) είναι η αποτύπωση του ανάγλυφου της γης, οι οποίοι καταγράφουν το τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους για χαρτογράφηση μεγάλης κλίμακας, κυρίως αστικών περιοχών. Η χρήση των σαρωτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες δραστηριότητες όπως αποτυπώσεις μνημείων μέχρι την προσομοίωση και διερεύνηση ατυχημάτων, ακόμη και η χρήση τους σε ιατρικές εφαρμογές. Ωστόσο, οι κυριότεροι τύποι σαρωτών laser διακρίνονται σε

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

σαρωτές επαφής (contact 3D scanners) και σαρωτές μη επαφής ή αποστάσεως (non-contact 3D scanners). Οι 3D σαρωτές χρησιμοποιούν διάφορες μεθόδους μέτρησης για να αποτυπώσουν τα αντικείμενα και τις επιφάνειες σε τρισδιάστατο χώρο (Τοκμακίδης, 2010).

Οι βασικές μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιούν οι 3D σαρωτές είναι οι εξής:

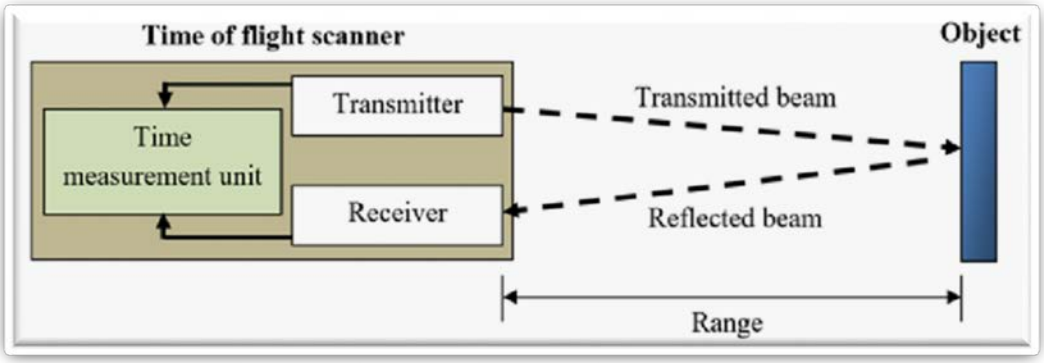
- Σαρωτές τριγωνοποίησης

Εικόνα 3. Σαρωτές τριγωνοποίησης

Πηγή:https://dma.hmu.gr/3d-%CF%83%CE%B1%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82/

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

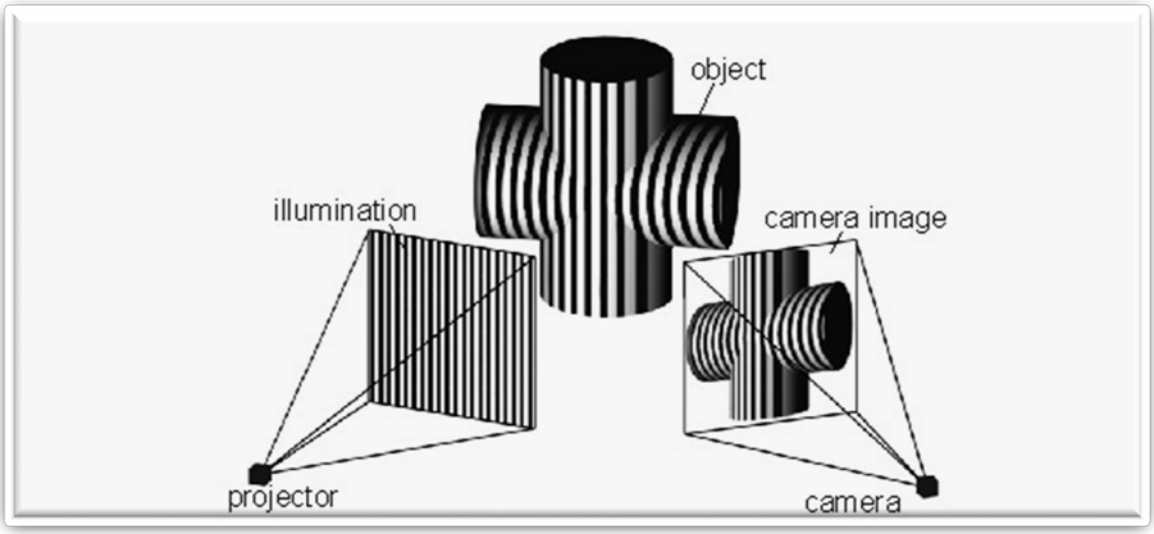
- Σαρωτές χρόνου πτήσης (Flight time)



Εικόνα 4. Flight time

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Mechanism-of-time-of-flight-scanner_fig2_337142497

- Σαρωτές φωτεινής διασποράς (Structured Light)

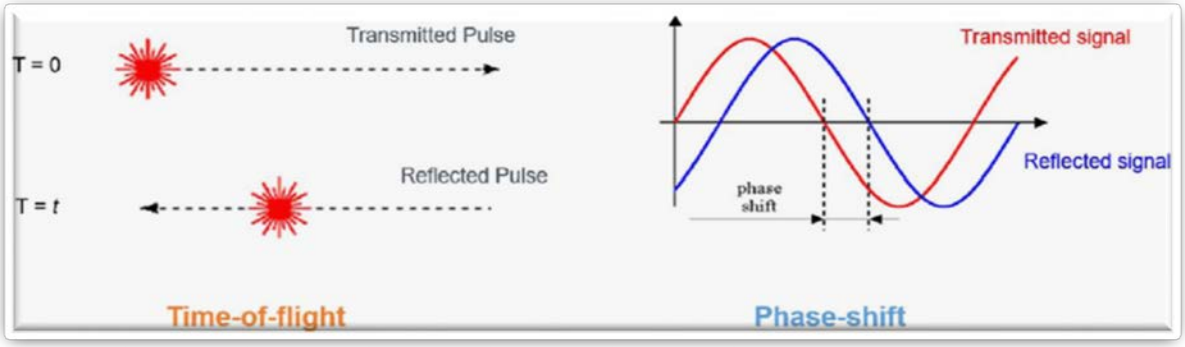


Εικόνα 5. Structured Light

Πηγή: https://bitfab.io/blog/3d-structured-light-scanning/

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

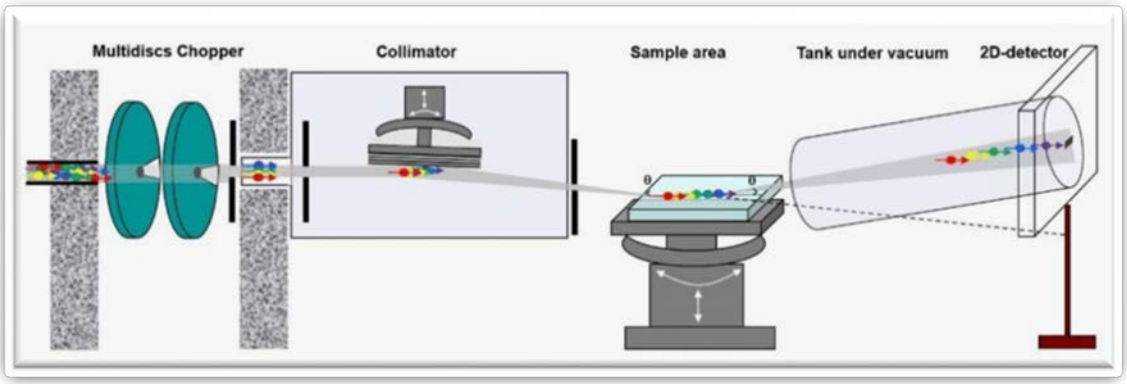
- Σαρωτές φωτός με μετατόπιση φάσης (Phase Shift)



Εικόνα 6. Phase Shift

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Working-principles-of-time-of-flight-and-phase-shift-laser-scanners_fig3_331237691

- Σαρωτές με μέτρηση με αντανακλάσεις (Time of Flight Reflectometry)

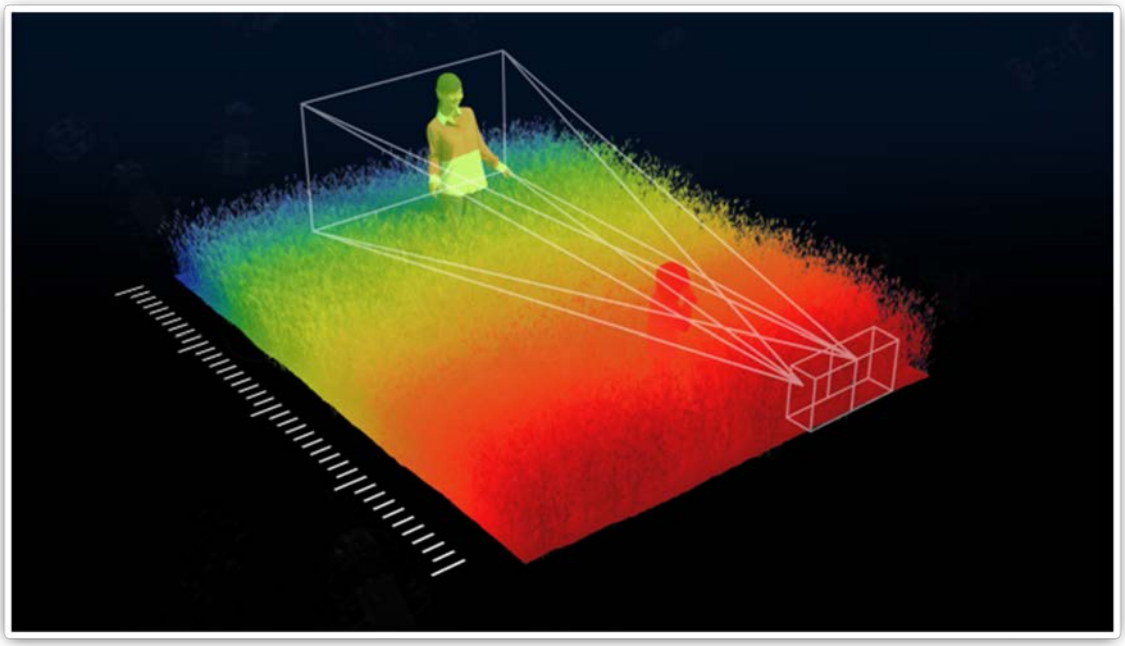


Εικόνα 7. Time of Flight Reflectometry

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Color-online-Typical-sketch-of-a-time-of-flight-reflectometer-on-a-continuous-neutron_fig6_342618740

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

- Σαρωτές με απεικόνιση βάθους (Depth Mapping)



Εικόνα 8. Depth Mapping

Πηγή: https://corephotonics.com/technologies/depth-mapping/

Κάθε μέθοδος έχει τα πλεονεκτήματά της και τους περιορισμούς της και η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από την εφαρμογή και το αντικείμενο που πρέπει να μετρηθεί.

1.4 ΕΠΙΓΕΙΟΙ ΣΑΡΩΤΕΣ ΕΠΑΦΗΣ

Οι επίγειοι σαρωτές επαφής είναι μια κατηγορία σαρωτών που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση αντικειμένων με μεγάλη ακρίβεια και ανάλυση σε επίπεδη επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται συνήθως για την επεξεργασία του σχεδίου και την παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση και τον έλεγχο των αντικειμένων σε επαγγελματικά περιβάλλοντα. Η λειτουργία των επίγειων σαρωτών επαφής βασίζεται στη χρήση ενός αισθητήρα που ακουμπά στην επιφάνεια του αντικειμένου και καταγράφει τις τοποθεσίες των σημείων επαφής του με τον αισθητήρα σε μια σειρά από στιγμιότυπα. Η συλλογή αυτών των στιγμιοτύπων επιτρέπει τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Οι επίγειοι σαρωτές επαφής χρησιμοποιούνται συνήθως σε εργαστηριακό περιβάλλον, αλλά υπάρχουν επίσης φορητές εκδόσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικούς χώρους. Οι επίγειοι σαρωτές επαφής χρησιμοποιούνται σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές, όπως:

- Αντιγραφή αντικειμένων:

Οι σαρωτές επαφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων αντικειμένων. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο στον τομέα της τέχνης, όπου ένας καλλιτέχνης μπορεί να δημιουργήσει ένα ψηφιακό αντίγραφο ενός έργου τέχνης για να το αποθηκεύσει ή να το μεταποιήσει.

- Επισκευές και αντικαταστάσεις μερών:

Οι σαρωτές επαφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ακριβή μέτρηση μερών ενός μηχανήματος που χρειάζεται επισκευή ή αντικατάσταση. Αυτό μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και χρήμα στον τομέα της βιομηχανίας.

- Κατασκευή και σχεδιασμός:

Οι σαρωτές επαφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό και την κατασκευή προϊόντων για να δημιουργήσουν ψηφιακά μοντέλα και να ελέγξουν την ποιότητα των προϊόντων.

- Ιατρική:

Οι σαρωτές επαφής χρησιμοποιούνται στην ιατρική για διάφορες εφαρμογές, κυρίως για τη μέτρηση διαστάσεων και αποτυπώσεων του σώματος. Στην ορθοπεδική, οι σαρωτές επαφής χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ψηφιακών αποτυπωμάτων του σώματος, όπως των χεριών, των ποδιών ή του λαιμού. Αυτά τα αποτυπώματα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τον σχεδιασμό και την κατασκευή εξατομικευμένων ορθοπεδικών ειδών, όπως παπούτσια, πελματογράφοι και ορθοπεδικά επιθέματα. Επιπλέον, οι σαρωτές επαφής χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική για τη δημιουργία ψηφιακών αποτυπωμάτων των δοντιών και των οδοντικών στοματικών επιθεμάτων, με σκοπό την κατασκευή προσαρμοσμένων οδοντικών επεμβάσεων.

1.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ - ΤΥΠΟΙ ΣΑΡΩΤΩΝ.

