



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΜΣ: Προηγμένες Μέθοδοι Σχεδιασμού, Τεχνολογίας & Μάνατζμεντ Προϊόντων από Ξύλο  
(MSc in Advanced Design, Technology & Management Methods of Wooden Products)

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Πληροφορικής



## Εφαρμογές 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης

Δρ. Αντώνιος Καραγεώργος  
Καθηγητής Παν/μίου Θεσσαλίας

[karageorgos@uth.gr](mailto:karageorgos@uth.gr)

# Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing)

Προσθετική κατασκευή (additive manufacturing) αποτελεί μια τεχνολογία κατασκευής αντικειμένων - κομματιών μέσω διαδικασιών ελεγχόμενης πρόσθεσης υλικού

Τα προηγούμενα χρόνια ονομαζόταν “ταχεία πρωτοτυποποίηση” (Rapid Prototyping – RP) και σήμερα είναι γνωστή ως τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing)



# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) δίνει τη δυνατότητα κατασκευής αντικειμένων χρησιμοποιώντας διαφόρων ειδών υλικά σε διάφορες τελικές μορφές μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων (layers) υλικού

*Διάφορα είδη υλικού:* ανακυκλώσιμα υλικά πλαστικού, μετάλλου, γυαλί, φυτικά υλικά (οργανική ύλη), τιτάνιο, κτλ.

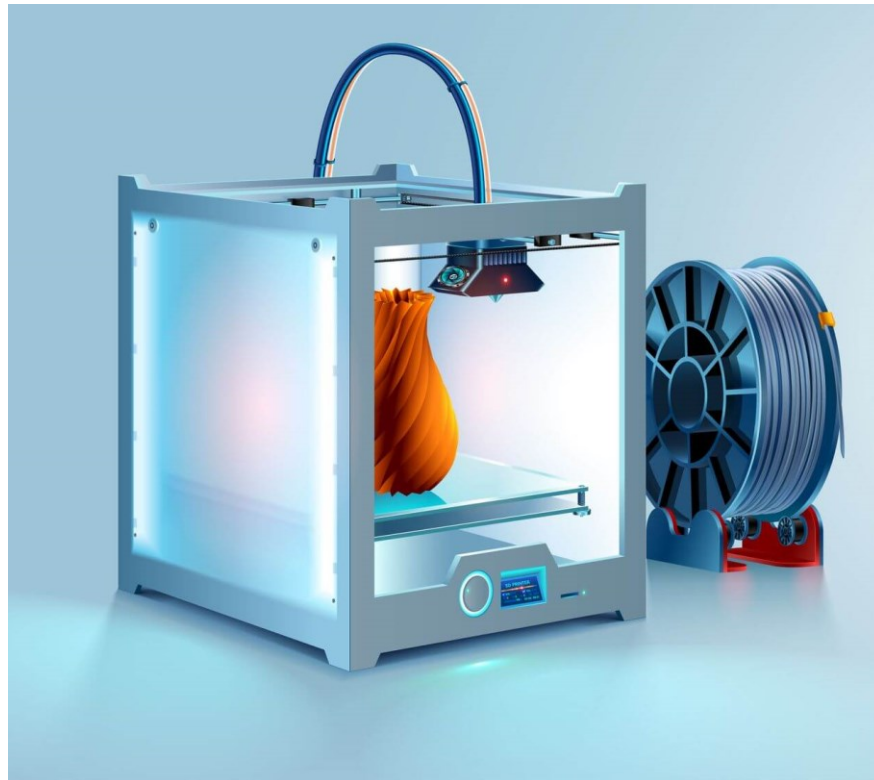


# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

- ❖ Η πρώτη προσπάθεια εκτύπωσης 3D έγινε από τον Dr. Kodam με ένα πρότυπο στερεολιθογραφίας και το 1986 ο Charles Hull κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας
- ❖ Το 1990 έχουμε την πρώτη εφαρμογή της 3D εκτύπωσης στον τομέα της ιατρικής
- ❖ Αλματώδεις εξελίξεις της 3D εμφανίζονται στη δεκαετία του 2000
- ❖ Το 2011 το Πανεπιστήμιο Cornell κατασκεύασε τον πρώτο 3D εκτυπωτή τροφίμων οδηγώντας την NASA να συνεχίσει την έρευνα με την αποστολή 3D εκτυπωτή στο διάστημα
- ❖ Τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα εκτυπώνουν το δικό τους χωριό στην έρημο του Ντουμπάι προκειμένου να προετοιμαστούν για τη ζωή στον πλανήτη Άρη
- ❖ Εργαστήριο στο MIT μεταμορφώνει τις κατασκευές προσθέτοντας την 4η διάσταση στο 3D Printing

# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

Ο χρήστης για να σχεδιάσει τρισδιάστατα αντικείμενα που επιθυμεί να εκτυπώσει χρησιμοποιεί λογισμικά σχεδιασμού. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται είναι:



- ✓ AutoCAD
- ✓ OpenSCAD
- ✓ Rhino3d
- ✓ CATIA
- ✓ Solidworks
- ✓ 3ds MAX

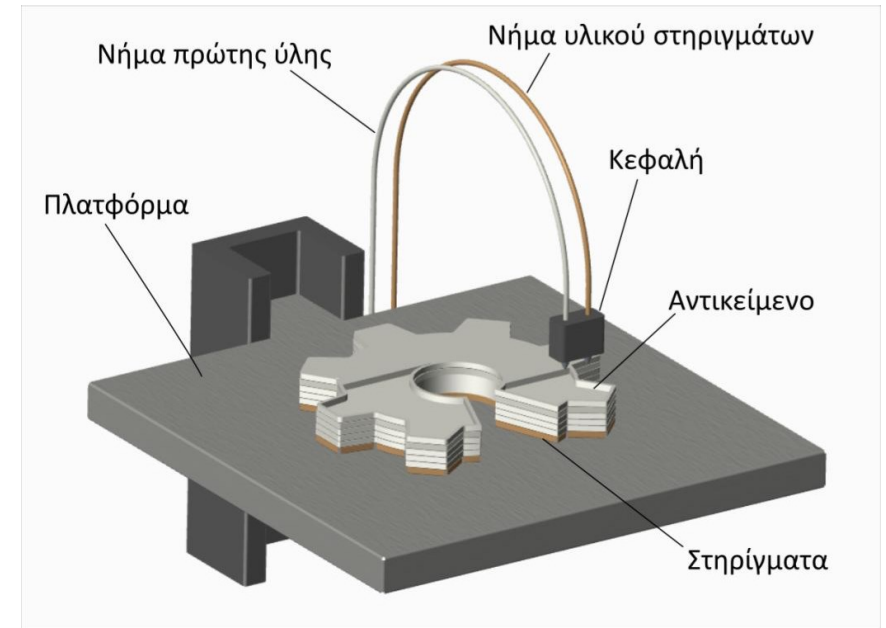
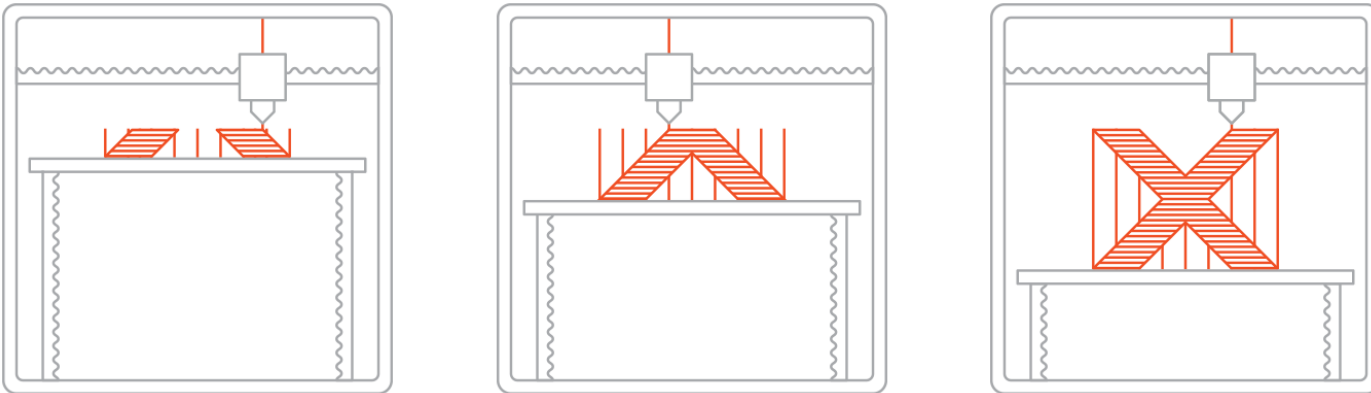
# Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing)

