

# Case Report (Αναφορά μελέτης) Περιγραφή της διαδικασίας επεξεργασίας χρησιμοποιώντας το παράδειγμα ενός ακροφυσίου καυσίμου (swirler)

**PRAWEST**



Σταθερός αεροστρόβιλος για  
πιο αποτελεσματική έγχυση  
καυσίμου

Παραγωγή με 3D εκτύπωση  
στην τεχνολογία ενέργειας

# PRÄWEST

Η PRÄWEST ιδρύθηκε το 1945 και έχει εξελιχθεί σε μια δυναμική και καινοτόμο επιχείρηση. Ενεργώντας ως συνεργάτης κατασκευαστής για τους κλάδους της αεροναυπηγικής και του τουρμπο-μηχανολογικού εξοπλισμού, η εταιρεία εξειδικεύτηκε στην αναδιαμόρφωση σύνθετων εξαρτημάτων. Το υπερσύγχρονο μηχανουργείο της περιλαμβάνει εργαλειομηχανές για φρεζάρισμα, τορνίρισμα και λείανση, έχει 130 CNC κέντρα κατεργασίας και 24 ρομπότ.

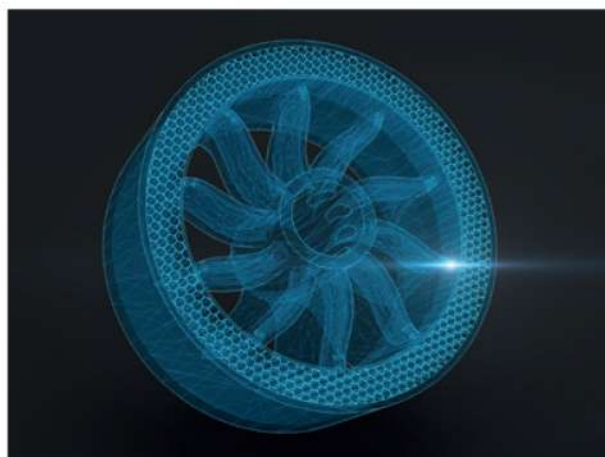
Η PRÄWEST επενδύει συνεχώς σε νέες τεχνολογίες για να καλύψει τις ανάγκες των πελατών της και ένας τομέας εξειδίκευσης είναι η κατεργασία πέντε αξόνων για πολύπλοκα εξαρτήματα. Αυτά τα μηχανήματα μπορούν να κατασκευάσουν ή να δεχτούν εξαρτήματα για κατεργασία σε πέντε άξονες, με διάμετρο έως 2.500 mm και 15 τόνους βάρους.

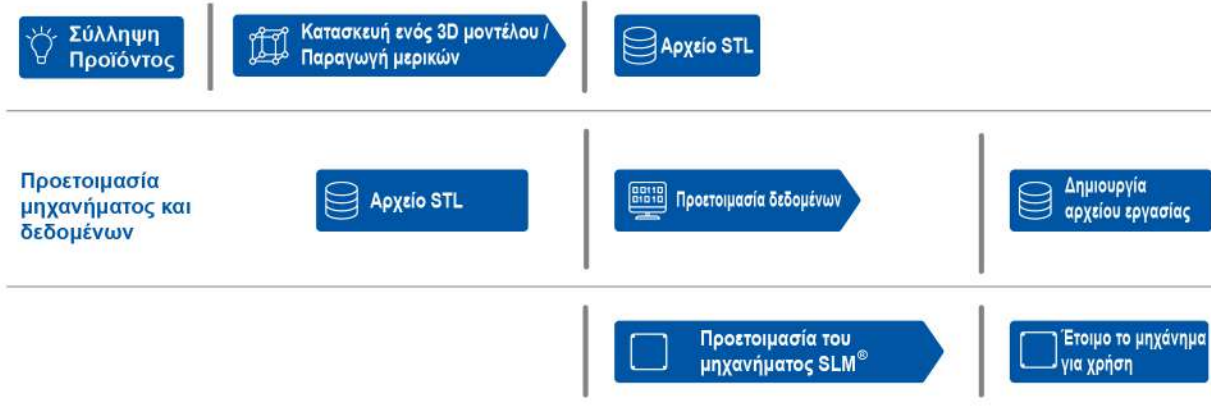
Ένα από τα πλεονεκτήματα της PRÄWEST είναι η εξυπηρέτηση πελατών υψηλής ποιότητας. Το εξειδικευμένο προσωπικό εξυπηρέτησης εργάζεται 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο, εξυπηρετώντας ένα ευρύ φάσμα παραγγελιών των πελατών της. Η εταιρεία εγγυάται την επιτυχία της δημιουργώντας μακροχρόνιες σχέσεις με τους πελάτες και τους προμηθευτές της με βάση την εμπιστοσύνη, καθιστώντας την εξυπηρέτηση πελατών συνώνυμη με τη ρήση "PRÄWEST-like".