Κυριότεροι τύποι των σαρωτών laser αποτελούν οι σαρωτές επαφής και οι σαρωτές απόστασης. Οι σαρωτές απόστασης μπορούν με τη σειρά τους να διαχωριστούν σε ενεργούς και παθητικούς. Οι ενεργοί σαρωτές απόστασης αποτελούν την πιο

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

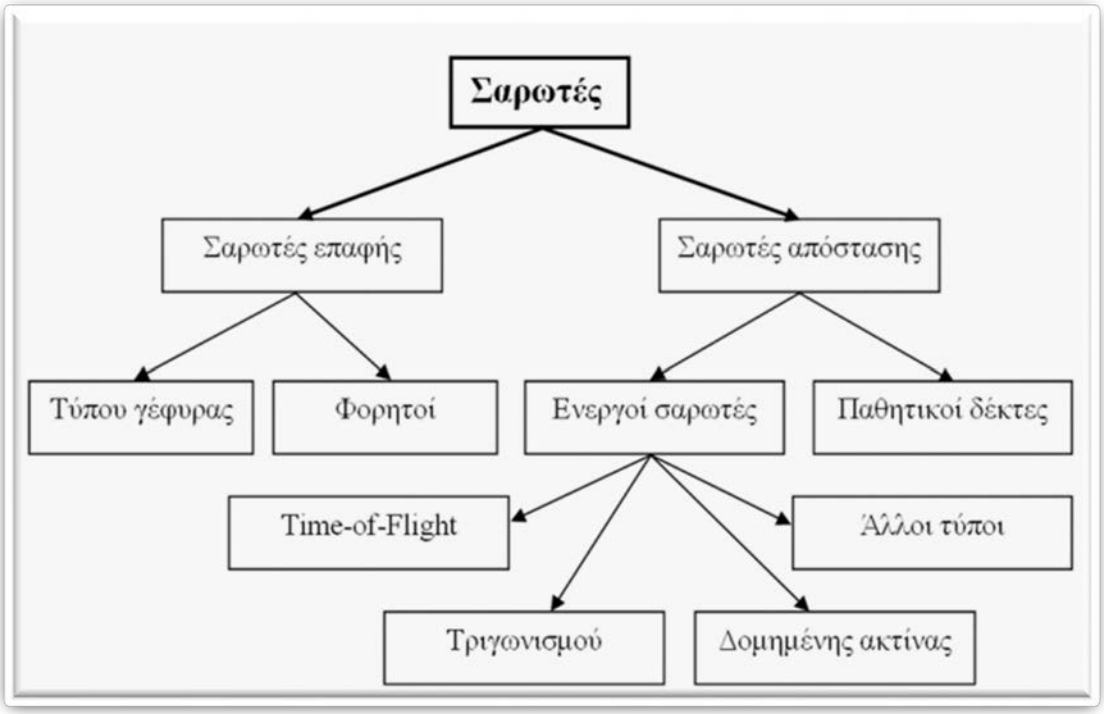
διαδεδομένη κατηγορία σαρωτών σε εφαρμογές αποτύπωσης και διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες που έχουν να κάνουν με τις διαφορετικές τεχνολογίες εκτύπωσης:

- σαρωτές τεχνολογίας (time of flight)
- σαρωτές τριγωνισμού (triangulation scanners)
- σαρωτές χειρός (handheld scanners)
- σαρωτές δομημένης ακτίνας (structured light scanners) (Συμεωνίδης, 2007)

Οι τεχνολογίες σαρωτών είναι αρκετές και διαφορετικές μεταξύ τους, κάθε μία με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Οι κύριοι τύποι σαρωτών είναι οι ακόλουθοι:

- Σαρωτές με βάση την επαφή: Αυτοί οι σαρωτές χρησιμοποιούν μια σειρά από αισθητήρες για να ανιχνεύσουν την επαφή τους με την επιφάνεια του αντικειμένου. Συνήθως χρησιμοποιούνται για αντικείμενα που είναι δύσκολο να απεικονιστούν με τη χρήση ακτινών, όπως γυαλί, κεραμικά και μέταλλα.
- Σαρωτές με βάση το φως: Αυτοί οι σαρωτές χρησιμοποιούν μια φωτεινή δέσμη, όπως ένα λέιζερ, για να σαρώσουν την επιφάνεια του αντικειμένου και να δημιουργήσουν μια τρισδιάστατη αναπαράσταση του. Αυτοί οι σαρωτές είναι πιο ακριβείς από τους σαρωτές με βάση την επαφή, αλλά απαιτούν ένα ομοιόμορφο φωτισμό.
- Σαρωτές με βάση την ακτινοβολία αναφέρονται σε συσκευές που χρησιμοποιούν ακτινοβολία για να παράγουν εικόνες του αντικειμένου που σαρώνουν. Υπάρχουν διάφοροι τύποι σαρωτών που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους ακτινοβολίας.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38



Εικόνα 9. Είδη σαρωτών

1.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΣΑΡΩΤΩΝ.

Οι επίγειοι τρισδιάστατοι σαρωτές λειτουργούν με βάση την αρχή της τριγωνοποίησης. Αυτό σημαίνει ότι ο σαρωτής δημιουργεί ένα δίκτυο τριγώνων πάνω στην επιφάνεια του αντικειμένου που σαρώνει, με βάση τα σημεία που μετράει. Ο σαρωτής στέλνει στη συνέχεια μια φωτεινή δέσμη, όπως ένα φως laser ή ένα πρότυπο προβολής, που καταγράφεται από μια κάμερα. Η κάμερα καταγράφει τον χρόνο που χρειάζεται η δέσμη για να φτάσει και να ανακλαστεί από την επιφάνεια του αντικειμένου, καθώς και την απόσταση από τον σαρωτή, που υπολογίζεται βάσει της ταχύτητας του φωτός. (Staiger, 2003).

Με βάση αυτές τις πληροφορίες, ο σαρωτής δημιουργεί ένα νέο σημείο στο δίκτυο τριγώνων και συνεχίζει να σαρώνει μέχρι να ολοκληρωθεί η αντιγραφή της επιφάνειας του αντικειμένου. Οι τριγωνικές επιφάνειες που δημιουργούνται στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθεί μια τρισδιάστατη εικόνα του αντικειμένου.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Οι σύγχρονοι επίγειοι τρισδιάστατοι σαρωτές χρησιμοποιούν μια ποικιλία τεχνολογιών για την καταγραφή των τρισδιάστατων αντικειμένων. Οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι:

- Σαρωτές laser: Χρησιμοποιούν έναν κόκκινο ή πράσινο λέιζερ για την καταγραφή του σχήματος και του βάθους των αντικειμένων.
- Σαρωτές φωτογραφικής αντίθεσης: Χρησιμοποιούν μια σειρά από φωτογραφίες με διαφορετική γωνία λήψης για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου.
- Σαρωτές με χρήση στερεοσκοπικών καμερών: Χρησιμοποιούν δύο κάμερες που τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία για την καταγραφή του σχήματος και του βάθους των αντικειμένων.
- Σαρωτές με χρήση τρισδιάστατης τεχνολογίας επαναλαμβανόμενων δοκιμών και σφαλμάτων (Structured Light): Χρησιμοποιούν ένα προτζέκτορα για την προβολή μιας σταθερής ή κινούμενης μορφής σε ένα αντικείμενο και έναν αισθητήρα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

2.1. 3D PRINTING

Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια κατασκευαστική μέθοδος, κατά την οποία τα αντικείμενα προκύπτουν με τήξη ή απόθεση υλικών - τέτοια όπως πλαστικό, μέταλλο, κεραμικά, σκόνες, - σε στρώματα έως την παραγωγή ενός τρισδιάστατου αντικειμένου. Η διαδικασία αναφέρεται επίσης ως προσθετική κατασκευή (additive manufacturing-AM), γρήγορο πρωτότυπο (rapid prototyping-RP) ή στερεά τεχνολογία ελεύθερης μορφής (Solid free-form technology-SFF).

Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη δημιουργία αντικειμένων τρισδιάστατης μορφής με τη χρήση ειδικών εκτυπωτικών μηχανημάτων. Η διαδικασία αρχίζει με τη δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου του αντικειμένου που θέλουμε να εκτυπώσουμε, συνήθως με τη χρήση λογισμικού σχεδίασης ή σάρωσης. Έπειτα, ο εκτυπωτής χρησιμοποιεί ένα υλικό, όπως πλαστικό, μέταλλο ή κεραμικό και κατασκευάζει το αντικείμενο στρώμα πάνω σε στρώμα, ακολουθώντας το προηγουμένως δημιουργημένο ψηφιακό μοντέλο.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μικρομοντέλων κτιρίων και κατασκευών προκειμένου να εξεταστούν πιθανά προβλήματα και να βελτιστοποιηθεί η σχεδίαση. Επίσης, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πρωτοτύπων και μικρών σειρών προϊόντων στη βιομηχανία. Τέλος, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται στην τέχνη και το σχεδιασμό για τη δημιουργία εκθέσεων και προϊόντων με μοναδικό και πρωτοποριακό σχεδιασμό.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

2.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον σκοπό και την εφαρμογή του μοντέλου. Ορισμένες βασικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τις εξής:

- Σάρωση 3D:

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί σαρωτές 3D για την ανίχνευση και την καταγραφή της τρισδιάστατης γεωμετρίας αντικειμένων ή περιοχών. Οι σαρωτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορες τεχνολογίες όπως η λέιζερ ή η φωτογραφία, για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου.

- Μοντελοποίηση CAD:

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί λογισμικό σχεδίασης (CAD) για τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου. Ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί το λογισμικό για να σχεδιάσει το αντικείμενο ή την περιοχή στον υπολογιστή και να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο από αυτό.

- Φωτογραμμετρία:

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί φωτογραφίες για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου. Ο σχεδιαστής λαμβάνει πολλές φωτογραφίες της ίδιας περιοχής από διαφορετικές γωνίες και αποθηκεύει τις εικόνες σε έναν υπολογιστή. Έπειτα, χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό, οι εικόνες επεξεργάζονται και συνδυάζονται για να δημιουργηθεί το τελικό τρισδιάστατο μοντέλο. Η φωτογραμμετρία είναι μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων σήμερα, καθώς είναι αρκετά απλή και οικονομική σε σχέση με άλλες μεθόδους, όπως η λέιζερ σάρωση. Επίσης, η φωτογραμμετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθούν τρισδιάστατα μοντέλα από μια μεγάλη ποικιλία αντικειμένων, όπως κτίρια και αντικείμενα τέχνης (Robson, 2018).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

2.3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης, κάθε μία με τα δικά της πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι οι εξής:

- Εκτύπωση με υλικά κατάλληλα για λιώσιμο (FDM):

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί θερμικά ευαίσθητα υλικά, όπως πλαστικό, που λιώνουν όταν θερμαίνονται και στη συνέχεια σκληραίνουν όταν κρυώνουν. Ο σαρωτής χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει ένα 3D μοντέλο, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να εκτυπωθεί σε στρώσεις χρησιμοποιώντας έναν FDM εκτυπωτή.

- Εκτύπωση με υλικά κατάλληλα για πολυμερισμό (SLA):

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία σκληραίνοντας υλικά, όπως ρητίνη, σε επίπεδα, χρησιμοποιώντας ένα laser. Κάθε φορά που το laser ακτινοβολεί το υλικό, σκληραίνει και σταδιακά δημιουργείται ένα 3D μοντέλο. Η τεχνική SLA προσφέρει υψηλή ανάλυση και λεπτομέρεια στη δημιουργία αντικειμένων, με καλή ακρίβεια και λεπτομέρεια στις γωνίες και τις καμπύλες. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια ποικιλία υλικών, συμπεριλαμβανομένων των υλικών με μεγάλη σκληρότητα και ανθεκτικότητα. Αυτό καθιστά την τεχνική SLA κατάλληλη για τη δημιουργία αντικειμένων υψηλής ακρίβειας, όπως προσαρμοσμένα εμφυτεύματα ιατρικών συσκευών ή αντικείμενα για τη βιομηχανία αεροναυπηγικής και αυτοκινητοβιομηχανίας.

- Κατασκευή μέσω απόθεσης με τήξη (Fused deposition manufacturing-FDM)

Αποτελεί μια διαδικασία δημιουργίας ενός τρισδιάστατου μοντέλου που δημιουργείται με εναπόθεση και τήξη πολυμερών υλικών διαστρωματικά. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα διαθέσιμων υλικών για εκτύπωση μοντέλων. Αυτή η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης, που χρησιμοποιεί την εξώθηση θερμοπλαστικού υλικού, είναι η πιο κοινή μέθοδος τρισδιάστατης εκτύπωσης. Η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης λειτουργεί με τη θέρμανση του πλαστικού νήματος σε αυτό το σημείο θερμοκρασίας της μετάβασης του γυαλιού. Το πολυμερές υλικό στη συνέχεια, εναποτίθεται μέσω θερμαινόμενου εξωθητή. Κάθε φορά ένα στρώμα εναποτίθεται σε

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

μια πλατφόρμα κατασκευής. Καθώς τα στρώματα κρυώνουν, στερεοποιούνται και συνδέονται σχηματίζοντας μια τρισδιάστατη δομή (Sood et.al., 2012).

Η διαδικασία FDM όταν το τελικό μοντέλο είναι κατασκευασμένο με προεξέχουσες γεωμετρίες απαιτεί δομές ικριωμάτων αφαιρούμενης στήριξης. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συχνά και ένας δεύτερος εξωθητής για εναπόθεση υδατοδιαλυτού υλικού, το οποίο επιτρέπει στις δομές στήριξης να αφαιρούνται εύκολα μετά την εκτύπωση. Αυτά αφαιρούνται χειροκίνητα, μόλις κρυώσει ο εκτυπωτής σε θερμοκρασία δωματίου. Ο βασικός παράγοντας της 3D εκτύπωσης FDM είναι ότι η τεχνολογία είναι ακριβής, χαμηλού κόστους και αξιόπιστη. Τα μηχανήματα έχουν επίσης σχετικά μικρό μέγεθος, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσα σε ένα γραφείο. Δεν υπάρχει επίσης ανάγκη για χρονοβόρα μετεπεξεργασία που απαιτείται καθώς τα μοντέλα, τα εργαλεία και οι συσκευές που παράγονται έχουν ήδη τελειώσει σε ένα καλό επίπεδο (D. J. Thomas, 2020).

- Στερεολιθογραφία

Η μέθοδος αποτελεί την πρώτη εφαρμοσμένη τεχνική τρισδιάστατης εκτύπωσης στον κόσμο. Η διαδικασία βασίζεται στη διαδοχική διαστρωμάτωση φωτοπολυμερούς (ρητίνης). Η μέθοδος της Στερεολιθογραφίας βασίζεται στον φωτοπολυμερισμό κατά τον οποίο ένα πολυμερές σε υγρή μορφή με την έκθεσή του σε υπεριώδες φως στερεοποιείται. Η μέθοδος είναι εξαιρετικά ακριβής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαμόρφωση σύνθετων γεωμετριών. Το φωτοπολυμερές (ρητίνη) εμπεριέχεται σε μια δεξαμενή, στο εσωτερικό της οποίας, κινείται κάθετα μια πλατφόρμα. Για την πρώτη στρώση η πλατφόρμα τοποθετείται λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια τους φωτοπολυμερούς. Ο υπολογιστής του συστήματος κατευθύνει μια υπεριώδη ακτίνα λέιζερ που στερεοποιεί την επιφάνεια της ρητίνης και ύστερα η πλατφόρμα κατεβαίνει, προκειμένου η στερεοποιημένη επιφάνεια να καλυφθεί από ρητίνη και να δημιουργηθεί μια νέα στρώση του μοντέλου. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τελικό προϊόν αφαιρείται, καθαρίζεται με διαλύτη και ύστερα τοποθετείται σε θάλαμο υπεριώδους ακτινοβολίας για σκλήρυνση: (https://3druck.com)

- Επιλεκτική σύντηξη με λέιζερ (Selective Laser Sintering-SLS)

Η επιλεκτική σύντηξη με λέιζερ λειτουργεί με τη διαδικασία σύντηξης με λέιζερ υλικών βασισμένων σε σκόνη, τα οποία περιλαμβάνουν κράματα, πολυμερή, υβριδικά

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

υλικά και κεραμικά. Ένα υψηλής ισχύος λέιζερ εστιάζεται σε μια ακριβή θέση στους άξονες x – y, σε ένα αρκετά συμπιεσμένο στρώμα υλικού σε μορφή σκόνης. Όταν η ενέργεια του λέιζερ αλληλεπιδρά με την επιφάνεια της σκόνης του υλικού, συγκεντρώνει τα σωματίδια μαζί για να σχηματίσουν ένα στερεό αντικείμενο. Καθώς κάθε στρώμα υποβάλλεται σε επεξεργασία, η βάση της σκόνης-πούδρας πέφτει σταδιακά και ένας κύλινδρος απλώνει ένα νέο στρώμα σκόνης πάνω από την επιφάνεια της βάσης πριν από την επόμενη διέλευση του λέιζερ. Ακολούθως, νέα στρώματα σχηματίζονται και συντήκονται με το προηγούμενο στρώμα. (Christaras et.al., 2019).

- Εκτύπωση Inkjet με συνδετικό υλικό (Inkjet binder jetting)

Η μέθοδος 3D inkjet εκτυπώνει ένα επίπεδο κάθε φορά. Ένα υγρό, που συνδέει τα υλικά μεταξύ τους, χρησιμοποιείται στη θέση του μελανιού, για συγκόλληση της σκόνης. Η πλατφόρμα κατασκευής πέφτει ένα επίπεδο κάθε φορά όταν απλώνεται ένα νέο στρώμα σκόνης, στο οποίο η μηχανή εκτυπώνει το επόμενο στρώμα. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται, στρώμα με στρώμα, έως ότου ολοκληρωθεί το μοντέλο. Με αυτή τη μέθοδο είναι ικανή η κατασκευή πολύχρωμων και πολύπλοκων κινούμενων μερών. Χρησιμοποιούνται συστήματα κεφαλής εκτυπωτή inkjet για τον ψεκασμό φωτοπολυμερών υλικών σε ένα δίσκο, σε εξαιρετικά λεπτά στρώματα, πάχους μεταξύ 10-30 μm. Κάθε στρώση φωτοπολυμερούς σκληραίνεται με υπεριώδες φως αφού εκτοξευτεί, παράγοντας πλήρως συμπαγή και στερεά μοντέλα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως, χωρίς μεταποίηση. Ένα υλικό υποστήριξης που βασίζεται σε οξικό πολυβινίλιο (Polyvinyl acetate-PVA), το οποίο είναι σχεδιασμένο για να υποστηρίζει περίπλοκες γεωμετρίες, αφαιρείται με την τοποθέτηση του μοντέλου στο νερό μετά τη διαδικασία εκτύπωσης. (D. J. Thomas and D. Singh, 2020).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ.

