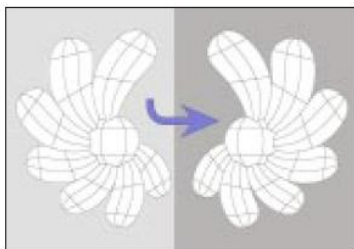


Συστήματα Σχεδιομελέτης Κοσμημάτων με Χρήση Η/Υ



Κωλέτσου Ευτυχία
<http://ekoletsou.gr>



Καλώς ήλθατε στον κόσμο των Συστημάτων Σχεδιομελέτης με Χρήση Η/Υ!

Ορισμός Σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ - CAD

Ως σχεδιομελέτη με χρήση Η/Υ ορίζεται η χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του προϊόντος, και ιδιαίτερα στη δημιουργία, μεταβολή, ανάλυση και βελτιστοποίηση της μορφής του προϊόντος. Περιλαμβάνει την τεχνολογία γραφικών, των βάσεων δεδομένων, της μαθηματικής μοντελοποίησης, της προσομοίωσης και του ελέγχου δεδομένων για τη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος. Στη στενή έννοια του όρου, σκοπός είναι η δημιουργία του γραφικού μοντέλου μόνο, που στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί σε κάθετες εφαρμογές όπως:

- Παρουσίαση στον πελάτη υπό πραγματικές συνθήκες λειτουργίας, με χρήση της τεχνολογίας του φωτορεαλισμού.
- Παραγωγή του προϊόντος, κύρια σε μηχανές ψηφιακής καθοδήγησης (συστήματα σχεδιομελέτης και παραγωγής με χρήση Η/Υ -Computer Aided Design and Manufacture -CAD/CAM), όπου έχουμε αναπαραγωγή στην οθόνη του υπολογιστή της κίνησης του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής, που αποδίδει τη μορφή του, πριν από την πραγματική κατεργασία.
- Ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία για έλεγχο αντοχής, συμπεριφοράς σε ροή, κατεργασιμότητα, κτλ. και παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην οθόνη, για αξιολόγηση και βελτιστοποίηση.
- Ανάλυση λειτουργικότητας του πρωτοτύπου με τη χρήση τεχνικών εικονικής πραγματικότητας (εικονικό ή πλασματικό πρωτότυπο - Virtual Prototype), για τη μείωση του αριθμού των πρωτοτύπων και για την αξιολόγηση των τεχνικών λύσεων σε πρώιμο στάδιο.
- Ταχεία παραγωγή πρωτοτύπου και παραγωγή (Rapid Prototype and Manufacturing). Παραγωγή πρωτοτύπων άμεσα από το μοντέλο με χρήση ειδικών μηχανών.
- Επικοινωνία μεταξύ συνεργαζόμενων ομάδων. Ανταλλαγή δεδομένων για τη μεταφορά των μοντέλων, ανταλλαγή εικόνων, συνεργασία ομάδων.
- Ανάλυση της μεθόδου παραγωγής, με τη χρήση τεχνικών εικονικής πραγματικότητας (εικονική ή πλασματική παραγωγή και συναρμολόγηση), για αξιολόγηση σε πρώιμο στάδιο πριν από κάθε παραγγελία αυτοποιημένων συστημάτων.

1

Σε αυτό το μάθημα:

Ορισμός Σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ-CAD.....2

Η Τεχνολογία Σχεδιομελέτης-Παραγωγής με Η/Υ στην Ανάπτυξη του Προϊόντος.....3

Επίδραση στη Παραγωγή του Προϊόντος.....5

Συστήματα CAD.....6

Ο ρόλος του CAD/CAM στη σύγχρονη επιχείρηση κοσμημάτων.....10

Αποκτώντας τα καλύτερα που μπορεί να προσφέρει το CAD/CAM.....15

Η Τεχνολογία Σχεδιομελέτης - Παραγωγής με Η/Υ στην Ανάπτυξη του Προϊόντος

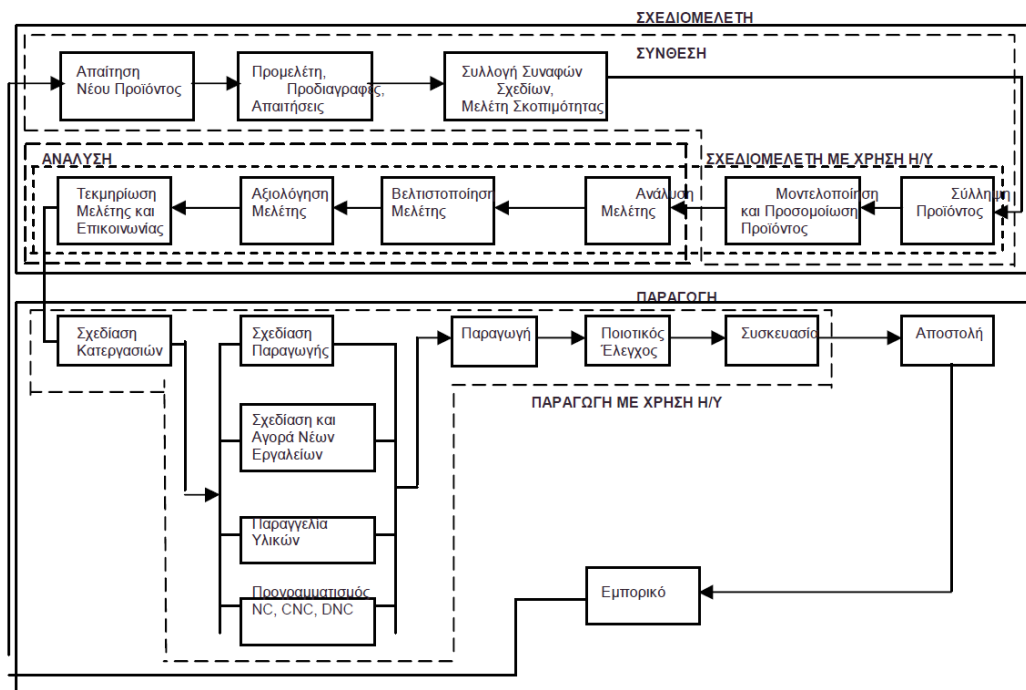
Τα στάδια ανάπτυξης ενός προϊόντος φαίνονται στην Εικόνα 1. Διακρίνονται δύο κύριες δραστηριότητες:

- το στάδιο της μελέτης και ανάπτυξης του προϊόντος (The Design Process),
- το στάδιο της παραγωγής (The Manufacturing Process).

Η μελέτη και ανάπτυξη του προϊόντος ολοκληρώνεται σε δύο κύκλους, οι οποίοι όμως δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Αυτοί είναι:

- Η σύνθεση (synthesis) και
- Η ανάλυση (Analysis)

Βασικός σκοπός της χρήσης όλων των συστημάτων σχεδιομελέτης και παραγωγής με Η/Υ είναι η ανάπτυξη των «σωστών» προϊόντων από την αρχή, στον ελάχιστο δυνατό χρόνο ανάπτυξης.



Εικόνα 1: Ο αναλυτικός κύκλος ανάπτυξης του προϊόντος και τα στάδια επεξεργασίας.