## Πώς το Swirler χρησιμοποιεί την τεχνολογία SLM®

Η PRÄWEST επέλεξε την τεχνολογία κατασκευής με επιλεκτική τήξη λέιζερ για την παραγωγή ενός τροποποιημένου ακροφυσίου καυσίμου. Γνωστό ως Swirler, αυτό το μέρος εγχέει και κατανέμει ομοιόμορφα το καύσιμο στο θάλαμο καύσης. Ο καθοριστικός παράγοντας εδώ είναι η γρήγορη, ομοιόμορφη και πλήρης καύση καυσίμου μέσω της βέλτιστης διανομής. Ο Swirler είναι κατασκευασμένος από κράμα νικελίου IN 718, που χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλά αντιδιαβρωτικά χαρακτηριστικά. Κατασκευασμένο με τη διαδικασία SLM®, το υλικό τυπικά έχει αντοχή σε εφελκυσμό (Rm) 1.230 N / mm<sup>2</sup>.





Η PRÄWEST επέλεξε την τεχνολογία παραγωγής SLM για την κατασκευή του ακροφυσίου. Η όλη αλυσίδα της διαδικασίας χωρίζεται σε τρία στάδια: προ-διεργασία, ενδιάμεση και μεταγενέστερη.

®

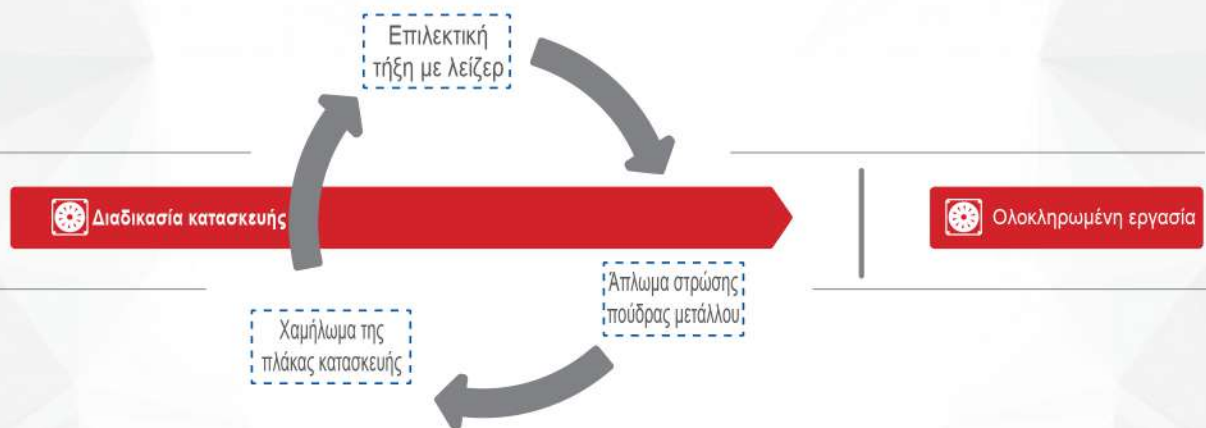
Κάθε κατασκευασμένο εξάρτημα βασίζεται σε ένα μοντέλο 3D CAD, το οποίο παράγεται ξεχωριστά ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του πελάτη. Στη συνέχεια γίνεται ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του λογισμικού CAD και του λογισμικού επεξεργασίας Magics.

Στην επόμενη φάση προετοιμασίας δεδομένων, επιλέγονται το μηχάνημα και το υλικό και τα εξαρτήματα τοποθετούνται νοητά στην πλάκα κατασκευής. Τα μέρη μπορούν να τοποθετηθούν είτε το ένα δίπλα στο άλλο, είτε το ένα μέσα στο άλλο είτε να τοποθετηθούν το ένα πάνω στο άλλο.