2.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Προσαρμοσμένα αντικείμενα:

Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αντικειμένων με προσαρμοσμένο σχεδιασμό και διαστάσεις, προσφέροντας έτσι ευελιξία και προσαρμοστικότητα.

- Εξοικονόμηση χρόνου:

Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να μειώσει σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για την κατασκευή αντικειμένων, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της παραγωγικότητας.

- Ευκολία στην αναπαραγωγή:

Η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει την εύκολη αναπαραγωγή αντικειμένων με το ίδιο σχεδιασμό και διαστάσεις, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους.

2.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Μερικά μειονεκτήματα της εφαρμογής των μεθόδων της τρισδιάστατης σάρωσης και μετέπειτα εκτύπωσης είναι τα εξής:

- Υψηλό κόστος:

Η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση είναι ακόμα αρκετά ακριβή και δεν είναι προσβάσιμη σε όλους. Οι επαγγελματικές συσκευές μπορεί να κοστίζουν χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια ευρώ.

- Περιορισμένα υλικά:

Οι διαθέσιμες τεχνικές εκτύπωσης περιορίζονται σε συγκεκριμένα υλικά, όπως πλαστικό και μέταλλο, και δεν είναι εφικτή η εκτύπωση σε υλικά όπως ξύλο, ύφασμα ή γυαλί.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

- Περιορισμένο μέγεθος εκτύπωσης:

Οι συσκευές εκτύπωσης έχουν περιορισμένο μέγεθος εκτύπωσης και δεν είναι δυνατή η δημιουργία μεγάλων αντικειμένων.

- Χρόνος παραγωγής:

Η διαδικασία σάρωσης και εκτύπωσης είναι χρονοβόρα και η παραγωγή μεγάλων αντικειμένων μπορεί να διαρκέσει αρκετό χρόνο.

- Περιορισμένη ανάλυση:

Η ανάλυση των μηχανημάτων τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να είναι περιορισμένη σε σχέση με την ανάλυση που μπορεί να επιτευχθεί με άλλες μεθόδους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή ακρίβεια στη δημιουργία λεπτών ή πολύπλοκων λεπτομερειών στα αντικείμενα που εκτυπώνονται.

- Περιορισμένος χρόνος παραγωγής:

Η εκτύπωση ενός αντικειμένου με τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να απαιτεί πολύ χρόνο σε σχέση με άλλες μεθόδους παραγωγής. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε βιομηχανικές εφαρμογές όπου ο χρόνος είναι κρίσιμος παράγοντας.

- Κόστος:

Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να είναι ακριβή σε σχέση με άλλες μεθόδους παραγωγής, κυρίως στην αρχική επένδυση σε εξοπλισμό και υλικά. Επίσης, τα υλικά εκτύπωσης μπορεί να είναι πιο ακριβά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε άλλες μεθόδους παραγωγής.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΚΥΚΛΑΔΙΚΟ ΕΙΔΩΛΙΟ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΩΝ ΓΛΥΠΤΩΝ

Τα κυκλαδικά γλυπτά αναφέρονται σε ένα διακριτικό τύπο προϊστορικής τέχνης που παράγεται από τον κυκλαδικό πολιτισμό, ο οποίος άνθισε στην περιοχή της θάλασσας του Αιγαίου από περίπου 3200 π.Χ. έως 2000 π.Χ. Αυτά τα γλυπτά είναι συνήθως μικρά ανθρώπινα στοιχεία από μάρμαρο ή άλλη πέτρα, συχνά με επιμήκης μορφές και απλουστευμένα χαρακτηριστικά. Είναι αξιοσημείωτα για τον κομψό και μινιμαλιστικό σχεδιασμό τους, καθώς και για την μυστηριώδη και αινιγματική ποιότητά τους, με πολλούς μελετητές να συζητούν ακόμα τον αρχικό τους σκοπό και τη σημασία τους. Παρά το σχετικά μικρό μέγεθος, τα κυκλαδικά γλυπτά θεωρούνται από τις σημαντικότερες μορφές τέχνης του αρχαίου κόσμου και έχουν διαρκή αντίκτυπο στην επακόλουθη δυτική τέχνη και πολιτισμό.

3.1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ

Ο κυκλαδικός πολιτισμός ήταν ένας από τους πρώτους και σημαντικότερους πολιτισμούς της εποχής του Αιγαίου. Τα Κυκλαδικά Νησιά, τα οποία περιλαμβάνουν την Νάξο, την Πάρο και τη Σύρο βρίσκονταν στρατηγικά στο σταυροδρόμι των μεγάλων θαλάσσιων εμπορικών οδών και κατοικούνταν από ανθρώπους που ασχολούνταν με τη γεωργία, την αλιεία και άλλες παρόμοιες μορφές οικονομικής δραστηριότητας. Η κυκλαδική τέχνη, συμπεριλαμβανομένων των γλυπτών της, προέκυψε κατά τη διάρκεια μιας σημαντικής κοινωνικής και οικονομικής αλλαγής στην περιοχή. (Renfrew, 2018).

Τα αρχαιολογικά στοιχεία υποδηλώνουν ότι ο Κυκλαδικός λαός ήταν μέρος ενός μεγαλύτερου δικτύου πολιτισμών που διαπραγματεύονταν αγαθά και ιδέες σε όλη τη Μεσόγειο, συμπεριλαμβανομένου του μινωικού πολιτισμού της Κρήτης και του μυκηναϊκού πολιτισμού της ηπειρωτικής Ελλάδας. Η σημασία των κυκλαδικών γλυπτών έγκειται στα καλλιτεχνικά και πολιτιστικά τους επιτεύγματα, καθώς και στην ιστορική τους σημασία ως παράθυρο στις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες της εποχής. Αυτά τα γλυπτά είναι μερικά από τα πρώτα παραδείγματα εικονιστικής τέχνης στον δυτικό

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

κόσμο και ο μινιμαλιστικός σχεδιασμός και η αφηρημένη μορφή τους επηρέασαν αργότερα την ελληνική τέχνη και τη δυτική τέχνη γενικά. (Μαραγγού, 1989).

Τα κυκλαδικά γλυπτά παρέχουν επίσης σημαντικές γνώσεις για τις κοινωνικές και θρησκευτικές πρακτικές του κυκλαδικού λαού, αν και η αρχική τους λειτουργία και η έννοια παραμένουν αντικείμενο επιστημονικής συζήτησης. Ορισμένες θεωρίες υποδηλώνουν ότι μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί με τελετουργικό ή συμβολικό σκοπό.

3.2. Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΑΔΙΚΗΣ ΤΕΧΝΗΣ

3.2.1. Ο ΚΥΚΛΑΔΙΚΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ

Οι Κυκλαδίτες ήταν ναυτικοί και έμποροι που ασχολούνταν με τη γεωργία, την αλιεία και την μεταλλουργία. Ήταν επίσης γνωστοί για τα καλλιτεχνικά τους επιτεύγματα, συμπεριλαμβανομένων των διακριτικών κυκλαδικών γλυπτών τους. Η κυκλαδική τέχνη χαρακτηρίζεται από τον κομψό και μινιμαλιστικό σχεδιασμό της, ο οποίος συχνά διαθέτει αφηρημένες ανθρώπινες μορφές με επιμήκης μορφές και απλουστευμένα χαρακτηριστικά. Αυτά τα γλυπτά ήταν συνήθως σκαλισμένα σε μάρμαρο ή άλλους τύπους πέτρας και κυμαίνονται σε μέγεθος από μερικά εκατοστά έως πάνω από ένα μέτρο ύψους. (Μαραγγού, 1989).

Οι καλλιτεχνικές παραδόσεις του κυκλαδικού πολιτισμού επηρεάστηκαν από τους πολιτισμούς με τους οποίους αλληλεπιδρούσαν, συμπεριλαμβανομένου του μινωικού πολιτισμού της Κρήτης και του μυκηναϊκού πολιτισμού της ηπειρωτικής Ελλάδας. Ωστόσο, η Κυκλαδική τέχνη έχει έναν μοναδικό χαρακτήρα που τον ξεχωρίζει από αυτούς τους άλλους πολιτισμούς. Τα κυκλαδικά γλυπτά παράγονται συχνά χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό τεχνικών πέτρας, με αποτέλεσμα ένα ομαλό και εκλεπτυσμένο φινίρισμα. Τα στοιχεία συχνά εμφανίζονται σε όρθια θέση, με τα χέρια να βρίσκονται πάνω από το στήθος ή στις πλευρές του σώματος. Ορισμένα στοιχεία έχουν εξέχοντα χαρακτηριστικά του προσώπου, ενώ άλλα έχουν πολύ λίγες λεπτομέρειες, υπογραμμίζοντας την αφηρημένη ποιότητα της μορφής. (Γουλανδρής, 1983)

3.2.2. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΗ ΤΕΧΝΗ

Ο κυκλαδικός πολιτισμός βρισκόταν σε ένα σταυροδρόμι με σημαντικές εμπορικές οδούς στο Αιγαίο, γεγονός που επέτρεψε την πολιτιστική ανταλλαγή και την

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

επιρροή με τους γειτονικούς πολιτισμούς. Ως αποτέλεσμα, η κυκλαδική τέχνη επηρεάστηκε από τις καλλιτεχνικές παραδόσεις άλλων πολιτισμών στην περιοχή, ιδιαίτερα από τον μινωικό πολιτισμό της Κρήτης και τον μυκηναϊκό πολιτισμό της ηπειρωτικής Ελλάδας. Η μινωική επιρροή είναι εμφανής στην κυκλαδική χρήση φωτεινών χρωμάτων, περίπλοκων μοτίβων και φυσιοκρατικών μορφών σε μερικά από τα γλυπτά τους. (Hood, 2014).

Οι Μινωίτες ήταν γνωστοί για τις περίτεχνες τοιχογραφίες τους και την περίπλοκη κεραμική, οι οποίες συχνά απεικόνιζαν σκηνές της φύσης και της καθημερινής ζωής. Ορισμένα κυκλαδικά γλυπτά τα οποία απεικονίζουν πλάσματα που μοιάζουν με πτηνά με ανθρώπινα κεφάλια, δείχνουν σαφή μινωική επιρροή στη μορφοποίηση της φύσης τους. Η μυκηναϊκή επιρροή μπορεί να φανεί στην κυκλαδική χρήση κοσμημάτων. Οι Μυκηναίοι ήταν εξειδικευμένοι εργάτες μετάλλων που παρήγαγαν περίπλοκα και περίτεχνα αντικείμενα, όπως η περίφημη "μάσκα του Αγαμέμνονα". Οι Κυκλαδίτες πιθανόν έμαθαν τεχνικές μεταλλικής επεξεργασίας από τους Μυκηναίους και τις ενσωμάτωσαν στις δικές τους καλλιτεχνικές παραδόσεις, παράγοντας ευαίσθητα χρυσά και ασημένια κοσμήματα και άλλα διακοσμητικά αντικείμενα. Παρά τις επιρροές αυτές, η Κυκλαδική τέχνη διατήρησε έναν ξεχωριστό χαρακτήρα που το ξεχωρίζει από άλλους πολιτισμούς στην περιοχή. (Hood, 2014).

Τα κυκλαδικά γλυπτά, ειδικότερα, είναι αξιοσημείωτα για την αφηρημένη και μινιμαλιστική σχεδίασή τους, γεγονός που υπογράμμισε την ομορφιά της μορφής πάνω από τη φυσιοκρατική εκπροσώπηση. Αυτή η έμφαση στη μορφή και την αφαίρεση έχει επηρεάσει τη δυτική τέχνη εδώ και αιώνες, ιδιαίτερα κατά τον 20ό αιώνα, όταν καλλιτέχνες όπως ο Πικάσο και ο Brancusi εμπνεύστηκαν από αυτήν. Συνολικά, η επιρροή των γειτονικών πολιτισμών στην κυκλαδική τέχνη καταδεικνύει τη σημασία της πολιτιστικής ανταλλαγής και την εξέλιξη των καλλιτεχνικών παραδόσεων με την πάροδο του χρόνου. Ενώ οι Κυκλαδίτες επηρεάστηκαν από τις καλλιτεχνικές παραδόσεις άλλων πολιτισμών, δημιούργησαν επίσης μια μοναδική και διαρκή καλλιτεχνική κληρονομιά που συνεχίζει να αιχμαλωτίζει και να εμπνέει σήμερα τους ανθρώπους. (Πατιτάκη, 2013).

3.2.3. Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΙΚΩΝ ΓΛΥΠΤΩΝ ΩΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΕΧΝΗΣ

Η εμφάνιση των κυκλαδικών γλυπτών ως διαφορετικής μορφής τέχνης συνδέεται στενά με τις πολιτιστικές και κοινωνικές αλλαγές που έλαβαν χώρα στις Κυκλάδες κατά

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

την πρώιμη εποχή του Χαλκού. Αυτή η περίοδος είδε την άνοδο των σύνθετων κοινωνιών με εξελιγμένα οικονομικά, πολιτικά και θρησκευτικά συστήματα. (Renfew, 1969). Οι Κυκλαδίτες ήταν βαθιά θρησκευόμενοι και πίστευαν στη δύναμη των πνευματικών οντοτήτων που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν με τη χρήση προσφορών και τελετουργιών. Τα κυκλαδικά γλυπτά χρησιμοποιήθηκαν πιθανότατα σε θρησκευτικά πλαίσια, όπως οι ταφικές πρακτικές, όπου μπορεί να έχουν χρησιμεύσει ως προσφορές στους θεούς. Αυτά τα γλυπτά χρησιμοποιήθηκαν επίσης σε άλλα κοινωνικά πλαίσια, όπως γιορτές και φεστιβάλ, όπου είχαν εμφανιστεί και να θαυμάζονταν για την ομορφιά και τον συμβολισμό τους. Το ξεχωριστό στυλ των κυκλαδικών γλυπτών χαρακτηρίζεται από αφηρημένες, επιμήκεις μορφές με απλουστευμένα χαρακτηριστικά. Τα στοιχεία συχνά φαίνονται σε όρθια θέση με βραχίονα που διασχίζουν το στήθος ή στις πλευρές του σώματος.