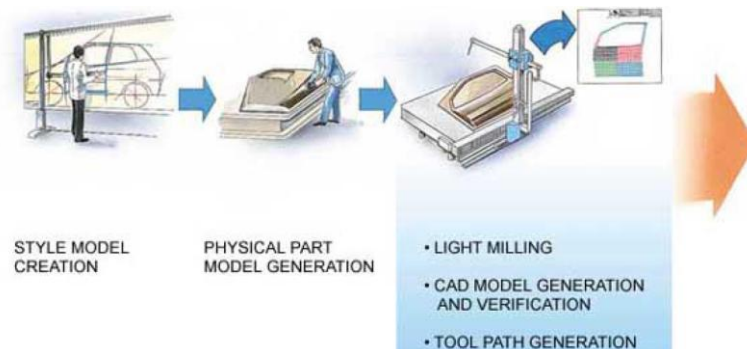
Η σύνθεση περιλαμβάνει τα στάδια:

- Ανάλυση της απαίτησης για το νέο προϊόν, που προέρχεται από έρευνα, από ανάγκη της αγοράς, από μελέτη του ανταγωνισμού κτλ.
- Προμελέτη, που περιλαμβάνει τις απαιτήσεις του πελάτη και τη σύνταξη των προδιαγραφών.
- Μελέτη σκοπιμότητας, όπου αξιολογούνται εναλλακτικές ιδέες και σχέδια.
- Σύλληψη προϊόντος και αξιολόγηση των πρώτων ιδεών.
- Μοντελοποίηση και προσομοίωση του τελικού προϊόντος.

Το στάδιο της ανάλυσης περιλαμβάνει:

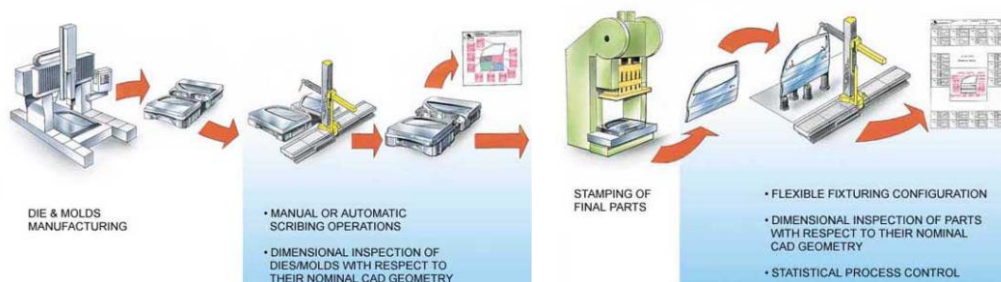
- Ανάλυση της συμπεριφοράς του προϊόντος, όπου χρησιμοποιούνται μοντέλα προσομοίωσης, τόσο υπολογιστικά όσο και πρωτότυπα.
- Βελτιστοποίηση της μοντελοποίησης και τελική αξιολόγηση του προϊόντος.
- Τεκμηρίωση του προϊόντος, με έντυπα και σχέδια.

Ένα τμήμα της σύνθεσης και σχεδόν όλα τα στάδια της ανάλυσης μπορούν να εξυπηρετηθούν από προϊόντα λογισμικού CAD/CAM, και αυτό φαίνεται στην Εικόνα 1 στο πλαίσιο Σχεδιομελέτη με χρήση Η/Υ και μερικές από αυτές τις λειτουργίες φαίνονται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2: Λειτουργίες σχεδιομελέτης του προϊόντος.

Στη δραστηριότητα της παραγωγής, όλα σχεδόν τα βήματα μπορούν να εξυπηρετηθούν από προϊόντα λογισμικού CAD/CAM, εκτός του Εμπορικού (Marketing) και της Αποστολής (Shipping). Όλα αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνονται στο πλαίσιο, Παραγωγή με Χρήση Η/Υ στην Εικόνα 1. Μερικές από τις εργασίες στο τμήμα της παραγωγής φαίνονται στην Εικόνα 3.



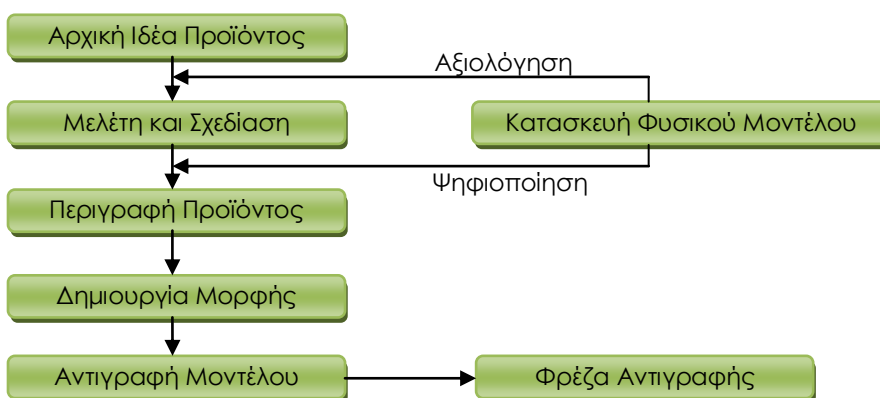
Εικόνα 3: Σχηματική παράσταση των λειτουργιών στο τμήμα της παραγωγής.

Η Εικόνα 1 δε πρέπει να θεωρηθεί ότι αποτελεί μια σειριακή διαδικασία εκτέλεσης των διαφόρων σταδίων. Αντίθετα, υπάρχει μεταφορά αποτελεσμάτων, υπό τη μορφή σχεδίων και αρχείων, από το ένα στάδιο στο επόμενο και ανάδραση των αποτελεσμάτων προς τα προηγούμενα στάδια. Η όλη διαδικασία δεν πρέπει να είναι σειριακή και να περιμένουμε να τελειώσει ένα στάδια για να αρχίσει το επόμενο, ιδιαίτερα για μεγάλα έργα, αλλά να υπάρχει συνεργασία των ομάδων για την εκτέλεση κάθε σταδίου και να ελαχιστοποιούνται οι αλλαγές που απαιτούνται να γίνουν στα τελευταία στάδια της μελέτης παραγωγής του προϊόντος. Η τάση αυτή ξεκίνησε από τους μεγάλους χρήστες συστημάτων που σχεδιάζουν και παράγουν σύνθετα προϊόντα, και στη συνέχεια επεκτάθηκε και σε άλλους τομείς.

Αυτή η μεθοδολογία εργασίας ονομάζεται παράλληλη μηχανική (concurrent engineering). Η μελέτη και ανάπτυξη ενός προϊόντος δεν είναι αποκλειστική μέριμνα του τμήματος μελέτης, αλλά και τα υπόλοιπα τμήματα της εταιρίας, πρέπει να συμμετέχουν ενεργά σε όλα τα στάδια. Τα τμήματα τα οποία απαραίτητα πρέπει να συνεργάζονται είναι το εμπορικό, της μελέτης και της παραγωγής και να υποστηρίζονται από την κοστολόγηση, προμήθειες, λογιστήριο, διοίκηση, κτλ. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η συνεργασία προμηθευτών και των πωλητών του προϊόντος. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συντήρηση και αναδρομή όλων των εμπλεκόμενων σε μια ενιαία αναφορά στο προϊόν, που γίνεται σήμερα με τα συστήματα CAD και τα συστήματα PDM -Product Data Management, ή συστήματα Διαχείρισης Δεδομένων Προϊόντων. Τα συστήματα PDM που υφίστανται σήμερα καταγράφουν τον όλο κύκλο ανάπτυξης του προϊόντος και συνεργάζονται με τα συστήματα CAD και επιπλέον παρέχουν δρομολόγηση καθηκόντων (work flow), συνεργασία ομάδων στην ίδια επιχείρηση ή σε διαφορετικές επιχειρήσεις (collaboration) και ανταλλαγή δεδομένων μέσα από το Διαδίκτυο. Σκοπός, είναι η ταχύτερη ανάπτυξη του προϊόντος, η επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Επίδραση στην Παραγωγή του Προϊόντος