## Τεχνολογίες

- Στερεολιθογραφία (SL - Stereolithography)
- Κατασκευή με Εναπόθεση Υλικού (FDM - Fused Deposition Modelling)
- Επιλεκτική Συσσωμάτωση με Λέιζερ (SLS - Selective Laser Sintering)
- Συγκόλληση Κόκκων με Ψεκασμό (PBIP - Powder Bed Inject Printing)
- Κατασκευή με Πολλαπλό Ψεκασμό (MJM - Multi Jet Modelling) και
- Συγκόλληση Επάλληλων Φύλλων (LOM - Laminated Object Manufacturing)

# Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing)

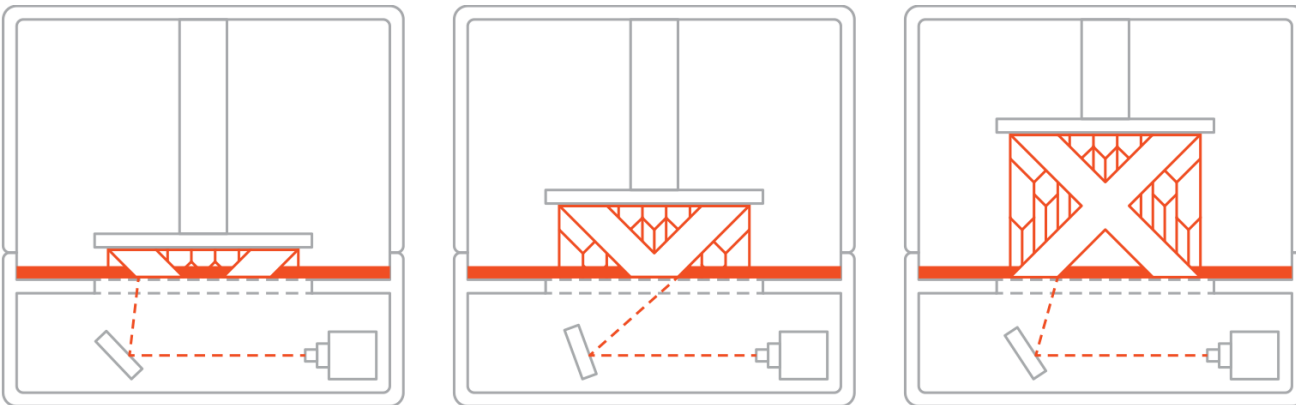
- Κατασκευή με Εναπόθεση Υλικού (FDM - Fused Deposition Modelling)
- Η πιο κοινή τεχνολογία
- Τυπώνει θερμοπλαστικά (πολυπροπυλένιο (PP), πολυαιθυλένιο (PE), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), νάιλον, κ.α.
- Χαμηλό κόστος εκτυπωτή





# Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing)

- Στερεολιθογραφία (SL - Stereolithography)
- Η πρώτη τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης
- Τυπώνει ισχυρά πολυμερή με πρώτη ύλη από υγρή φωτοπολυμεριζόμενη ρητίνη
- Υπάρχει καθρέφτης που κατευθύνει τη δέσμη laser
- Καλύτερη ποιότητα εκτύπωσης από τους FDM
- Το αντικείμενο χρειάζεται καθαρίσμα μετά την εκτύπωση





# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) - Πλεονεκτήματα

Τα **πλεονεκτήματα** από την εφαρμογή της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι:

- η αυξημένη ταχύτητα
- οι άπειρες σχεδιαστικές δυνατότητες
- το χαμηλό κόστος
- η πληθώρα επιλογών σε φιλικά στο περιβάλλον ανακυκλώσιμα υλικά εκτύπωσης



## Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) - Μειονεκτήματα

- Κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης **εκπέμπονται επιβλαβή πολύ μικρά σωματίδια (UFPs)** που μακροπρόθεσμα στο χρήστη υπάρχει πιθανότητα να δημιουργήσει αναπνευστικό, καρδιακό ακόμη και εγκεφαλικό επεισόδιο
- **Μικρότερη ανθεκτικότητα των αντικειμένων** που παράγονται από την τρισδιάστατη εκτύπωση ως προς τη θερμότητα, την υγρασία και τη σταθερότητα του χρώματος τους
- **Επιβάλλεται να ελέγχεται σε ποιους και για ποιο σκοπό δίνονται οι εκτυπωτές 3D** για να προφυλαχτεί η ανθρωπότητα

# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) – Διαδικασία

- ❖ Δημιουργία ενός ψηφιακού (CAD), τρισδιάστατου αρχείου για εκτύπωση
- ❖ Εξαγωγή σε μορφή STL που διατηρεί μόνο τις επιφάνειες
- ❖ Επιλογή εκτυπωτή και υλικού (κόστος, αντοχή υλικού, ποιότητα επιφάνειας, χρόνος εκτύπωσης)
- ❖ Αφού πραγματοποιηθεί δοκιμαστική εκτύπωση και όλα ελεγχθούν πραγματοποιείται η τελική εκτύπωση
- ❖ Μετά την εκτύπωση μπορεί να χρειάζεται μια σειρά διεργασιών μετα-επεξεργασίας (αφαίρεση περιττού υλικού, βαφή, προσθήκη πηλού ή και συναρμολόγηση κομματιών)

# Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) – Εφαρμογές

- Υγειονομική περίθαλψη και ιατρική βιομηχανία

(Υγειονομικό υλικό, οδοντιατρική, προσθετική άκρων, εξωσκελετικό γάντι κ.α.)