Ορισμένα στοιχεία έχουν εξέχοντα χαρακτηριστικά του προσώπου, ενώ άλλα έχουν πολύ λίγες λεπτομέρειες, υπογραμμίζοντας την αφηρημένη ποιότητα της μορφής. Ένα από τα πιο διάσημα παραδείγματα της κυκλαδικής γλυπτικής είναι το ειδώλιο γνωστό ως "Θησαυρός της Κέρου", μια ομάδα είκοσι τεσσάρων μαρμάρινων φιγούρων που βρέθηκαν στο νησί Κέρος στη δεκαετία του 1960. Οι αριθμοί στο θησαυρό του Κέρου αποδεικνύουν το ξεχωριστό στυλ και τις αισθητικές ιδιότητες της κυκλαδικής τέχνης, με τις κομψές και μινιμαλιστικές μορφές τους. Συνολικά, η εμφάνιση των κυκλαδικών γλυπτών ως διακριτική μορφής τέχνης αντικατοπτρίζει τις πολιτιστικές και κοινωνικές αλλαγές που έλαβαν χώρα στις Κυκλάδες κατά την πρώιμη εποχή του Χαλκού. Αυτά τα γλυπτά είναι αξιοσημείωτα για την αφηρημένη ομορφιά και τη μυστηριώδη ποιότητα τους, που συνεχίζουν να γοητεύουν και να εμπνέουν τους ανθρώπους ακόμη και σήμερα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 10. Ο αρπιστής της Κέρου

Πηγή: https://www.mixanitouxronou.gr/o-thisavros-tis-kerou-ke-i-megali-leilasia-tou-ierou-nisiou-ton-kikladon-sta-koufonisia-apo-tous-archeokapilous-pos-entopistikan-ta-perifima-marmarina-idolia-se-mousia-ke-eponimes-idiotikes-silloges/

3.3. ΚΥΚΛΑΔΙΚΟ ΕΙΔΩΛΙΟ ΕΓΚΥΟΥ ΓΥΝΑΙΚΑΣ

Ένα από τα πιο εικονικά παραδείγματα του κυκλαδικού γλυπτού είναι το ειδώλιο μιας εγκύου γυναίκας. Αυτό το γλυπτό, γνωστό και ως ειδώλιο "τηγάνι" ή "κιθάρα" λόγω του διακριτικού του σχήματος, ανακαλύφθηκε στο νησί Αμοργός και χρονολογείται από την πρώιμη περίοδο κυκλαδικής τέχνης (2800-2300 π.Χ.). Το γλυπτό είναι αξιοσημείωτο για την επιμήκη και στυλιζαρισμένη μορφή του, με το σώμα της γυναίκας να αντιπροσωπεύεται ως επίπεδο αεροπλάνο με εγχάρακτες γραμμές που υποδηλώνουν τα περιγράμματα του κορμού, των χεριών και των ποδιών. Το κεφάλι αντιπροσωπεύεται από ένα ανυψωμένο τρίγωνο και τα στήθη και η κοιλιά υποδεικνύονται από μικρές προεξοχές. Η φιγούρα συχνά απεικονίζεται κρατώντας τα χέρια της σταυρωμένα πάνω από το στήθος της, η οποία οδήγησε μερικούς μελετητές να την ερμηνεύσουν ως

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

σύμβολο της γονιμότητας ή της μητρότητας. Το νόημα και η λειτουργία της Γυναίκας είναι θέμα συζήτησης μεταξύ των μελετητών. Μερικοί υποστηρίζουν ότι το ειδώλιο μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί σε θρησκευτικά ή ταφικά πλαίσια ως σύμβολο αναγέννησης. Άλλοι έχουν ερμηνεύσει την εικόνα ως αναπαράσταση μιας συγκεκριμένης θεάς ή γυναικείας θεότητας, βασισμένη σε ομοιότητες με άλλες αρχαίες μορφές της Εγγύς Ανατολής και της Μεσογείου. Ανεξάρτητα από την αρχική του λειτουργία ή τον συμβολισμό, το γλυπτό έγκυος γυναίκα αναγνωρίζεται ευρέως ως αριστούργημα της κυκλαδικής τέχνης και απόδειξη της ικανότητας και της δημιουργικότητας των αρχαίων Κυκλαδιτών. Η κομψή και υποτιμημένη μορφή του συνεχίζει να εμπνέει σήμερα καλλιτέχνες και σχεδιαστές και η αινιγματική έκκλησή του συνεχίζει να αιχμαλωτίζει τους μελετητές και τους λάτρεις της αρχαίας τέχνης και του πολιτισμού. (Δημακοπούλου, 1995; Πατιτάκη, 2013).

Εικόνα 11. Μαρμάρινο ειδώλιο εγκύου γυναίκας

Πηγή: https://cycladic.gr/

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

3.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕ ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η ανάγκη αναπαραγωγής αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς με μια βιώσιμη προσέγγιση είναι αναγκαία για διάφορους λόγους. Πρώτον, η πολιτιστική κληρονομιά είναι κάτι που πρέπει να διατηρηθεί και να προστατευθεί για τις μελλοντικές γενιές. Δεύτερον, η αναπαραγωγή αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς με μια βιώσιμη προσέγγιση μπορεί να μειώσει την κατανάλωση πόρων και ενέργειας, καθώς και τη σπατάλη υλικών. (Paraskevas et al, 2008).

Η χρήση του 3D printer για customised αναπαραγωγές σε μικρές ποσότητες μπορεί να μειώσει τη σπατάλη υλικών και την κατανάλωση ενέργειας και πόρων, καθώς μπορούν να παραχθούν μόνο τα αντίγραφα που χρειάζονται, αντί να παράγονται μαζικά σε μεγάλες ποσότητες. Αυτό είναι πιο βιώσιμο και περιορίζει την περιττή σπατάλη πόρων και ενέργειας. Επίσης, μια βιώσιμη προσέγγιση αναπαραγωγής αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς βοηθάει στη διατήρηση της αρχικής ομορφιάς και της αυθεντικότητας του αντικειμένου, αντί να προκαλέσει βλάβη στην παλαιότητα του. Επίσης, η χρήση του 3D printer και των customised αναπαραγωγών επιτρέπει την παραγωγή αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς με ακρίβεια και λεπτομέρεια που δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής. (Paraskevas et al, 2008).

Μια βιώσιμη προσέγγιση αναπαραγωγής αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς μπορεί να συμβάλλει στη διατήρηση των τεχνικών και των γνώσεων που χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία των αρχικών αντικειμένων. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αναβίωση παραδόσεων και τεχνικών που έχουν ήδη χαθεί ή σχεδόν χαθεί, και να προάγει την εκμάθηση και τη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς σε νεότερες γενιές. (Kotler et al, 2010). Επιπλέον, η αναπαραγωγή αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς με μια βιώσιμη προσέγγιση μπορεί να δώσει τη δυνατότητα σε κοινότητες να αναπτύξουν βιώσιμες πηγές εισοδήματος και να προωθήσουν την τουριστική ανάπτυξη, προωθώντας την πολιτιστική τους κληρονομιά.

3.5. ΑΛΥΣΙΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Μια τυπική μέθοδος παραγωγής αναμνηστικών προς πώληση περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

1) Σχεδιασμός του αντικειμένου,
2) Κατασκευή του προϊόντος,
3) Συσκευασία και τοποθέτηση σε ράφια,
4) Προώθηση του προϊόντος μέσω διαφημίσεων και προωθητικών εκστρατειών,
5) Πώληση του προϊόντος σε καταστήματα.

Αυτή η μέθοδος έχει αρκετά αρνητικά, όπως η χρήση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας και πόρων για την κατασκευή του προϊόντος, η έλλειψη ευελιξίας για την προσαρμογή σε νέες ανάγκες της αγοράς και η δυσκολία αλλαγής της παραγωγής σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Αντίθετα, μια φιλικότερη προσέγγιση είναι η παραγωγή μικρών ποσοτήτων προϊόντων βασισμένη στη ζήτηση της αγοράς. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την απευθείας παραγωγή και πώληση μικρών ποσοτήτων προϊόντων βασισμένων σε τάσεις και ανάγκες της αγοράς. Αυτό επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή σε νέες τάσεις και ανάγκες. Αντιθέτως, στην ευέλικτη μέθοδο παραγωγής που θέλουμε να υιοθετήσουμε, η παραγωγή γίνεται σε μικρές ποσότητες, ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει υπερπαραγωγή και δεν καταναλώνονται πόροι και ενέργεια. (Kotlet et.al, 2010). Επιπλέον, η διαδικασία παραγωγής μπορεί εύκολα να αλλάξει, όταν υπάρχουν νέες ανάγκες στην αγορά, καθιστώντας την επιχείρηση πιο ευέλικτη. Αυτό επίσης σημαίνει ότι η παραγωγή μπορεί να προσαρμόζεται πιο εύκολα στις αλλαγές των καταναλωτικών τάσεων και των αναγκών της αγοράς.

Συνολικά, η ευέλικτη μέθοδος παραγωγής είναι φιλική προς το περιβάλλον, πιο αποδοτική και επιτρέπει στις εταιρείες να προσαρμόζονται πιο εύκολα στις αλλαγές της αγοράς. Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι η προώθηση της βιώσιμης παραγωγής και κατανάλωσης αναμνηστικών. Αυτό σημαίνει την προσπάθεια να χρησιμοποιούμε υλικά που δεν θα έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία, και να προωθούμε πρακτικές που είναι βιώσιμες μακροπρόθεσμα. (Payne at al, 2006).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

4.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης έχει πολλές εφαρμογές στον πολιτιστικό τομέα, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατήρηση και την αναπαραγωγή τεχνουργημάτων, αρχαιολογικών ανακαλύψεων και άλλων κληρονομιών (Kenderdine et.al., 2016) Ορισμένες εφαρμογές μπορούν να βρουν ποικίλες εφαρμογές και χρήσεις στον πολιτιστικό τομέα, παρέχοντας πολλαπλά οφέλη σε αυτόν όπως:

- Ψηφιακή καταγραφή και τεκμηρίωση αρχαίων αντικειμένων για τη διευκόλυνση της ακαδημαϊκής και αρχαιολογικής μελέτης. Το ψηφιακό μοντέλο μπορεί επίσης να εισαχθεί σε οποιαδήποτε ηλεκτρονική καρτέλα ή βάση δεδομένων (database).
- Δημιουργία ψηφιακής βιβλιοθήκης τρισδιάστατων έργων τέχνης, προσβάσιμης στο ευρύ κοινό μέσω του διαδικτύου. Οι χρήστες θα μπορούν έχοντας κατάλληλη πρόσβαση και δικαιώματα σε μια τέτοια βιβλιοθήκη, υπό τις κατάλληλες προϋποθέσεις να μεταφορτώσουν (download) κάποια επιλεγμένα αρχεία τρισδιάστατων αντιγράφων αρχαίων αντικειμένων, προκειμένου να τα εκτυπώσουν στον προσωπικό τους 3D εκτυπωτή.
- Στον τομέα της συντήρησης μπορεί να πραγματοποιηθεί ψηφιακή, αναπαράσταση αντικειμένων και πραγματική αποκατάσταση αρχαίου αντικειμένου, αρχικά με μοντελοποίηση ψηφιακού συμπληρώματος και ακολούθως με τη δημιουργία του φυσικού του αντιγράφου, προς συμπλήρωση του απολεσθέντος τμήματος με τρισδιάστατη εκτύπωση.
- Μπορεί να υποστηριχθεί η σύγχρονη κατασκευή βάσεων στήριξης, η κατασκευή καλουπιών και η δημιουργία εξατομικευμένων θηκών για συσκευασία, αποθήκευση και μεταφορά.
- Καθίσταται δυνατή για τα μουσεία η ξενάγηση ατόμων με προβλήματα όρασης και η καλύτερη κατανόηση των εκθεμάτων από αυτά μέσω της αφής τρισδιάστατων φυσικών αντιγράφων των εκτιθέμενων ευαίσθητων πρωτότυπων αρχαίων αντικειμένων.
- Παραχθέντα τρισδιάστατα, φυσικά αντίγραφα αρχαίων έργων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στον τομέα των Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων για παιδιά

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

με άμεση επαφή τους με τα αντικείμενα, δημιουργία τρισδιάστατων πάζλ και διενέργεια αναπαραστάσεων σεναρίων ανασκαφής.

- Υποστηρίζεται η σύγχρονη και ακριβής παραγωγή αντιγράφων για πώληση μέσω των πωλητηρίων των Μουσείων.
- Με τη χρήση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης, μπορεί να δημιουργηθούν ακριβή αντίγραφα αρχαίων τεχνουργημάτων, όπως γλυπτά, κεραμικά και αντικείμενα μουσείων.
- Η τεχνολογία της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων των αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς, προκειμένου να διατηρηθούν σε περίπτωση που τα αρχικά αντικείμενα καταστραφούν ή χαθούν.
- Η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επαναφορά καταστραμμένων αρχιτεκτονικών έργων, είτε πρόκειται για μεμονωμένα κτίρια είτε για ολόκληρες αρχαιολογικές περιοχές. Η τρισδιάστατη σάρωση μπορεί να αποτυπώσει την αρχιτεκτονική του κτιρίου ή την περιοχή, ενώ η εκτύπωση μπορεί να δημιουργήσει ένα ακριβές μοντέλο της αρχιτεκτονικής δομής ή της περιοχής.

Αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποτυπώσει τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου, συμπεριλαμβανομένης της αρχιτεκτονικής στυλιστικής, της κατασκευής και των διαστάσεων. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αποκατάσταση και στην ανακατασκευή αρχιτεκτονικών έργων, ακόμη και αν δεν υπάρχει πλήρης τεκμηρίωση για το πρωτότυπο κτίριο ή την περιοχή.

Επιπλέον, η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαραγωγή αρχιτεκτονικών έργων και μνημείων. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν αρχιτεκτονικά έργα έχουν υποστεί ζημιά ή καταστροφή λόγω φυσικών καταστροφών, πολέμων ή παρεμβάσεων του ανθρώπου. Η τρισδιάστατη σάρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ακριβών ψηφιακών μοντέλων του αρχιτεκτονικού έργου. Αυτά τα ψηφιακά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν νέα κομμάτια ή στοιχεία για το έργο, όπως για παράδειγμα η αναπαραγωγή αποκατεστημένων κομματιών ενός αρχαίου μνημείου.

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αναπαραστάσεων του αρχιτεκτονικού έργου σε πραγματική κλίμακα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μοντέλων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικό χαρακτήρα.

Η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού και μοντέλων που μπορούν να βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση και επεξήγηση συγκεκριμένων θεμάτων. Για παράδειγμα, στην ιατρική, μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα οργάνων ή ασθενειών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς ή για την εξάσκηση χειρουργικών επεμβάσεων. Επίσης, μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα κατασκευαστικών έργων για την εκπαίδευση στον τομέα της αρχιτεκτονικής και της μηχανικής, καθώς και μοντέλα για την εκπαίδευση στον τομέα της γεωλογίας και της ανακατασκευής αποκατεστημένων περιοχών μετά από φυσικές καταστροφές (Παπανικολάου 2018).

Ανταποκρινόμενοι στην διεθνή τάση αξιοποίησης των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών και δυνατοτήτων στον πολιτιστικό τομέα, με έμφαση στο ελληνικό περιβάλλον και την πλούσια αρχαιολογική και πολιτιστική του κληρονομιά, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο με τον συντηρητή κ. Π. Λάζαρη και η Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, δια του Εργαστηρίου Ταχείας Κατασκευής Πρωτοτύπων & Εργαλείων, υπό τη διεύθυνση του καθηγητή κ. Χ. Προβατίδη και με τη στελέχωση των κ.κ. Γ. Καϊσαρλή και Σ. Πολύδωρα, αμφότερων Διδακτόρων Μηχανολόγων Μηχανικών, προχώρησαν στη σύσταση μιας άτυπης ερευνητικής ομάδας εργασίας. Στόχος της ομάδας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής των παραπάνω μεθόδων και τεχνικών στον χώρο του πολιτισμού στην Ελλάδα και η συστηματική μελέτη και αξιολόγηση όλων των βημάτων και φάσεων της διαδικασίας της ψηφιακής τεκμηρίωσης πολιτιστικών αντικειμένων. Στο πλαίσιο αυτής της συνεργασίας το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο το οποίο διαθέτει πληθώρα αρχαιολογικού υλικού, μαζί με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το οποίο διαθέτει την τεχνογνωσία, το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό και σχετικό συναφή εξοπλισμό, προχώρησαν από κοινού στην πρακτική εφαρμογή της τρισδιάστατης σάρωσης αρχαίων αντικειμένων, μοντελοποίησης και τρισδιάστατης εκτύπωσης αντιγράφων.

4.2 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D printing) και τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D scanning) έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στην αναπαραγωγή και

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ανακατασκευή κλασικών αντικειμένων και έργων τέχνης. Πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί σχετικά με την εφαρμογή της τρισδιάστατης εκτύπωσης στα αρχαιολογικά ευρήματα, με σκοπό τη δημιουργία αντιγράφων αυτών χωρίς να χρειάζεται να καταστραφούν τα πρωτότυπα.

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές χρησιμοποιούνται κατά κόρον στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς και της αρχαιολογίας με σκοπό τη συντήρηση, την αποκατάσταση και τη διάδοση των πολιτιστικών αντικειμένων. Ορισμένα ευρωπαϊκά και αμερικανικά μουσεία κατέχουν τρισδιάστατους εκτυπωτές για να αναδημιουργούν αναμνηστικά (Khoo et al., 2015).

