

Το Μηχανολογικό Σχέδιο στις Πολυτεχνικές και Τεχνικές Σχολές

Η σχεδίαση με τη βοήθεια ψηφιακών μέσων έχει πλέον επεκταθεί και τείνει να καθιερωθεί σε όλους σχεδόν τους τεχνικούς τομείς. Τα συμβατικά σχεδιαστήρια και όργανα σχεδίασης αντικαθίστανται στους επαγγελματικούς χώρους από τον Η/Υ. Στις μηχανολογικές κατασκευές, η σχεδίαση CAD-2D, που ουσιαστικά ακολουθεί τις αρχές και τους κανόνες της συμβατικής σχεδίασης, παραχωρεί σταδιακά, όχι όμως χωρίς προβλήματα, τη θέση της στην τρισδιάστατη CAD-3D.

Γ. Καϊσαρλής¹,
Σ. Διπλάρης, Θ. Βασιλόπουλος,
Μ. Σφαντζικόπουλος
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών,
Τομέας Μηχ/κών Κατασκευών
& Αυτ. Ελέγχου.

Είναι σαφές ότι διανύεται ακόμα μεταβατικό χρονικό διάστημα, που άρχισε πριν από τριάντα περίπου χρόνια, μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξης, της τυποποίησης και της υιοθέτησης από όλους όσους εμπλέκονται στο σχεδιασμό και στην παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων και κατασκευών, των νέων συστημάτων και διαδικασιών που αφορούν στο CAD-3D. Πρόκειται για συστήματα και διαδικασίες που θα αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την ασφαλής, μονοσήμαντη, πλήρη και ακριβή τεκμηρίωση και μεταφορά της μηχανολογικής κατασκευαστικής πληροφορίας μέσα σε ένα διαρκώς εξελισσόμενο ψηφιακό χώρο.

Επειδή είναι εύλογο η εκπαιδευτική αντιμετώπιση της μεταβατικής αυτής περιόδου να απασχολεί όσους διδάσκουν το Μηχανολογικό Σχέδιο στις Πολυτεχνικές και Τεχνικές Σχολές, όσα εκτίθενται παρακάτω ίσως τους βοηθήσουν στην οριοθέτηση, για τα αμέσως προσεχή τουλάχιστον χρόνια, δύο κύριων ζητημάτων. Το πρώτο αφορά στο χειρόγραφο σχέδιο (σκαρίφημα) και το δεύτερο στο CAD-3D.

Χειρόγραφη σχεδίαση

Ανέκαθεν ο άνθρωπος σχεδίαζε και, στην εποχή μας, στην εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας, συνεχίζει να σχεδιάζει με το χέρι του κατασκευές, όπως άλλωστε συνεχίζει και να γράφει ιδιοχειρώς κείμενα, γιατί του ζητείται ή γιατί το έχει ανάγκη. Ως βασικοί λόγοι που ένας μηχανικός πρέπει να έχει ευχέρεια στην κατάρτιση ενός σκαριφήματος μπορούν να αναφερθούν:

- Πιο φυσικά και αυθόρμητα σκίτσα και σκαρίφημα δημιουργεί ο άνθρωπος με ένα απλό μολύβι σε χαρτί, ανεξάρτητα από τόπο, χρόνο και μέσα. Επιτυγχάνει με τον τρόπο αυτόν άμεση και γρήγορη παραγωγή και διερεύνηση ιδεών, λύσεων, κατασκευών, καθώς και ταυτόχρονη επικοινωνία με τους άλλους στον περίγυρό του. Στον ίδιο χρόνο μπορεί να παράγει και να εξετάσει πολύ περισσότερα εναλλακτικά σχέδια και κατασκευαστικές προτάσεις από όσες θα δημιουργούσε σε περιβάλλον CAD-3D, το οποίο, ακόμα και σήμερα, τον υποχρεώνει σε προκαθορισμένους τρόπους προσέγγισης.
- Ο διπλ. μηχανολόγος μηχανικός, στην επαγγελματική του σταδιοδρομία, δεν βρίσκεται πάντοτε μέσα σε οργανωμένο ψηφιακό περιβάλλον. Το σκαρίφημα, εξ αντικειμένου, τον συνοδεύει εκτός γραφείου, μέσα στο εργοστάσιο, στο εργοτάξιο, στο ναυπηγείο ή στο πλοίο. Του χρησιμεύει ως εργαλείο συνεννόησης με το τεχνικό προσωπικό, για την επιτόπια διευκρίνιση/μεταφορά τεχνικών πληροφοριών ή/και μετάδοση γνώσης, καθώς και, αντιστρόφως, για την εκ μέρους του μεταφορά σαφούς, ακριβούς και μονοσήμαντης τεχνικής κατασκευαστικής πληροφορίας από το χώρο παραγωγής/έργου πίσω στο γραφείο.
- Κατάλληλος για συγκεκριμένη σχεδιαστική εργασία εξοπλισμός Η/Υ, με κατάλληλο λογισμικό, δεν είναι πάντοτε διαθέσιμος εκεί που χρειάζεται ή/και όταν χρειάζεται. Όμως, μολύβι και χαρτί είναι πάντοτε διαθέσιμα.

