

Hellenic additive **MANUFACTURING**

3D

εκτυπωμένο σκάφος,
κατασκευασμένο σε ενιαία μορφή

CARACOL

Τοπολογία - Ένας νέος όρος που έφερε η προσθετική κατασκευή...!!!

Η προσθετική κατασκευή (Additive Manufacturing), δεν άλλαξε μόνο τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζονται τα προϊόντα, αλλά εισήγαγε και μια νέα φιλοσοφία σχεδιασμού. Στο επίκεντρο αυτής της αλλαγής βρίσκεται η τοπολογία (topology optimization), μια προσέγγιση που επιτρέπει τη δημιουργία εξαρτημάτων με βέλτιστη κατανομή υλικού, διατηρώντας τη μηχανική αντοχή και μειώνοντας σημαντικά το βάρος.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής, όπου οι σχεδιαστές συχνά περιορίζονταν από τις δυνατότητες των εργαλειομηχανών ή των καλουπιών, η προσθετική κατασκευή δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας πολύπλοκων γεωμετριών που μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν αδύνατες.

Έτσι, η τοπολογική βελτιστοποίηση δεν αποτελεί πλέον μια θεωρητική άσκηση, αλλά ένα πρακτικό εργαλείο που οδηγεί σε αποδοτικότερα και πιο βιώσιμα προϊόντα.

Η τοπολογία δεν είναι απλώς ένας νέος τεχνικός όρος. Εκφράζει μια νέα νοοτροπία στον σχεδιασμό, όπου η μορφή προκύπτει από τη λειτουργία και όχι από τους περιορισμούς της κατασκευής. Καθώς η προσθετική κατασκευή ωριμάζει και ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία, η τοπολογική βελτιστοποίηση αναμένεται να αποτελέσει βασικό πυλώνα της μηχανικής του μέλλοντος, οδηγώντας σε καινοτόμες λύσεις με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Μανώλης Μαρινάκης

5



Sandia
National
Laboratories



7



15



18



Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

EDITORIAL

2 Τοπολογία - Ένας νέος όρος που έφερε η προσθετική κατασκευή...!!!

ΘΕΜΑΤΑ

- 4 Εκτύπωση της άκρης πτερυγίου ανεμογεννήτριας σε 8 ημέρες, σωστά με την πρώτη προσπάθεια
- 6 Μεταλλική προσθετική κατασκευή για Αμυντικές και Βιομηχανικές εφαρμογές: Ελευθερία σχεδιασμού και ευελιξία παραγωγής
- 14 Cold Spray - Από μήνες σε μέρες για χάλκινα ακροφύσια πυραύλων

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

- 18 Heron AM της Caracol - Αυτόματη αλλαγή κεφαλών
- 22 Οι καλύτεροι τρισδιάστατοι σαρωτές για το 2026

ΕΙΔΗΣΕΙΣ

- 30 Η Nike λανσάρει 8 περιορισμένες εκδοχές Air Max από 3D εκτύπωση
- 33 Νέο εκπαιδευτικό σεμινάριο από την MakeAmaze

22



30



33



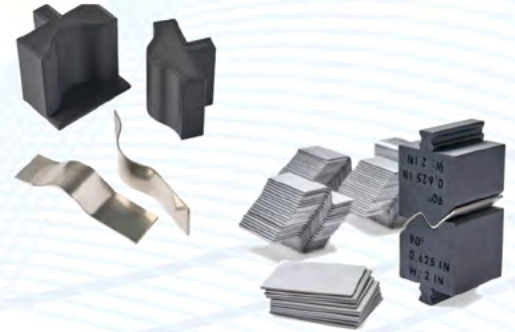
Stratasys:

Η αιχμή της τεχνολογίας στην 3D εκτύπωση

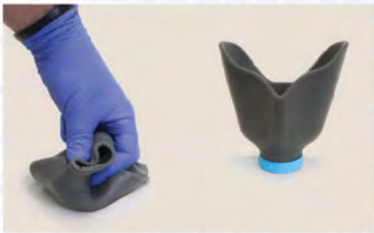


Stratasys Fortus 450mc Επαγγελματικός Βιομηχανικός FDM 3D Εκτυπωτής

ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ:
Diran™ 410MF07 της Stratasys.
Για CNC: jigs και fixtures



Stratasys P3 DLP Origin® Two Υψηλής ακρίβειας βιομηχανικός 3D Εκτυπωτής



ΤΟ ΝΕΟ P3 SILICONE 25A ΕΙΝΑΙ
ΕΝΑ ΥΛΙΚΟ ΣΙΛΙΚΟΝΗΣ ΓΙΑ:

- φλάντζες
- στεγανοποιητικά
- προστατευτικά καλύμματα και
- μαλακά ελαστικά μέρη



λόγω της αντοχής του, της υψηλής
ελαστικότητας και της σταθερότητάς
του σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών



Stratasys H350 3D printer Βιομηχανικός powder bed fusion 3D Εκτυπωτής



Για την τεχνολογία SAF, η LINO
προτείνει το πολυπροπυλένιο
(PP) ιδανικό για εξαρτήματα
που εκτίθενται σε χημικά
και υψηλές θερμοκρασίες.
ΔΕΙΓΜΑ ΔΩΡΕΑΝ - μπορείτε να
στείλετε αρχείο.



Εκτύπωση της άκρης πτερυγίου ανεμογεννήτριας σε 8 ημέρες, σωστά με την πρώτη προσπάθεια

Τρόπος χρήσης: Πώς ο θάλαμος τροφοδοσίας υλικού και ξήρανσης Fortus FDC επέτρεψε την επιτυχή εκτύπωση σε μεγάλη κλίμακα από την πρώτη φορά

Η πρόκληση:

Μια εκτύπωση 8 ημερών που δεν επιτρέπεται να αποτύχει

Στο πλαίσιο μιας πρωτοβουλίας που χρηματοδοτήθηκε από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, τα **Εθνικά Εργαστήρια Sandia** έπρεπε να κατασκευάσουν μια αεροδυναμική άκρη πτερυγίου ανεμογεννήτριας

μήκους σχεδόν 2 μέτρων, χωρίς κανένα περιθώριο αστοχίας.

Η κατασκευή απαιτούσε:

- ➔ 185 ώρες συνεχούς εκτύπωσης
- ➔ Οκτώ καρούλια υλικού
- ➔ Πολλαπλές αυτόματες αλλαγές υλικού

Παρόλο που το εξάρτημα μπορούσε να εκτυπωθεί χρησιμοποιώντας την τεχνολογία **Fused Deposition Modeling (FDM)**, οι αυτόματες αλλαγές νήματος εισήγαγαν μεταβλητότητα σε τρεις προσπάθειες, επηρεάζοντας την ποιότητα και τη συνέπεια της επιφάνειας. Με κάθε κατασκευή να καταναλώνει περισσότερο από μία εβδομάδα χρόνου μηχανής, οι αστοχίες ήταν δαπανηρές. Η ομάδα έπρεπε να μειώσει τις αλλαγές και να σταθεροποιήσει τη διαδικασία χωρίς να επανασχεδιάσει το εξάρτημα.

Η Sandia ζήτησε τη βοήθεια της Stratasys Direct Manufacturing (SDM). Για πάνω από 30 χρόνια, η Stratasys Direct™ πρωτοστατεί στην τρισδιάστατη εκτύπωση FDM®, βοηθώντας τους πελάτες να επιλύουν σύνθετες προκλήσεις σχεδιασμού και κατασκευής. Διαθέτει επιτυχημένο ιστορικό στην παράδοση αξιόπιστων εξαρτημάτων υψηλής απόδοσης για τις πιο απαιτητικές εφαρμογές.





Sandia National Laboratories



Η λύση:

Fortus FDC με τον εκτυπωτή 3D F900

Σε συνεργασία με την SDM, η ομάδα συνδύασε τον θάλαμο τροφοδοσίας και ξήρανσης υλικού Fortus FDC με τον βιομηχανικό εκτυπωτή 3D F900® για την αξιόπιστη κατασκευή της μεγάλης άκρης πτερυγίου από ρητίνη ULTEM™ 9085 υψηλής απόδοσης. Το Fortus FDC αυξάνει τη χωρητικότητα υλικού, διατηρώντας παράλληλα τον ελεγχόμενο χειρισμό του νήματος.

Για ένα τόσο μεγάλο και σύνθετο εξάρτημα, το Fortus FDC μείωσε τις αλλαγές υλικού από επτά σε μόλις δύο κατά τη διάρκεια της 8ήμερης κατασκευής. Οι λιγότερες παρεμβάσεις σήμαιναν:

- Λιγότερα ελαττώματα που σχετίζονται με τη μετάβαση
- Μειωμένη παρέμβαση του χειριστή
- Μεγαλύτερη σταθερότητα υλικού κατά τη διάρκεια εκτυπώσεων μεγάλης διάρκειας

Lino3D

Το αποτέλεσμα:

Μια πιο σταθερή και προβλέψιμη διαδικασία παραγωγής

Με το Fortus FDC, η ομάδα εκτύπωσε με επιτυχία την άκρη της λεπίδας με την πρώτη προσπάθεια. Το εξάρτημα ανταποκρίθηκε στις προσδοκίες ποιότητας χωρίς τα ελαττώματα μετάβασης που παρατηρούνταν σε προηγούμενες εκτυπώσεις, εξαλείφοντας έτσι το κόστος και τον κίνδυνο επιπλέον επανεκτυπώσεων διάρκειας οκτώ ημερών.

Στην προσθετική κατασκευή μεγάλου μεγέθους, οι μακροχρόνιες κατασκευές μεγεθύνουν τη μεταβλητότητα. Οι αλλαγές και η αστάθεια της υγρασίας μπορούν γρήγορα να οδηγήσουν σε απώλεια παραγωγικής ικανότητας, καθυστερήσεις και σπατάλη. Μειώνοντας τις αλλαγές και σταθεροποιώντας τη ρύθμιση του νήματος, το Fortus FDC παρείχε την απαραίτητη εμπιστοσύνη στην κατασκευή.

Για περισσότερες πληροφορίες, η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάστηκε από τα Εθνικά Εργαστήρια Sandia στο ακόλουθο άρθρο: <https://www.sandia.gov/labnews/2024/08/08/3d-printed-part-adds-value-to-wind-power>



Μεταλλική Προσθετική Κατασκευή για Αμυντικές και Βιομηχανικές Εφαρμογές: Ελευθερία Σχεδιασμού και Ευελιξία Παραγωγής

Το Metal Additive Manufacturing χρησιμοποιείται πλέον ολοένα και περισσότερο σε απαιτητικά βιομηχανικά περιβάλλοντα. Σε τομείς όπως η αεροδιαστημική, η αμυντική βιομηχανία, τα εργαλεία παραγωγής και το advanced manufacturing, η δυνατότητα κατασκευής γεωμετριών που είναι δύσκολο ή αδύνατο να παραχθούν με συμβατικές μεθόδους ανοίγει νέες προοπτικές στον σχεδιασμό εξαρτημάτων και την ενσωμάτωσή τους σε σύνθετα συστήματα.