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης κατακτά σταδιακά τα σχολικά πλαίσια και τις σχολικές τάξεις προσφέροντας μια άνευ προηγουμένου «επανάσταση» στην εκπαίδευση (Degnan, 2018).

Μια πρόσφατη έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα πως ο συνδυασμός των τεχνολογιών τρισδιάστατης εκτύπωσης και τρισδιάστατης σάρωσης έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο διατηρούμε, μελετάμε και αναδεικνύουμε την πολιτιστική μας κληρονομιά. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν τη δυνατότητα να εμπνεύσουν και να εκπαιδεύσουν τις μελλοντικές γενιές, βοηθώντας να διασφαλιστεί ότι η πολιτιστική μας κληρονομιά δεν θα χαθεί ποτέ (Kantaros et al., 2023).

Παράλληλα μια ακόμη έρευνα μελετά τη σημασία της τρισδιάστατης σάρωσης/εκτύπωσης για τη διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς και υποστηρίζει πως έχει αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο «δημιουργούμε αντίγραφα ασφαλείας» αντικειμένων. Η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα πως η τρισδιάστατη σάρωση/εκτύπωση είναι ένα σημαντικό σημάδι πολιτισμού και επιπλέον συμβάλλει στη διατήρηση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς (Sargentis et. al., 2022).

Τέλος μια μελέτη ακόμη επικεντρώνεται στη χρήση ψηφιακών εργαλείων, όπως η τρισδιάστατη σάρωση και καταλήγει πως τα εργαλεία αυτά μας επιτρέπουν να τεκμηριώσουμε πολυάριθμα καλλιτεχνικά και πολιτιστικά έργα, να τα διατηρήσουμε ψηφιακά για τις μελλοντικές γενιές, να δημιουργήσουμε αντίγραφα ή ακόμα και να αποκαταστήσουμε στοιχεία που έχουν καταστραφεί (Moreno et. al., 2019).

Η έρευνα δείχνει ότι η χρήση της τεχνολογίας 3D scanning και της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, συνεπώς και των κυκλαδικών ειδωλίων, καθώς επίσης και στην ανάδειξη νέων πτυχών της τέχνης και της πολιτιστικής ιστορίας των κυκλαδικών νησιών.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

ΣΑΡΩΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΛΗΨΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ.

5. 1 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

5.1.1 ΣΚΑΝΕΡ

Το σκανάρισμα του ειδωλίου έγινε με το EinScan-SE 3D Scanner (Shining 3D ® Tech Co., Hangzhou, China), το οποίο διατίθεται με δικό του λογισμικό (EinScan-SE software). Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός πραγματοποιεί τη σάρωση επιφανειών με χρήση δομημένου φωτός (structured-light 3D Scanner), ενώ αποτελείται από μία περιστρεφόμενη πλατφόρμα που διευκολύνει τη σάρωση αντικειμένων μεσαίου και μικρού μεγέθους.

Ένα 3D Scanner δομημένου φωτός είναι μια 3D συσκευή σάρωσης για την αναπαράσταση τρισδιάστατων αντικειμένων, χρησιμοποιώντας μοτίβα προβαλλόμενου φωτός και ένα σύστημα φωτογραφικής μηχανής. Η αρχή λειτουργίας του συγκεκριμένου τύπου 3D Scanner βασίζεται στην προβολή ενός μοτίβου από πολλές παράλληλες λωρίδες φωτός στην επιφάνεια ενός τρισδιάστατου αντικειμένου, το οποίο εμφανίζεται παραμορφωμένο από άλλες οπτικές γωνίες διαφορετικές από εκείνη του προβολέα. Η μετατόπιση των λωρίδων επιτρέπει την ακριβή ανάκτηση των 3D συντεταγμένων οποιωνδήποτε λεπτομερειών πάνω στην επιφάνεια του εκάστοτε αντικειμένου.

Εικόνα 12. Einscan Pro HD

Πηγή: einscan.com

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Χαρακτηριστικά Einscan Pro HD

Ακρίβεια Έως 0,04 χλστ
Συνδεσιμότητα USB
Εμφάνιση χωρίς ευθυγράμμιση: δείκτης, υφή, χαρακτηριστικό, υβριδικό, κωδικοποιημένοι στόχοι πικάπ
Κατασκευαστής Shining 3D
Χώρα κατασκευαστή Κίνα
Εξωτερικές διαστάσεις χιλιοστά (xyz) 370 x 365 x 135 mm
Λογισμικό ExScan Pro, Solid Edge SHINING 3D Edition
Τεχνολογία Δομημένο φως
Απαιτήσεις υπολογιστή (Συνιστάται) Κάρτα γραφικών: NVIDIA GTX1080 και νεότερη έκδοση. Μνήμη βίντεο: >4G, επεξεργαστής: I7-8700, μνήμη: 64G; διεπαφή: USB 3.0 υψηλής ταχύτητας
Απαιτήσεις υπολογιστή (Απαιτείται) Κάρτα γραφικών: Κάρτα Quadro P1000 και άνω ή NVIDIA GTX660 και άνω. επεξεργαστής: Intel (R) xeon E3-1230, Intel (R) I5-3470, Intel (R) I7-3770; διεπαφή: USB 3.0 υψηλής ταχύτητας. Μνήμη: 8G
Μέγιστη. Ανάλυση Έως 0,2 mm
Μορφές εξόδου OBJ, STL, ASC, PLY, P3, 3MF
Περιστρεφόμενο τραπέζι Ναι, με πρόσθετο Industrial Pack
Ταχύτητα σάρωσης Έως 3.000.000 σημεία/δευτερόλεπτα 10 FPS (Λειτουργία σάρωσης HD χειρός). Έως 1.500.000 σημεία/δευτερόλεπτα 30 FPS (λειτουργία ταχείας σάρωσης χειρός)
Απόσταση εργασίας 510 mm
Μέγιστος όγκος σάρωσης 310 x 240 mm
Υφή / Χρώματα Ναι, με πρόσθετο Color Pack
Ελάχ. όγκος σάρωσης 209 x 160 mm
Βάρος 1,3 kg

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά Einscan Pro HD

Πηγή πίνακα: https://top3dshop-com.translate.goog/blog/shining-einscan-pro-hd-3d-scanner-review?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=el&_x_tr_hl=el&_x_tr_pto=sc

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5.1.2 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ 3D PRINTER – CREALITY

Πρόκειται για ένα μηχάνημα το οποίο φέρει τετραγωνισμένο σκελετό, από προφίλ αλουμινίου και ακολουθεί το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων για την κίνηση των τριών αξόνων.

Για να δημιουργήσουμε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο πρέπει να έχουμε και αντίστοιχα τρεις άξονες, στους οποίος πάνω θα πραγματοποιεί κίνηση το ακροφύσιο του εκτυπωτή και έτσι θα υπάρχει η ορθή εναπόθεση υλικού η οποία θα οδηγήσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο κάθε άξονας του συστήματος είναι τοποθετημένος σε έναν ή περισσότερους φορείς, οι οποίοι έχουν σαν τελικό σκοπό την τοποθέτηση του θερμαινόμενου ακροφυσίου στην κατάλληλη θέση, εντός του χώρου εργασίας, ώστε να εκχυθεί κατάλληλη ποσότητα υλικού στις σωστές συντεταγμένες. Καθένας από αυτούς, διαθέτει έναν ή περισσότερους κινητήρες με τους οποίους πραγματοποιείται η διαδικασία της κίνησης από κάποιο σύστημα μετάδοσης το οποίο μετατρέπει την περιστροφική, του κινητήρα, σε γραμμική. Ένας επιπλέον, κινητήρας χρησιμοποιείται, για την προώθηση του νήματος προς το θερμαινόμενο ακροφύσιο. Αναλόγως τον τύπο του μηχανήματος χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχοι μέθοδοι στερέωσης και μεταφοράς του φορτίου του άξονα. Εκεί χρησιμοποιούνται γραμμικά ή ακτινικά ρουλεμάν για την ελεγχόμενη ολίσθηση πάνω τους με σκοπό να μειωθεί το φορτίο των κινητήρων όσο το περισσότερο δυνατόν.

Εικόνα 13.

3D Printer – Creality

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Χαρακτηριστικά 3D Printer – Creality

Εγγύηση:	12 Μήνες Εγγύηση Κατασκευαστή
Κατασκευαστής :	Creality 3D
Part Number:	25126
Καθαρό Βάρος:	9.6kg
Χώρα Προέλευσης:	Κίνα
Συμβατότητα Extruder:	CR10 (MK8 Hotend)
Κατηγορία 3D Εκτυπωτή:	Προσιτός
Τεχνολογία Εκτύπωσης :	FFF (Fused Filament Fabrication)
Διάμετρο Αναλώσιμου :	1.75mm
Ανάλυση Εκτύπωσης:	100μm
Μέγιστη Ταχύτητα Εκτύπωσης :	180mm/sec
Ακρίβεια:	±0.1mm
Αριθμός Extruder:	1
Αριθμός Nozzle:	1
Μέγιστη Θερμ. Nozzle:	255°C
Θερμαινόμενη Επιφάνεια (Heated Bed):	Ναι
Μέγιστη Θερμ. Bed:	110°C
Τύπος Επιφάνειας Bed :	Γυάλινο
Βαθμονόμηση Bed (Leveling):	Χειροκίνητο
Μέγεθος Εκτύπωσης X:	220mm
Μέγεθος Εκτύπωσης Y:	220mm
Μέγεθος Εκτύπωσης Z:	250mm
Τροφοδοτικό:	MeanWell
Συμβατά Αναλώσιμα :	ABS (μικρά αντικείμενα) FLEX PET PLA
Τύποι Αρχείων:	G-Code OBJ STL
Συνδεσιμότητα :	Offline (Κάρτα SD/USB Stick)
Online (USB)	Σύνδεση σε WiFi: Όχι

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά 3D Printer - Creality

Πηγή:https://grobotronics.com/3d-printer-creality-3d-ender-3-v2-220x220x250mm.html?gclid=Cj0KCQjw4omaBhDqARIsADXULuUQpw1PsCKFFDS4taiPn8jeD7Zty6XS6Vq7Y7Rd5G_n-MFWyc0Spp4aAna1EALw_wcB

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5.2. ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.

Πρόκειται για ξύλινο αντίγραφο κυκλαδικού ειδωλίου εγκύου γυναίκας κατασκευασμένο από τη συγγραφέα κατά τη διάρκεια διετούς φοίτησης στη Σχολή Ξυλογλυπτικής Τέχνης (Καλαμπάκα) το έτος 2015. Το ειδώλιο αποτελεί αντίγραφο αντίστοιχου πρωτοτύπου εγκύου γυναίκας. Ακολουθούν φωτογραφίες από την πορεία της κατασκευής του ειδωλίου.

Εικόνα 14: Αρχικό στάδιο κατεργασίας ξύλινου ειδωλίου εγκύου γυναίκας.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 15: Αρχικό στάδιο κατεργασίας ξύλινου ειδωλίου εγκύου γυναίκας.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Εικόνα 16: Αντικείμενο σε εξέλιξη.
Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Εικόνα 17: Αντικείμενο σε εξέλιξη.
Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 18: Τελικό αντικείμενο - πίσω όψη

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Εικόνα 12: Τελικό αντικείμενο – πρόοψη

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΑΡΩΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ.

Εικόνα 20: Σάρωση του αντικειμένου.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Εικόνα 13: Σάρωση του αντικειμένου.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Εικόνα 22: Τρισδιάστατη απεικόνιση από το ψηφιακό αρχείο του σκαναρίσματος.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Εικόνα 23: Λεπτομέρειες τρισδιάστατου αντικειμένου από το ψηφιακό αρχείο.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Μερικά από τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν κατά τη διαδικασία επίγειας σάρωσης ενός κυκλαδικού ειδωλίου μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Επικίνδυνη για το αντικείμενο διαδικασία: Η διαδικασία της επίγειας σάρωσης είναι επίμαχη και μπορεί να προκαλέσει ζημιά στο αντικείμενο. Οι σαρωτές υψηλής ανάλυσης χρησιμοποιούν ένα λέιζερ για να σαρώσουν το αντικείμενο, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην επιφάνεια του.
- Ακρίβεια των αποτελεσμάτων: Οι σαρωτές μπορεί να μην αναγνωρίζουν σωστά την τρισδιάστατη μορφή του αντικειμένου, ενώ επίσης μπορεί να χάσουν σημαντικές λεπτομέρειες λόγω της ανάλυσης.
- Επιβλαβείς επιδράσεις στο αντικείμενο: Κατά τη διάρκεια της επίγειας σάρωσης μπορεί να προκληθούν επιβλαβείς επιδράσεις στο αντικείμενο, όπως θερμότητα, κραδασμοί και στατικός ηλεκτρισμός. Αυτό μπορεί να προκαλέσει ζημιά στο αντικείμενο ή να αλλοιώσει τα αποτελέσματα.

Κάποια πλεονεκτήματα της επίγειας σάρωσης αντικειμένων είναι:

- Ακρίβεια: Μπορεί να παρέχει ακριβή μετρήσεις και αναλύσεις του αντικειμένου.
- Ευελιξία: Μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα μεγέθη και σχήματα αντικειμένων.
- Ταχύτητα: Η επίγεια σάρωση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων: Οι πληροφορίες που προκύπτουν από τη σάρωση μπορούν να αποθηκευτούν για μελλοντική αναφορά και ανάλυση.
- Εξοικονόμηση πόρων: Δεν απαιτείται η μεταφορά του αντικειμένου σε εργαστήριο για μετρήσεις και αναλύσεις, εξοικονομώντας πόρους και χρόνο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5.4. ΒΗΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ

Το 3D printing (τρισδιάστατη εκτύπωση) είναι μια εξαιρετική τεχνολογία που μπορεί να παράγει υψηλής ποιότητας αντικείμενα, αλλά απαιτεί προσοχή και προετοιμασία για να διασφαλιστεί ότι η διαδικασία θα είναι επιτυχής. Η βέλτιστη τρισδιάστατη εκτύπωση αντικειμένων μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις και τον τύπο του αντικειμένου που πρόκειται να εκτυπωθεί. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα βασικά βήματα που εφαρμόζονται συνήθως κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Βασικό βήμα αποτελεί η πιστή ακολουθία των οδηγιών και των συστάσεων του κατασκευαστή του εκτυπωτή και του υλικού για τα βέλτιστα αποτελέσματα.

1. Το αρχείο που πρόκειται να εκτυπωθεί πρέπει να είναι όπως ορίζουν οι προδιαγραφές του εκτυπωτή.
2. Επιλογή υλικού κατάλληλου για την εκτύπωση. Κάθε υλικό έχει διαφορετικές ιδιότητες και απαιτεί διαφορετικές ρυθμίσεις στον εκτυπωτή.
3. Προετοιμασία του εκτυπωτή: Πριν ξεκινήσει η εκτύπωση απαιτείται η ρύθμιση των παραμέτρων εκτύπωσης όπως η θερμοκρασία και η ταχύτητα, καθώς και η επιλογή της απαιτούμενης ανάλυσης και πυκνότητας εκτύπωσης.
4. Εκτύπωση του αντικειμένου. Ο εκτυπωτής θα ακολουθήσει τις οδηγίες και θα επιτελέσει τις απαραίτητες κινήσεις για να εκτυπωθεί το αντικείμενο στις τρεις διαστάσεις.
5. Μετεπεξεργασία και τελική επεξεργασία: Μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης, μπορεί να απαιτηθεί μετεπεξεργασία και τελική επεξεργασία του εκτυπωμένου αντικειμένου. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αφαίρεση υπολειμμάτων υλικού, την τελική λείανση επιφάνειας.
6. Έλεγχος ποιότητας: Μετά την μετεπεξεργασία, είναι σημαντικό να ελεγχθεί η ποιότητα του εκτυπωμένου αντικειμένου. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο για πιθανά ελαττώματα, ατέλειες ή ανεπιθύμητες αλλοιώσεις. Μπορεί να χρειαστεί να αναπροσαρμοστούν οι ρυθμίσεις του εκτυπωτή για την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων.
7. Τελική χρήση ή μοντάζ: Αφού ελεγχθεί η ποιότητα, το εκτυπωμένο αντικείμενο είναι έτοιμο για την τελική χρήση ή για το μοντάζ σε οποιοδήποτε άλλο σύνθετο σύστημα ή μηχανισμό. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη συναρμολόγηση με άλλα εκτυπωμένα ή μη εξαρτήματα, την ενσωμάτωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων ή

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

οποιαδήποτε άλλη επιπλέον επεξεργασία ανάλογα με τον σκοπό του αντικειμένου.