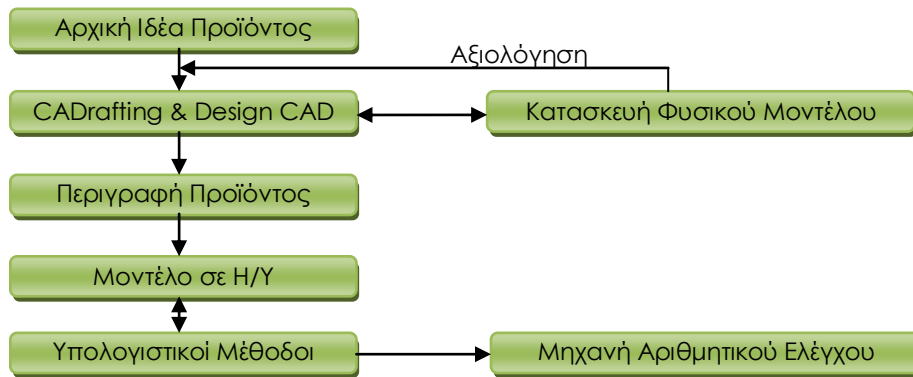
Με την τεχνολογία της σχεδιομελέτης και παραγωγής με χρήση Η/Υ, αλλάζει η συμβατική διαδικασία παραγωγής προϊόντων, ιδιαίτερα για μορφές με καμπύλες επιφάνειες (επιφάνειες ελεύθερης μορφής). Στη συμβατική παραγωγή, Εικόνα 4, στο στάδιο της αρχικής ιδέας του προϊόντος δημιουργείται ένα φυσικό πρωτότυπο (clay model) από εύπλαστο υλικό, πχ ξύλο, άργιλος, κτλ).



Εικόνα 4: Συμβατική μέθοδος παραγωγής προϊόντων.

Το πρωτότυπο αυτό χρησιμοποιείται για παρουσίαση της μορφής του, δοκιμές λειτουργικής ανάλυσης, κτλ, και σε αυτό γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές μέχρι να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό πρωτότυπο. Στη συνέχεια, παράγεται η μορφή του στο σχέδιο με συντεταγμένες 3D, συνήθως με τη μέθοδο της αντιγραφής (ψηφιοποίηση του αντικειμένου). Με βάση αυτές τις μετρήσεις οι σχεδιαστές παράγουν τα απαραίτητα σχέδια (blue prints) για την παραγωγή των λειτουργικών πρωτοτύπων. Τα σχέδια αυτά χρησιμοποιούνται από ειδικούς τεχνίτες για την παραγωγή των μοντέλων αντιγραφής (copy models) που δημιουργούνται από ξύλο ή άλλο εύκαμπτο υλικό. Τα μοντέλα αντιγραφής χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των καλουπιών και γι' αυτό πρέπει να έχουν στις περισσότερες

περιπτώσεις πολύ καλή τελική επιφάνεια. Το μοντέλο αντιγραφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε φρέζα αντιγραφής για την παραγωγή της κοιλότητας του καλουπιού.



Εικόνα 5: Μέθοδος κατεργασίας με χρήση ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος.

Στην κατασκευή με χρήση Η/Υ, Εικόνα 5, στην ιδεατή του μορφή, δημιουργείται το τρισδιάστατο μοντέλο στον υπολογιστή, επιθεωρείται στην οθόνη, αναλύεται με τη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων εφαρμογών (ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή), και τέλος χρησιμοποιείται για την καθοδήγηση των εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου.



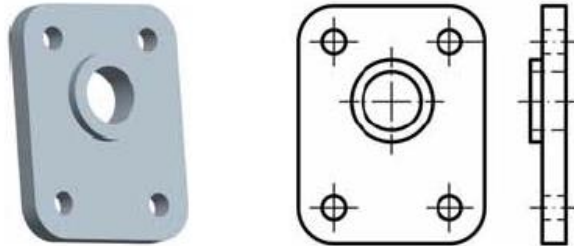
Εικόνα 6: Μέθοδος κατεργασίας με χρήση συμβατικών μεθόδων και μεθόδων CAD.

Στη μεθοδολογία αυτή, το φυσικό μοντέλο δημιουργείται για λόγους επιθεώρησης κύρια και όχι για την αναπαραγωγή των αντικειμένων. Ακόμη και σήμερα, όμως, στο στάδιο της αρχικής ιδέα, δεν μπορούμε να πούμε ότι η λειτουργία του είναι πλήρως ψηφιακή. Φυσικά πρωτότυπα χρησιμοποιούνται ακόμη και για μεγάλα προϊόντα (πχ αυτοκίνητα), επειδή πολλές τεχνικές και μέθοδοι δεν είναι κατάλληλες για την πλήρη απόδοση της μορφής των αντικειμένων. Συνεπώς, χρησιμοποιείται ένα ενδιάμεσο μοντέλο λειτουργίας (Εικόνα 6).

Συστήματα CAD

Τα σύγχρονα συστήματα σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ στηρίζονται στη χρήση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση (3D) είναι απαραίτητη για τις περισσότερες από τις κάθετες εφαρμογές που θα ακολουθήσουν την τρισδιάστατη μοντελοποίηση, όπως η ανάλυση της συμπεριφοράς του αντικειμένου, η παραγωγή του, κ.ά., όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Τα

πρώτα συστήματα σχεδιομελέτης ήταν συστήματα δύο διαστάσεων (2D), τα οποία ήταν κατάλληλα μόνο για σχεδίαση (Εικόνα 7). Στο σύστημα των δύο διαστάσεων, ο χρήστης σχεδιάζει τις όψεις του αντικειμένου, όπως θα τις σχεδίαζε σε ένα φύλλο χαρτί. Συχνά, ακόμη και σε συστήματα τριών διαστάσεων με μοντέλα ακμών, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να αγνοήσει την Τρίτη διάσταση και να σχεδιάσει τις διάφορες όψεις αυτόνομα. Στη δισδιάστατη σχεδίαση, το τρισδιάστατο μοντέλο υφίσταται μόνο στη σκέψη του σχεδιαστή και όχι στη βάση δεδομένων που καταχωρείται για το μοντέλο.



Εικόνα 7: Το αντικείμενο και η σχεδίαση του σε δύο διαστάσεις. Οι δύο όψεις παράγονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη.

Όλα τα αντικείμενα όμως είναι τριών διαστάσεων και μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες, σε σχέση με τη γεωμετρική τους κατασκευή. Τα μοντέλα 2 ½ διαστάσεων (απλά ή σύνθετα) και τα αμιγώς 3 διαστάσεων (Εικόνα 8). Τα 2 ½ διαστάσεων μοντέλα έχουν μια σταθερή διατομή και το πάχος τους, που ορίζεται κάθετα προς τη διατομή, είναι σταθερό. Τα αξονοσυμμετρικά αντικείμενα είναι επίσης 2 ½ διαστάσεων. Τα μοντέλα αυτά δημιουργούνται πολύ εύκολα με εντολές σάρωσης (extrude) ή περιστροφής (revolve). Τα σύνθετα μοντέλα 2 ½ διαστάσεων δημιουργούνται από περισσότερα του ενός στερεά 2 ½ διαστάσεων. Τα αμιγώς τριών διαστάσεων (3D) μοντέλα δεν έχουν ομοιόμορφη διατομή και/ή δεν έχουν σταθερό πάχος. Τα μοντέλα αυτά δημιουργούνται από το συνδυασμό διαφόρων λειτουργιών μοντελοποίησης.



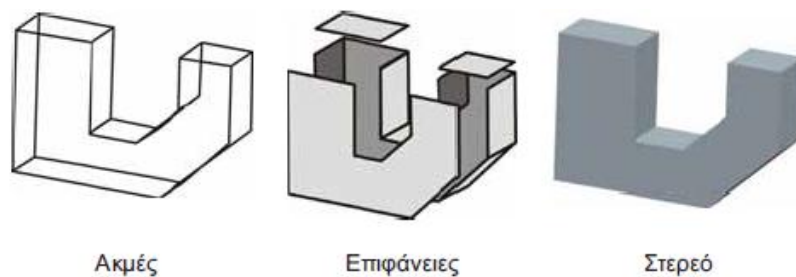
Εικόνα 8: Τα διαφορετικά είδη μοντέλων. Μοντέλα 2 ½D και αμιγώς 3D.

Για τη μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων αναπτύχθηκαν διάφορες μεθοδολογίες, με διαφορετικές δυνατότητες μοντελοποίησης, ανάλυσης και ποικιλίας αντικειμένων που καλύπτουν. Αυτές είναι:

- Μοντέλα ακμών ή σύρματος (wire frame models)- κατάλληλα για αντικείμενα 2 ½ διαστάσεων.
- Μοντέλα επιφανειών (surface models)- για πολύπλοκες μορφές αντικειμένων.
- Μοντέλα στερεών (solid models)- για πλήρη μοντέλα.

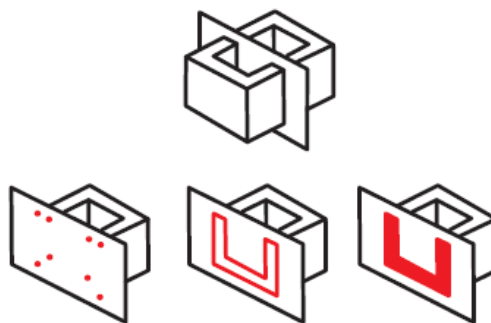
- Στερεά παραμετρικά μοντέλα με μορφολογικά χαρακτηριστικά (solid parametric and feature based models)- για κάλυψη ομάδων αντικειμένων.

Τα πρώτα τρισδιάστατα συστήματα ήταν μοντέλα ακμών που είναι και η πιο απλή και η λιγότερη απαιτητική εφαρμογή από υπολογιστική ισχύ. Τα μοντέλα αυτά αποδίδουν λίγες μορφές αντικειμένων, έχουν περιορισμένο εύρος εφαρμογών και σήμερα χρησιμοποιούνται μόνον ως ενδιάμεσο στάδιο για τη δημιουργία κυρίως του μοντέλου των επιφανειών, ή του μοντέλου των στερεών. Σήμερα, τα περισσότερα συστήματα τρισδιάστατης απεικόνισης βασίζονται στα στερεά μοντέλα, ή στα μοντέλα επιφανειών. Τα στερεά μοντέλα αποδίδουν μοναδιαία αναπαράσταση κατασκευάσιμων αντικειμένων, αλλά παρόλο που οι δυνατότητες των συστημάτων συνεχώς βελτιώνονται, οι μορφές που αποδίδονται μπορεί να είναι περιορισμένες. Τα μοντέλα των επιφανειών μπορούν να αποδώσουν σχεδόν κάθε δυνατή μορφή του αντικειμένου ακόμη και οργανικές μορφές, αλλά το παραγόμενο μοντέλο μπορεί να έχει ατέλειες.



Εικόνα 9: Επίπεδο πληρότητας των διαφόρων συστημάτων τρισδιάστατης απεικόνισης.

Η πληρότητα του δημιουργούμενου μοντέλου, που εκφράζεται από τα δεδομένα τα οποία καταχωρούνται στο μοντέλο, εξαρτάται από το σύστημα μοντελοποίησης (Εικόνα 9). Τα πιο απλά είναι τα μοντέλα ακμών, που καταχωρούν μόνο τις κορυφές και τις ακμές του αντικειμένου, μετά είναι τα μοντέλα επιφανειών που καταχωρούν επιπλέον και τις επιφάνειες που περιβάλλουν το αντικείμενο (εσωτερικές και εξωτερικές) και, τέλος, τα μοντέλα στερεών που καταχωρούν επιπλέον και την τοπολογία μεταξύ των κορυφών, ακμών και επιφανειών, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία της γεωμετρίας συνδέονται και γειτονεύουν μεταξύ τους.



Εικόνα 10: Διαφορά πληρότητας απεικόνισης μεταξύ των τριών μοντέλων.

Η πληρότητα επηρεάζει και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που παίρνουμε από λειτουργίες που σχετίζονται με το μοντέλο. Πιο πλήρεις και έγκυρες πληροφορίες παίρνουμε από τα μοντέλα στερεών,

έπονται τα μοντέλα επιφανειών και, τέλος, είναι τα μοντέλα ακμών. Η διαφορά μεταξύ των τριών συστημάτων φαίνεται στην Εικόνα 10 για μια απλή εφαρμογή τομής. Στο σχήμα αυτό, το αντικείμενο, το κουτί μόνο, έχει μοντελοποιηθεί και με τους τρεις διαφορετικούς τρόπους. Τέμνουμε το μοντέλο με το επίπεδο και προβάλλουμε το αποτέλεσμα. Το κάθε μοντέλο μας δίνει τελείως διαφορετικά αποτελέσματα. Στο μοντέλο των ακμών, το αποτέλεσμα είναι ένα σύνολο σημείων (από την τομή του επιπέδου τομής με τις ακμές του μοντέλου), στο μοντέλο επιφανειών, το αποτέλεσμα είναι το περίγραμμα της τομής (από την τομή μεταξύ του επιπέδου τομής και των επιφανειών που ορίζουν το μοντέλο), ενώ στο στερεό μοντέλο, το αποτέλεσμα είναι και η γραμμοσκίαση της τομής (από την τομή του επιπέδου με το «γεμάτο» στερεό). Η επιλογή της μεθόδου μοντελοποίησης εξαρτάται από την εφαρμογή την οποία θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο στη συνέχεια. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται, ο χρήστης δεν «βλέπει» τον τρόπο της μαθηματικής μοντελοποίησης και καταχώρησης του συστήματος, ούτε τον τρόπο αναπαράστασης (στερεά ή επιφάνειες), απλώς χρησιμοποιεί τα εργαλεία του συστήματος για τη δημιουργία των στοιχείων που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία της γεωμετρίας του μοντέλου. Τα εργαλεία αυτά ποικίλλουν ανάλογα με το είδος δημιουργίας της γεωμετρίας του μοντέλου και το είδος μοντελοποίησης, δηλαδή μοντέλο ακμών, επιφανειών ή στερεών. Τα βήματα που ακολουθεί ο χρήστης στη μοντελοποίηση τείνουν να είναι τα ίδια για όλα τα διαφορετικά συστήματα που συνήθως διαφέρουν μόνο στη διεπαφή του συστήματος με το χρήστη. Αν και ο χρήστης δεν ανατρέχει συνήθως στη μαθηματική αναπαράσταση της τρισδιάστατης απεικόνισης, η γνώση της είναι απαραίτητη γιατί παρέχει:

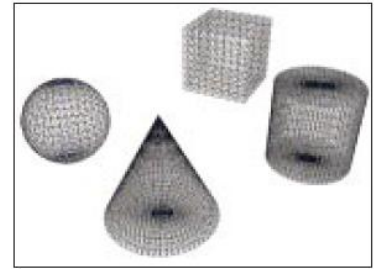
- Γνώση της ορολογίας του CAD/CAM καθώς επίσης και καλύτερη κατανόηση της τεκμηρίωσης των συστημάτων.
- Δυνατότητα να αποφασίζει πιο σωστά για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιήσει για τη μοντελοποίηση και την επιλογή των παραμέτρων σχεδίασης για την ακριβή παραγωγή του μοντέλου, όπως κλίση, καμπυλότητα, κτλ.
- Δυνατότητα να ερμηνεύσει απρόσμενα αποτελέσματα που προέρχονται από τη χρήση ενός συστήματος.
- Δυνατότητα να αξιολογήσει πιο σωστά τα συστήματα CAD/CAM και τις δυνατότητες που έχουν.
- Στους μηχανικούς παρέχει νέα εργαλεία και μεθοδολογίες που μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν και σε άλλες εφαρμογές

Τα διάφορα είδη CAD συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί προορίζονται για διαφορετικά είδη σχεδιασμού και μοντελοποίησης και διακρίνονται σε:

- Πολυγωνική μοντελοποίηση
- Επιφανειακή μοντελοποίηση
- Παραμετρική μοντελοποίηση στερεών

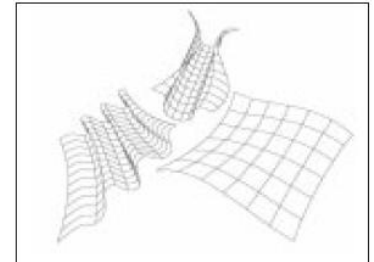
Ο Υβριδική μοντελοποίηση

Πολυγωνική μοντελοποίηση: είναι τα συνηθέστερα μοντέλα του λογισμικού CAD, όλα τα μοντέλα δημιουργούνται ως συνδυασμοί μικρών τετραγώνων και τριγώνων (Εικόνα 11).



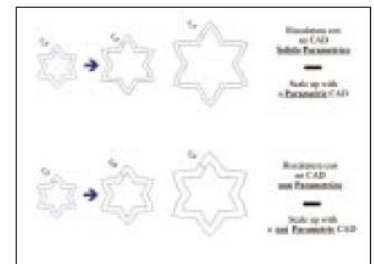
Εικόνα 11: Πολυγωνικά μοντέλα.

Επιφανειακή μοντελοποίηση: αυτά τα μοντέλα του λογισμικού CAD διαμορφώνουν επιφάνειες, δηλαδή τις "επιδερμίδες" του σχεδιασμένου αντικείμενου, και πετυχαίνουν την επίτευξη περίπλοκων σχημάτων (Εικόνα 12).



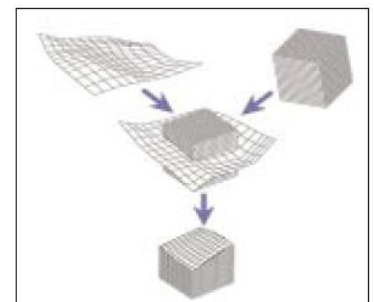
Εικόνα 13: Επιφανειακή μοντελοποίηση.

Παραμετρική μοντελοποίηση στερεών: αυτά τα μοντέλα βασίζονται στις γεωμετρικές παραμέτρους που καθορίζουν το αντικείμενο (Εικόνα 13). Η ικανότητά τους να τροποποιούν το σχεδιασμό διατηρώντας παράλληλα κάποιες σταθερές παραμέτρους είναι το κύριο χαρακτηριστικό τους. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να αλλάξουμε την κλίμακα των αστέρων της αριστερής πλευράς της Εικόνας 13 με παραμετρική μοντελοποίηση συστήματος, όλες οι διαστάσεις των αστέρων θα αλλάξουν. Αν κάνουμε την ίδια λειτουργία με παραμετρικό σχεδιασμό στο CAD, η μία παράμετρος του σχεδίου διατηρείται σταθερή, ενώ οι άλλες θα αλλάξουν.



Εικόνα 12: Στερεά παραμετρικών μοντέλων.

Υβριδική μοντελοποίηση: αυτά τα μοντέλα συνδυάζουν τα επιφανειακά και στερεά μοντέλα (Εικόνα 14) και επιτρέπουν τη δημιουργία πολύπλοκων σχημάτων, προερχόμενα από άλλα πιο απλά.



Εικόνα 14: Υβριδικά μοντέλα.

Ο ρόλος του CAD/CAM στη σύγχρονη επιχείρηση κοσμημάτων

Πώς όμως μπορούμε να επιλέξουμε σωστά πιο είδος CAD λογισμικού είναι το καταλληλότερο για να καλύψει τους εκάστοτε εμπορικούς σκοπούς μας, σε μία σύγχρονη επιχείρηση κοσμημάτων; Όπως γίνεται με κάθε τύπο λογισμικού, έτσι και εδώ, ένας σχεδιασμός μιας σειράς κοσμημάτων μπορεί να είναι αρκετά εύκολος χρησιμοποιώντας ένα είδος λογισμικού, και μπορεί να γίνει εξαιρετικά πολύπλοκος χρησιμοποιώντας κάποιο άλλο είδος. Συνεπώς, κάθε τύπος CAD λογισμικού δηλώνει μία εξειδίκευση με μία εντελώς διαφορετική προσέγγιση στο σχεδιασμό, και έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Για παράδειγμα, για να σχεδιάσουν ένα μοντέλο με επαναλαμβανόμενα γεωμετρικά σχήματα, όπως ένα βραχιόλι που κοσμείται με πετράδια (Εικόνα 15) τότε θα πρέπει να ανατρέξουμε σε ένα λογισμικό CAD, το οποίο παρέχει παραμετρική μοντελοποίηση στερεών. Αντίθετα, αν θέλουμε να σχεδιάσουμε ένα αντικείμενο πολύ επεξεργασμένο καλλιτεχνικά (Εικόνα 16), χρειαζόμαστε ένα λογισμικό CAD που να παρέχει επιφανειακή μοντελοποίηση.



Εικόνα 15: Σχέδιο ενός βραχιολιού με συγκεκριμένα γεωμετρικά σχήματα.



Εικόνα 16: Σχέδιο ενός καλλιτεχνικά εκλεπτυσμένου αντικειμένου.

Κατά συνέπεια, το λογισμικό CAD θα πρέπει να επιλεγεί προσεκτικά και θα πρέπει να βασίζεται στην παραγωγή χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων της ίδια της εταιρίας. Ας μη ξεχνάμε, επίσης, ότι η CAD σχεδίαση δεν είναι «αυτόματη», και πάντα η «πρωτότυπη ιδέα» είναι ανθρώπινη! Μια λανθασμένη επιλογή μπορεί να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα στη χρήση του συστήματος και, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να το καταστήσει εντελώς άχρηστο. Υπάρχει μια ευρεία γκάμα συστημάτων που προσφέρονται στην αγορά και μια άπειρη εταιρία μπορεί να έχει μεγάλες δυσκολίες στο να κάνει τη σωστή επιλογή.

Με αυτό το σκεπτικό, μπορούμε να δούμε το επόμενο στάδιο που έρχεται μετά τη μοντελοποίηση CAD, και είναι το CAM. Το CAM είναι ένα πρόγραμμα που κατευθύνει και ελέγχει την παραγωγική δραστηριότητα. Η τεχνολογία CAM δεν δίνει μόνο τη δυνατότητα άμεσου ελέγχου των μηχανών και των λειτουργιών της εταιρίας, αλλά μπορεί επίσης να επιτρέψει το σχεδιασμό της παραγωγής, προκειμένου να επιτευχθούν οι ακόλουθοι στόχοι:

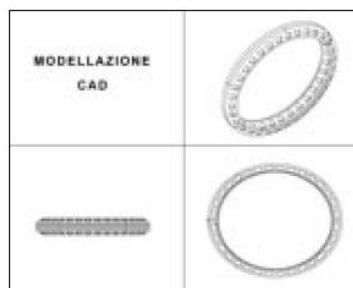
- αυτόματη διάγνωση συστήματος της παραγωγικής διαδικασίας,
- ανάλυση της ποιότητας των προϊόντων,
- συλλογή, οργάνωση και καταγραφή των στοιχείων σχετικά με τα στάδια της διαδικασίας και την πρόοδο των εργασιών,
- έλεγχος της παραγωγής.

Στην πράξη, το CAM εμπλέκεται σε όλες τις βιομηχανικές παραγωγικές δραστηριότητες, όπου τα διαφορετικά στάδια της παραγωγής μπορεί να είναι προγραμματισμένα και ελεγχόμενα. Ουσιαστικά, το CAM συνεργάζεται με τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την CAD σχεδίαση και τον συσχετιζόμενο εξοπλισμό.

Για να καταφέρουμε μία καλύτερη προσέγγιση στα παραπάνω θέματα, θα εξετάσουμε την πρακτική εφαρμογή του CAD/CAM στην κατασκευή κοσμημάτων. Το έργο του σχεδιαστή κοσμημάτων και των κατασκευαστών μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά τη CAD μοντελοποίηση: Ο σχεδιασμός της ιδέας (συνήθως ένα σκίτσο σε χαρτί) είναι το σημείο εκκίνησης (Εικόνα 17). Το επόμενο στάδιο είναι η αναπαράστασή της μέσω λογισμικού CAD (Εικόνα 18). Σε αυτή την περίπτωση προτιμούμε ένα λογισμικό παραμετρικής μοντελοποίησης στερεών, διότι, όπως προαναφέρθηκε, το συγκεκριμένο βραχιόλι δείχνει να έχει απλά επαναλαμβανόμενα πετράδια. Επιπλέον, εάν θέλουμε να παράγουμε το βραχιόλι ίδιο σε διαφορετικό μέγεθος, ένα λογισμικό παραμετρικής μοντελοποίησης στερεών θα μας επιτρέψει να αλλάξουμε το μέγεθος του αντικειμένου διατηρώντας παράλληλα, για παράδειγμα, το πάχος σταθερό.

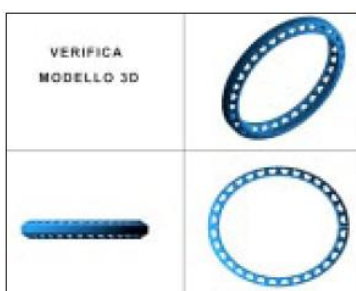


Εικόνα 17: Το σκίτσο του σχεδιαστή.



Εικόνα 18: Αναπαράσταση μοντέλου με χρήση CAD σχεδίασης.

Το μαθηματικό μοντέλο του αντικειμένου -εδώ αναφερόμαστε στο βραχιόλι- αναλύεται με το ίδιο λογισμικό, ώστε να εξακριβωθεί ο σωστός σχεδιασμός όλων των επιφανειών και να γίνει έλεγχος για πιθανά σχεδιαστικά λάθη (Εικόνα 19). Έτσι, το τελικό αντικείμενο είναι προσομοιώσεις του αρχικού σχεδίου. Το στάδιο αυτό ονομάζεται από τους τεχνικούς "τήξη" (Εικόνα 20), αλλά δεν είναι απαραίτητο για την παραγωγή του μοντέλου. Χρησιμοποιείται μόνο για έλεγχο της αισθητικής των χαρακτηριστικών του αντικειμένου.



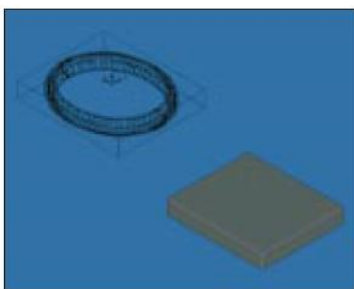
Εικόνα 19: Το μοντέλο μετά την μαθηματική ανάλυση και εξακρίβωση.



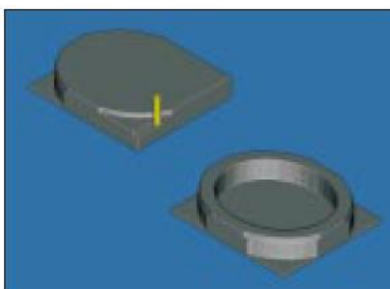
Εικόνα 20: Το μοντέλο μετά την «τήξη».

Σε δεύτερη φάση, χρησιμοποιείται λογισμικό CAM, για να γίνει ο προγραμματισμός της κατασκευαστικής μηχανής ή του τρισδιάστατου εκτυπωτή. Ένα παραλληλεπίπεδο με ελαφρώς μεγαλύτερο μέγεθος από το σχεδιασμένο μοντέλο δημιουργείται μέσα στο σύστημα CAM. Το σχέδιο του αντικειμένου ανακατασκευάζεται μέσα στα όρια αυτού του παραλληλεπίπεδου, το οποίο

προσομοιώνει το υλικό που στην ουσία θα επέλθει σε μηχανική επεξεργασία (Εικόνα 21). Το επεξεργασμένο υλικό συνήθως είναι ένα φθηνό υλικό, όπως πλαστικό ή μέταλλο.



Εικόνα 22: Εισάγοντας το μοντέλο μέσα στο σύστημα CAM.



Εικόνα 21: Προσομοίωση της κατασκευαστικής μηχανής.



Εικόνα 23: Προσομοίωση των τελικών σταδίων.

Όταν το εργαλείο και η τεχνική οριστούν, η προσομοίωση της μηχανικής μπορεί να ξεκινήσει (Εικόνα 12). Σε αυτή την εικόνα, μπορούμε να δούμε το εργαλείο της κοπτικής μηχανής να πραγματοποιεί την πρώτη ακατέργαστη διαμόρφωση. Σε μεταγενέστερη φάση της τελικής επεξεργασίας (Εικόνα 13) το αντικείμενο είναι ακριβέστερα ορισμένο μέχρι το τελικό φινιρίσμα που ολοκληρώνει τη διαδικασία κατασκευής.

Εν κατακλείδι, τι κάνει σύστημα CAD/CAM σήμερα; Ένα σύστημα CAD/CAM είναι σε θέση να εφαρμόσει την ανάπτυξη, τον έλεγχο και την προετοιμασία του μοντέλου, ή του εργαλείου που απαιτείται για το μοντέλο κατασκευής, όπως καλούπια ή φόρμες, και τη ρύθμιση των εργαλειομηχανών. Πάνω απ' όλα, δίνει έναν σαφή τρόπο ολοκλήρωσης όλων των παραπάνω φάσεων μέσα σε ένα ολοκληρωμένο τρισδιάστατο περιβάλλον.