Μεταξύ των τεχνολογιών που συμβάλλουν σε αυτές τις εξελίξεις, το SLM έχει καθιερωθεί ως μία από τις πιο δια-

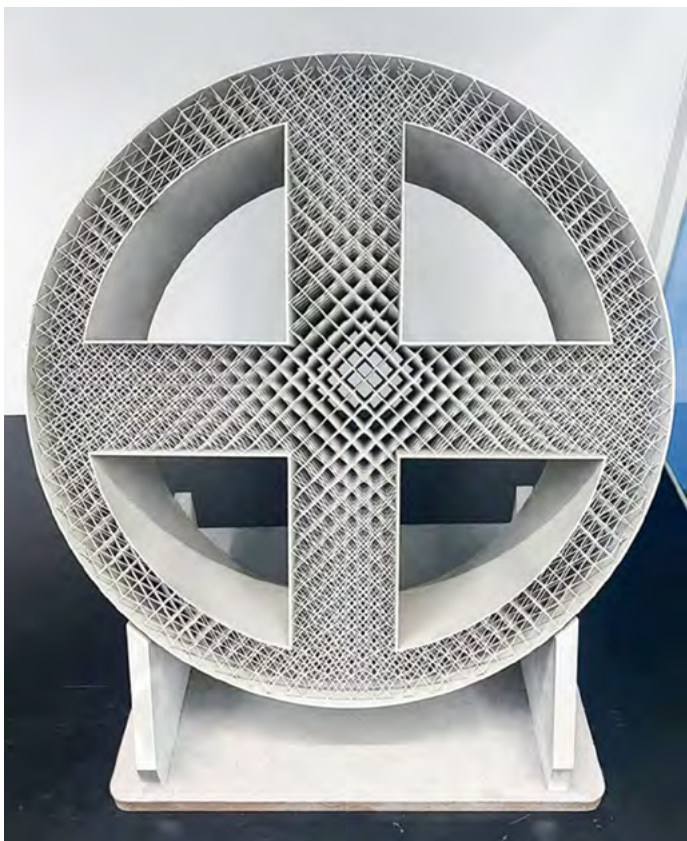
δεδομένες μεθόδους για την παραγωγή πυκνών μεταλλικών εξαρτημάτων με σύνθετα εσωτερικά χαρακτηριστικά και ελεγχόμενες μηχανικές ιδιότητες. Καθώς η τεχνολογία ωριμάζει, η έμφαση μετατοπίζεται από την απλή δυνατότητα εκτύπωσης εξαρτημάτων προς τη σταθερότητα της διαδικασίας, την επαναληψιμότητα και τον έλεγχο των παραμέτρων παραγωγής που απαιτούνται για αξιόπιστη βιομηχανική χρήση.

Τα σύγχρονα συστήματα μεταλλικής προσθετικής κατασκευής σχεδιάζονται πλέον όχι μόνο για την παραγωγή σύνθετων γεωμετριών, αλλά και για να λειτουργούν ως μέρος οργανωμένων παραγωγικών διαδικασιών που περιλαμβάνουν διαχείριση σκόνης, post-processing, quality assurance και διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου.

Βιομηχανικές Απαιτήσεις για Συστήματα Metal AM

Στον βιομηχανικό και αμυντικό τομέα, τα συστήματα Additive Manufacturing πρέπει να καλύπτουν απαιτήσεις που ξεπερνούν την απλή δυνατότητα κατασκευής εξαρτημάτων. Η διατήρηση σταθερών θερμικών συνθηκών στον θάλαμο κατασκευής, η ομοιόμορφη εναπόθεση σκόνης, ο ελεγχόμενος τρόπος σάρωσης του laser και η προβλέψιμη συμπεριφορά των υλικών είναι κρίσιμα στοιχεία για την παραγωγή εξαρτημάτων με επαναλαμβανόμενες μηχανικές ιδιότητες.

Εξίσου σημαντική είναι η δυνατότητα



Skinned Lattice Structural Part

ενσωμάτωσης των συστημάτων additive manufacturing σε υφιστάμενες βιομηχανικές υποδομές. Τα εξαρτήματα που παράγονται μέσω SLM συχνά υποβάλλονται σε θερμική κατεργασία, κατεργασία CNC, επιφανειακή κατεργασία και επιθεώρηση μετά την εκτύπωση. Για τον λόγο αυτό, η αρχιτεκτονική ενός συστήματος πρέπει να υποστηρίζει σταθερούς κύκλους παραγωγής, προβλέψιμα αποτελέσματα και συμβατότητα με τα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

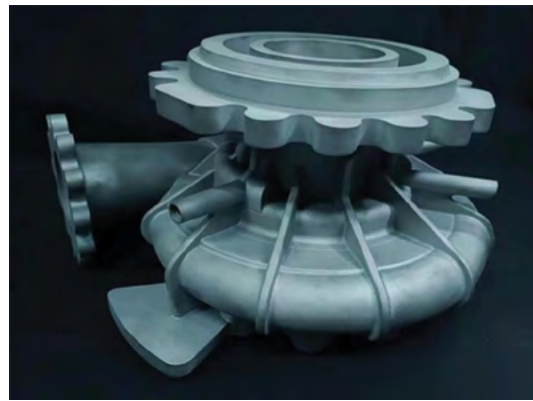
Οι απαιτήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές σε τομείς όπου τα εξαρτήματα λειτουργούν υπό απαιτητικές συνθήκες. Δομικά στοιχεία αεροδιαστημικών συστημάτων, εξαρτήματα αμυντικών εφαρμογών και εργαλεία παραγωγής συχνά απαιτούν υλικά που αντέχουν υψηλά μηχανικά φορτία, θερμικούς κύκλους ή διαβρωτικά περιβάλλοντα. Τα συστήματα additive manufacturing πρέπει συνεπώς να παρέχουν όχι μόνο ελευθερία σχεδιασμού αλλά και σταθερότητα διαδικασίας και συνέπεια στις ιδιότητες των υλικών.

SLM Τεχνολογία για Σύνθετα Μεταλλικά Εξαρτήματα

Τα συστήματα SLM λειτουργούν λιώνοντας επιλεκτικά λεπτά στρώματα μεταλλικής σκόνης με τη χρήση laser υψηλής ενέργειας. Ένας μηχανισμός recoating απλώνει ένα ομοιόμορφο στρώμα σκόνης πάνω στην πλατφόρμα κατασκευής. Στη συνέχεια, το laser σαρώνει την επιφάνεια σύμφωνα με τη γεωμετρία του εξαρτήματος, λιώνο-



High Temperature Alloy Combustion Chamber



Rocket Oxygen Pump

ντας τοπικά τη σκόνη και δημιουργώντας ένα πυκνό μεταλλικό στρώμα καθώς το υλικό στερεοποιείται.

Μετά την ολοκλήρωση κάθε στρώματος, η πλατφόρμα κατασκευής κατεβαίνει ελαφρώς και εναποτίθεται ένα νέο στρώμα σκόνης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ολοκληρωθεί ολόκληρο το εξάρτημα. Η προσέγγιση αυτή, βασισμένη σε διαδοχικά στρώματα, επιτρέπει την κατασκευή πολύπλοκων εσωτερικών καναλιών, lattice δομών και γεωμετριών που θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο να παραχθούν με συμβατικές κατεργασίες. Σε πολλές περιπτώσεις, το additive manufacturing επιτρέπει τον επανασχεδιασμό εξαρτημάτων έτσι ώστε πολλαπλά μέρη να ενοποιηθούν σε μία ενιαία δομή.

Η ενοποίηση εξαρτημάτων μειώνει την πολυπλοκότητα συναρμολόγησης και περιορίζει την ανάγκη για συνδέσμους ή κοχλίες που μπορεί να αποτελούν σημεία πιθανής αστοχίας. Σε εφαρμογές που σχετίζονται με ροή υγρών ή μεταφορά θερμότητας, τα εσωτερικά κανάλια μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να ακολουθούν βέλτιστες διαδρομές, χωρίς τους περιορισμούς που επιβάλλουν οι συμβατικές μέθοδοι κατεργασίας.

Το Σύστημα Μεταλλικής Προσθετικής Κατασκευής ANiMA A4

Το ANiMA A4 είναι ένα σύστημα μεταλλικής προσθετικής κατασκευής σχεδιασμένο για βιομηχανικές εφαρμογές powder bed fusion που απαιτούν ελεγχόμενες συνθήκες επεξεργασίας και σταθερή απόδοση παραγωγής. Το σύστημα διαθέτει όγκο κατασκευής 420 mm x 420 mm x 500 mm.

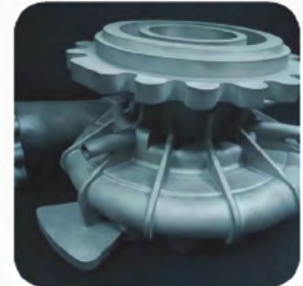
Το σύστημα βασίζεται σε αρχιτεκτονική laser powder bed fusion και μπορεί να επεξεργαστεί μια σειρά από ευρέως χρησιμοποιούμενες μεταλλικές σκόνες, όπως ανοξείδωτους χάλυβες, tool steels και κράματα νικελίου. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται συχνά σε εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή μηχανική αντοχή, αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και αντίσταση στη διάβρωση.

Η διαμόρφωση του συστήματος έχει επιπλέον βελτιστοποιηθεί από Έλληνες μηχανικούς με πολυετή εμπειρία στη μεταλλική προσθετική κατασκευή. Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε σε πρακτικές πτυχές λειτουργίας σε βιομηχανικό περιβάλλον, όπως η σταθερότητα της διαδικασίας, η ευχρηστία σε συνθήκες παραγωγής και η ευθυγράμμιση με ευρωπαϊκές πρακτικές και τεχνικά πρότυπα.

Οι βελτιστοποιήσεις αυτές επιτρέπουν την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος σε περιβάλλοντα όπου το Additive Manufacturing αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης παραγωγικής διαδικασίας και όχι απλώς εργαλείο πρωτοτυποποίησης.



ANiMA A4 - Large-Scale Industrial Metal 3D Printer



ANiMA A4

LARGE-SCALE INDUSTRIAL METAL 3D PRINTER

Βελτιστοποιημένο από Έλληνες μηχανικούς με μεγάλη εμπειρία στο metal additive. Αναπτύχθηκε ειδικά για εφαρμογές στον **βιομηχανικό τομέα**. Υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία υλικών και προσφέρει **εκτεταμένο printing capacity**. Είναι ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν την **παραγωγή μεγάλων, υψηλής ακρίβειας εξαρτημάτων με σύνθετες γεωμετρίες**, όπως δομικά στοιχεία, εξαρτήματα προώθησης ή **ανταλλακτικά για αμυντικές και αεροδιαστημικές εφαρμογές**.