- Αεροδιαστημική βιομηχανία

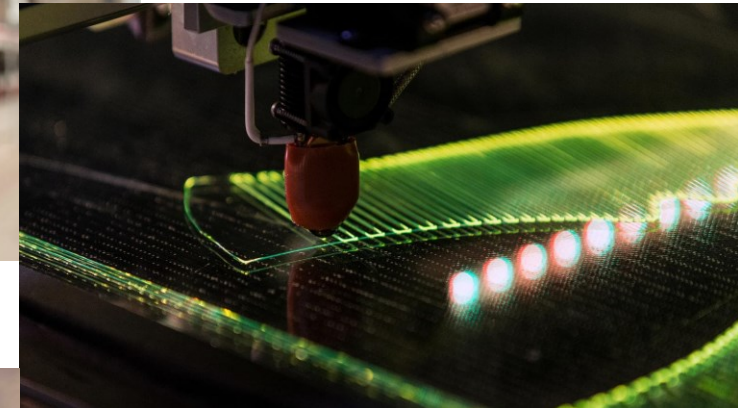
- Βιομηχανία υφασμάτων και μόδας

- Αυτοκινητοβιομηχανία

- Αρχιτεκτονική και κατασκευαστική βιομηχανία

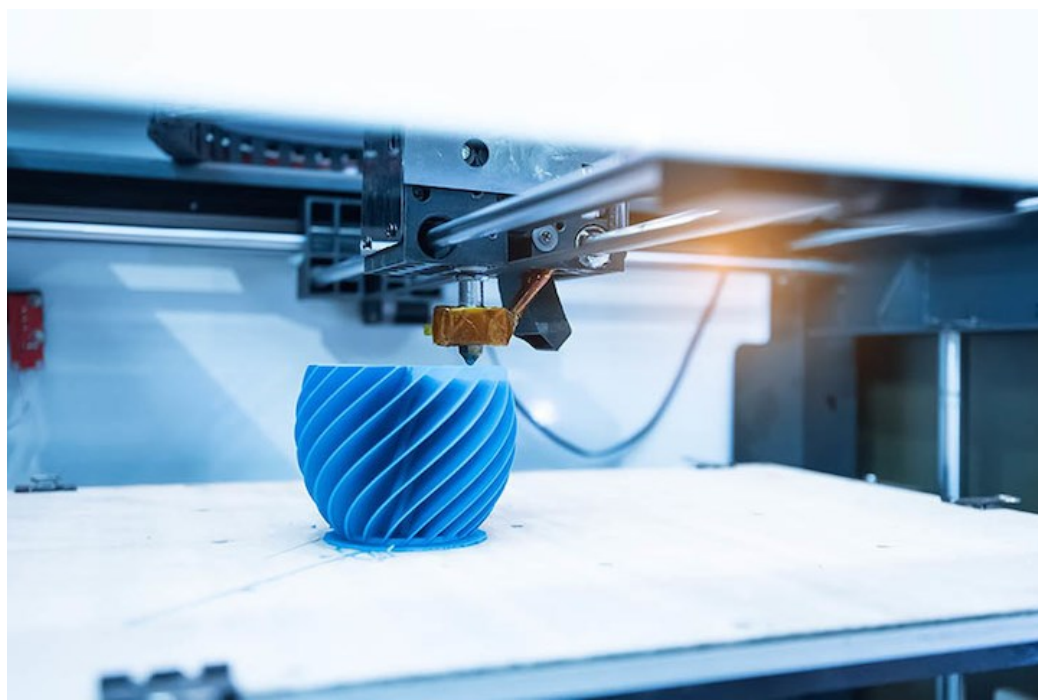
- Βιομηχανία τροφίμων

- Ηλεκτρική και Ηλεκτρονική βιομηχανία



## Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) & CNC

Η τεχνολογία **CNC** διαφέρει κυρίως στο ότι κατά κύριο λόγο **είναι αφαιρετική και όχι προσθετική** διεργασία και απαιτεί ως πρώτη ύλη μια μάζα υλικού που έχει ανάλογες διαστάσεις με εκείνες του κομματιού που πρόκειται να κατασκευαστεί



# Industrial 3D Printing – Πλεονεκτήματα

**Industrial 3D Printing** πρόκειται να αλλάξει τις μεθόδους παραγωγής ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε σε **μαζική παραγωγή (mass production)** και **μαζική εξατομίκευση (mass customization)**

- Η προσθετική κατασκευή επιτρέπει ελευθερία ως προς το σχεδιασμό και η πολυπλοκότητα δεν περιορίζει την παραγωγή
- Οι διαδικασίες μηχανικών κατεργασιών πρόκειται να εξαλειφθούν γλυτώνοντας τα σχετικά κόστη και τον ανάλογο χρόνο

## Industrial 3D Printing – Μειονεκτήματα

- Οι τεχνολογίες έχουν **χαμηλότερο ρυθμό παραγωγής** σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους
- Σε περίπλοκες περιπτώσεις απαιτείται σημαντική **προσπάθεια στο γενικότερο σχεδιασμό**
- Πολλές φορές η διαδικασία παραγωγής δεν ολοκληρώνεται με το πέρας της εκτύπωσης καθώς μπορεί να απαιτείται **πρόσθετη επεξεργασία**
- Υπάρχει **περιορισμός ως προς το μέγεθος** που μπορεί να εκτυπωθεί με βάση τις δυνατότητες του μηχανήματος 3D εκτύπωσης



# Industrial 3D Printing

*Επομένως* απαιτείται συστηματική μελέτη για να εξακριβωθεί η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών 3D εκτύπωσης και σε τι βαθμό θα μεταμορφώσει την παραγωγή



# Industrial 3D Printing – Παραδείγματα

## ❖ Αεροδιαστημική

(από εξαρτήματα των στροβιλοκινητήρων έως εξαρτήματα της καμπίνας επιβατών)