Το CAD/CAM στη Βιομηχανία Κοσμημάτων

Τώρα, το επόμενο ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι «Πώς μπορούν οι τεχνολογίες αυτές να εισαχθούν στη βιομηχανία κοσμημάτων;». Η εισαγωγή των νέων αυτών τεχνολογιών στη βιομηχανία κοσμημάτων μπορεί να δώσει ουσιαστικά πλεονεκτήματα από πλευράς κόστους και χρόνου που απαιτούνται για την κατασκευή ενός μοντέλου, αλλά δεν την απαλλάσσουν απαραίτητα και από διάφορα προβλήματα. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι η εισαγωγή αυτών των τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσει σε μία από δύο αντίθετες καταστάσεις: είτε η εταιρία να αρνείται να εξετάσει τη νέα τεχνολογία ή να της αρέσει να την χρησιμοποιεί και να προσπαθεί να τη χρησιμοποιήσει σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Στην πρώτη περίπτωση, η γενικότερη άρνηση προέρχεται από τον φόβο της αλλαγής. Στην αρχή, ορισμένοι επιχειρηματίες προσπαθούν να φέρουν αλλαγές που οδηγούν σε κάποιες αναπόφευκτες αντιπαραθέσεις στο εσωτερικό της επιχείρησης και εμφανίζονται, εσφαλμένα βέβαια, ως μια πρόκληση για την εργασία των σχεδιαστών ή και για την ίδια τη θέση τους. Φυσικά αυτό είναι λάθος, γιατί οι νέες τεχνολογίες δεν αποσκοπούν στο να μειώσουν ή να περιορίσουν τα καθήκοντα των σχεδιαστών ή του μοντέλου λήψης αποφάσεων. Αντίθετα, όταν τα νέα αυτά συστήματα ενσωματωθούν στη διαδικασία παραγωγής, εκείνοι θα έχουν πολύ μεγαλύτερη

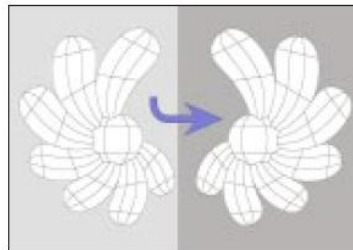
ευελιξία, καθώς και ένα ισχυρότερο κίνητρο για ανάπτυξη της φαντασίας και της δημιουργικότητας τους. Από την άλλη πλευρά, η δεύτερη περίπτωση είναι όταν οι τεχνικές αυτές δεν είναι μόνο αποδεκτές, αλλά επαινούνται, κυρίως όταν επιτυγχάνονται τα πρώτα αποτελέσματα. Σε αυτή τη περίπτωση ένα νέο πρόβλημα προκύπτει που είναι ακριβώς αντίθετο με την πρώτη περίπτωση: ο επιχειρηματίας προσπαθεί να κάνει κάθε πράγμα με τον υπολογιστή, ακόμα και ενέργειες που μπορούν να γίνουν ακόμα πιο εύκολα, και λογικά πιο οικονομικά με το χέρι. Ανακεφαλαιώνοντας, ας προσπαθήσουμε να δείξουμε, τότε είναι επικερδής η χρήση CAD/CAM και τότε δεν είναι μέσα από μερικά παραδείγματα.

Περιπτώσεις όπου η χρήση CAD/CAM είναι επικερδής

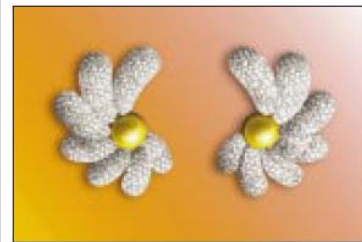
Όταν ένα ζευγάρι σκουλαρίκια θα πρέπει να κατασκευαστεί, αφού φτιαχτεί το πρώτο σχέδιο (Εικόνα 14) το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι να κάνουμε το σχέδιο του δεύτερου ζεύγους ως ένα ακριβές «καθρεπτισμένο» αντίγραφο της εικόνας του πρώτου (Εικόνα 15). Αυτή η διαδικασία είναι πολύ περίπλοκη και χρονοβόρα όταν γίνεται με το χέρι, ακόμα περισσότερο και από την παραγωγή του βασικού μοντέλου. Με τη βοήθεια του υπολογιστή είναι αρκετά απλή και γρήγορη (Εικόνα 16). Ο χρόνος που απαιτείται για την παραγωγή ενός ακριβές αντιγράφου εξαρτάται μόνο από την ισχύ του υπολογιστή στον οποίο έχει εγκατασταθεί το σχεδιαστικό πρόγραμμα.



Εικόνα 24: Σκουλαρίκι-Το αυθεντικό σκίτσο του σχεδιαστή.



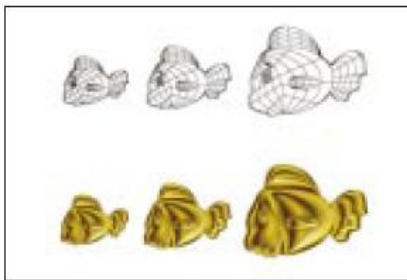
Εικόνα 25: Φτιάχνοντας το ακριβές «καθρεπτισμένο» αντίγραφο του αρχικού σχεδίου.



Εικόνα 26: Χρήση CAD για τη δημιουργία μοντέλου ταιριαστού ζευγαριού.

Είναι γνωστό, ακόμη ότι όταν διοχετεύσουμε μια νέα σειρά κοσμημάτων στην αγορά, δεν μπορούμε να προσφέρουμε ένα ενιαίο μοντέλο, αλλά θα πρέπει να δοθούν πολλές παραλλαγές, ακόμη και αν η μόνη διαφορά είναι το μέγεθος. Για να καλυφθεί αυτή η απλή απαίτηση, το ίδιο αρχικό μοντέλο θα πρέπει να κατασκευαστεί τρεις φορές, καθεμία και για διαφορετική διάσταση (μικρό, μεσαίο, μεγάλο). Όταν χρησιμοποιείται ο υπολογιστής, αρκεί να γίνει κλιμάκωση ή καθορισμός των σχετικών παραμέτρων στο σχέδιο του CAD για να συγκεντρώσει όλες τις απαιτούμενες παραλλαγές του μεγέθους που προσφέρονται από το σχεδιασμό CAD/CAM (Εικόνα 27). Το βραχιόλι που αναφέρθηκε πιο πάνω (Εικόνα 17) είναι επίσης άλλο ένα καλό παράδειγμα. Αν για το αρχικό σχέδιο χρειάζονται να κοπούν με το χέρι μια σειρά από μικρές καρδιές ή λουλούδια ώστε να τοποθετηθούν πάνω σε ένα βραχιόλι, απαιτούνται αρκετές ώρες εργασίας, και τελικά το έργο αυτό μπορεί να μην είναι ακριβές.

Εάν η ίδια διαδικασία διεξάγεται μέσω ενός υπολογιστή, ο χρόνος που απαιτείται είναι πολύ μικρότερος και το τελικό αποτέλεσμα είναι ακριβές.



Εικόνα 27: Χρήση του CAD κατά τη δημιουργία διαφορετικών μεγεθών του μοντέλου- μεγάλο, μεσαίο και μικρό.

Περιπτώσεις όπου η χρήση CAD/CAM είναι μη επικερδής

Ένα αρκετά συχνό λάθος που γίνεται από τις εταιρείες που χρησιμοποιούν το CAD/CAM είναι το ότι προσπαθούν να κάνουν τα μοντέλα αποκλειστικά με αυτό το σύστημα σε όλες τις περιπτώσεις. Στην πράξη, είναι ίσως προτιμότερο να παράγονται στο χέρι κάποια εξαιρετικά περίπλοκα τεμάχια, τα οποία είναι δύσκολο να γίνουν με τη βοήθεια ενός κοπτικού εργαλείου ή άλλου παρόμοιου μηχανήματος. Εξάλλου με αυτά τα τεμάχια μπορεί να φανεί και η επιδεξιότητα του κατασκευαστή. Ως εκ τούτου, το CAD/CAM δεν πρέπει να θεωρείται ως υποκατάστατο των παραδοσιακών τεχνικών, αλλά ως συμπληρωματική τεχνική που βοηθά τους κατασκευαστές κοσμημάτων να διεκπεραιώσουν ορισμένες κατασκευές, πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Αποκτώντας τα καλύτερα που μπορεί να προσφέρει το CAD/CAM

Αρχικά, ένα έργο θα πρέπει να δομείται έτσι ώστε να επιτρέπει το σχεδιασμό των διαφόρων σταδίων που απαιτούνται για την κατασκευή ενός μοντέλου. Η έλλειψη σχεδιασμού οδηγεί συχνά σε πλήρη ή μερική επαναδημιουργία του μοντέλου, επειδή ορισμένα προβλήματα παραγωγής δεν έχουν ληφθεί υπόψη, για παράδειγμα, ένα βραχιόλι με μια φτωχή διακόσμηση, ή ένα μπρασελέ που δε κλείνει, και άλλα προβλήματα που κάθε κατασκευαστής συναντά κατά τη διάρκεια της καθημερινής του εργασίας. Ο σχεδιασμός απαιτεί μια ακολουθία από επιλογές και φέρνει δύο διαφορετικούς κόσμους σε επαφή - τον κόσμο της δημιουργικότητας και τον κόσμο της παραγωγής. Αυτοί οι κόσμοι θα πρέπει να ενσωματώσουν την επίτευξη ενός κοινού στόχου: υψηλής ποιότητας αισθητική και τεχνικές ενός τελικού προϊόντος. Το πρόβλημα είναι να γίνει συμφωνία μεταξύ των ιδεών του σχεδιαστή και των κανόνων του σχεδιασμού. Θα πρέπει αρχικά ο σχεδιαστής να αντιληφθεί ότι με τη χρήση υπολογιστή δεν σημαίνει ότι θα κάνει την παραγωγή της εταιρίας λιτή ή κοινότυπη. Ισχύει ακριβώς το αντίθετο: όπου υπάρχει δημιουργική προσπάθεια και έντονη μέριμνα για την υψηλή ποιότητα του προϊόντος, υπάρχουν περισσότερες πιθανότητες για να επιτύχει τα καλύτερα αποτελέσματα από

αυτά που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες. Ένα άλλο πρόβλημα του CAD/CAM σχεδιασμού πηγάζει από το γεγονός ότι η ανάπτυξη αυτών των συστημάτων ήταν πάντοτε συνδεδεμένη με τις απαιτήσεις των μεγάλων επιχειρήσεων. Συνεπώς, έχει αναπτυχθεί πολύ εξελιγμένο λογισμικό που διατίθεται στην αγορά. Αυτό το λογισμικό είναι συχνά πάνω από τις ανάγκες του μέσου παραγωγού κοσμημάτων. Η εταιρία που προτίθεται να χρησιμοποιήσει τις τεχνικές αυτές θα πρέπει, πρώτα από όλα, να είναι σε θέση να επιλέγει την τεχνολογία στον καλύτερο δυνατό βαθμό για τις ανάγκες της. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μια λάθος επιλογή μπορεί να καταστήσει τα νέα μηχανήματα ανεπαρκή και άχρηστα. Αυτό δεν προκαλεί μόνο μια αξιοσημείωτη απώλεια χρημάτων, αλλά και ένα στρατηγικό πλήγμα σε σύγκριση με τις ανταγωνίστριες εταιρείες που είναι σε θέση να κάνουν καλύτερη εφαρμογή της νέας τεχνολογίας. Επιπλέον, πρέπει να πραγματοποιούνται αναλύσεις στο εσωτερικό της εταιρίας με στόχο την αξιολόγηση της παραγωγής διαδικασίας, τους προβληματικούς τομείς και τις δεξιότητες του εργατικού δυναμικού. Είναι σημαντικό ότι οποιοσδήποτε αλλαγές στην οργάνωση και διαχείριση της εταιρίας που απορρέουν από την εφαρμογή αυτών των νέων τεχνολογιών θα πρέπει να κατανοηθούν πλήρως. Εν κατακλείδι, δεν υπάρχει ενιαίος τρόπος ώστε να εισαχθεί η CAD/CAM τεχνολογία σε μια εταιρία, και, κυρίως, δεν υπάρχουν εξατομικευμένα συστήματα που μπορούν να λύνουν όλα τα προβλήματα μιας εταιρίας. Η διαδρομή που θα καλυφθεί σχηματίζεται από μια δέσμη στρατηγικών που αφορούν την οργάνωση, διαχείριση και προγραμματισμό του συνόλου της επιχείρησης. Η τεχνολογία πρέπει να θεωρείται ως μέσο που μπορεί να κάνει αυτή την αλλαγή πιο εύκολα, αλλά δεν μπορεί να είναι μια λύση για όλα τα προβλήματα. Η εταιρία πιστεύοντας ότι όλα τα προβλήματα πρέπει να επιλυθούν, επειδή χρησιμοποιεί προηγμένη τεχνολογία είναι λάθος: θα επιτύχει μόνο στο να προκαλέσει ένα μηχανογραφικό χάος! Το σύστημα CAD/CAM θα πρέπει να χρησιμοποιείται από μία σειρά εμπειρογνομώνων που γνωρίζουν τη διαδικασία κατασκευής κοσμημάτων πολύ καλά, όπως επίσης και τη χρήση υπολογιστών. Στο σημείο αυτό, το ερώτημα που δημιουργείται είναι το εξής: «Τι γίνεται στην περίπτωση που η εταιρία που συνεργάζομαι δημιουργήσει "κλώνους" των σχεδίων μου και τα προσφέρει σε ένα ανταγωνιστή;». Υπάρχει μόνο μία απάντηση: ότι η εταιρία αυτή θα κλείσει! Κάθε εταιρία θα πρέπει να τηρεί όλα τα σχέδια αυστηρά εμπιστευτικά εφόσον επιθυμεί να παραμείνει σε λειτουργία, εάν δεν το κάνει αυτό δεν είναι μόνο ηθικά καταδικαστέα, αλλά είναι επίσης επιβλαβής για την ίδια. Σοβαρές εταιρείες έχουν ήδη αρχίσει να λαμβάνουν τα μέτρα που απαιτούνται για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας και το απόρρητο της εργασίας. Σε άλλους τομείς, οι εν λόγω τεχνολογίες έχουν χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια. Σήμερα, δεν υπάρχει προϊόν που να παράγεται και να μην έχει σχεδιαστεί από έναν υπολογιστή ή να έχει ελεγχθεί από αυτόν όσον αφορά την αισθητική και τις τεχνικές πτυχές του. Έτσι, και στον τομέα των κοσμημάτων, η διασφάλιση της ποιότητας των προτύπων της αγοράς είναι άκρως σημαντική.