Ο συνδυασμός της βελτιωμένης διαρρύθμισης των εξαρτημάτων και της ταυτόχρονης παραγωγής επιτρέπει τη σημαντική μείωση του κόστους, καθώς οι χρόνοι τοποθέτησης και βοηθητικής διαδικασίας είναι μικρότεροι ανάλογα με το εξάρτημα. Η

δημιουργία στηριγμάτων βοηθά στην ασφάλιση και σταθεροποίηση των εξαρτημάτων και στη διάχυση της θερμότητας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας SLM .

Οι παράμετροι που σχετίζονται με τη διαδικασία, όπως τα εκτεθειμένα τμήματα προς τήξη και η ταχύτητα τήξης, η ισχύς του λέιζερ και η απόσταση γραμμωσης, δημιουργούνται στη συνέχεια στον επεξεργαστή κατασκευής SLM , είτε αυτομάτως είτε μεμονωμένα, κατόπιν αιτήματος. Οι επιλεγμένες παράμετροι καθορίζουν το πάχος, την ακρίβεια και τις μηχανικές ιδιότητες του εξαρτήματος. Μόλις το εξάρτημα "τεμαχιστεί" σε πημέρους στρώσεις πάνω στην πλάκα κατασκευής, παράγονται τα δεδομένα των στρώσεων, μια διαδικασία που είναι γνωστή ως hatching. Το πάχος της στρώσης (συνήθως 30-50 μm) επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του τμήματος όσον αφορά την ακρίβεια των διαστάσεων και την ποιότητα της επιφάνειας, καθώς και τον χρόνο κατασκευής. Το μηχάνημα προετοιμάζεται παράλληλα με την προετοιμασία των δεδομένων.



Κτισμένο σε μια διεπαφή χρήστη που βασίζεται στα Windows, το αρχείο δημιουργίας εργασίας φορτώνεται στο μηχάνημα και η διαδικασία κατασκευής προχωρά κατασκευάζοντας το εξάρτημα στρώση - στρώση. Η διαδικασία κατασκευής αποτελείται από το κυκλικό άπλωμα της μεταλλικής σκόνης. Αυτή τήκεται μαζί και κατά μήκος των περιγραμμάτων του εξαρτήματος και των επιφανειακών περιοχών που ορίζονται στην προ-επεξεργασία. Στη συνέχεια, το τραπέζι ανύψωσης που περιέχει

την πλάκα κατασκευής χαμηλώνει κατά ένα πάχος στρώσης πριν προστεθεί μια νέα στρώση σκόνης. Αυτή η ακολουθία επαναλαμβάνεται, με τις γεωμετρίες της τρέχουσας στρώσης να ενώνονται με αυτές της προηγούμενης. Η εργασία κατασκευής λήγει μόλις επιτευχθεί η τελευταία στρώση του εξαρτήματος.

Αφαίρεση από  
το μηχάνημα

Αφαίρεση της ολοκληρωμένης  
κατασκευής από το μηχάνημα

Παραλαβή του εξαρτήματος  
με την πλάκα κατασκευής

Διαχωρισμός του εξαρτήματος  
από την πλάκα κατασκευής

Αφαίρεση των  
στηριγμάτων

Φινίρισμα  
των καναλιών

Τορνίρισμα

Τορνίρισμα

Διασφάλιση ποιότητας

Διασφάλιση  
ποιότητας

ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΟ  
ΕΞΑΡΤΗΜΑ



Η μη χρησιμοποιημένη σκόνη αφαιρείται από το χώρο κατασκευής και κοσκινίζεται για επαναχρησιμοποίηση. Η πλάκα κατασκευής με το κατασκευασμένο εξάρτημα αφαιρείται από το μηχάνημα και η τυχόν μη χρησιμοποιημένη σκόνη απομακρύνεται με απορρόφηση. Η θερμική επεξεργασία είναι δυνατή σε αυτό το στάδιο, ανάλογα με τις απαιτήσεις του εξαρτήματος. Μετά το διαχωρισμό του τμήματος από την πλάκα κατασκευής, τα στηρίγματα μέσα στο κανάλι ροής αφαιρούνται με το χέρι. Στο επόμενο στάδιο, γνωστό ως plastering, οι επιφάνειες επεξεργάζονται στο χέρι για την απαιτού-

μενη τραχύτητα στο κανάλι, με μηχανική επεξεργασία. Τόρνος φινιρίσματος δίνει την τελική ακρίβεια, καθώς και το τελικό εξωτερικό περίγραμμα του εξαρτήματος. Οποιοσδήποτε δομές υποστήριξης εξακολουθούν να υπάρχουν στην εξωτερική περιοχή περιγράμματος αφαιρούνται. Ο τελικός έλεγχος είναι το τελευταίο βήμα της μεταγενέστερης επεξεργασίας. Εδώ, μια ποικιλία μηχανημάτων μέτρησης και 3D σαρώσεις χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν ότι το τμήμα πληροί τις απαιτήσεις του σχεδίου του πελάτη όσο και του μοντέλου.



# Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας SLM®

## Εξοικονόμηση κόστους

Η χρήση της τεχνολογίας SLM® για την κατασκευή του Swirler μείωσε το κόστος παραγωγής περισσότερο από 65 τοις εκατό. Η εξάλειψη δύο βημάτων από την παραδοσιακή διαδικασία μείωσε επίσης τον χρόνο παραγωγής πέραν του ανωτέρω ποσοστού.

## Λειτουργικότητα

Η γεωμετρική ελευθερία στο σχεδιασμό των εξαρτημάτων είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της τεχνολογίας SLM®, επιτρέποντας μεγαλύτερη λειτουργικότητα. Στο παρόν παράδειγμα, η τεχνολογία SLM® συμβάλλει στη βελτίωση της γεωμετρίας του Swirler. Μια εσωτερική δομή πλέγματος και πρόσθετα κανάλια επιτρέπουν τη λειτουργική βελτιστοποίηση και ολοκλήρωση. Η δομή πλέγματος συμβάλλει στη μείωση του βάρους του κατασκευασμένου εξαρτήματος, ενώ παράλληλα μειώνεται η ποσότητα υλικού που χρειάζεται.

## Αποδοτικότητα

Η μεγαλύτερη ελευθερία για αλλαγές σχεδιασμού καθιστά επίσης δυνατή την ενσωμάτωση νέων λειτουργιών. Στο παράδειγμα που δόθηκε, βελτιώθηκε η απόδοση του συστήματος στροβίλου. Η υψηλή ευελιξία της τεχνολογίας SLM® συμβάλλει επομένως στη βελτίωση της αποδοτικότητας του εξαρτήματος. Η παραγωγή χωρίς εργαλεία επιτρέπει αλλαγές σχεδιασμού, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα χαμηλότερο κόστος και μικρότερους χρόνους κατασκευής. Αυτό καθιστά τη διαδικασία SLM® ιδανική για μία και μοναδική παραγωγή.

## Ευελιξία

Η τεχνολογία SLM® καθιστά δυνατή την πραγματοποίηση αλλαγών στο σχεδιασμό που δεν θα ήταν τεχνικά ή οικονομικά εφικτές με συμβατικές μεθόδους παραγωγής. Στην αλυσίδα επεξεργασίας SLM®, αυτές οι αλλαγές είναι λιγότερο χρονοβόρες και δαπανηρές, καθιστώντας τις φθηνότερες και πιο αποδοτικές.

## Εξοικονόμηση χρόνου

Οι μικρότεροι χρόνοι της διαδικασίας είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας SLM®, λόγω της ενσωμάτωσης της παραγωγής που παρέχεται από τη διαδικασία, η οποία αφαιρεί την ανάγκη για βοηθητικά βήματα, όπως η σύσφιξη και η σωστή τοποθέτηση (ρολόγιασμα). Στη γραμμή παραγωγής, τα βήματα της διαδικασίας παραγωγής πριν από την παραγωγή μπορούν να μειωθούν κατά 50%. Μια άλλη από τις βοηθητικές διαδικασίες, ο χρόνος και η δαπανηρή προετοιμασία των δεδομένων, ουσιαστικά εξαλείφεται.

Αντιπροσωπεία για  
Ελλάδα και Κύπρο  
**Novapax Hellas**  
Αλκιβιάδου 51  
185 32 Πειραιάς  
Τηλ. 2104112589  
Fax. 210 4137829  
info@novapax.gr  
www.novapax.gr

GERMANY ■ AUSTRIA ■ FRANCE ■ ITALY ■ USA ■ SINGAPORE ■ RUSSIA ■ INDIA ■ CHINA

**SLM Solutions Group AG** | Estlandring 4 | 23560 Lübeck | Germany  
Phone +49 451 4060-3000 | Fax +49 451 4060-3250 | [www.slm-solutions.com](http://www.slm-solutions.com)



SLM® and SLM Solutions are registered trademarks by SLM Solutions Group AG, Germany.