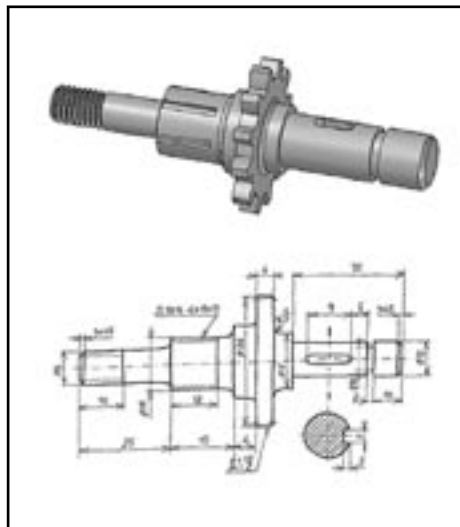
¹ gkaiss@central.ntua.gr

- Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, όταν πρόκειται για νέα κατασκευή, η σχεδίαση CAD ακολουθεί το σκαριφήμα που συνεχίζει να είναι πρώτο και κύριο στάδιο της κατασκευαστικής σύνθεσης. Η σημασία και ο ρόλος του σκαριφήματος στην ψηφιακή εποχή συνιστά τρέχον αντικείμενο έρευνας και εκπαιδευτικής βιβλιογραφίας.
- Για συμβατικά μηχανολογικά σκαριφήματα ως βάση εκκίνησης για σχεδίαση CAD-3D δεν έχει μέχρι τώρα αναδειχθεί δόκιμο και λειτουργικό λογισμικό για τη 3D μετατροπή τους. Πάντως, σημειώνεται ότι, ακόμα και όταν το μολύβι και το χαρτί αντικατασταθούν ψηφιακά, η ικανότητα χειρόγραφης κατασκευαστικής έκφρασης και σχεδίασης θα εξακολουθήσει να είναι πολλαπλά χρήσιμη για το μηχανολόγο μηχανικό. Η μόνη διαφορά θα είναι πλέον στα χρησιμοποιούμενα μέσα.

Σχεδίαση CAD-3D

Από τις αρχές του 20ού αιώνα εθνική και διεθνής τυποποίηση ανέπτυξε και καθιέρωσε λεπτομερείς και μονοσήμαντους κανονισμούς για το διαδίστατο μηχανολογικό σχέδιο, που με το χρόνο έγιναν καθολικά αποδεκτοί στις μελέτες, στη βιομηχανική παραγωγή και στις κατασκευές, και που, στο πλαίσιο του ISO, υιοθετήθηκαν από όλες τις χώρες. Η συμβατική μηχανολογική σχεδίαση 2D εξακολουθεί για το λόγο αυτόν, επομένως, να διατηρεί ανέπαφο το ρόλο της ως το κύριο μέσο για την τεκμηρίωση, μεταφορά και ανταλλαγή κατασκευαστικής πληροφορίας μεταξύ μελέτης, κατασκευής και ποιοτικού ελέγχου. Είναι προφανές ότι η αξιοποίησή της, τουλάχιστον για το παρόν και το προβλεπόμενο μέλλον, μπορεί να γίνει μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένους μηχανικούς και τεχνικούς.

Οι βασικοί κανονισμοί σχεδίασης ISO-2D περιέχονται σήμερα σε δύο τόμους 1.760 συνολικά σελίδων και επικαιροποιούνται συνεχώς, ώστε η μηχανολογική σχεδίαση 2D να εξασφαλίζει και να διατηρεί ένα θεμελιώδες πλεονέκτημα έναντι της μηχανολογικής σχεδίασης CAD-3D. Δηλαδή, εκπονείται με βάση ένα διεξοδικό, πολλαπλά δοκιμασμένο και με μεγάλη ακρίβεια σε βάθος χρόνου διαμορφωμένο διεθνές σύστημα προτύπων που είναι καθολικής αποδοχής και χρήσης και που αποδεδειγμένα ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες μελέτης, παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου των μηχανολογικών κατασκευών. Ο κάθε χρήστης του συστήματος γνωρίζει, συνεπώς, πού και πώς να προδιαγράψει ή να αναζητήσει μία κατασκευαστική πληροφορία. Ένα σωστό συμβατικό μηχανολογικό κατασκευαστικό σχέδιο,



που έχει καταρτισθεί σύμφωνα με τους κανονισμούς ISO (ή σύμφωνα με τους αντίστοιχους και ουσιαστικά ίδιους εθνικούς κανονισμούς), περιέχει μονοσήμαντα και με την αναγκαία πληρότητα και ακρίβεια όλες τις πληροφορίες που επιθυμεί να μεταφέρει ο μελετητής μηχανικός στην παραγωγή και στον ποιοτικό έλεγχο, και εκ των πραγμάτων καθιστά αδύνατες κάθε είδους παρανοήσεις, αμφισβητήσεις, διαφοροποιημένες ή αυθαίρετες ερμηνείες, ενώ συνιστά και νομική βάση αμοιβαίας ευθύνης μεταξύ μελετητή - παραγωγού - παραλήπτη. Οι ίδιοι κανονισμοί (με μικρές συμπληρώσεις) χρησιμοποιούνται και στη σχεδίαση CAD-2D.

Η σχεδίαση CAD-3D έχει ασφαλώς ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της CAD-2D. Αυτά είναι η ευχερέστερη αντίληψη στο χώρο των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού, η δυνατότητα άμεσης μετάβασης σε CAE/FEA και ERP και η δυνατότητα υπερπήδησης ενδιάμεσων σταδίων μέχρι την κατασκευή πρωτότυπου (RP/RT) ή την κατασκευή (CAM). Ο συνολικός χρόνος ανάπτυξης ενός προϊόντος μπορεί έτσι να συμπεισθεί μέχρι και στο 50% του συμβατικού και, κατά περίπτωση, ακόμα περισσότερο. Όμως, παρά τα πλεονεκτήματα αυτά ενός CAD-3D σχεδίου, δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής το γεγονός ότι άλλο είναι η υπολογιστική 3D μορφοποίηση και διαστασιολόγηση που υλοποιούνται σε ένα περιβάλλον CAD/CAE και άλλο πράγμα, ασφαλώς, είναι η εξ αυτών παραγωγή τεχνικά πλήρων ψηφιακών κατασκευαστικών μηχανολογικών σχεδίων, σύμφωνων με κοινώς υιοθετημένα πρότυπα και κανονισμούς, που ουδέτερα και μονοσήμαντα οδηγούν στις επιθυμητές κατασκευές. CAD-3D ψηφιακά αρχεία χρησιμοποιούνται ευρέως, τις τελευταίες δεκα-

ετίες, για τον απευθείας προγραμματισμό εργαλειομηχανών NC μέσα από προγράμματα CAD/CAM. Για την επίτευξη, όμως, των αναγκαίων διαστάσεων, διαστασιολογικών και γεωμετρικών ανοχών, ποιοτήτων επιφανειών, χαρακτηριστικών κατεργασίας, προστασίας επιφανειών, συναρμολόγησης, ασφάλισης, ποιοτικού ελέγχου, των συναφών κατασκευαστικών λεπτομερειών κ.λπ., η σχετική πληροφόρηση ακόμα δεν ενσωματώνεται συστηματικά στο τρισδιάστατο γεωμετρικό μοντέλο, ενώ η εκπόνηση ενός CAD-3D μηχανολογικού σχεδίου βασίζεται μέχρι σήμερα σε μία οργάνωση των σχετικών πληροφοριών που κάθε φορά εξαρτάται τόσο από τον προμηθευτή του αντίστοιχου λογισμικού, όσο και από το χρήστη του. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η μονοσήμαντη και αντικειμενικά δεσμευτική επικοινωνία μεταξύ χρηστών διαφορετικών λογισμικών σχεδίασης CAD-3D, κατ' αντιστοιχία με τη σχεδίαση 2D, δεν είναι ακόμα εξασφαλισμένη. Τα πρότυπα ISO 16792:2006 και ANSI/ASME Y14.41-2003 στοχεύουν στην αντιμετώπιση των προαναφερθέντων, εκτιμάται όμως ότι θα απαιτηθεί χρόνος, μέχρι να προκύψει τελικά μία οριστική και πλήρης σειρά Προτύπων Ψηφιακής Σχεδίασης 3D. Σημειώνεται συναφώς ότι τα πρότυπα για την ψηφιακή σχεδίαση κτιρίων είναι περισσότερο προχωρημένα, ενώ στο μηχανολογικό τομέα τα πράγματα είναι σαφώς πιο σύνθετα και δύσκολα. Ορισμένα αναγνωρισμένα λογισμικά μηχανολογικού CAD αναφέρουν, πάντως, ότι λαμβάνουν ήδη υπόψη τους την προοπτική αυτή.

Τα προαναφερθέντα δικαιολογούν γιατί μέχρι σήμερα, σε διεθνές επίπεδο, το 85% περίπου της βιομηχανίας εργάζεται σε βάση κυρίως 2D. Στην παραγωγή, μηχανολογικά σχέδια 2D εξακολουθούν να είναι ο κανόνας. Από την άλλη πλευρά, περισσότεροι από το 50% των χρηστών CAD που εργάζονται σε περιβάλλον 2D συνδυάζουν υποστηρικτικά και τη σχεδίαση 3D, ενώ διαφαίνεται ότι η σχεδίαση 2D, κατάλληλα προσαρμοζόμενη και εξελισσόμενη, θα συνεχίσει να εξυπηρετεί τις μηχανολογικές κατασκευές.

Συμπερασματικά, μέχρι να ολοκληρωθούν, να οριστικοποιηθούν και να εφαρμοσθούν διεθνώς οι νέοι κανονισμοί για το CAD-3D Μηχανολογικό Σχέδιο και μέχρι να καθιερωθεί η χρήση του στην παραγωγή:

1. Το συμβατικό ISO-2D μηχανολογικό σχέδιο είναι, από κάθε άποψη, εκπαιδευτική και τεχνολογική, σκόπιμο και επιβεβλημένο να συνεχισθεί να διδάσκεται στις Πολυτεχνικές και Τεχνικές Σχολές, με χειρόγραφες, ενόργανες και CAD-2D εφαρμογές. Είναι σαφές, άλλωστε, ότι ο βασικός κορμός σχεδίασης CAD-2D περνάει στην CAD-3D.
2. Το μαθηματικό υπόβαθρο του CAD-3D, τα συναφή συστήματα, οι υφιστάμενοι περιορισμοί και προοπτικές πρέπει επίσης να διδάσκονται, σε συνδυασμό με σχεδιαστικές εφαρμογές επιλεγμένου λογισμικού CAD-3D, χωρίς όμως αυτά να συνιστούν το αποκλειστικό περιεχόμενο ενός μαθήματος Μηχανολογικού Σχεδίου. Το πρώτο στάδιο πρέπει να αποτελεί προϋπόθεση για το δεύτερο. ▲

Βιβλιογραφία

- 1) Siegler S., «Von 2D nach 3D durch umfassendes Projektmanagement», Konstruktion, 1/2, 2007, S. 34 - 35
- 2) «Redrawing CAD», Professional Engineering, Institution of Mechanical Engineers, February 2007, pp 27 - 28
- 3) Barton M., «Mit 3D-CAD u. PLM flexibel auf die Wünsche der Kunden reagieren», Konstruktion, März 2007, S. 32 - 34.
- 4) Cunningham J., «Next year's wizardry», Professional Engineering, Institution of Mechanical Engineers, April 2007, pp 43 - 44
- 5) Ison K., «Never say never», Professional Engineering, Institution of Mechanical Engineers, March 2006, p. 21
- 6) Ιατρουδάκης Π., «Ελληνικό Πρότυπο Ψηφιακής Σχεδίασης», TEE 2400, 17.07.06, σ. 70 - 72
- 7) Wiedemann K., «3D-Zeichnungen u. Modellzentrische Konstruktion», Konstruktion, 11/12, 2006, S. 20 - 21
- 8) «Sketch It», Professional Engineering, Institution of Mechanical Engineers, October 2005, p. 38
- 9) Heidecker D., «2D im Visier», VDI-Z, 146/2004, S. 54
- 10) Feldhaus U., «3D-Manie kontra 2D-Konservatismus», VDI-Z, 145/2003, S. 3
- 11) Viebahn U., «Technisches Freihandzeichnen», Springer Verlag, 1996
- 12) ISO 16792:2006 «Technical product documentation-Digital product definition data practices»
- 13) ASME Y14.41-2003 «Digital Product Definition Data Practices»
- 14) Masry M., Kang I D., Lipson H., «A freehand sketching interface for progressive construction of 3D objects», Computers & Graphics, 29, 2005, pp 563 - 575
- 15) Varley P., Company P., «Automated Sketching and Engineering Culture», 2008 IEEE Symposium on Visual Languages and Human - Centric Computing (VL/HCC) Workshop: Sketch Tools for Diagramming, Herrsching am Ammersee, Germany, 15 September 2008, Eds: Beryl Plimmer & Tracy Hammond, pp 83 - 92