Η μονάδα **AFS** του **ANiMA A4** αυτοματοποιεί το **κοσκίνισμα** και την επαναχρησιμοποίηση της σκόνης, μειώνοντας την ανάγκη χειροκίνητης παρέμβασης και ενισχύοντας την ασφάλεια στο χώρο εργασίας.

Επικοινωνήστε μαζί μας
για περισσότερες πληροφορίες
και προσφορά

Λεωφόρος Μαραθώνος 27 Παλλήνη, 153 51
T: +30 210 77 76 822 | +30 210 66 66 544
info@anima.eu | www.anima.eu

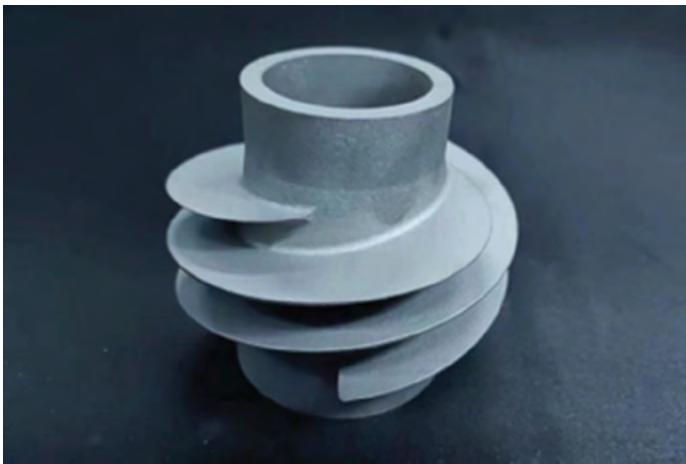
Θερμική Σταθερότητα και Έλεγχος Διαδικασίας

Στο laser powder bed fusion, η θερμική διαχείριση παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των παραγόμενων εξαρτημάτων. Κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης, δημιουργούνται ταχύτατοι κύκλοι θέρμανσης και ψύξης καθώς το laser σαρώνει τη στρώση σκόνης. Αυτές οι θερμικές μεταβολές επηρεάζουν τη σταθερότητα της λίμνης τήξης (melt pool), τη μικροδομή του υλικού και την ανάπτυξη υπολειπόμενων τάσεων.

Για τη διατήρηση σταθερών συνθηκών επεξεργασίας, συστήματα όπως το A4 ενσωματώνουν ελεγχόμενο περιβάλλον στον θάλαμο κατασκευής και ακριβή έλεγχο της σάρωσης του laser. Μηχανισμοί recoating υψηλής σταθερότητας εξασφαλίζουν ομοιόμορφη εναπόθεση της σκόνης, ενώ συστήματα παρακολούθησης της διαδικασίας επιτρέπουν στους χειριστές να ελέγχουν τις συνθήκες παραγωγής κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης.

Η διατήρηση σταθερών παραμέτρων έκθεσης και ομοιόμορφης κατανομής σκόνης συμβάλλει στη μείωση των αποκλίσεων μεταξύ διαφορετικών builds και επιτρέπει την παραγωγή εξαρτημάτων με προβλέψιμες μηχανικές ιδιότητες.

Η σταθερότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική όταν κατασκευάζονται εξαρτήματα που πρέπει να πληρούν αυστηρές διαστασιακές ανοχές ή να λειτουργούν υπό υψηλά μηχανικά φορτία.



Rocket Induction Wheel

Εφαρμογές σε καλούπια (Tooling)

Μία από τις πιο καθιερωμένες εφαρμογές της μεταλλικής προσθετικής κατασκευής είναι η παραγωγή εξαρτημάτων καλουπιών. Ένθετα για χύτευση πλαστικών (injection molding), μήτρες για χύτευση αλουμινίου και ζάμακ (die casting) και διάφορα καλούπια διαμόρφωσης απαιτούν συχνά εσωτερικά κανάλια ψύξης για τον έλεγχο της θερμοκρασίας κατά τη λειτουργία.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι κατασκευής περιορίζουν τη γεωμετρία αυτών των καναλιών, καθώς πρέπει να δημιουργηθούν με διάτρηση ή κατεργασία μέσα στο σώμα του εργαλείου. Με το additive manufacturing, τα κανάλια ψύξης μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να ακολουθούν πολύπλοκες τρισδιάστατες διαδρομές που προσαρμόζονται στο σχήμα του εξαρτήματος.

Η ομοιόμορφη ψύξη (conformal cooling) μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη θερμική διαχείριση μέσα στο καλούπι. Η πιο ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας συμβάλλει στη μείωση των χρόνων κύκλου, στη βελτίωση της επιφανειακής ποιότητας των παραγόμενων εξαρτημάτων και στην αύξηση της διάρκειας ζωής του καλουπιού.

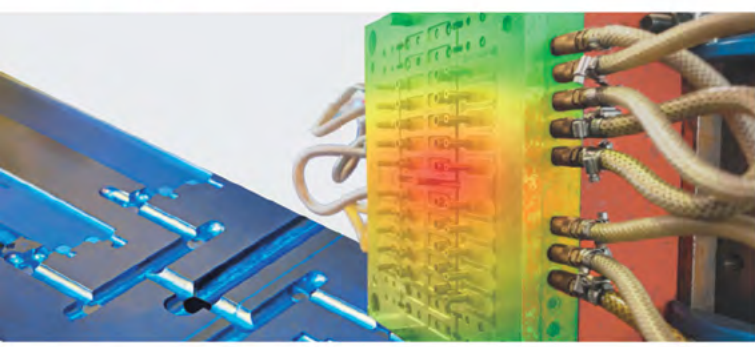
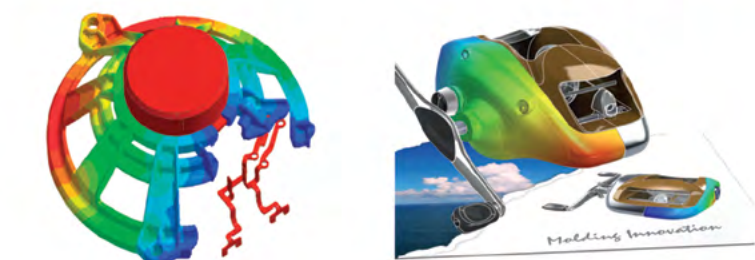
Σε αυτές τις εφαρμογές, τα συστήματα powder bed fusion προσφέρουν τη γεωμετρική ευελιξία που απαιτείται για την κατασκευή σύνθετων εσωτερικών δικτύων καναλιών, τα οποία δεν μπορούν να παραχθούν με συμβατικές κατεργασίες.

Αεροδιαστημικές και Αμυντικές Εφαρμογές

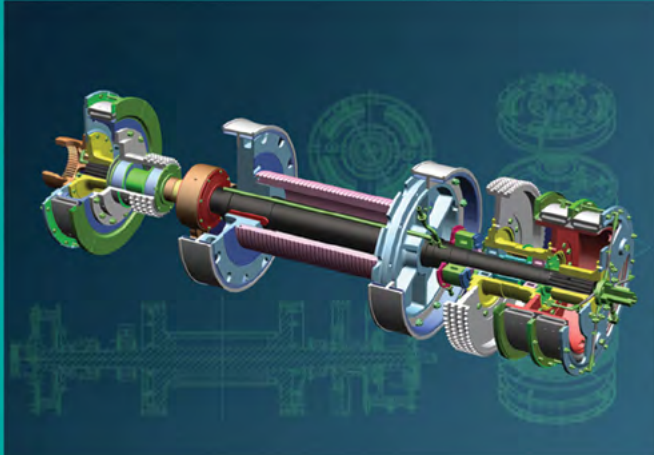
Η προσθετική κατασκευή χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την παραγωγή δομικών και λειτουργικών εξαρτημάτων σε



Moldex3D
MOLDING INNOVATION



ΛΥΣΕΙΣ ΚΟΡΥΦΗΣ



EXPERTCAM

Βιομηχανικός Σχεδιασμός

Δημιουργία κώδικα CNC μηχανών

Ολοκληρωμένες εφαρμογές
CAD/CAM/CAE

Ταχεία πρωτοτυποποίηση

Product Lifecycle Management

Στόχος και δέσμευσή μας η βελτιστοποίηση της παραγωγής σας

Πιπτακού 12α, 142 31 Ν.Ιωνία - τηλ./fax. 210 2757410 - 210 2757071
www.expertcam.gr - Email: info@expertcam.gr

αεροδιαστημικά και αμυντικά συστήματα. Ελαφριές δομές, βελτιστοποιημένα στηρίγματα (brackets) και περιβλήματα με ενσωματωμένα στοιχεία στήριξης μπορούν να παραχθούν με τη χρήση powder bed fusion.

Με τη χρήση μεθόδων topology optimization, οι μηχανικοί μπορούν να μειώσουν το βάρος ενός εξαρτήματος διατηρώντας ταυτόχρονα την απαιτούμενη μηχανική αντοχή. Οι γεωμετρίες που προκύπτουν συχνά περιλαμβάνουν οργανικές μορφές και εσωτερικές δομές ενίσχυσης που είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για additive manufacturing.

Ένα ακόμη πεδίο εφαρμογής αφορά εξαρτήματα με εσωτερικά κανάλια ροής. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψύξη ηλεκτρονικών συστημάτων, μεταφορά υγρών ή διαχείριση θερμότητας σε συστήματα πρόωσης. Η δυνατότητα κατασκευής σύνθετων εσωτερικών γεωμετριών μέσα σε ένα ενιαίο εξάρτημα μειώνει την πολυπλοκότητα συναρμολόγησης και βελτιώνει την αξιοπιστία σε απαιτητικές συνθήκες λειτουργίας.

Ανάπτυξη Διαδικασιών και Μικρές Σειρές Παραγωγής

Πέρα από τα τελικά εξαρτήματα, τα συστήματα μεταλλικής προσθετικής κατασκευής χρησιμοποιούνται συχνά για ανάπτυξη διαδικασιών και παραγωγή μικρών σειρών. Ερευνητικά ιδρύματα και βιομηχανικές ομάδες ανάπτυξης χρησιμοποιούν συστήματα powder bed fusion για την αξιολόγηση νέων υλικών, τη βελτιστοποίηση παραμέτρων εκτύπωσης και τη δοκιμή νέων σχεδιαστικών προσεγγίσεων. Η δυνατότητα γρήγορης επανάληψης επιτρέπει την προσαρμογή της γεωμετρίας, των εσωτερικών δομών και των παραμέτρων επεξεργασίας ώστε να επιτευχθούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά απόδοσης.