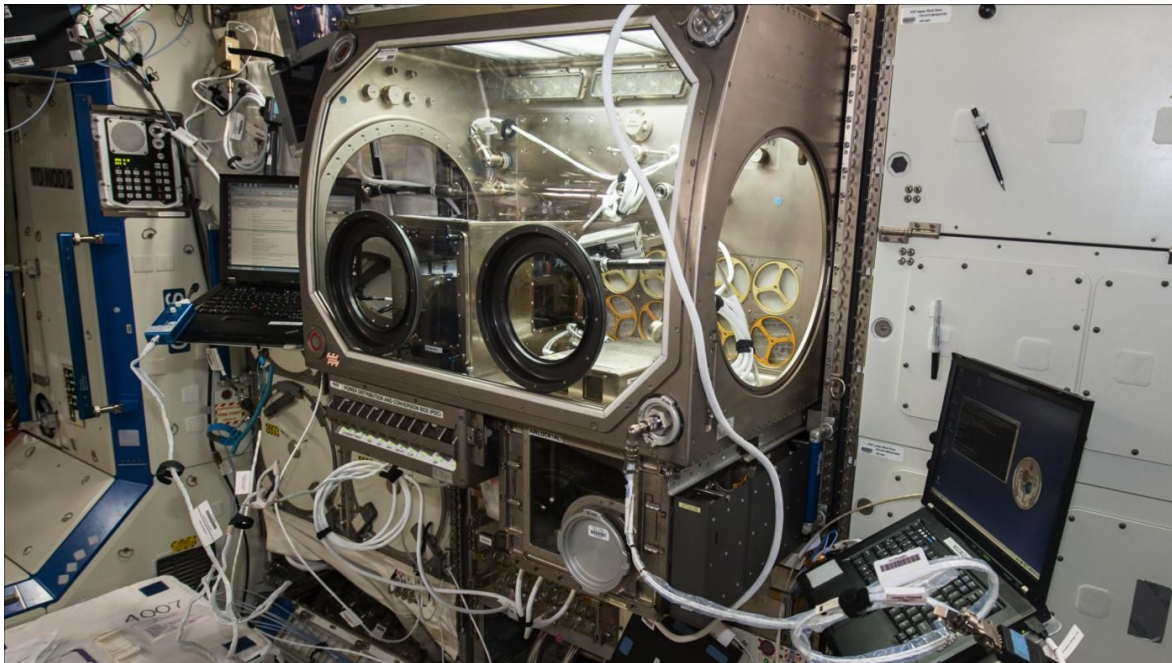
Εξαρτήματα τιτανίου που κατασκευάστηκαν με συμβατική μέθοδο CNC & εξαρτήματα ίδιας λειτουργίας που δημιουργήθηκαν από 3D printer



# Industrial 3D Printing – Παραδείγματα

## ❖ Αεροδιαστημική

(από εξαρτήματα των στροβιλοκινητήρων έως εξαρτήματα της καμπίνας επιβατών)

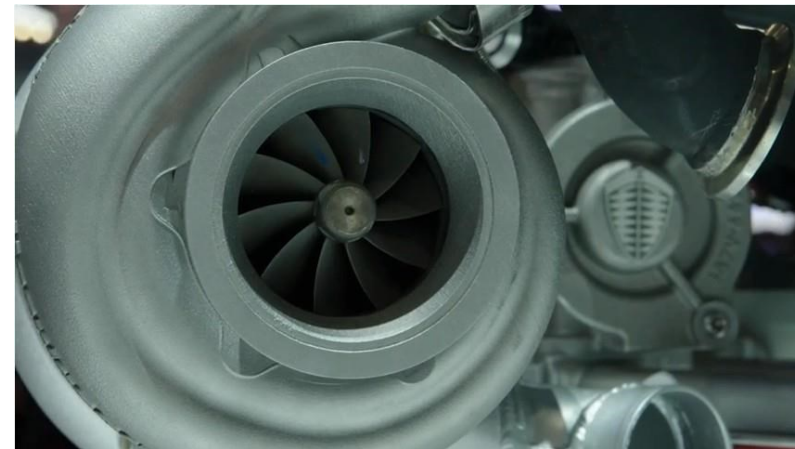


3D εκτυπωτής εγκατεστημένος στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό  
Εργαλεία τα οποία θα έκαναν πολύ καιρό να φτάσουν μπορούν πλέον απλά να τυπωθούν

# Industrial 3D Printing – Παραδείγματα

## ❖ Αυτοκινητοβιομηχανία

(μικρές παραγωγές ειδικών εξαρτημάτων )