5.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ.

Για την εκτύπωση των δοκιμίων με τη χρήση της τεχνολογίας FDM είναι απαραίτητο να οριστεί ένα πλήθος παραμέτρων εκτύπωσης. Η ποιότητα, η ανθεκτικότητα, η ταχύτητα της εκτύπωσης του τελικού δοκιμίου επηρεάζεται από την αλληλεπίδραση των παραμέτρων. (Sood et al., 2012; Anitha et al., 2001; Wang et al., 2007; Tymrak et al., 2014; Lanzotti et al., 2015a; Wittbrodt et al., 2015)

Οι παράμετροι τρισδιάστατης εκτύπωσης αναφέρονται στις διάφορες ρυθμίσεις και παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία εκτύπωσης και το τελικό αποτέλεσμα. Ανάλογα με τον τύπο του εκτυπωτή και το υλικό που χρησιμοποιείται, οι παράμετροι μπορεί να διαφέρουν.

Η θερμοκρασία εκτύπωσης αναφέρεται στη θερμοκρασία του εκτυπωτή και του υλικού κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης. Κάθε υλικό έχει συγκεκριμένες θερμοκρασιακές απαιτήσεις για την εκτύπωση του με την καλύτερη ποιότητα. Η ταχύτητα εκτύπωσης καθορίζει την ταχύτητα με την οποία ο εκτυπωτής μετακινείται κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης. Υψηλότερες ταχύτητες εκτύπωσης μπορεί να οδηγήσουν σε γρηγορότερη εκτύπωση, αλλά μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του τελικού αντικειμένου.

Το πάχος στρώσης (Layer height) αναφέρεται στο πάχος της κάθε στρώσης που εκτυπώνεται. Η επιλογή του ύψους στρώσης επηρεάζει τη λεπτομέρεια και την επιφανειακή υφή του εκτυπωμένου αντικειμένου. Ένα μικρότερο ύψος στρώσης προσφέρει καλύτερη λεπτομέρεια, αλλά αυξάνει τον χρόνο εκτύπωσης.

Ο βαθμός πλήρωσης (Infill) ορίζει το ποσοστό υλικού που γεμίζει το εσωτερικό του εκτυπωμένου αντικειμένου. Ο βαθμός πλήρωσης επηρεάζει την ανθεκτικότητα και την αντοχή του αντικειμένου. Υψηλότερα ποσοστά βαθμού πλήρωσης παράγουν πιο ανθεκτικά αντικείμενα, ενώ χαμηλότερα ποσοστά εξοικονομούν υλικό και χρόνο.

Ο χρόνος εκτύπωσης (Print time) αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εκτύπωση ενός αντικειμένου. Ο χρόνος εκτύπωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η πολυπλοκότητα του μοντέλου, οι ρυθμίσεις εκτύπωσης και ο τύπος του εκτυπωτή. Αυξημένη λεπτομέρεια και πολυπλοκότητα συνήθως αυξάνουν τον χρόνο εκτύπωσης.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Οι θερμοκρασίες της κεφαλής εκτύπωσης και της βάσης του εκτυπωτή προσαρμόζονται πάντα με βάση το υλικό που επιλέγουμε να εκτυπωθεί. Στην δική μας περίπτωση με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή προτείνεται 200◦C στην κεφαλή εκτύπωσης και 60◦C στη βάση του εκτυπωτή και για τα δύο δοκίμια.

Για το τοίχωμα (wall line count) επιλέχθηκε πάχος δύο στρώσεων και για τα δύο δοκίμια. Το τοίχωμα αναφέρεται σε πόσες στρώσεις υλικού θα εναποθετηθούν στην περίμετρο του μοντέλου. Στο δοκίμιο 1 θα είναι 2 x 0.3 = 0.6mm ενώ στο δοκίμιο 2 θα είναι 2 x 0.2 = 0.4mm

Οι παράμετροι top layers και bottom layers αναφέρονται στις στρώσεις που θα τοποθετηθούν στο κάτω και το πάνω τμήμα του αντικειμένου. Το πάχος για το δοκίμιο 1 θα είναι 0.9mm και για τη βάση αλλά και πάνω τμήμα, θα τοποθετηθούν δηλαδή 3 στρώσεις x 0.3 = 0.9 mm. Στο δοκίμιο 2 το πάχος για τη βάση και το πάνω μέρος θα είναι 3 στρώσεις x 0.2 = 0.6 mm.

Η διερεύνηση των πειραματικών δεδομένων του ύψους, του χρόνου εκτύπωσης, των αναλώσιμων και της ακρίβειας αλλά και η σχέση μεταξύ του ύψους στρώματος με τον χρόνο εκτύπωσης, των αναλώσιμων και της ακρίβειας απέδειξαν πως ο μικρότερος χρόνος εκτύπωσης μπορεί να επιτευχθεί υπό την προϋπόθεση της διασφάλισης της καλής ποιότητας εκτύπωσης. Με την αύξηση του ύψους, ο ρυθμός ακρίβειας των διαστάσεων αλλάζει την τάση να αυξηθεί. (Wu. J., 2018)

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ακόλουθων παραμέτρων:

ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΕΦΑΛΗΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΊΑ ΒΑΣΗΣ
ΤΑΧΥΤΗΤΑ
ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (INFILL)
TOP LAYERS
BOTTOM LAYERS
WALL LINE COUNT
ΩΡΕΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ
ΜΕΤΡΑ ΝΗΜΑΤΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

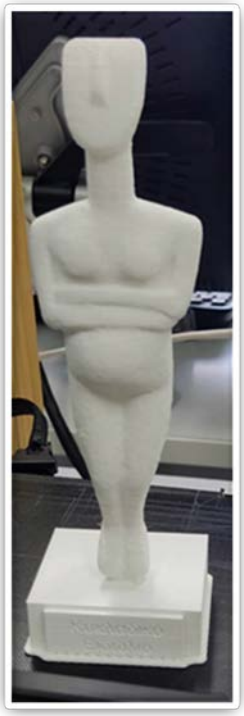
Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το Πολυγαλακτικό Οξύ (PLA) σε λευκό χρώμα, ένα υλικό φιλικό προς το περιβάλλον, συχνή επιλογή για τους τρισδιάστατους εκτυπωτές. Η προέλευση του είναι από φυσικά προϊόντα όπως το ζαχαροκάλαμο και το άμυλο καλαμποκιού και είναι βιοαποικοδομήσιμο. Η κλίμακα εκτύπωσης είναι 1:2 ως προς το αρχικό ολόγλυφο κυκλαδικό ειδώλιο.

Τα χαρακτηριστικά εκτύπωσης για τα 2 δοκίμια που τυπώθηκαν συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ	0.3 mm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΕΦΑΛΗΣ	200 ◦C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ	60 ◦C
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	40 mm/sec
INFILL	20%
TOP LAYERS	3
BOTTOM LAYERS	3
WALL LINE COUNT	2
ΩΡΕΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ	5
ΜΕΤΡΑ ΝΗΜΑΤΟΣ	20,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1



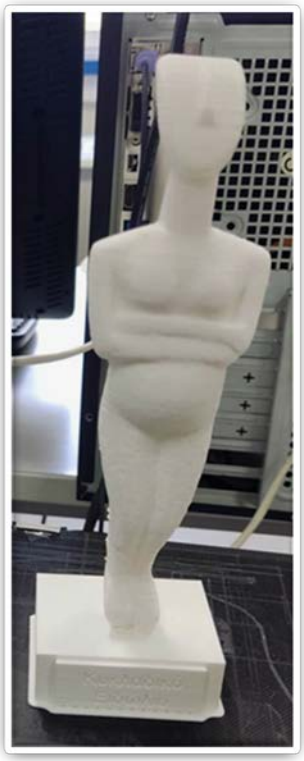
Εικόνα 24: Δοκίμιο 1

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ	0.2 mm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΕΦΑΛΗΣ	200 ◦ C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ	60 ◦C
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	30 mm/s
INFILL	20%
TOP LAYERS	3
BOTTOM LAYERS	3
WALL LINE COUNT	2
ΩΡΕΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ	8
ΜΕΤΡΑ ΝΗΜΑΤΟΣ	19,3

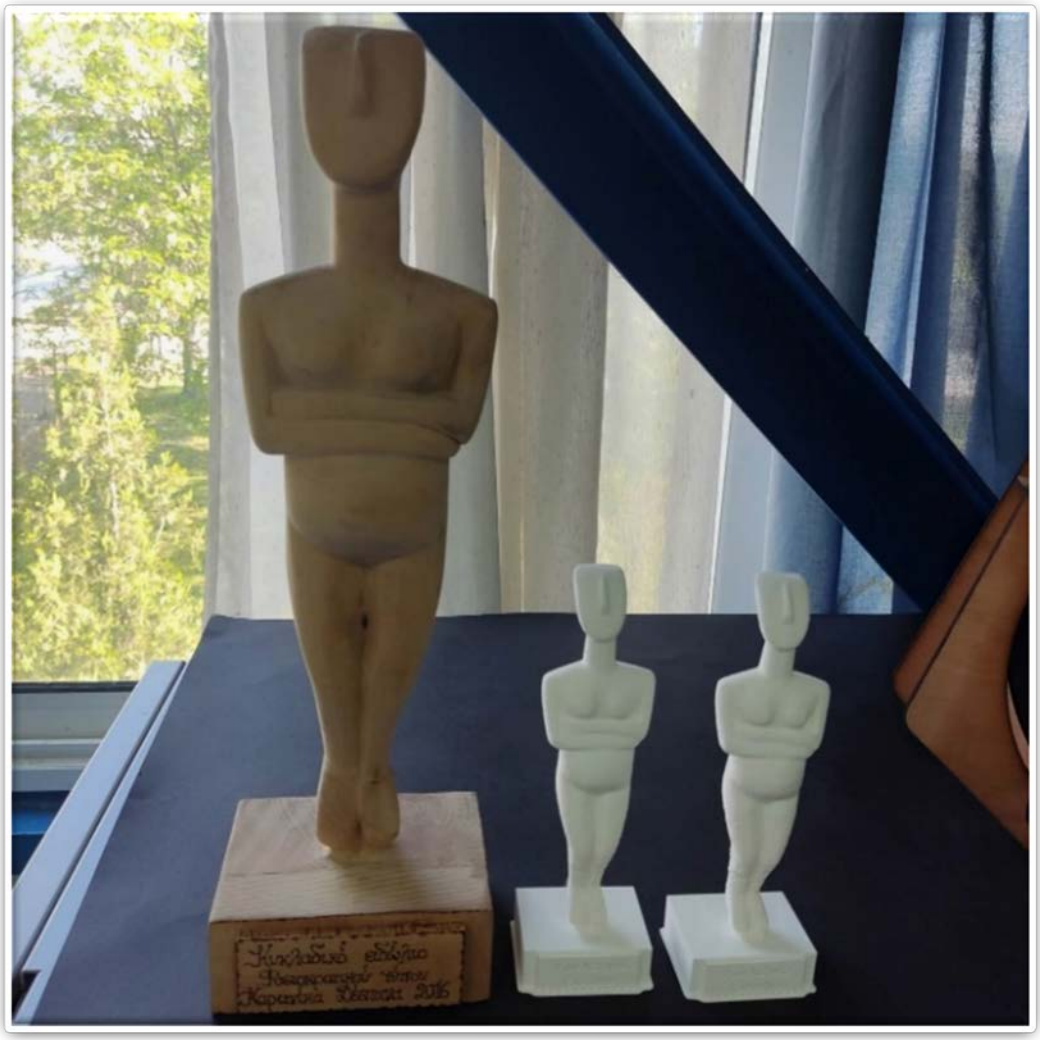
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2



Εικόνα 25: Δοκίμιο 2

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

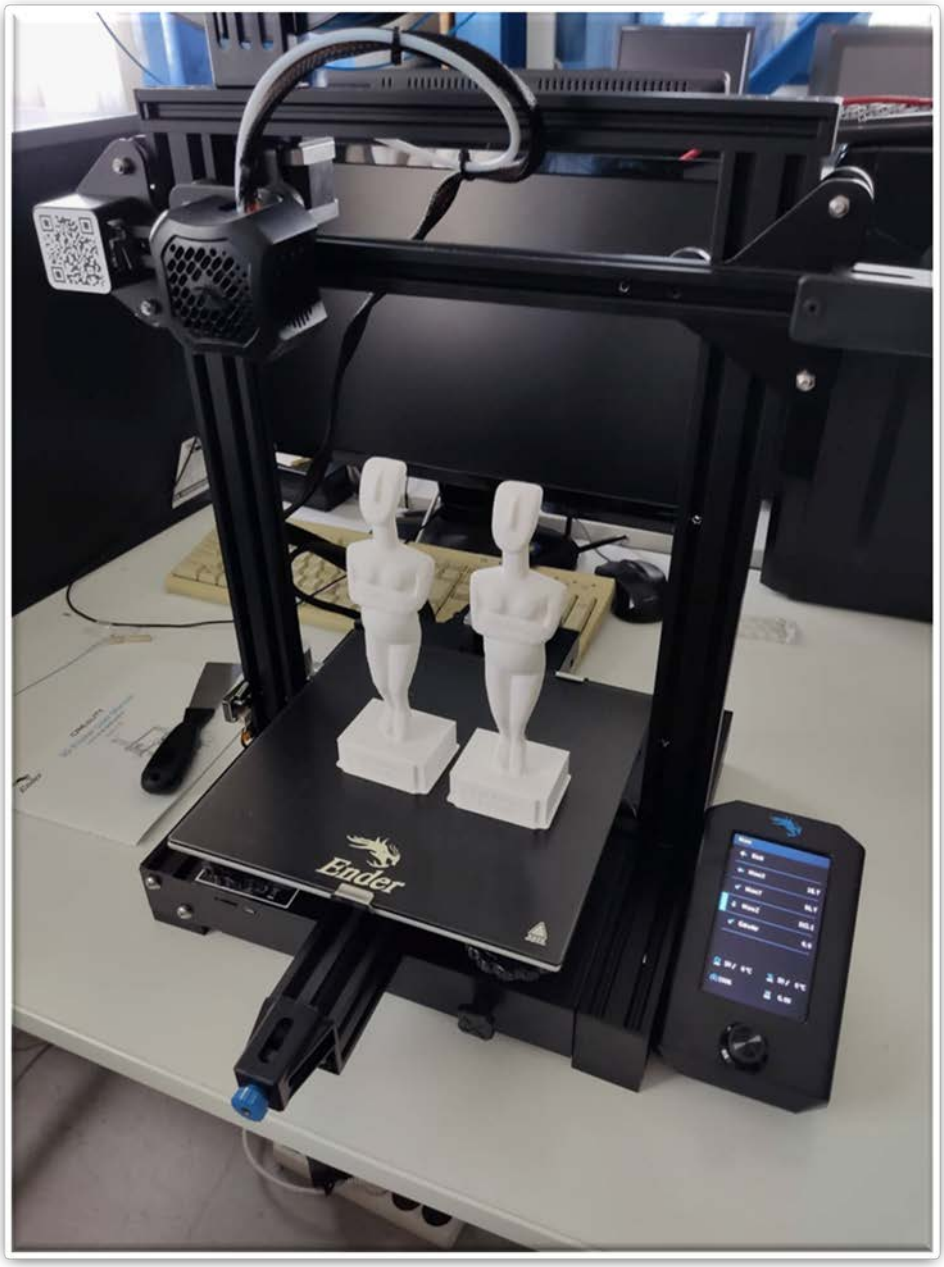
Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38



Εικόνα 26: Το αρχικό ειδώλιο και τα δύο δοκίμια.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38



Εικόνα 27: Τελικά τρισδιάστατα δοκίμια 1 και 2.

Πηγή εικόνας : Προσωπικό αρχείο.

Έγιναν δύο δοκιμές στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, με σκοπό τη διερεύνηση και τελική ποιότητα των αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η προσαρμογή των ρυθμίσεων της μεθόδου ανάλυσης στις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί ότι η προσαρμογή των παραμέτρων στις ειδικές απαιτήσεις της κάθε μελέτης μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη ακρίβεια και ευστοχία των αποτελεσμάτων

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

(Mermelstein et al., 2021; Jaccard et al., 2010). Επομένως, η πραγματοποίηση δύο δοκιμών με διαφορετικές ρυθμίσεις ανάλυσης βοήθησε στη βελτίωση της τελικής ποιότητας των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο αυτής της μελέτης.

5.6. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ.

Η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση παρέχουν πλεονεκτήματα σε διάφορους τομείς, όπως:

1. Βιοϊατρική: Οι μέθοδοι της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης επιτρέπουν τη δημιουργία προσαρμοσμένων και ακριβών μοντέλων ιστών και οργάνων για ιατρικές εφαρμογές, όπως η αντικατάσταση ή η αποκατάσταση οργάνων.
2. Βιομηχανική παραγωγή: Η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει τη γρήγορη και ακριβή παραγωγή πρωτοτύπων και μοντέλων για τη βιομηχανική παραγωγή. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και χρήματα στη διαδικασία της παραγωγής.
3. Ανακαίνιση κτιρίων: Η τρισδιάστατη σάρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μοντέλων κτιρίων, ενώ η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εξαρτημάτων ή αντικειμένων που χρειάζονται ανακαίνιση.
4. Εκπαίδευση: Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εκπαιδευτικών μοντέλων.

Επιπλέον, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να βελτιώσει την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα στη βιομηχανία και σε άλλους τομείς. Αντί να χρειάζεται να κατασκευαστούν πολλά μέρη ξεχωριστά και να συναρμολογηθούν μετέπειτα, μπορούν να εκτυπωθούν ολόκληρα προϊόντα σε σύντομο χρόνο. Αυτό μπορεί να μειώσει το κόστος και τον χρόνο παραγωγής και να αυξήσει την αποδοτικότητα.

Τέλος, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προσαρμοσμένων και εξατομικευμένων προϊόντων, όπως προσαρμοσμένα ανταλλακτικά για μηχανήματα, προσαρμοσμένα εμφυτεύματα και προσαρμοσμένα είδη ένδυσης. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει νέες δυνατότητες και καλύτερες επιλογές για τους καταναλωτές και να βελτιώσει την εμπειρία τους σε σχέση με τα προϊόντα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5.7. ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΩΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.

Παρά τα πλεονεκτήματα της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης, υπάρχουν και μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Η εκτύπωση 3D απαιτεί σχετικά ακριβό εξοπλισμό και υλικά, και αυτό είναι ένα από τα μειονεκτήματά της. Οι εκτυπωτές 3D είναι συνήθως αρκετά ακριβοί σε σχέση με άλλους τύπους εκτυπωτών, και οι τιμές των υλικών εκτύπωσης (όπως πλαστικά, μέταλλα ή κεραμικά) μπορεί να είναι σημαντικά υψηλότερες σε σχέση με τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε άλλους τύπους εκτυπωτών.
2. Άλλο ένα μειονέκτημα είναι οι περιορισμοί στα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτύπωση. Οι περισσότεροι εκτυπωτές 3D μπορούν να εκτυπώσουν μόνο μερικά είδη υλικών, όπως πλαστικά και μέταλλα, και όχι όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία. Αυτό περιορίζει τη χρηστικότητα της τεχνολογίας για ορισμένες εφαρμογές.
3. Επιπλέον, η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να είναι πολύ αργή σε σχέση με άλλες μεθόδους κατασκευής. Η διαδικασία μπορεί να διαρκέσει αρκετές ώρες ή ακόμα και μέρες για να ολοκληρωθεί, ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του αντικειμένου που εκτυπώνεται. Αυτό το μειονέκτημα καθιστά την τρισδιάστατη εκτύπωση λιγότερο κατάλληλη για μαζική παραγωγή ή για κατασκευή αντικειμένων με άμεση ανάγκη.
4. Η περιορισμένη ανάλυση είναι ένα από τα μειονεκτήματα της εκτύπωσης 3D, καθώς η ανάλυση του μοντέλου που μπορεί να εκτυπωθεί εξαρτάται από την ανάλυση του εκτυπωτή. Αν η ανάλυση του εκτυπωτή είναι χαμηλή, το τελικό μοντέλο μπορεί να μην έχει την απαιτούμενη λεπτομέρεια ή ακρίβεια.
5. Οι περιορισμοί στην ανάλυση της εκτύπωσης μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα, όπως η ανεπαρκής ανάλυση των λεπτομερειών του μοντέλου, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε επιφανειακές ατέλειες ή σε δυσκολίες στην εκτύπωση λεπτών και λεπτομερών αντικειμένων.
6. Η ποιότητα της εκτύπωσης μπορεί να επηρεαστεί από το είδος του υλικού που χρησιμοποιείται. Ορισμένα υλικά μπορεί να είναι πιο δύσκολο να εκτυπωθούν

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

από άλλα, καθώς απαιτούν πιο ακριβείς ρυθμίσεις και προσαρμογές για να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα σχετικά με τη χρήση της τεχνολογίας 3D scanning για τη δημιουργία πιστών αντιγράφων κυκλαδικών ειδωλίων, αναδεικνύει τη σημασία της χρήσης τεχνολογικών εργαλείων στον τομέα της αρχαιολογίας και της καλλιτεχνικής αναπαράστασης.

Η χρήση της τεχνολογίας 3D scanning και της τρισδιάστατης εκτύπωσης επιτρέπει τη δημιουργία πιστών αντιγράφων αρχαιολογικών ευρημάτων, χωρίς να χρειάζεται η πρόσβαση στα πρωτότυπα αντικείμενα. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιπτώσεις που τα πρωτότυπα αντικείμενα είναι εύθραυστα και δύσκολο να μεταφερθούν σε διάφορες τοποθεσίες για εκθέσεις ή μελέτες.

Η χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε συνδυασμό με τα κατάλληλα υλικά επίσης μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένα αντίγραφα με πιο ακριβή λεπτομέρεια και ανθεκτικότητα από τα πρωτότυπα αντικείμενα.

Επιπλέον, μια σημαντική πρόκληση στη δημιουργία αντιγράφων είναι η επιλογή του κατάλληλου υλικού για την εκτύπωση. Η χρήση κατάλληλων υλικών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια και τη λεπτομέρεια του τελικού προϊόντος. Επιπλέον, η αξιολόγηση της ποιότητας των αντιγράφων είναι ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που πρέπει να εξεταστεί. Η σύγκριση των αντιγράφων με τα πρωτότυπα είναι απαραίτητη για να εξακριβωθεί η ακρίβεια και η αυθεντικότητα των αντιγράφων.

Συνολικά, η χρήση της τρισδιάστατης ψηφιακής σάρωσης και εκτύπωσης για τη δημιουργία αντιγράφων κυκλαδικών ειδωλίων μπορεί να είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για τη διατήρηση και την προβολή της κυκλαδικής τέχνης. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα και αξιολόγηση για τη βελτίωση της ακρίβειας και της αυθεντικότητας των αντιγράφων, καθώς και για την εύρεση κατάλληλων υλικών για την εκτύπωσή τους.

Στην εργασία μας είχαμε σκοπό να μελετήσουμε την αποτελεσματικότητα διαφορετικών ρυθμίσεων εκτύπωσης σε ένα κυκλαδικό ειδώλιο μέσω της τεχνολογίας σάρωσης αντικειμένου. Το πάχος στρώσης αποτελεί την παράμετρο που επηρεάζει την

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ποιότητα του εκτυπούμενου προϊόντος. Η ανάλυση των αντικειμένων που παράγονται κατά την τρισδιάστατη εκτύπωση σχετίζονται με το πάχος της στρώσης που διαδοχικά εναποτίθεται για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος. Όσο αυξάνονται οι στρώσεις τόσο υψηλότερη θα είναι και η τελική ανάλυση άρα τόσο καλύτερη ποιότητα παίρνουν οι τρισδιάστατες εκτυπώσεις.

Η μείωση του πάχους των στρώσεων σημαίνει επίσης ότι απαιτούνται περισσότερες στρωματώσεις για εκτύπωση και ο χρόνος που απαιτείται για την τρισδιάστατη εκτύπωση επηρεάζεται. Συνήθως, το επίπεδο ποιότητας αλλάζει το ύψος του στρώματος και αυτό συνεπάγεται τιμές της τάξης, πάχος στρώματος Χαμηλό / Γρήγορο 0,3 mm, Κανονικό / Μέτριο 0,2 mm και Υψηλή / Αργή ρύθμιση με ύψος στρώσης 0,1 mm. ("What are the Main 3D Printing Parameters", 2014)

Για την εκτέλεση της εργασίας χρησιμοποιήσαμε μια ρύθμιση με μέτρια ανάλυση για το δοκίμιο 1 (0,3 mm) και στη συνέχεια μια ρύθμιση με μικρότερη ανάλυση για το δοκίμιο 2 (0.2 mm) . Στο δοκίμιο 1 η ταχύτητα κίνησης ορίστηκε σε 40 mm/sec ενώ στο δοκίμιο 2 μειώθηκε σε 30 mm/sec. Το δοκίμιο 1 παράχθηκε συνολικά σε 5 ώρες και καταναλώθηκαν 20,3m PLA νήματος. Το δοκίμιο 2 παράχθηκε σε 8 ώρες και καταναλώθηκαν 19,3m PLA νήματος. Οι υπόλοιπες παράμετροι παρέμειναν σταθερές. Συγκεκριμένα, δοκιμάσαμε δύο διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης με διαφορετικές ταχύτητες κίνησης. Η ποιότητα των δύο δοκιμίων εξετάστηκε με οπτική παρατήρηση και δεν εντοπίστηκαν διαφορές.

Τα κέρδη από την προσέγγισή μας είναι πολλαπλά. Πρώτον, καταφέραμε να επιτύχουμε την καλύτερη δυνατή ποιότητα στο τελικό προϊόν . Δεύτερον, μειώσαμε τον χρόνο ανάπτυξης και συνεπώς το κόστος παραγωγής. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των δύο δοκιμασιών μας μας βοήθησαν να καταλήξουμε στην βέλτιστη ρύθμιση για την επεξεργασία των δεδομένων μας. Η προσέγγισή μας βασίστηκε σε βιβλιογραφικές αναφορές και δοκιμές με διαφορετικές ρυθμίσεις για να εξασφαλίσουμε την βέλτιστη επεξεργασία των δεδομένων μας και ακρίβεια στα αποτελέσματά μας. Αυτή η προσέγγιση μας οδήγησε σε ένα αξιόπιστο και ακριβές αποτέλεσμα για την εργασία μας.

Η χρήση ανακυκλώσιμων υλικών στην κατασκευή των προϊόντων είναι μια σημαντική πτυχή που επιδιώχθηκε, καθώς συμβάλλει στη μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης και στη βιωσιμότητα των δραστηριοτήτων μας. Επιπλέον, η χρήση πιο αποδοτικών και λιγότερο ενεργειακά απαιτητικών διαδικασιών και μηχανημάτων μας

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

βοηθάει να μειώσουμε την ενεργειακή μας κατανάλωση και να διατηρήσουμε χαμηλότερο κόστος παραγωγής.

Επιπλέον, η ευελιξία στην παραγωγή επιτρέπει να προσαρμόζουμε την παραγωγή στις ανάγκες της αγοράς και να ανταποκρινόμαστε σε διαφορετικούς πελάτες και απαιτήσεις προϊόντων. Αυτό δίνει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και βοηθάει στην εξυπηρέτηση των πιθανών πελατών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Επίσης, η χρήση ανακυκλώσιμων υλικών στην παραγωγή του προϊόντος μας μειώνει την κατανάλωση φυσικών πόρων και το κόστος που συνδέεται με την απόρριψη αποβλήτων. Επιπλέον, η επιλογή πιο αποδοτικών και φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών στην παραγωγική διαδικασία μας μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Επιπλέον, η ευελιξία στην παραγωγή επιτρέπει να προσαρμόζουμε την παραγωγή μας στις ανάγκες της αγοράς και να μειώνουμε τη σπατάλη υλικών και πόρων.

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι παρά τα μειονεκτήματα, η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση έχουν φέρει επανάσταση σε πολλούς τομείς και έχουν δημιουργήσει νέες δυνατότητες και ευκαιρίες. Με τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας και τη βελτίωση των μεθόδων, αναμένεται να ξεπεραστούν ορισμένα από αυτά τα μειονεκτήματα και να αυξηθεί η αποδοτικότητα και η ακρίβεια της διαδικασίας.

Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας και οι νομικές πτυχές της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης. Η αντιγραφή και αναπαραγωγή αντικειμένων με αυτήν την τεχνολογία μπορεί να προκαλέσει νομικά ζητήματα, ειδικά όταν πρόκειται για προστατευμένα από πνευματικά δικαιώματα έργα. Επομένως, οι χρήστες της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης πρέπει να είναι προσεκτικοί και να συμμορφώνονται με τις νομικές απαιτήσεις και περιορισμούς που ισχύουν για την αναπαραγωγή αντικειμένων.

Συνολικά, η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση αντιπροσωπεύουν μια δυναμική τεχνολογία με πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα θα οδηγήσει στη βελτίωση της ακρίβειας, της ταχύτητας και της ποιότητας της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης. Η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένους αλγορίθμους σάρωσης που θα αναπαράγουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις λεπτομέρειες των αντικειμένων. Επιπλέον, η εξέλιξη των

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

υλικών εκτύπωσης θα επιτρέψει την παραγωγή αντικειμένων με υψηλότερη ανθεκτικότητα, ακρίβεια και λεπτομέρεια.

Η τρισδιάστατη σάρωση και εκτύπωση έχουν το δυναμικό να επανασχεδιάσουν τον τρόπο παραγωγής και κατασκευής αντικειμένων σε πολλούς τομείς. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πρωτοποριακές εφαρμογές και νέες δυνατότητες στους τομείς του σχεδιασμού προϊόντων, της ιατρικής, της αρχιτεκτονικής και πολλών άλλων. Η δυνατότητα προσαρμογής και εξατομίκευσης των αντικειμένων με βάση τις ανάγκες του κάθε χρήστη ανοίγει νέους ορίζοντες στον τρόπο που σχεδιάζουμε και δημιουργούμε προϊόντα.

Επιπλέον, πρέπει να ληφθούν υπόψη η δυνητική κατάχρηση της τεχνολογίας και οι επιπτώσεις στην κοινωνία και τον πολιτισμό. Οι συνέπειες της αναπαραγωγής αντικειμένων, όπως πολιτιστικά αγαθά και ιστορικά αντικείμενα, πρέπει να αξιολογούνται προσεκτικά και να λαμβάνονται μέτρα για την προστασία τους.

Η εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση είναι ζωτικής σημασίας για τη σωστή χρήση της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης. Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τους περιορισμούς και τις υποχρεώσεις τους, καθώς και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η τεχνολογία αυτή στην κοινωνία και το περιβάλλον. Η εκπαίδευση πρέπει να εστιάζει στην ηθική χρήση της τεχνολογίας, την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την ποιότητα και την ασφάλεια των εκτυπώσεων, καθώς και στην περιβαλλοντική επίπτωση της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης.

Οι προκλήσεις και οι πιθανοί κίνδυνοι που αναφέρθηκαν δεν πρέπει να αποτρέψουν την ανάπτυξη και χρήση της τρισδιάστατης σάρωσης και εκτύπωσης, αλλά πρέπει να χρησιμεύουν ως κατευθυντήριες γραμμές για μια υπεύθυνη προσέγγιση. Με την ανάπτυξη και την ώριμη χρήση της τεχνολογίας, μπορούμε να επωφεληθούμε από τα πλεονεκτήματά της και να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις με σκοπό την πρόοδο και τη βελτίωση της ανθρώπινης κοινωνίας.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

6.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Υπάρχουν ακόμα πολλά αναπάντητα ερωτήματα και τομείς για μελλοντική έρευνα σχετικά με τα κυκλαδικά γλυπτά. Ακολουθούν μερικές πιθανές οδηγίες για μελλοντική έρευνα:

Ψηφιοποίηση και αποκωδικοποίηση: Ανάπτυξη νέων τεχνικών και μεθόδων για την ψηφιοποίηση των κυκλαδικών ειδωλίων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση προηγμένων συστημάτων σάρωσης, υπολογιστικής όρασης και επεξεργασίας εικόνας για τη δημιουργία πιστών ψηφιακών αντιγράφων των ειδωλίων.

Υλικά και τεχνολογία εκτύπωσης: Ανάπτυξη νέων υλικών κατάλληλων για την εκτύπωση κυκλαδικών ειδωλίων με τη χρήση τρισδιάστατων εκτυπωτών. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη ειδικών υλικών που μιμούνται την αισθητική και την υφή των παραδοσιακών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των πρωτότυπων ειδωλίων.

Αναπαραγωγή και ακρίβεια: Μελέτη της ακρίβειας και της αποδοτικότητας της τρισδιάστατης εκτύπωσης κυκλαδικών ειδωλίων. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη και βελτίωση των αλγορίθμων και των παραμέτρων εκτύπωσης για την απόδοση υψηλής ακρίβειας λεπτομερειών και γεωμετρικών πολυπλοκοτήτων των ειδωλίων.

Αποκατάσταση και συντήρηση: Έρευνα για την ανάπτυξη τεχνικών αποκατάστασης και αποκατάστασης των κυκλαδικών ειδωλίων. Αυτό περιλαμβάνει την επισκευή και αποκατάσταση βλαβών, την αντιμετώπιση της φθοράς και την αποκατάσταση των χαμένων τμημάτων των ειδωλίων με τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

Εκθέσεις και επιμέλεια: Ανάπτυξη νέων τρόπων παρουσίασης και επιμέλειας των τρισδιάστατα εκτυπωμένων κυκλαδικών ειδωλίων σε μουσεία, αρχαιολογικά ιδρύματα και εκθέσεις. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη πλατφορμών εικονικής πραγματικότητας ή επαυξημένης πραγματικότητας που επιτρέπουν στους επισκέπτες να αλληλεπιδρούν με τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα κυκλαδικά ειδώλια και να εξερευνούν τις λεπτομέρειες και τον πολιτισμό που τα περιβάλλει.

Επιπλέον, η δημιουργία ειδικών εκθεσιακών περιβαλλόντων και την ανάδειξη της ιστορίας και της σημασίας των ειδωλίων μέσω διάφορων μέσων, όπως βίντεο, κείμενα και ήχος, μπορεί επίσης να είναι αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

Τέλος, εξερεύνηση των ηθικών και πολιτιστικών ζητημάτων που περιβάλλουν το εμπόριο και την προβολή της κυκλαδικής τέχνης, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων προέλευσης, ιδιοκτησίας και πολιτιστικής ιδιοκτησίας.

Η συνέχιση της έρευνας σε αυτούς τους τομείς μπορεί να συμβάλει στην ανάδειξη και κατανόηση της κυκλαδικής τέχνης και πολιτισμού, ενώ επιτρέπει επίσης την προστασία και τη διάδοση αυτής της πολύτιμης πολιτιστικής κληρονομιάς Συνεχίζοντας να συμμετέχουμε στην έρευνα και στη μελέτη των κυκλαδικών ειδωλίων, μπορούμε κατανοώντας την πλούσια πολιτιστική κληρονομιά του κυκλαδικού πολιτισμού και των αξιοσημείωτων καλλιτεχνικών αυτών επιτευγμάτων με τη συμβολή των νέων τεχνολογιών να ανακαλύψουμε νέα δεδομένα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Γουλανδρής, Ν., & Μαθιουλάκης, Σ. (1983). Cycladic Art: Ancient Sculpture and Pottery from the N. Goulandris Collection. Little, Brown.
2. Δημακοπούλου, Κ. (1995). Κυκλαδική Τέχνη στην Αρχαία Ελλάδα. Υπουργείο Πολιτισμού.
3. Μαραγγού, Α. (1989). Cycladic Art. Lund Humphries Publishers.
4. Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης https://cycladic.gr
5. Παπανικολάου, Α., & Μαργαρίτης, Κ. (2018). Η τρισδιάστατη εκτύπωση και οι εκπαιδευτικές της εφαρμογές. Στο Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την Εκπαίδευση στις Τεχνολογίες και τη Διδακτική των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών (Τόμος Β, σελ. 495-503). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
6. Πατιτάκη, Ε. (2013). Οι Κυκλάδες και το Αιγαίο στην Πρώιμη Εποχή του Χαλκού: Πρακτικά του 7ου Διεθνούς Αιγαιακού Συνεδρίου.
7. Τρισδιάστατη Εκτύπωση - Μέθοδοι εκτύπωσης. 3druck.com. [online] Available at:https://3druck.com/wp-content/uploads/2012/04/Choc-Creator-3D-Schokolade
8. «Σαρωτές laser. Τεχνολογία, τεχνικές και εφαρμογές», Συμεωνίδης Π., 2007
9. «Τοπογραφικές Αποτυπώσεις Αρχιτεκτονικών μνημείων και Αρχαιολογικών χώρων», Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΑΠΘ, Τοκμακίδης Κ., 2010

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. Kenderdine, S., & Bowen, J. P. (2016). Cultural applications of three-dimensional scanning and printing: a review. In S. Kenderdine (Ed.), 3D printing and its socio-cultural impact (pp. 59-86). Springer. doi: 10.1007/978-981-287-736-9_4
2. Staiger R.: «Terrestrial laser scanning Technology, Systems and Applications». 2nd FIG Regional Conference, (p. 10). Marrakech, Morocco (2003)
3. D. J. Thomas and D. Singh, 3D Printing in Medicine and Surgery-Applications in Healthcare. Elvesier (2020).
4. C. Lee Ventola, "Medical applications for 3D printing: Current and projected uses," P T, vol. 39, no. 10, pp. 704–711, 2014.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

5. D. J. Thomas and D. Singh, 3D Printing in Medicine and Surgery-Applications in Healthcare. Elvesier (2020).
6. Sood, Ohdar, and Mahapatra. 2012. "Experimental Investigation and Empirical Modelling of FDM Process for Compressive Strength Improvement." Journal of Advanced Research 3 (1) Elsevier 81-90
7. Anitha, Arunachalam, and Radhakrishnan. 2001. "Critical Parameters Influencing the Quality of Prototypes in Fused Deposition Modelling." Journal of Materials Processing Technology 118 (1–3). Elsevier: 385–388.
8. Wang, Wang, Zhao, and Liu. 2007. "Influence of Process Parameters on Part Shrinkage in SLS." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 33 (5–6). Springer-Verlag: 498–504.
9. Tymrak, Kreiger, and Pearce. 2014. "Mechanical Properties of Components Fabricated with Open-Source 3- D Printers Under Realistic Environmental Conditions." Materials & Design 58 June Elsevier: 242-246
10. Lanzotti, Grasso, Staiano, and Martorelli. 2015b. "The Impact of Process Parameters on Mechanical Properties of Parts Fabricated in PLA with an Open-Source 3-D Printer." Edited by Eujin Pei. Rapid Prototyping Journal 21 (5). Emerald Group Publishing Limited : 604–617.
11. Wittbrodt, and Pearce. 2015. "The Effects of PLA Color on Material Properties of 3-D Printed Components." Additive Manufacturing 8. Elsevier B.V.: 110–116.
12. Amador, R., & Perez-Macias, J. M. (2016). Three-dimensional scanning and printing technologies in reconstructive surgery: A review of the literature. Plastic and Reconstructive Surgery, 138(4), 811-819.
13. Atkinson, J. (2018). The potential of 3D printing in cultural heritage conservation: An overview. Journal of the Institute of Conservation, 41(1), 1-15.
14. Balasubramanian, M., & Dhiman, V. (2019). Application of 3D printing in archaeology and cultural heritage. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 47(7), 1065-1071.
15. Cabrelles, M., Ferrandez, V., Cano, M., & Navarro, I. (2017). The use of 3D printing for replicas of archaeological objects. Virtual Archaeology Review, 8(16), 1-10.
16. Christaras, B., & Paliouras, K. (2019). 3D printing in archaeology: A review of methods and applications. Journal of Cultural Heritage, 40, 169-179.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

17. Cotte, P., Susini, J., & Dumas, P. (2016). Applications of synchrotron radiation-based X-ray micro-imaging in cultural heritage studies: A review. Materials Characterization, 111, 161-177.
18. Fritsch, A., & Mouton, M. (2019). A guide to 3D scanning and 3D printing for archaeology and cultural heritage. Springer International Publishing.
19. Garcia-Garcia, F., & Garcia-Ferrer, A. (2016). Replicating the past with 3D printing: The case of the Lady of Elche. Journal of Cultural Heritage, 17, 290-295.
20. Gruetzner, R., & King, L. (2019). Integrating 3D printing and photogrammetry to produce replicas of museum artefacts. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, 9(1), 52-65.
21. Haddad, S., Stamos, D., & Barreto, A. (2019). 3D printing technology in heritage conservation: Opportunities and challenges. Journal of Cultural Heritage, 40, 135-143.
22. Zhong, Y., Li, H., Li, Q., & Li, Y. (2017). The research of the 3D scanning and printing technology applied in cultural relic restoration. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 245(3), 032062.
23. Roussou, M. (2017). 3D printing and scanning for museums and cultural heritage: a practical guide. Rowman & Littlefield.
24. Feng, S., Zhang, Y., Gao, L., & Guo, S. (2017). 3D scanning and printing technology in restoration of cultural relics. International Journal of Engineering and Technology, 9(2), 98-101.
25. Robson, S. (2018). Advances in close-range photogrammetry, computer vision and machine learning. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 144, 327-342.
26. Zhang, X., Yan, L., Yan, X., & Gao, X. (2019). Research on the application of 3D printing technology in the restoration of cultural relics. Materials Science Forum, 941, 774-779.
27. Guo, M., Li, D., Zhang, Y., & Li, H. (2020). Research on the application of 3D printing technology in cultural relic restoration. Journal of Physics: Conference Series, 1529(1), 012015.
28. Chen, J., Dong, Z., & Feng, J. (2020). 3D printing technology for the restoration of cultural relics. Applied Sciences, 10(10), 3488.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

29. Sartiano, D., Rosina, E., Rava, E., & Bignardi, C. (2020). Three-dimensional digital reconstruction and 3D printing of a bronze age warrior: a case study. Applied Sciences, 10(5), 1635.
30. Fan, Y., Wu, L., Wang, X., & Wang, Y. (2021). 3D printing and the digital preservation of cultural relics. Frontiers in Mechanical Engineering, 7, 618378.
31. Yu, Y., & Geng, Y. (2021). The Application of 3D printing technology in cultural relic restoration. In Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Computer Graphics and Virtuality (pp. 236-240).
32. Wang, H., Li, J., Li, C., & Li, J. (2021). Research on the Application of 3D Printing Technology in the Restoration of Ancient Artifacts. Journal of Physics: Conference Series, 1891(1), 012030.
33. Liu, Z., Wang, X., Zhang, M., & Xu, S. (2021). Research on the Application of 3D Printing Technology in the Restoration of Cultural Relics. In Proceedings of the 5th International Conference on Education, Management, Arts, Economics and Social Science (pp. 177-183).
34. "3D Printing Technology in Cultural Heritage Preservation" από τους F. Maiorino και V. Belloni.
35. "3D Printing and Additive Manufacturing Technologies: Applications and Benefits for Art Conservation" από τους G. M. Ingo, L. Pezzati και B. Pronti
36. "Digital Technologies and the Preservation of Cultural Heritage" από τους K. Ntaliani, P. Messier και J. Hemsley.
37. "Conservation of Cultural Heritage: Key Principles and Approaches" από τους Hanna M. Szczepanowska και Izabela Zglobicka.
38. "Handbook of Research on Emerging Technologies for Architectural and Archaeological Heritage" από τον Marinos Ioannides και τους Ewald Quak, Pierre Drap και Franco Niccolucci.
39. Xia, B., & Zhang, C. (2021). Application of 3D Printing Technology in the Restoration of Cultural Relics. In Proceedings of the 2021 International Conference on Education, E-Business and Information Management (pp. 408-413).
40. Chen, Y., Huang, R., & Guo, J. (2021). Research on the Application of 3D Printing Technology in the Restoration of Ancient Relics. In Proceedings of the 5th International Conference on Digital Arts, Media and Technology (pp. 47-54).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

41. Han, Y., Wu, X., Zhang, X., & Lu, X. (2021). Application of 3D printing technology in the restoration of cultural relics. In Proceedings of the 2021 International Conference on Education, E-Learning and Creative Media (pp. 267-273).
42. Getz-Gentle, P. (2018). Personal Styles in Early Cycladic Sculpture. University of Wisconsin Press.
43. Renfrew, C., & Higgins, D. (Eds.). (2018). The Cambridge World Prehistory: Volume III: East and Southeast Asia, Oceania and Antarctica. Cambridge University Press.
44. Hood, S. (2014). Cycladic Sculpture and Early Greek Art: A Symposium. Harvard University Art Museums.
45. Renfrew, C. (1969). The Autonomy of the South Cyclades. The Annual of the British School at Athens, 64, 185-218.
46. Hood, S. (1978). The Art of the Cyclades: An Introduction. Phaidon Press.
47. Davis, E. (2015). Cycladic Art: Ancient Sculpture and Ceramics of the Aegean from the N. P. Goulandris Collection. Thames & Hudson.
48. Gronroos, C. (2004). The relationship marketing process: Communication, interaction, dialogue, value. Journal of business & industrial marketing, 19(2), 99-113.
49. Paraskevas, A., & Katsikeas, C. S. (2008). Market-led versus resources-driven strategies: Perceptions, differences and similarities. Journal of Strategic Marketing, 16(1), 23-41
50. Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2010). Marketing 3.0: From products to customers to the human spirit. John Wiley & Sons
51. Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). Principles of Marketing (14th ed.). Pearson Education.
52. Payne, A., & Frow, P. (2006). Customer relationship management: From strategy to implementation. Journal of Marketing Management, 22(1-2), 135-168.
53. Sheth, J. N., & Sisodia, R. S. (2002). Marketing productivity: Issues and analysis. Journal of business research, 55(5), 349-356.
54. Wu J. Study on optimization of 3D printing parameters. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018; 392: 062050. Available: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/392/6/062050
55. https://3dprinting-blog.com/34-what-are-the-main-3d-printing-parameters/

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38

56. Khoo, Z. X., Teoh, J. E. M., Liu, Y., Chua, C. K., Yang, S., An, J. κ.ά. (2015). 3D printing of smart materials: A review on recent progresses in 4D printing. Virtual and Physical Prototyping. Vol. 10. Issue: 3. p. 103-122
57. Degnan, M. (2018). 3d Printing Techniques and Processes (Project Learning With 3D Printing). New York: Cavendish Square.
58. Kantaros, A.; Ganetsos, T.; Petrescu, F.I.T. Three-Dimensional Printing and 3D Scanning: Emerging Technologies Exhibiting High Potential in the Field of Cultural Heritage. Appl. Sci. 2023, 13, 4777. https://doi.org/10.3390/app13084777
59. Sargentis, G.-F., Frangedaki, E., Chiotinis, M., Koutsoyiannis, D., Camarinopoulos, S., Camarinopoulos, A., & Lagaros, N. (2022). 3D Scanning/Printing: A Technological Stride in Sculpture. Technologies, 10(1), 9. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/technologies10010009
60. Moreno Gata, Kevin & Valiente, Ernesto. (2019). The use of digital tools for the preservation of architectural, artistic and cultural heritage, through three-dimensional scanning and digital manufacturing.. XLII-2/W9. 501-506. 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-501-2019.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
02/05/2026 08:02:07 EEST - 216.73.217.38