Για ορισμένα εξαρτήματα με σχετικά περιορισμένο όγκο παραγωγής, το additive manufacturing μπορεί επίσης να είναι οικονομικά βιώσιμο ως μέθοδος άμεσης παραγωγής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν το κόστος εργαλείων για συμβατικές διαδικασίες θα ήταν υψηλό ή όταν η πολυπλοκότητα του εξαρτήματος καθιστά την παραδο-



Engine Exhaust Pipe

σιακή παραγωγή λιγότερο αποδοτική.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα συστήματα additive manufacturing λειτουργούν ως ευέλικτα εργαλεία παραγωγής που μπορούν να κατασκευάσουν διαφορετικά εξαρτήματα χωρίς την ανάγκη ειδικών εργαλείων.

Ενσωμάτωση σε Βιομηχανικές Διαδικασίες

Καθώς η προσθετική κατασκευή υιοθετείται όλο και περισσότερο από τη βιομηχανία, η ενσωμάτωση των συστημάτων εκτύπωσης σε οργανωμένα παραγωγικά περιβάλλοντα γίνεται όλο και πιο σημαντική.

Τα εκτυπωμένα εξαρτήματα συνήθως απαιτούν αρκετά στάδια μετα-επεξεργασίας, όπως αφαίρεση supports, θερμική κατεργασία, κατεργασία CNC και επιφανειακή κατεργασία. Επιπλέον, μπορεί να απαιτού-

νται διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου όπως μετρήσεις διαστάσεων και έλεγχος ιδιοτήτων υλικών.

Τα συστήματα μεταλλικής προσθετικής κατασκευής πρέπει επομένως να λειτουργούν αξιόπιστα μέσα σε αυτές τις ευρύτερες παραγωγικές αλυσίδες. Σταθερά αποτελέσματα εκτύπωσης, ελεγχόμενες παράμετροι διαδικασίας και προβλέψιμη συμπεριφορά των υλικών διευκολύνουν τη μετάβαση από την εκτύπωση στη μετα-επεξεργασία και την τελική πιστοποίηση των εξαρτημάτων.

Η προσέγγιση αυτή υποστηρίζει την εφαρμογή της τεχνολογίας σε βιομηχανικά περιβάλλοντα όπου η ιχνηλασιμότητα, η τεκμηρίωση και η συμμόρφωση με ευρωπαϊκά πρότυπα παραγωγής αποτελούν βασικές απαιτήσεις.

Επεκτεινόμενες Εφαρμογές της Μεταλλικής Προσθετικής Κατασκευής

Καθώς τα υλικά, η αρχιτεκτονική των συστημάτων και οι τεχνολογίες ελέγχου διαδικασίας εξελίσσονται, το φά-

σμα εφαρμογών της μεταλλικής προσθετικής κατασκευής συνεχίζει να διευρύνεται.

Συστήματα όπως το ANiMA A4 χρησιμοποιούνται πλέον όχι μόνο για επαλήθευση σχεδιασμού ή πειραματική παραγωγή, αλλά και για την κατασκευή λειτουργικών εξαρτημάτων που λειτουργούν σε απαιτητικά περιβάλλοντα.

Σε τομείς όπου η απόδοση, η μείωση βάρους και η γεωμετρική πολυπλοκότητα παίζουν κρίσιμο ρόλο, το powder bed fusion προσφέρει μια προσέγγιση παραγωγής που συμπληρώνει τις συμβατικές μεθόδους και επιτρέπει την υλοποίηση νέων σχεδιαστικών λύσεων που μέχρι πρόσφατα ήταν δύσκολο να κατασκευαστούν.

Τώρα διαβάστε μας και... ηλεκτρονικά



Cold Spray

Από μήνες σε μέρες για χάλκινα ακροφύσια πυραύλων

Μηχανικοί στη Σκωτία ανέπτυξαν μια νέα μέθοδο παραγωγής που ανατρέπει τους χρόνους κατασκευής στη διαστημική βιομηχανία.

Τα ακροφύσια πυραύλων είναι από τα πιο απαιτητικά εξαρτήματα στη μηχανολογία, λειτουργούν σε θερμοκρασίες που ξεπερνούν το σημείο τήξης των ίδιων των υλικών τους, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να διατηρούν πολύπλοκα εσωτερικά κανάλια ψύξης με ακρίβεια χιλιοστού. Η κατασκευή τους με παραδοσιακές μεθόδους διαρκεί μήνες και κοστίζει ακριβά. Τώρα, μηχανικοί του National Manufacturing Institute Scotland (NMIS) παρουσίασαν μια λύση που θα μπορούσε να συμπίσει αυτόν τον χρόνο σε λίγες μόνο ημέρες.

Γιατί ο χαλκός είναι τόσο δύσκολος

Τα ακροφύσια πυραύλων κατασκευάζονται συνήθως

από χαλκό, ένα υλικό με εξαιρετική θερμική αγωγιμότητα, αλλά ιδιαίτερα δύσκολο να κατεργαστεί με σύγχρονες τεχνικές additive manufacturing. Η υψηλή ανακλαστικότητα του χαλκού στις δέσμες laser τον καθιστά ακατάλληλο για τις περισσότερες μεθόδους Powder Bed Fusion (PBF), ενώ οι τεχνικές ηλεκτρολυτικής επίστρωσης που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά απαιτούν χρόνο παραγωγής πολλών μηνών για εξαρτήματα μεγάλης κλίμακας.

Επιπλέον, τα ακροφύσια χρειάζονται πολύπλοκα εσωτερικά κανάλια ψύξης, δομές που είναι αδύνατο να κατασκευαστούν με απλή κοπή ή φρεζάρισμα και δύσκολο να επιτευχθούν με τις υπάρχουσες AM μεθόδους λόγω περιορισμών στο μέγεθος κατασκευής.



Χάλκινο ακροφύσιο πυραύλου κατασκευασμένο με high-pressure cold spray —
NMIS, Σκωτία 2026 (Πηγή: NMIS)

High-Pressure Cold Spray: Κατάθεση χωρίς τήξη

Το NMIS ανέπτυξε μια υβριδική μέθοδο παραγωγής βασισμένη στο High-Pressure Cold Spray (HPCS). Η τεχνική αυτή εκτοξεύει σωματίδια χαλκού σε υπερηχητικές ταχύτητες πάνω σε μια επιφάνεια, τα σωματίδια δεν λιώνουν, αλλά προσκολλώνται μέσω πλαστικής παραμόρφωσης κατά την πρόσκρουση. Το αποτέλεσμα είναι ένα πυκνό, υψηλής ποιότητας εναπόθεμα χωρίς θερμικές παραμορφώσεις ή αλλοίωση υλικού είναι και το κύριο μειονέκτημα των μεθόδων συγκόλλησης.

Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, οι μηχανικοί του NMIS κατασκεύασαν το σώμα του ακροφυσίου στρώση-στρώση, ενσωματώνοντας τα εσωτερικά κανάλια ψύξης απευθείας κατά την κατασκευή, χωρίς μεταγενέστερη κατεργασία.

- Ρυθμός εναπόθεσης χαλκού: έως 10 kg/ώρα
- Συνολικό βάρος as-built: 41 kg
- Τελικό βάρος εξαρτήματος: 36 kg
- Χρόνος εκτύπωσης: ~4 ώρες 10 λεπτά

→ Μείωση χρόνου παραγωγής: από μήνες σε ημέρες

Πέρα από τους πυραύλους

Το NMIS επισημαίνει ότι η τεχνολογία δεν περιορίζεται στη διαστημική βιομηχανία. Οποιοσδήποτε κλάδος χρειάζεται μεγάλα εξαρτήματα από ανθεκτικά στη διάβρωση υλικά μπορεί να επωφεληθεί:

- Αεροδιαστημική: Δομικά εξαρτήματα και θερμικές ασπίδες
 - Ενέργεια: Εξαρτήματα αντλιών και εναλλάκτες θερμότητας
 - Ναυπηγική: Αντιδιαβρωτικές επικαλύψεις σε μεγάλες επιφάνειες
 - Επισκευή & remanufacturing: Αποκατάσταση φθαρμένων εξαρτημάτων
- Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος δεν έχει ακόμη δοκιμαστεί σε πλήρη δοκιμή πυραυλικής κινητήρα — το παρόν στάδιο αφορά απόδειξη αρχής (proof of concept).



Λεπτομέρεια χάλκινου ακροφυσίου — εσωτερική δομή cold spray (Πηγή: NMIS)

Τι λένε οι μηχανικοί

“Αυτό το έργο σηματοδοτεί ένα σημαντικό ορόσημο στο πώς η σύγχρονη κατασκευή μπορεί να εφαρμοστεί σε πολύπλοκα εξαρτήματα πυραυλικών κινητήρων. Μας επέτρεψε να εξερευνήσουμε νέες προσεγγίσεις για την παραγωγή υψηλής απόδοσης θερμικών δομών, μειώνοντας τους χρόνους ανάπτυξης και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα παραγωγής.”

— **Calum Hicks, Senior Technologist, Digital Factory, NMIS**

“Η πραγματική αξία αυτής της εργασίας είναι ότι δείχνει πώς η σύγχρονη κατασκευή μπορεί να περάσει από τον πειραματισμό στην πρακτική εφαρμογή. Συνδυάζοντας μηχανολογική τεχνογνωσία με καινοτόμες διεργασίες όπως το high-pressure cold spray, δίνουμε τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να επανασχεδιάσουν τον τρόπο

με τον οποίο σχεδιάζονται, παράγονται και συντηρούνται πολύπλοκα εξαρτήματα.”

— **Ryan Devine, Senior R&D Engineer, NMIS**

Σημασία για τον κλάδο μας

Η τεχνολογία cold spray δεν αφορά μόνο πυραύλους. Στον κλάδο της κατεργασίας μετάλλων, της παραγωγής μητρών και εργαλείων, η δυνατότητα εναπόθεσης υλικού χωρίς θερμικές παραμορφώσεις και κυρίως η επισκευή και remanufacturing φθαρμένων εξαρτημάτων, ανοίγει πρακτικές δυνατότητες που αξίζει να παρακολουθούμε. Η μείωση των χρόνων παραγωγής από μήνες σε ημέρες είναι ένα μήνυμα που αφορά κάθε κλάδο που δουλεύει με μέταλλο.

www.metalplasticdirectory.com

ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ PORTAL
ΜΕΤΑΛΛΟΥ & ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ

Προβληθείτε και εσείς

The logo for VIPRA AM, with 'VIPRA' in a bold, blue, sans-serif font and 'AM' in a white, outlined, sans-serif font, followed by a trademark symbol (TM).

VIPRA am™

NOVAPAX
210 4112589

VIPRA AM

CARACOL

The logo for CARACOL, featuring the word 'CARACOL' in a white, bold, sans-serif font. The letter 'A' is stylized with a white outline and a dark fill.

CARACOL

Heron AM της Caracol - Αυτόματη Αλλαγή Κεφαλών

Η ρομποτική πλατφόρμα Heron AM της Caracol μπορεί να εξοπλιστεί με έναν πλήρως αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, επιτρέποντας την επιλογή κατασκευής (3D εκτύπωση) ή φινιρίσματος με εργαλείο για διαφορετικές και πολλαπλές κατεργασίες και εφαρμογές.

Εκτύπωση και Φινίρισμα



Για τον συνδυασμό της τεχνολογίας LFAM με CNC κατεργασία, η Caracol ανέπτυξε έναν πλήρως αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, ο οποίος επιτρέπει την αυτοματοποιημένη εναλλαγή μεταξύ κεφαλών εξώθησης και κεφαλών εργαλείων φρεζαρίσματος.

Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αδιάλειπτη συνέχεια της παραγωγικής διαδικασίας χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση, μειώνοντας σημαντικά τους χρόνους διακοπής λειτουργίας και τις χειροκίνητες εργασίες. Μετά την εκτύπωση του εξαρτήματος, η CNC κατεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες διεργασίες φινιρίσματος, όπως κοπή περιγραμμάτων, διάτρηση, φρεζάρισμα και τελική κατεργασία επιφανειών.

Διπλή γραμμή εξτρούντερ

Χάρη στον αυτόματο σταθμό αλλαγής εργαλείων, οι χρήστες του Heron AM μπορούν επίσης να αξιοποιούν πολλαπλές κεφαλές εξώθησης, επιτυγχάνοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά και επίπεδα φινιρίσματος στα παραγόμενα εξαρτήματα. Με την αυτόματη εναλλαγή μεταξύ των εξτρούντερ γραμμής παραγωγής (όπως οι HV και HF), ο χρήστης μπορεί να επιλέγει υψηλή παροχή υλικού και μεγάλα ακροφύσια για ταχεία και αποδοτική παραγωγή εκτύπωσης και, στη συνέχεια, να μεταβαίνει σε πιο λεπτομερή εκτύπωση με μικρότερα χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας εξτρούντερ και ακροφύσια μικρότερων διαστάσεων.



Πλεονεκτήματα

Εκτύπωση και Φινιρίσμα: Ελαχιστοποιεί τις χειροκίνητες εργασίες φινιρίσματος και βελτιστοποιεί την επένδυση μέσω ενός ολοκληρωμένου, παραγωγικού συστήματος, “Όλα σε ένα”.

Διπλή Γραμμή Εξτρούντερ: Ενισχύει την ευελιξία της παραγωγής, υποστηρίζοντας παραγωγή υψηλής μεταβλητότητας (υψηλής παροχής υλικού ή λιγότερης με καλύτερη ακρίβεια) με ελάχιστους χρόνους διακοπής λειτουργίας.

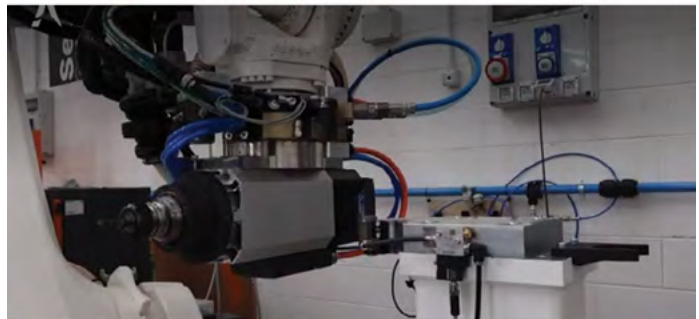
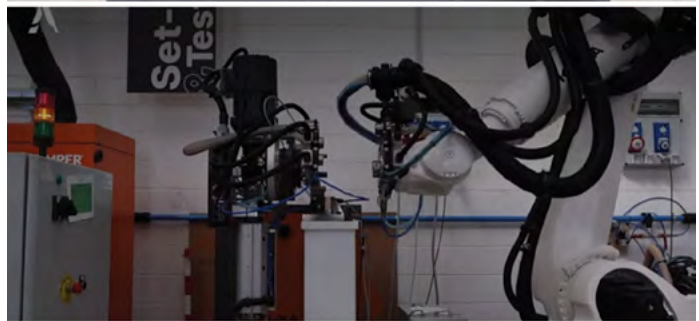
Εφαρμογές

Ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές όπου η ρομποτική κατεργασία φρεζαρίσματος πρέπει να ανταποκρίνεται σε υψηλές απαιτήσεις ακρίβειας — όπως στους κλάδους της ναυπηγικής, της αυτοκινητοβιομηχανίας και των δημιουργικών βιομηχανιών — για την παραγωγή τελικών εξαρτημάτων, αισθητικών μερών και πρωτοτύπων.

Αποτελεί ιδανική λύση για βιομηχανίες που απαιτούν ευέλικτη και αυτοματοποιημένη παραγωγή μικρών σειρών, μειώνοντας στο ελάχιστο τις ανάγκες μετεπεξεργασίας και χειροκίνητης εργασίας, ενώ παράλληλα διασφαλίζει υψηλή ακρίβεια και παραγωγική αποδοτικότητα.

Με τον αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, η παραγωγή εξαρτημάτων μέσω του Heron AM αποκτά ακόμη υψηλότερα επίπεδα αυτοματοποίησης και αποδοτικότητας, επιτρέποντας την απρόσκοπτη εναλλαγή εξτρούντερς ή την ενσωμάτωση CNC φρεζαρίσματος σε μια πλήρως προσαρμοζόμενη παραγωγική διαδικασία υψηλών επιδόσεων.

ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ – Βελτιστοποιημένοι χρόνοι παράδοσης και μειωμένο κόστος παραγωγής, χωρίς συμβιβασμούς στην ποιότητα.



ΕΥΕΛΙΞΙΑ – Απόλυτη ελευθερία στην προσαρμογή του σχεδιασμού και της γεωμετρίας των εξαρτημάτων.

ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ – Βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας με στόχο ένα μηδενικό έως θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, μέσω της υποστήριξης της κυκλικής οικονομίας, της μείωσης αποβλήτων και της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών.



Το HeronAM είναι η μοναδική πλατφόρμα LFAM που ενσωματώνει μηχανήματα, λογισμικό και αυτοματισμούς, προσφέροντας στους πελάτες μια ολοκληρωμένη λύση “με το κλειδί στο χέρι” για μέγιστη ευελιξία, έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας και υψηλές επιδόσεις. Ως ενιαίος πάροχος, η Caracol εξασφαλίζει ταχύτερη καινοτομία, μεγαλύτερη δυνατότητα προσαρμογής στις ανάγκες του πελάτη, καθώς και άμεση και αξιόπιστη τεχνική υποστήριξη.

Τώρα διαβάστε μας και... ηλεκτρονικά



CARACOL

MEET HERON AM

THE FUTURE OF LARGE FORMAT
ADDITIVE MANUFACTURING

www.novapax.gr

Η caracol ιδρύθηκε για να ωθήσει τα όρια της AM πέρα από αυτό που ήταν δυνατό. Δημιουργήσαμε, **εξελίσσαντας τις δυνατότητες της προσθετικής κατασκευής σε μέγεθος, σχήμα και υλικά** με την πλατφόρμα μας: HERON AM

Η Heron AM είναι μια λύση με το κλειδί στο χέρι για την παραγωγή των **πιο προηγμένων βιομηχανικών εφαρμογών**. Αναπτύξαμε και ενσωματώσαμε μηχανήματα και λογισμικό για να μεγιστοποιήσουμε την ευελιξία, την απόδοση και τον έλεγχο της διαδικασίας, για την κατασκευή προϊόντων / εξαρτημάτων κατά παραγγελία και επιτόπου.



Οι καλύτεροι τρισδιάστατοι σαρωτές για το 2026

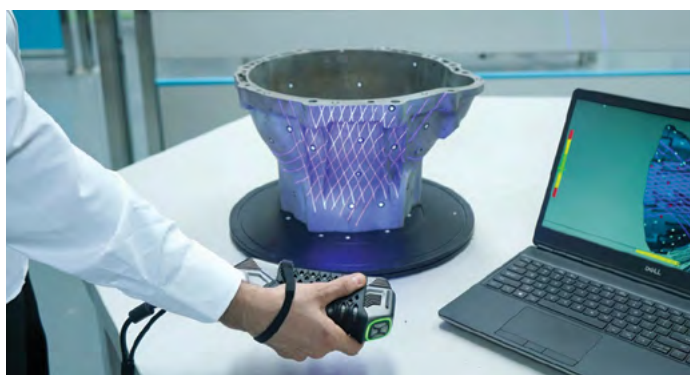
Από συσκευές τσέπης για αρχάριους έως βιομηχανικά συστήματα μετρολογίας: πλήρης οδηγός αγοράς με τα κορυφαία μοντέλα σε κάθε κατηγορία.

Το 2026 είναι ίσως η καλύτερη χρονιά για να αποκτήσει κανείς τρισδιάστατο σαρωτή. Συσκευές που πριν μερικά χρόνια κόστιζαν δεκάδες χιλιάδες ευρώ βρίσκονται σήμερα διαθέσιμες σε πολύ χαμηλότερες τιμές, ενώ η τεχνητή νοημοσύνη επεξεργασίας εικόνας έχει κλείσει δραματικά το χάσμα μεταξύ ερασιτεχνικής και επαγγελματικής ποιότητας. Ο έντονος ανταγωνισμός μεταξύ Revopoint, Creality, Shining3D και Artec έχει ωφελήσει τον αγοραστή σε όλα τα επίπεδα.

Αυτός ο οδηγός παρουσιάζει τις κορυφαίες επιλογές σε έξι κατηγορίες: καταναλωτικές συσκευές, ημι-επαγγελματικά handheld, επαγγελματικά συστήματα, βιομηχανική μετρολογία, επιτραπέζιοι σαρωτές, και εφαρμογές smartphone.

Τεχνολογίες σάρωσης — τι σημαίνουν τα νούμερα

Πριν περάσουμε στα μοντέλα, αξίζει να ξεκαθαρίσουμε



Αρχή λειτουργίας τριγωνισμού laser — η πιο διαδεδομένη τεχνολογία σάρωσης (Πηγή: Scantech/Scanology)



Τρισδιάστατοι σαρωτές 2026 — επιλογές για κάθε ανάγκη (Πηγή: All3DP)

δύο πράγματα που συχνά παρεξηγούνται. Η «ακρίβεια» που αναφέρουν οι κατασκευαστές έχει δύο διαστάσεις: η ακρίβεια σημείου (π.χ. 0,02 mm) δείχνει πόσο ακριβής είναι μια μεμονωμένη μέτρηση σε μικρή απόσταση. Η ογκομετρική ακρίβεια (π.χ. 0,02 mm + 0,04 mm/m) δείχνει πώς συσσωρεύεται το σφάλμα σε μεγάλα αντικείμενα και αυτό είναι το νούμερο που ενδιαφέρει τους επαγγελματίες.

Τρεις κυρίαρχες τεχνολογίες: το δομημένο φως (structured light) προβάλλει μοτίβο και μετρά την παραμόρφωσή του — γρήγορο και ακριβές σε μεσαία αντικείμενα. Το μπλε laser διαπερνά σκούρες και ανακλαστικές επιφάνειες χωρίς σπρέι — η επαγγελματική επιλογή για μεταλλικά εξαρτήματα. Το LiDAR (χρόνος πτήσης) μετρά την ανάκλαση laser παλμών και υπερέχει σε μεγάλα αντικείμενα και χώρους.

Κατηγορία 1: Καταναλωτικές συσκευές

Για όσους ξεκινούν ή έχουν περιστασιακές ανάγκες. Η ακρίβεια είναι χαμηλότερη από τις επαγγελματικές κατηγορίες, αλλά αρκεί για 3D printing, τεκμηρίωση και δημιουργική χρήση.

Revopoint POP 3 Plus — Η καλύτερη επιλογή για 3D printing

Ακρίβεια: 0,05 mm

Τεχνολογία: Infrared structured light

Μέγ. όγκος σάρωσης: 2.000 × 2.000 × 2.000 mm

Το POP 3 Plus είναι επανειλημμένα η συσκευή που συστήνεται περισσότερο στη κατηγορία εισαγωγής. Σαρώνει αντικείμενα από μικρά έως μεγάλα, εξάγει σε STL/OBJ και ενσωματώνεται απρόσκοπτα με λογισμικά 3D printing. Ιδανικό για τον επαγγελματία που θέλει να αρχίσει να εξερευνά τις δυνατότητες της τρισδιάστατης σάρωσης.



Revopoint POP 3 Plus — η πιο δημοφιλής επιλογή στην κατηγορία entry-level (Πηγή: Revopoint)



Matter and Form Three — επιτραπέζιος σαρωτής με περιστρεφόμενη πλατφόρμα (Πηγή: Matter and Form)

Matter and Form Three — Ο καλύτερος επιτραπέζιος για αρχάριους

Τεχνολογία: Laser triangulation + περιστρεφόμενη πλατφόρμα

Ιδανικό για: Μικρά-μεσαία αντικείμενα, studio scanning

Ο Matter and Form Three λειτουργεί με περιστρεφόμενη πλατφόρμα και laser triangulation, δίνοντας σταθερά καλά αποτελέσματα σε μικρά και μεσαία αντικείμενα. Εξαιρετική επιλογή για studio χρήση, όπου η συνέπεια μετράει περισσότερο από την ταχύτητα.



Structure Sensor 3 — προσαρτάται στο iPad για φορητή σάρωση (Πηγή: Occipital)

Structure Sensor 3 — Η προσάρτηση για το iPad

Τεχνολογία: LiDAR + IR structured light

Απαιτεί: iPad (για σύνδεση)

Το Structure Sensor 3 μετατρέπει το iPad σε φορητό σαρωτή. Δεν είναι το πιο ακριβές στην κατηγορία, αλλά η ευκολία χρήσης και η φορητότητά του το κάνουν ελκυστικό για καθημερινή επαγγελματική χρήση — ιδιαίτερα για σάρωση χώρων και μεγάλων αντικειμένων.



iPhone Pro με LiDAR — το smartphone ως τρισδιάστατος σαρωτής (Πηγή: Crosslink via YouTube)

iPhone / iPad Pro με εφαρμογή — Μηδενικό κόστος εκκίνησης

Αν έχεις iPhone 12 Pro ή νεότερο, διαθέτεις ήδη LiDAR σαρωτή στην τσέπη σου. Εφαρμογές όπως το Polycam και το Scaniverse (και οι δύο με δωρεάν βασική έκδοση) εξαγουν σε OBJ, GLTF και άλλες μορφές. Η ακρίβεια περιορίζεται γύρω στα 5–10 mm, αλλά για γρήγορη τεκμηρίωση ή πρώτη επαφή με την τεχνολογία είναι ανεκτίμητη επιλογή.

Κατηγορία 2: Ημι-επαγγελματικά handheld

Η πιο ενδιαφέρουσα κατηγορία για τον επαγγελματία: σοβαρή ακρίβεια, φορητότητα και καλή σχέση αξίας. Εδώ βρίσκεται η μεγαλύτερη προσφορά το 2026.



Revopoint MIRACO Plus — ο μόνος στην κατηγορία που λειτουργεί εντελώς αυτόνομα (Πηγή: Revopoint)



Revopoint MIRACO Plus σε χρήση (Πηγή: Revopoint)

Revopoint MIRACO Plus — Η κορυφαία all-in-one επιλογή

Ακρίβεια: 0,02 mm + 0,05 mm/m (ογκομετρική)

Μέγ. όγκος σάρωσης: 4.000 × 4.000 × 4.000 mm

Οθόνη: 6" AMOLED — λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς υπολογιστή

Το MIRACO Plus είναι η επιλογή για όποιον δεν θέλει συμβιβασμούς. Η τετραπλή σειρά καμερών βάθους του επιτρέπει να σαρώνει τόσο λεπτομερή κοσμήματα όσο και ολόκληρα βιομηχανικά εξαρτήματα — από έναν μόνο σαρωτή. Η ενσωματωμένη οθόνη αφής σημαίνει ότι μπορείς να σαρώσεις, να επεξεργαστείς και να εξαγάγεις εν κινήσει, χωρίς laptop.



Shining3D ElnStar 2 — βιομηχανική τεχνολογία σε προσβάσιμο επίπεδο (Πηγή: Shining3D)

Shining3D ElnStar 2 — Εξαιρετική σχέση αξίας

Ακρίβεια: 0,05 mm

Τεχνολογία: Infrared structured light

Ταχύτητα: έως 15 εκατ. σημεία/δευτερόλεπτο

Η Shining3D έρχεται από βαθιά βιομηχανική παράδοση, και το ElnStar 2 φέρνει αυτή την τεχνολογία σε ευρύτερο κοινό. Εξαιρετικό για σάρωση μεσαίων και μεγάλων αντικειμένων, με ταχύτητα επεξεργασίας που ανταγωνίζεται συσκευές ακριβότερης κατηγορίας.



**Shining3D EInScan Libre —
Για λεπτομερή αντικείμενα**

Ακρίβεια: 0,03 mm

Τεχνολογία: Blue structured light

Το EInScan Libre χρησιμοποιεί μπλε δομημένο φως, το οποίο προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα σε σκούρες και ανακλαστικές επιφάνειες σε σχέση με infrared. Ιδανικό για λεπτές λεπτομέρειες και επαγγελματική σάρωση μικρών αντικειμένων.

Shining3D EInScan Libre — blue structured light για λεπτομερή αντικείμενα (Πηγή: Shining3D)

Κατηγορία 3: Επαγγελματικά συστήματα

Για μηχανικούς, σχεδιαστές προϊόντων και επαγγελματίες αντίστροφης μηχανικής. Αυτά τα συστήματα



προσφέρουν μετρολογική ακρίβεια, σάρωση χωρίς σπρέι και ολοκληρωμένα λογισμικά CAD.



Revopoint MetroX — ακρίβεια 0,02 mm, σάρωση μεταλλικών επιφανειών χωρίς σπρέι (Πηγή: Revopoint)

Revopoint MetroX — λεπτομέρεια σάρωσης βιομηχανικού εξαρτήματος (Πηγή: Revopoint)

Revopoint MetroX — Επαγγελματική ακρίβεια blue laser

Ακρίβεια: 0,02 mm + 0,04 mm/m (ογκομετρική)

Τεχνολογία: Blue laser (30 + 15 γραμμές) + structured light

Ταχύτητα: έως 7 εκατ. σημεία/δευτερόλεπτο

Το MetroX συνδύασε την επαγγελματική ακρίβεια blue laser με φορητότητα και ευκολία χρήσης που έκπληξαν την αγορά. Σαρώνει σκούρες και μεταλλικές επιφάνειες χωρίς σπρέι, με τέσσερις τρόπους λειτουργίας για κάθε είδος αντικειμένου. Ιδανικό για ποιοτικό έλεγχο και αντίστροφη μηχανική



Creality Sermoon S1 — τέσσερις τρόποι λειτουργίας για κάθε εφαρμογή (Πηγή: Creality)

Creality Sermoon S1 — Τέσσερις τρόποι λειτουργίας σε μία συσκευή

Ακρίβεια: 0,02 mm + 0,08 mm/m (ογκομετρική)

Τεχνολογία: 1 + 7 + 34 γραμμές blue laser + NIR structured light

Εύρος σάρωσης: 5 mm έως 4.000 mm

Ο Sermoon S1 ενσωματώνει τέσσερις πηγές φωτός: μονή γραμμή laser για βαθιές σχισμές, 7 παράλληλες γραμμές για λεπτομέρεια, 34 διασταυρούμενες για γρήγορη σάρωση μεγάλων επιφανειών, και NIR structured light για ανθρώπινο σώμα ή μεγάλα αντικείμενα χωρίς σήμανση. Σαρώνει τα πάντα, από εξαρτήματα ακριβείας έως αυτοκίνητα.



3DMakerpro Toucan — αυτόνομος σαρωτής με 8K χρωματικές υφές (Πηγή: 3DMakerpro)

3DMakerpro Toucan — Αυτόνομος, με 8K χρωματική ανάλυση

Ακρίβεια: 0,03 mm

Τεχνολογία: MEMS structured light + 4 x 48MP κάμερες
 Λειτουργία: Πλήρως αυτόνομος (8-core, 32GB RAM) — χωρίς υπολογιστή

Ο Toucan συνδυάζει επαγγελματική ακρίβεια με εξαιρετική χρωματική απόδοση — τέσσερις κάμερες 48MP παράγουν υφές 8K απευθείας στη συσκευή. Σαρώνει από κοσμήματα έως αντικείμενα 4x4x4 m και λειτουργεί αυτόνομα για 120 λεπτά χωρίς laptop.

**peel 3 / peel 3.CAD — Από σάρωση απευθείας σε CAD
 Ακρίβεια: 0,05 mm**

Εύρος σάρωσης: 10 cm έως 3 m

Κατασκευαστής: peel 3D (θυγατρική της Creaform)

Η σειρά peel 3 είναι η καταναλωτική γραμμή της Creaform — εταιρείας με δεκαετίες εμπειρίας στη βιομηχανική μετρολογία. Το peel 3.CAD είναι ιδιαίτερα αξισημείωτο: μετατρέπει τη σαρωμένη επιφάνεια σε επεξεργάσιμο CAD αρχείο απευθείας μέσα στο λογισμικό, χωρίς ενδιάμεσα βήματα.



peel 3.CAD — από σάρωση απευθείας σε επεξεργάσιμο CAD αρχείο (Πηγή: peel 3D)



Artec Eva — χρησιμοποιείται σε aerospace, αυτοκινητοβιομηχανία και τεκμηρίωση κληρονομιάς (Πηγή: Artec 3D)



Artec scanner σε βιομηχανική εφαρμογή (Πηγή: Artec 3D)

Artec Eva — To studio standard

Ακρίβεια: 0,1 mm

Τεχνολογία: Structured light (VCSEL), έως 16 εκατ. σημεία/δευτερόλεπτο

Λογισμικό: Artec Studio

Η Artec 3D είναι το reference όνομα στους επαγγελματικούς σαρωτές. Το Eva αποτελεί το studio standard εδώ και χρόνια: γρήγορο, αξιόπιστο, με εξαιρετικό λογισμικό (Artec Studio). Χρησιμοποιείται σε aerospace, αυτοκινητοβιομηχανία, ιατρική και τεκμηρίωση πολιτιστικής κληρονομιάς.

FARO LEAP ST — Εξειδικευμένος για μεγάλους χώρους



FARO LEAP ST — LiDAR σαρωτής για μεγάλους βιομηχανικούς χώρους (Πηγή: FARO)

FARO LEAP ST — σάρωση βιομηχανικού χώρου σε πραγματικό περιβάλλον (Πηγή: FARO)

Τεχνολογία: LiDAR + structured light, SLAM navigation

Ιδανικό για: Σάρωση εσωτερικών χώρων, εργοστάσια, κτίρια

Ο FARO LEAP ST απευθύνεται σε χρήστες που σαρώνουν μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αποθήκες ή κτίρια. Η τεχνολογία SLAM (ταυτόχρονος εντοπισμός και χαρτογράφηση) επιτρέπει σάρωση κατά τη βάδιση, χωρίς τρίποδο ή σταθερό σημείο αναφοράς.

Κατηγορία 4: Βιομηχανική μετρολογία

Συστήματα πιστοποιημένης ακρίβειας για ελεγχόμενα βιομηχανικά περιβάλλοντα. Απευθύνονται σε τμήματα ποιοτικού ελέγχου, aerospace και αυτοκινητοβιομηχανία. Η απόκτησή τους γίνεται μέσω εξειδικευμένων αντιπροσώπων και συνοδεύεται από εκπαίδευση και τεχνική υποστήριξη.



Creaform HandySCAN 3D BLACK — Το βιομηχανικό benchmark

Ακρίβεια: 0,025 mm, πιστοποιημένη κατά ISO 17025

Τεχνολογία: Blue laser, marker-based

Το HandySCAN 3D χρησιμοποιείται σε γραμμές ποιοτικού ελέγχου παγκοσμίως. Η πιστοποίηση ISO 17025 σημαίνει ότι τα αποτελέσματά του γίνονται δεκτά σε νομικά και κανονιστικά πλαίσια — κάτι που κανένας prosumer σαρωτής δεν μπορεί να προσφέρει.

Creaform HandySCAN 3D BLACK — το πλέον αξιόπιστο βιομηχανικό handheld στην αγορά (Πηγή: Creaform)



ZEISS T-SCAN hawk 2 — βιομηχανική μετρολογία με ενσωματωμένη φωτογραμμετρία (Πηγή: ZEISS)

ZEISS T-SCAN hawk 2 —

Μετρολογική ακρίβεια με φωτογραμμετρία

Ακρίβεια: 0,02 mm + 0,015 mm/m (ογκομετρική)

Τεχνολογία: Blue laser + ενσωματωμένη φωτογραμμετρία

Λογισμικό: ZEISS INSPECT

Το T-SCAN hawk 2 ενσωματώνει φωτογραμμετρία για εξαιρετικά υψηλή ακρίβεια σε μεγάλα εξαρτήματα (άνω του 1 m), ενώ το ZEISS INSPECT παρέχει πλήρες περιβάλλον ανάλυσης αποκλίσεων και reporting για ποιοτικό έλεγχο.

Scantech/Scanology — SIMSCAN Gen2 & NimbleTrack & Atlascan Pro



Scantech SIMSCAN Gen2 — βιομηχανικός σαρωτής 570 γραμμαρίων, βραβείο Red Dot Design (Πηγή: Scantech/Scanology)



Scantech NimbleTrack — optical tracking και laser scanning σε ένα σύστημα (Πηγή: Scantech/Scanology)



Atlascan Pro — για εφαρμογές αεροδυναμικής, αυτοκινητοβιομηχανίας και ναυπηγικής (Πηγή: Scantech/Scanology)

Scantech/Scanology — SIMSCAN Gen2 & NimbleTrack & Atlascan Pro

Η Scantech ανακαινίστηκε ως Scanology το 2025 και αποτελεί έναν από τους ισχυρότερους ανταγωνιστές στο ανώτερο τμήμα της αγοράς. Το SIMSCAN Gen2 ζυγίζει μόλις 570 γραμμάρια και πρόσφατα βραβεύτηκε με Red Dot Design, φτάνοντας σε ακρίβεια 0,02 mm. Το NimbleTrack προσθέτει optical tracking για μεγάλα αντικείμενα χωρίς σήμανση, ενώ ο Atlascan Pro καλύπτει από μικρά εξαρτήματα έως ολόκληρα τμήματα αεροσκαφών.

Συγκριτικός πίνακας

Ποιον να επιλέξεις;

Ξεκίνα από τα αντικείμενα που πρόκειται να σαρώσεις και τις απαιτήσεις σου:

- ➔ Μικρά αντικείμενα (<10 cm): Revopoint MetroX ή Shining3D ElnScan Libre
- ➔ Μεσαία έως μεγάλα: Revopoint MIRACO Plus, Creality Sermoon S1 ή 3DMakerpro Toucan
- ➔ Χώροι και κτίρια: FARO LEAP ST ή Structure Sensor 3 με Polycam



Σύγκριση Revopoint MetroX και ZEISS T-SCAN hawk 2 — prosumer vs βιομηχανική μετρολογία (Πηγή: 3DPrinting.com)

- ➔ Αντίστροφη μηχανική / εξαγωγή CAD: peel 3.CAD, MetroX ή ElnScan Rigil
- ➔ Σκούρες / μεταλλικές επιφάνειες χωρίς σπρέι: οποιοδήποτε blue laser μοντέλο
- ➔ Πιστοποιημένος βιομηχανικός έλεγχος: HandySCAN 3D ή ZEISS T-SCAN hawk 2
- ➔ Πρώτη γνωριμία με την τεχνολογία: Polycam ή Luma AI δωρεάν στο iPhone

Ένα σημαντικό σημείο που παραλείπεται συχνά: το λογισμικό μετράει εξίσου με το υλικό. Ένας σαρωτής με ώριμο, καλοδουλεμένο λογισμικό αποδίδει συχνά καλύτερα από έναν ακριβότερο με αδύναμο περιβάλλον εργασίας.

Μοντέλο	Ακρίβεια	Τεχνολογία	Ιδανικό για
Revopoint POP 3 Plus	0,05 mm	IR structured light	3D printing, αρχάριοι
Matter and Form Three	~0,1 mm	Laser triangulation	Studio, μικρά αντικ.
Structure Sensor 3	~2 mm	LiDAR + IR	Φορητή σάρωση χώρων
Revopoint MIRACO Plus	0,02 mm	Quad-depth cameras	Prosumer, all-in-one
Shining3D ElnStar 2	0,05 mm	IR structured light	Μεσαία-μεγάλα αντικ.
Revopoint MetroX	0,02 mm	Blue laser + struct.	Αντίστροφη μηχανική
Creality Sermoon S1	0,02 mm	4-mode hybrid	Ευρεία επαγγελματική
3DMakerpro Toucan	0,03 mm	MEMS struct. + 4x48MP	Χρωματική σάρωση
peel 3.CAD	0,05 mm	Structured light	Αντίστροφη μηχανική
Artec Eva	0,1 mm	Struct. light VCSEL	Studio, κληρονομιά
Creaform HandySCAN	0,025 mm (ISO)	Blue laser, certified	Βιομ. ποιοτικός έλεγχος

NOVARAX

Η Τέλεια επιφάνεια στο καλούπι σας

Εργαστήριο γυαλίσματος & συγκόλλησης καλουπιών
 Αλκιβιάδου 51, 185 32 Πειραιάς, τηλ. 210 4112589
 Email: info@moulding.gr - www.novarax.gr

Η Nike λανσάρει 8 περιορισμένες εκδοχές Air Max από 3D εκτύπωση

Το πρόγραμμα Air Works αλλάζει τους κανόνες σχεδιασμού υποδημάτων και δείχνει πού πηγαίνει η βιομηχανία.

Το 1987, η Nike παρουσίασε τα πρώτα Air Max, τα πρώτα αθλητικά παπούτσια που έκαναν ορατή την αερόσφαιρα στη σόλα τους. Σαράντα χρόνια αργότερα, η εταιρεία γιορτάζει αυτή την επέτειο με ένα τολμηρό βήμα, το πρόγραμμα Air Works, στο οποίο οκτώ ανεξάρτητοι σχεδιαστές από οκτώ πόλεις του κόσμου δημιουργούν limited edition Air Max εξ ολοκλήρου με τεχνολογία 3D εκτύπωση. Δεν πρόκειται για απλό λανσάρισμα προϊόντος, είναι μια νέα φιλοσοφία σχεδιασμού, από το κέντρο στις κοινότητες, από τη μαζική παραγωγή στην εξατομίκευση.

Οκτώ πόλεις, οκτώ σχεδιαστές

Το Air Works είναι ένα R&D (έρευνα και ανάπτυξη)

πρόγραμμα μέσω του οποίου η Nike προσκάλεσε οκτώ δημιουργούς να αναπτύξουν μοναδικά σχέδια Air Max, κατασκευασμένα εξ ολοκλήρου με 3D εκτύπωση, σε συνεργασία με τη Zellerfeld. Οι σχεδιαστές προέρχονται από:

- ➔ Πεκίνο
- ➔ Λονδίνο
- ➔ Λος Άντζελες
- ➔ Μουμπάι
- ➔ Νέα Υόρκη
- ➔ Παρίσι
- ➔ Σαγκάη
- ➔ Τόκιο

Το πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε στις 11–14 Μαΐου 2026, στο Philip H. Knight



Nike Air Works — 3D printed Air Max sneakers (Πηγή: Nike)



Οι οκτώ σχεδιαστές του Air Works στο Nike HQ, Beaverton Oregon (Πηγή: Nike)

Campus της Nike στο Beaverton του Όρεγκον. Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων ημερών, οι σχεδιαστές συνεργάστηκαν με μηχανικούς και δημιουργούς της Nike, και επισκέφθηκαν το Air Manufacturing Innovation facility, το Department of Nike Archives, το Nike Sport Research Lab, το Blue Ribbon Studio και το Bowerman Footwear Lab.

«Το Air Works είναι ένας εορτασμός της πολιτιστικής επίδρασης των Air Max και μια πρόσκληση σε δημιουργούς από τον κόσμο να φανταστούν πως θα μπορούσε να είναι το μέλλον τους. Είναι επίσης μια ευκαιρία να ενώσουμε εξωτερικές οπτικές με εργαλεία, ταλέντα και δυνατότητες που υπάρχουν μόνο στη Nike.»

— **Andy Caine, VP Creative Director, Nike Sportswear**

Η Zellerfeld και το zellerFOAM®

Την παραγωγή αναλαμβάνει η Zellerfeld, εταιρεία που

ειδικεύεται αποκλειστικά στην κατασκευή υποδημάτων με 3D εκτύπωση. Η συνεργασία της με τη Nike ξεκίνησε με το Air Max 1000 (2024) και συνεχίστηκε με το Air Max 95000 (2025) και το Air Max 1000.2 (2026) — μια σειρά που αποδεικνύει βήμα-βήμα τις δυνατότητες της τεχνολογίας.

Τα παπούτσια κατασκευάζονται από zellerFOAM®, ιδιόκτητο υλικό TPU. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά υποδήματα, που συναρμολογούνται από δεκάδες στρώματα και υλικά, κάθε Air Max εκτυπώνεται ως ένα ενιαίο αντικείμενο, χωρίς κόλλα, χωρίς ραφές. Το αποτέλεσμα είναι ένα παπούτσι ευέλικτο, αναπνεύσιμο, πλενόμενο και δυναμικά ανακυκλώσιμο.

Η εξέλιξη, από την ιδέα στην πλατφόρμα

1987: Κυκλοφορία του πρώτου Air Max — η αερόσφαιρα γίνεται ορατή για πρώτη φορά.

2024: Air Max 1000, πρώτο πλήρως 3D εκτυπωμένο Air Max σε κυκλοφορία λιανικής πώλησης.

2025: Air Max 95000, ανάπτυξη μέσω Nike Project Nectar, πολυετής συμφωνία με την Zellerfeld.

Μάρτιος του 2026: Ανακοίνωση Air Works, η Nike ανοίγει τη διαδικασία σχεδιασμού παγκοσμίως.

Μάιος του 2026: Workshop στο Nike WHQ, οι 8 σχεδιαστές δημιουργούν τα σχέδιά τους.

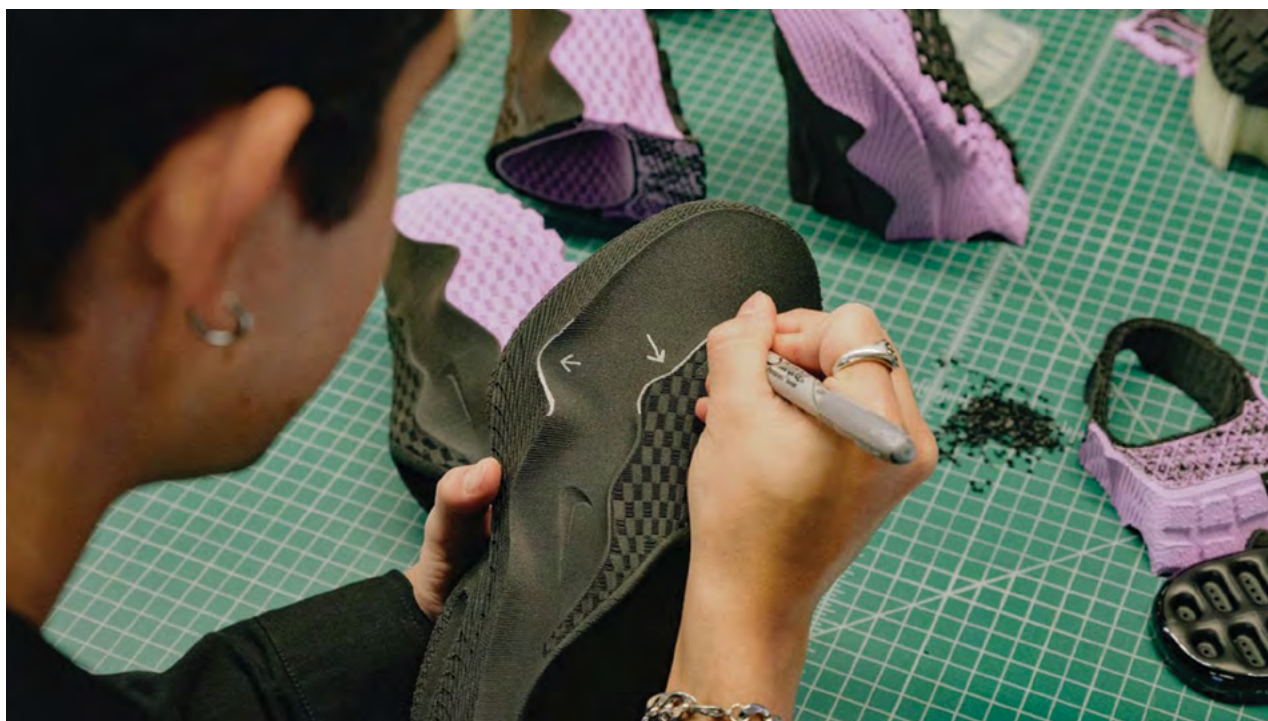
2026–2027: Διαδοχικές περιορισμένες εκδοχές (limited releases) στις πόλεις των σχεδιαστών, έως την Air Max Day 2027.

Τι σημαίνει αυτό για τον κλάδο

Η 3D εκτύπωση δεν είναι πλέον πειραματική τεχνολο-

γία — είναι εργαλείο παραγωγής που χρησιμοποιείται ήδη σε προϊόντα που πωλούνται σε παγκόσμιο επίπεδο. Για τον κλάδο των πάτων παπουτσιών, των προσαρμοσμένων (κατασκευασμένων κατά παραγγελία) εκτυπώσεων και των “καλών τεχνών” (fine art framing), αυτές οι εξελίξεις ανοίγουν νέες δυνατότητες, εξατομικευμένους πάτους, μοναδικά διακοσμητικά στοιχεία, πρωτότυπα που δεν θα μπορούσαν να κατασκευαστούν αλλιώς, σε μικρές σειρές, με ακρίβεια και χωρίς σπατάλη υλικών.

Το Air Works μάς θυμίζει κάτι που ο κλάδος μας ήδη γνωρίζει, η αξία βρίσκεται στην εξατομίκευση, στη σύνδεση με την κοινότητα και στη δημιουργία προϊόντων που σημαίνουν κάτι για αυτόν που τα φοράει ή τα κρεμάει στον τοίχο.



Nike Air Max 1000 — κατασκευασμένο με zellerFOAM® από τη Zellerfeld (Πηγή: Zellerfeld)

Νέο Εκπαιδευτικό Σεμινάριο από την MakeAmaze

Η MakeAmaze, μια ελληνική εταιρία με πολυετή δραστηριότητα στην βιομηχανία της Προσθετικής Κατασκευής, ανακοινώνει ένα νέα εκπαιδευτικό σεμινάριο που απευθύνεται στους βιομηχανικούς σχεδιαστές.

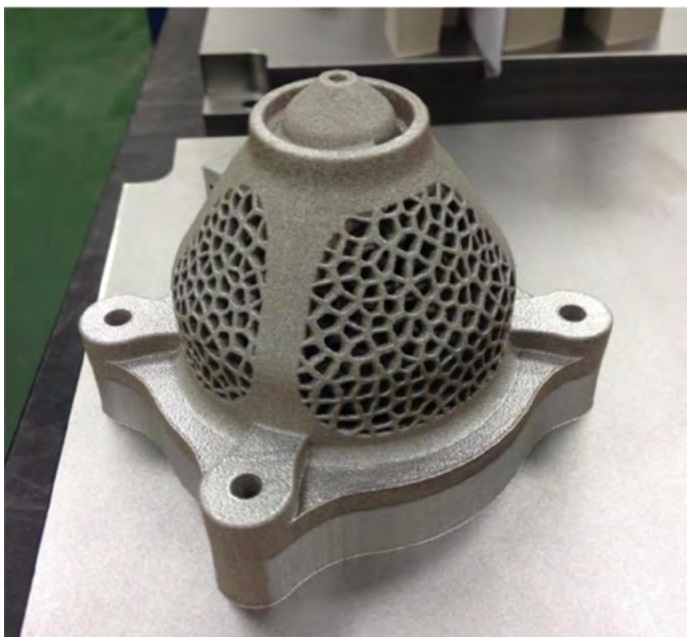
Το σεμινάριο προσφέρει μια ολική και δομημένη προσέγγιση στον σχεδιασμό, ξεκινώντας με την σχεδιαστική ιδέα και καταλήγοντας με το τελικό εξάρτημα. Συμπεριλαμβάνονται τεχνικοί και εμπορικοί παράγοντες ώστε ο σχεδιαστής να είναι σε θέση να πετύχει την βέλτιστη υλοποίηση της Προσθετικής Κατασκευής σε κάθε εφαρμογή.

Αναλυτικά

Το σεμινάριο διαρκεί δυο μέρες και παραδίδεται δια ζώσης ή online κατά την προτίμηση του πελάτη.

Καλύπτονται τα εξής θέματα:

➔ Ποιες εφαρμογές της Προσθετικής Κατασκευής προσθέτουν αξία και πως γίνεται η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας.



➔ Τα βήματα στην αλυσίδα διαδικασιών από την ιδέα μέχρι το τελικό αντικείμενο και η καλύτερη σχεδιαστική προσέγγιση για την επιτυχημένη διεξαγωγή τους.

➔ Πρακτική άσκηση: topology optimisation ενός εξαρτήματος drone.

➔ Συγκεκριμένες συμβουλές για την επιτυχημένη εκτύπωση εξαρτημάτων με SLM και FDM.

➔ Οι αναμενόμενες μηχανικές ιδιότητες των υλικών.

➔ Οι χρήσεις της ψηφιακής προσομοίωσης κατά τον σχεδιασμό και την προετοιμασία για εκτύπωση.

➔ Ανασκόπηση των προτύπων της ASTM που αφορούν στον σχεδιασμό για την Προσθετική Κατασκευή.

Διεξάγονται τεστ σε κάθε ενότητα.

Μετά την παρακολούθηση του διήμερου σεμιναρίου χορηγείται πιστοποιητικό επιτυχούς ολοκλήρωσης.

Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να επισκεφτείτε την ιστοσελίδα της εταιρίας: www.makeamaze.gr/εκπαίδευση