# Industrial 3D Printing – Παραδείγματα

## ❖ Χρυσοχοΐα - Χυτεύσεις

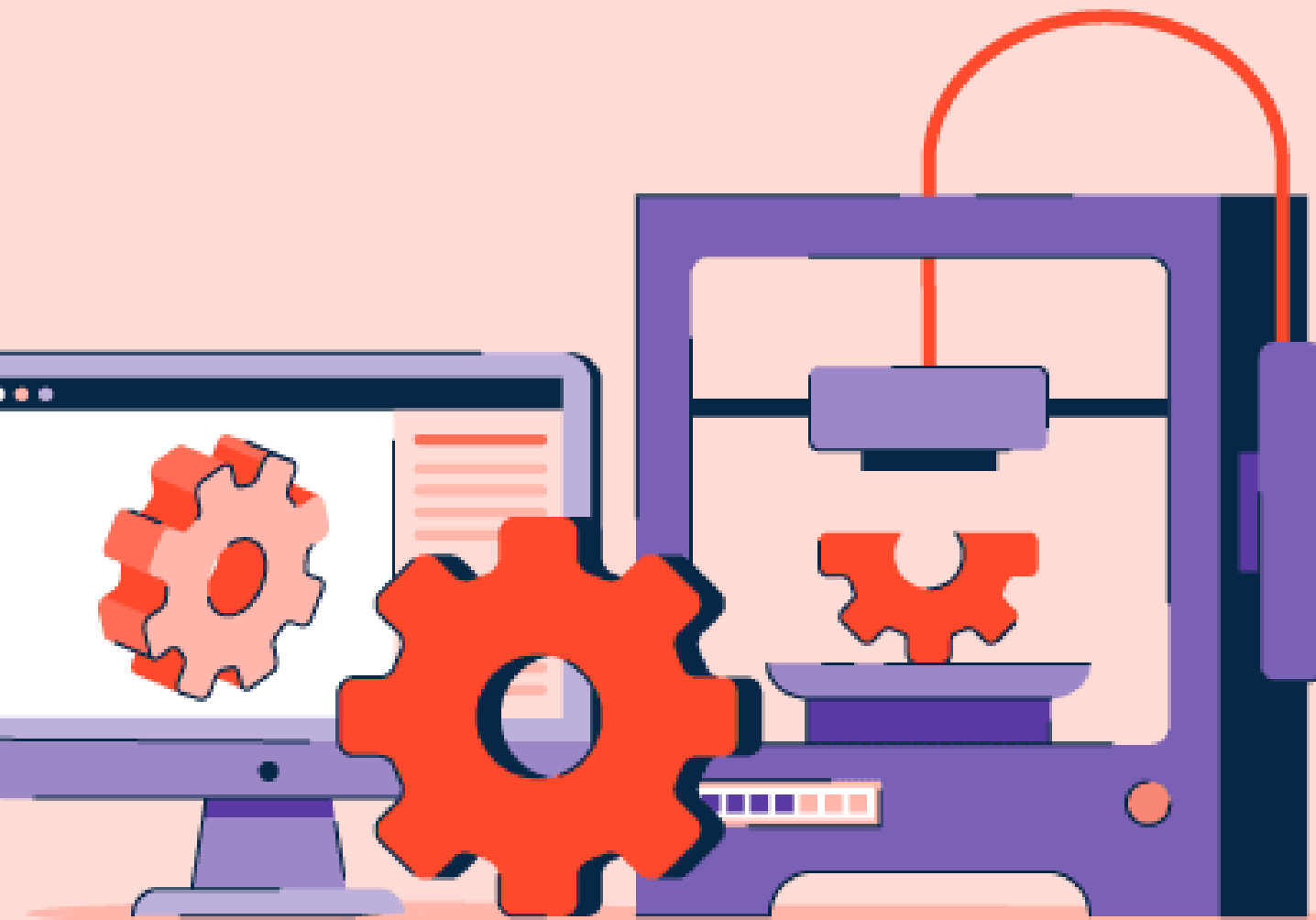


# Industrial 3D Printing – Παραδείγματα

## ❖ Ιατροφαρμακευτική

- Εξατομικευμένα, χαμηλού κόστους τεχνητά μέλη
- Εξατομικευμένα εμφυτεύματα
- Δημιουργία μοντέλων οργάνου ή μέλους με αντιγραφή από αξονική-μαγνητική τομογραφία για ευκολότερη διάγνωση και σχεδιασμό επεμβάσεων
- Εκτύπωση ιατρικού εξοπλισμού
- Δοκιμές με εκτύπωση οργάνων από κύτταρα





**INDUSTRY**



**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ**