

PROJEKTOWANIE ROZWOJU PRODUKTU Z WYKORZYSTANIEM TECHNIK KOMPUTEROWEGO WSPOMAGANIA

Marta GOLLINGER-TARAJKO, Konrad ZARĘBA

Streszczenie: W artykule zaprezentowano rolę wykorzystania technik komputerowych w projektowaniu produktów, które stały się czynnikiem w znacznym stopniu usprawniającym prace konstrukcyjno-projektowe i przewagi konkurencyjnej. Przedstawiono ogólnie moduły systemów komputerowych umożliwiające i wspomagające projektowanie produktów, jak również oddziaływanie nowoczesnych koncepcji zarządzania na organizację prac projektowych.

Słowa kluczowe: projektowanie produktu, komputerowe wspomaganie projektowania.

1. Wprowadzenie

Na współczesne przedsiębiorstwa produkcyjne wywierana jest presja w kierunku poszukiwania nowych dróg zwiększania wydajności produkcji, obniżenia jej kosztów, ciągłego ulepszania produktów oraz podnoszenia ich jakości i zwiększania atrakcyjności. Ta konieczność ciągłych zmian produktów, jak również zwiększania ich różnorodności i skutecznego wprowadzania na rynek wymusza opracowywanie coraz to krótszych cykli ich rozwoju i procesów produkcji.

Zmiany systemów wytwórczych „nakręcane” są rozwojem technologii i ich otoczenia, do którego należą również metody i narzędzia usprawniające prace projektowe, procesy wytwórcze i organizacyjne. Proces ten można prześledzić na przykładzie rozwoju technik komputerowych, które dzisiaj wykorzystuje się w każdej fazie rozwoju produktu. Obejmują one zarówno prace badawczo-rozwojowe, jak i etap projektowania produktu, procesów technologicznych i prototypowanie. Techniki komputerowe pozwalają na znaczne usprawnienie organizacji pracy inżynierów i menedżerów.

Obecnie nie możliwe jest osiągnięcie sukcesów w działalności gospodarczej bez sięgania po skuteczne i innowacyjne rozwiązania w tym informatyczne. Jednak bez względu na to jakie metody i techniki stosuje się do projektowania rozwoju produktu to wymaga się od projektantów gruntownej wiedzy na temat tego co projektują, co jest realnie możliwe oraz dużej kreatywności.

Podkreśla się też, że podejmując się projektowania jakiegokolwiek produktu, zasadnicze znaczenie ma staranne przygotowanie i poprawne rozpoczęcie realizacji początkowych jego etapów, w których zostaną trafnie nakreślone cele możliwe do osiągnięcia i pożądane właściwości produktu.

Projektowanie rozwoju produktu niemal w każdym z przedsiębiorstw przebiega inaczej, gdyż różne są w nich problemy biznesowe, lokalizacja, rozwiązania organizacyjne, wyroby które firma dostarcza, relacje zewnętrzne, wyposażenie i obiekty.

Uważa się, że główną przeszkodą w procesie konstruowania i projektowania na drodze osiągnięcia tego czego najbardziej chcemy jesteśmy my sami. Ważne zatem jest, aby

wcześniej przewidzieć sposoby przewycięzania przeszkód proceduralnych i psychologicznych, które występują i mogą wystąpić podczas prac projektowych [1].

Bo projektowanie i techniczny rozwój produktu to procesy polegające głównie na koncyptowaniu, modelowaniu i podejmowaniu decyzji. Odnosi się to zarówno do konstruowania i projektowania technologicznego, jak i wytwarzania, form eksploatacji, serwisu i recyklingu [3].

Dlatego im większą wiedzą i doświadczeniem oraz nowocześniejszymi narzędziami dysponują projektanci i konstruktorzy tym można spodziewać się lepszych efektów ich pracy zarówno w sensie ekonomicznym, technologicznym i organizacyjnym.

2. Strategia i koncepcja produktu

Liczba przedsiębiorstw, silna konkurencja pomiędzy nimi sprawiają, że czas potrzebny na opracowanie nowego produktu musi ulegać skróceniu. Wymusza to zmianę filozofii planowania i prowadzenia prac projektowych oraz ich sprawną organizację.

Techniki komputerowe stwarzają możliwość elastycznego i ewolucyjnego rozwoju produktu, w tym systemów wspomagania prac konstruktorsko-inżynierskich oraz rozwoju z ich pomocą nowoczesnego przedsiębiorstwa i jego otoczenia.

Przyjmuje się, że produkt to wyrób przemysłowy będący rezultatem funkcjonowania systemu produkcyjnego, zaś konstrukcja tego wyrobu to układ wszystkich jego elementów składowych oraz sposób ich wzajemnego powiązania.

Nowy produkt dla wielu osób nie jest pojęciem jednoznacznym. Najczęściej przyjmuje się, że nowy produkt to taki, który zaspokaja nowe potrzeby użytkowników lub jest oparty na nowych rozwiązaniach technicznych zastępujący dotychczas projektowane.

Techniczne przygotowanie nowej produkcji to techniczny aspekt podejmowanych działań obejmujących działania wstępne i właściwe. Wstępne techniczne przygotowanie produkcji obejmuje prace naukowo-badawcze w zakresie dotyczącym konkretnego wyrobu. W skład technicznego przygotowania produkcji wchodzi przygotowania: konstrukcyjne, technologiczne i organizacyjne. Ogólnie działania te można podzielić na rutynowe i twórcze.

Do twórczych zalicza się [5]:

- a) prace związane z projektowaniem wyrobu lub procesu wytwórczego,
- b) budowę modelu lub prototypu przyszłego produktu,
- c) prowadzenie prac doświadczalno-laboratoryjnych,

Z kolei do prac rutynowych zalicza się [5]:

- a) opracowanie i emisje dokumentacji technicznej do produkcji seryjnej,
- b) opracowanie harmonogramu prac z zakresu TPP (techniczne przygotowanie produkcji) nowego produktu,
- c) opracowanie dokumentacji i wykonanie oprzyrządowania produkcji,
- d) prace związane z uruchomieniem i wytworzeniem serii próbnej,
- e) prowadzenie badań prototypu lub wyrobów tzw. serii próbnej.

Strategia produktu polega na: oferowaniu koncepcji produktu i wyborze strategii rynkowo-asortymentowej oraz projektowaniu i badaniu prototypu i partii próbnych. Jest opracowywana i realizowana na wyższym poziomie zarządzania i obejmuje:

- a) główny cel (wielkość sprzedaży, wzrost udziału na rynku, poziom zysku),
- b) określenie, jakie produkty lub grupy asortymentowe należy rozwijać a jakie ograniczać,
- c) określenie jaki udział powinny mieć poszczególne produkty, grupy asortymentowe w projektowym programie produkcyjnym przedsiębiorstwa [4].

Znaczny wzrost wydajności i dostępności komputerów jaki dokonał się w ostatnich latach umożliwia wykorzystanie technik komputerowych, w tym nowej kategorii aplikacji programów niemalże do wszystkich tych prac przy użyciu wyspecjalizowanych programów lub zintegrowanych modułów.

Zatem wybierając strategię należy wziąć pod uwagę: możliwości techniczne, kadrowe i potencjalnego rozwoju produktu, posiadane zasoby produkcyjne i organizacyjne w przedsiębiorstwie oraz potrzeby rynkowe.

Wyróżnia się dwa główne typy strategii rynkowej produktu: strategię wzrostu (w której wzrost sprzedaży nowych wyrobów na nowych rynkach staje się środkiem do osiągnięcia stabilizacji produkcyjnej) i strategię konsolidacji (dzięki której przedsiębiorstwo usiłuje osiągnąć szczególne cele, w tym zwiększenia zysku innymi drogami niż rozwój).

Prawidłowo prowadzona strategia rynkowa asortymentowa produktu ułatwia ustalenie priorytetów w przedsiębiorstwie i pozwala na ustalenie jak wiele wyrobów i segmentów rynku powinna objąć działalność firmy, aby zabezpieczyć realizację celów przedsiębiorstwa.

Przygotowanie produkcji nowego wyrobu powinny poprzedzić prace naukowo-badawcze, gdyż wielu problemów z nim związanych nie są w stanie rozwiązać pracownicy przedsiębiorstwa. Prace te są konieczne bez względu na źródło pochodzenia rozwiązania technicznego produktu. Nie stanowi to problemu, gdy przedsiębiorstwo posiada własny ośrodek badawczo-rozwojowy. Kupowane zaś rozwiązania techniczne i samodzielna próba ich wdrożenia do produkcji zmusza je do korzystania z usług takich placówek, co może spowodować przedłużenie cyklu przygotowania produkcji.

3. Projektowanie produktu

Dostarczając na rynek nowych atrakcyjnych dla nabywców produktów, przedsiębiorstwo spodziewa się wzrostu udziału w rynku, a tym samym zwiększenia swoich przychodów.

Cały cykl rozwoju produktu obejmuje wiele etapów, który dzięki zastosowaniu technik komputerowych dzisiaj jest łatwiejszy do realizacji niż w przeszłości. Bo większość jego etapów może być realizowany w sposób równoległy np. przez.: projektantów, konstruktorów, technologów i analityków co umożliwia jednoczesną współpracę na wspólnym modelu referencyjnym.

Warto mieć na uwadze, że projektowanie nowych lub modyfikacja istniejących produktów rozpoczyna się od opracowania idei produktu, specyfikacji wymagań, oszacowania kosztów i czasu potrzebnego na realizację projektu.

W zakresie tym można wytyczyć wyraźną oś algorytmu postępowania tj.: badania wstępne, założenia projektowe, projekt koncepcyjny, modelowanie części i założeń, prototyp wirtualny, prototyp fizyczny, programowanie wytwarzania, wytwarzanie [6].

W praktyce przedsiębiorstw najczęściej występują dwie fazy procesu rozwoju produktu: prace rozwojowe i prace projektowe wraz z wdrożeniem. Do prac rozwojowych zalicza się: generowanie pomysłów (z wnętrza, otoczenia przedsiębiorstwa i wynikające z badań oraz obserwacji konkurencji, sugestii konsumentów i zmiany przepisów prawnych) oraz określenie wykonawcy, jak również wstępna selekcja pomysłów produktu.

W fazie opracowania produktu decyduje się o środkach technicznych, jakie będą użyte w czasie procesu wytwarzania.

Założenia projektowe powinny obejmować wymagania charakteryzujące produkt, tj.: jego parametry techniczne, technologię, wygląd, koszty produkcji, możliwości sprzedaży, naprawy. Taki opis wymaga szeregu analiz, opartych na dużej liczbie danych zebranych

przed marketingowców i analityków rynku. Umożliwia to sprecyzowanie wymagań dotyczących tego produktu i opracowywanie założeń projektowych.

Do prac projektowych najczęściej zalicza się [2]: opracowanie wstępnego projektu, analizę rynkowo-ekonomiczną, ostateczny projekt produktu, wprowadzenie produktu na rynek (komercjalizację).

Konstruktor przystępując do technicznej realizacji projektu powinien mieć pełne wyobrażenie o przyszłym produkcie, gdyż opracowanie koncepcji nowego produktu jest etapem poprzedzającym konstrukcyjne przygotowanie produkcji i opracowanie techniczno-ekonomiczne produktu.

Właściwe konstrukcyjne przygotowanie produkcji obejmuje następujące etapy:

- a) prace konstrukcyjno-doświadczalne,
- b) konstrukcyjne przygotowanie do uruchomienia serii próbnej,
- c) nadzór nad rozruchem produkcji,
- d) konstrukcyjna obsługa produkcji bieżącej [5].

Na etapie projektowania koncepcyjnego, konstruktorskiego i produkcji, prototypowanie cyfrowe stwarza dzisiaj możliwości wirtualnego badania kompletnego produktu zanim zostanie fizycznie wykonany. Prototypowanie to pozwala tworzyć, oceniać, optymalizować i zarządzać projektami, aż po produkcję.

3.1. Prace projektowe z wykorzystaniem technik komputerowych

W tradycyjnym projektowaniu prace wykonywane ręczne stanowiły znaczny udział działań konstruktorskich, gdzie sporządzano szkice i rysunki poszczególnych wyrobów następnie prowadzono prace obliczeniowe, sporządzano dokumentację aby móc projektować proces technologiczny. Dzisiaj kiedy trudno sobie wyobrazić przedsiębiorstwo bez sprzętu komputerowego (a stan jego wykorzystania wyznacza jego możliwości w zakresie ekspansji rynkowej i jest jego motorem napędowym w zakresie innowacji i postępu, a tym samym przewagi konkurencyjnej), prace projektowo-konstruktorskie uległy znacznej modernizacji.

Techniki komputerowe znacznie usprawniają gromadzenie informacji prognostycznych, dokonywania analiz i ustaleń wymagań konsumentów, sformułowania założeń do projektowanego produktu, opracowania wymagań stawianych produktowi, opracowania i wykonania projektu produktu, tworzenia informacji o otoczeniu technicznym produktu.

Wdrożenie bardzo kosztownych systemów w polskich warunkach jest często niemożliwe do zrealizowania ze względu ekonomicznych. Znaczące korzyści z takich inwestycji zwracają się dopiero w cyklach długoletnich.

3.2. Współczesne narzędzia projektowe

Szybki rozwój techniki komputerowej i nowych technik organizacji produkcji przyczynił się do znacznego postępu i unowocześnienia całej sfery projektowania produktu.

Obecnie w przedsiębiorstwach najczęściej wprowadza się zintegrowane systemy typu CAD/CAM/CAE/PDM ułatwiające prace konstruktorskie i technologiczne i w znacznym stopniu skracające czas przygotowania produkcji nowego wyrobu.

Wprowadzenie do przedsiębiorstw tych systemów stanowiło swoisty przełom w sferze prac przygotowawczo-projektowych i wytwórczych. Bo umożliwiło stworzenie jednolitej wspólnej platformy wszystkich faz rozwoju produktu [5].

Wprowadzenie nowych narzędzi komputerowych otworzyło nie tylko nowe perspektywy przed konstruktorami, ale doprowadziło do całkowitej przebudowy procesu rozwoju

produktu, która przyczyniła się nie tylko do skrócenia czasu projektowania, ale również do zwiększenia atrakcyjności i pewności działania projektowanych produktów.

Podstawowym zadaniem systemu CAD (komputerowe wspomaganie projektowania) jest wspomaganie konstruktora w pracach koncepcyjnych i wyręczanie go w czasochłonnych pracach rutynowych. Podstawową funkcją systemu w CAD jest modelowanie geometryczne, gdzie utworzone modele stanowią zapis konstrukcji w postaci elektronicznej.

Produkt jest określony w sposób kompleksowy w wyrażeniu numerycznym z różnorodnymi mutacjami i odmianami, na które może być zapotrzebowanie. [4].

Efektywność stosowania systemów CAD w pracy projektanta polega na możliwości szybkiego wariantowania w projektowaniu. W CAD 2D zapis konstrukcji dokonywany był bezpośrednio w postaci rysunku technicznego przeniesionego na platformę komputerową. W CAD 3D tworzony jest model geometryczny którego zastosowanie ogranicza się do generowania z tego modelu dokumentacji technicznej, a następnie plotowania jej na nośniku tradycyjnym. W zaawansowanych systemach CAD model geometryczny jest fundamentem działań i stanowi materiał wyjściowy do następnych procesów.

Zaś systemy CAM (komputerowe wspomaganie wytwarzania), w szerokim rozumieniu obejmują wszystkie fazy wytwarzania produktu, od projektu, przez sterowanie procesami technologicznymi do kontroli jakości gotowego wyrobu i jego ekspedycji. Najważniejszą częścią informacji w tym systemach są informacje geometryczne.

Obecnie stosuje się modelowanie przestrzenne, które umożliwiły zintegrowane systemy CAD/CAM. Współczesna rozbudowa tych systemów pozwala przeprowadzać kompleksowe analizy kinetyczne i symulację prac.

Systemy CAD/CAM mają zazwyczaj zaawansowane funkcje przenoszenia plików z profesjonalnych modelatorów, co służy bezpośredniemu przenoszeniu modeli produktów z programu CAD do programu CAM bez utraty danych. Producenci tych programów starają się zapewnić asocjatywność poszczególnych etapów powstawania produktów. System musi tak pracować, aby możliwe było nanoszenie poprawek przez konstruktora. Oprogramowania CAD/CAM stają się powoli oprogramowaniami CAM zintegrowanymi z nierozdzielnie z istniejącymi na rynku systemami graficznymi (np. SolidCAM).

Systemy CAE (komputerowe wspomaganie prac inżynierskich), polegające na usprawnianiu prac inżynierskich w pierwszych fazach rozwoju produktu czyli pracach projektowo-konstrukcyjnych. Są to programy wysoko specjalistyczne pracujące samodzielnie lub będące rozszerzeniami programów CAD-owskich, umożliwiające analizy inżynierskie wcześniej zaprojektowanych części wyrobu. Najczęściej są to analizy wytrzymałościowe elementów skończonych MES (przy użyciu których można obliczyć naprężenia statyczne, dynamiczne i zmęczeniowe), oszczędzają one czas projektantom, gdyż eliminują kosztowne i czasochłonne próby na modelach rzeczywistych.

Systemy PLM to zintegrowanie, sterowanie informacjami, podejście to obejmuje ludzi, procesy, praktyki i technologie w odniesieniu do wszystkich aspektów życia produktów (od projektowania, rozwój, dystrybucję, na wycofanie produktów z serwisu i likwidacji lub recyklingu). Pozwalają one na skuteczniejsze zarządzanie procesem wdrożenia i opracowania innowacji, zapewniają lepszą rentowność i lepsze warunki produkcji. Stanowią kompleksowy system informatyczny obejmujący wszystkie fazy życia produktu, jak również analizę rynku, wprowadzenie na rynek, sprzedaż i dostarczanie części zamiennych.

Trudno jest ograniczyć się przedsiębiorstwu do jednego z wymienionych systemów gdyż nie spełni oczekiwań w zakresie prowadzonych prac. Choć wcześniej te systemy funkcjonowały niezależnie od siebie, to obecnie potrzeba ich integracji stała się nieodzowna.

Jednak ich łączenie musi być przemyślane aby zapewnić wykorzystanie zalet technik wirtualnych, które umożliwiają projektowanie produktu i linii technologicznej w sposób wirtualny.

3.3. Projektowanie współbieżne

W tradycyjnym podejściu do projektowania nowe produkty wykonywano przeważnie fazowo, po zrealizowaniu jednych z nich przystępowano do realizacji następnej. W projektowaniu współbieżnym projektowanie całego produktu odbywa się niemal jednocześnie.

Zastosowanie projektowania współbieżnego wymaga jednak znacznych nakładów i przygotowań technicznych w celu odpowiedniego wykorzystania zaawansowanej techniki komputerowej, nowoczesnego oprogramowania oraz centralnej bazy o produkcji.

Założeniem projektowania współbieżnego jest praca zespołowa projektantów nad „zamrożonym modelem przyszłego produktu”.

W projektowaniu współbieżnym prócz zespołowej realizacji prac projektowych częściowo nakładają się na siebie prace planistyczne, konstrukcyjne i technologiczne. Techniki komputerowe umożliwiają wzajemną szybką komunikację pomiędzy członkami zespołu, przebudowę struktur organizacyjnych.

Zaletą tego projektowania jest również możliwość dokonywania oceny konkretnych rozwiązań, wniesienie poprawek w każdym momencie realizacji zadania.

W praktyce występuje znaczne zróżnicowanie metod projektowania współbieżnego, co uniemożliwia wskazanie rozwiązania optymalnego i dlatego traktuje się je jako filozofię organizowania prac projektowych za pomocą nowoczesnych narzędzi komputerowych.

Aby projektowanie było współbieżne niezbędne jest oprogramowanie, umożliwiające wszystkim uczestnikom procesu projektowania jednoczesny dostęp do danych. Obecnie na rynku jest coraz więcej tak pracujących systemów.

Konkretne przedsiębiorstwo musi wypracować własny model projektowania współbieżnego.

W tym projektowaniu materializuje się ideę interaktywnego działania w procesie przygotowania produkcji.

4. Oddziaływanie nowoczesnych koncepcji zarządzania na organizację prac projektowych

Procesy globalizacji i ciągle rosnące wymagania klientów sprawiły, że wzrosły wymagania stosowania nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania produkcją. Również przystosowanie się do nowoczesnych zmian technologicznych jest warunkiem niezbędnym, aby przedsiębiorstwo mogło konkurować na rynku.

Zatem stosowanie nowoczesnych metod i koncepcji zarządzania staje się dzisiaj nieodzowne. Postęp techniczny w tym szybki rozwój technik informacyjno-informatycznych jest w stanie spełnić te oczekiwania. Przedsiębiorstwa zmuszone są wdrażać nie tylko zaawansowane techniki wytwarzania, ale i projektowania oraz rozwoju produktu. Zabezpieczenie wysokiej efektywności funkcjonowania przedsiębiorstwa umożliwiają elastyczne systemy produkcyjne.

Obecnie optymalizacja jakości projektowej stanowi bardzo istotny element planowania produkcji, gdyż określa pożądany poziom jakości wyrobów, które zostaną wyprodukowane w przyszłości. Nowatorskie koncepcje podnoszenia jakości projektowej są wynikiem badań

marketingowych, wprowadzenia nowych wymagań brzegowych stawianych wyrobowi przez prawo, jak również są efektem odkryć naukowych i usprawnień w zakresie procesu technologicznego.

Projektowanie produktów ma jednocześnie charakter techniczny jak i ekonomiczny, dlatego planując osiągnięcie nowej jakości projektowej należy uwzględnić również stronę ekonomiczną.

Dlatego współczesne koncepcje zarządzania dotyczące doskonalenia produktu wskazują na konieczność dokonywania diagnozy technicznej i ekonomicznej stanu obecnego i przyszłego na rynku lokalnym i globalnym.

Wykorzystanie komputerowych narzędzi projektowania pozwoliło projektantom nie tylko na przejście od płaskiego do trójwymiarowego zapisu konstrukcji, ale wymiarować projekty w sposób parametryczny, co pozwala na dokonywanie szybkich zmian w projekcie, wykonywanie wielu działań jednocześnie i opracowanie wspólnych wariantów rozwiązań bez względu na to gdzie uczestnicy projektu posiadają swoje pracownie. Jak również budować modele matematyczne i wirtualne, będące obiektem badań symulacyjnych. Wśród nich wyróżnia się modele relacyjne (do analizy relacji ilościowych pomiędzy elementami modelu), modele funkcjonalne (służące badaniom funkcji modelu, realizowania określonych zdań przez jego poszczególne elementy jako całości) oraz modele strukturalne (pozwalające na badanie struktury konstrukcyjnej wewnątrz badanego modelu). Przyczyniają się one do lepszego zrozumienia funkcjonowania produktu, próby odtworzenia niebezpiecznych i drogich eksperymentów oraz podejmowanie decyzji odnośnie prawidłowego funkcjonowania modelu.

5. Podsumowanie i wnioski

Wyzwaniem nowoczesnych organizacji jest ciągle przenikanie systemów komputerowych do działalności produkcyjnej i integracja ich w optymalny system spełniający większość ich oczekiwań. Bo wraz z rozwojem technik komputerowych następuje wzrost efektywności ich różnorodnego wykorzystania.

W warunkach totalnej komputeryzacji i informatyzacji podstawowym zadaniem rozwiązań organizacyjnych prac projektowych jest nie jak dotychczas stabilność metod pracy i form przepływu informacji oraz ułatwienie metod zarządzania, lecz zdolności przystosowawcze do zmieniających się oczekiwań, oszczędności czasu pracy, zmian organizacyjnych i ekonomicznych przedsiębiorstw.

Rutynowe prace projektowe dzięki komputerowemu wspomaganemu uległy automatyzacji i przyspieszeniu, a proces projektowania nie jest nastawiony na zapis konstrukcji, ale na dobór optymalnych cech produktu i zapis danych oraz wiedzy projektowej, które umożliwią korzystanie z niej w przyszłości.

Dzięki technikom komputerowym przeniesiono wiele kosztownych i pracochłonnych badań gotowego produktu do sfery symulacji komputerowych.

Prace projektowe uległy większej globalizacji dzięki szerokiej współpracy projektantów i współbieżnemu wykonywaniu prac projektowych.

Współcześnie technologie rzeczywistości wirtualnej umożliwiają środowiskową integrację projektowania i wytwarzania, wspomagają wirtualne szybkie prototypowanie dzięki czemu umożliwiają szybki rozwój produktu.

Obserwuje się bardzo szybką ewolucję komponentów programowych i sprzętowych umożliwiających budowę elastycznych systemów konstruktorsko-projektowych, gdzie środowisko pracy projektanta jest wyposażone we wszystkie podstawowe narzędzia i techniki

komputerowe umożliwiające bardzo złożone projektowanie konstrukcyjno-technologiczne. Konwersja danych i dokumentów daje możliwość łączenia się specjalistów w zespoły funkcjonalne i wykorzystanie efektu synergetycznego.

Stosowanie właściwego podejścia do procesu projektowania, wykorzystania odpowiednich narzędzi i rozwiązań, umiejętność wykorzystania wiedzy i doświadczenia zawodowego pozwala na osiąganie optymalnych wyników gospodarowania zasobami.

Prawidłowe wykorzystanie technik komputerowych umożliwia efektywniejsze zarządzanie czasem i kosztami nie tylko na etapie projektowania produktu.

Wykorzystując techniki komputerowe nie tylko do prac konstrukcyjno-projektowych należy pamiętać, że jak każde narzędzie i te posiadają wady i zalety. Dlatego uzyskane rezultaty powinny być konfrontowane z realiami (przetestowane, skalibrowane).

Obecnie dąży się do stworzenia systemów komputerowych, które będą mogły wykonywać chociaż w wąskim zakresie pracę kreatywną; wspomagać i podpowiadać, takie możliwości stwarzają sztuczne sieci neuronowe.

Literatura

1. Ackoff L. R., Magidson J., Addison J. H.: Projektowanie ideału. Whartoon School Publishing, Warszawa, 2007.
2. Burchart-Korol D., Furman J.: Zarządzanie produkcją i usługami. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.
3. Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji. WNT, Warszawa, 2000.
4. Durlik I.: Inżynieria zarządzania. Cz. I. Strategie organizacji produkcji, nowe koncepcje zarządzania. Placet, Warszawa, 2004.
5. Szatkowski K.: Przygotowanie produkcji, PWN, Warszawa, 2008.
6. Plichta J., Plichta S.: Techniki komputerowe w inżynierii produkcji. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 2006.

Dr. hab. inż. Marta GOLLINGER-TARAJKO, prof. UEK

Mgr inż. Konrad ZARĘBA

Katedra Technologii i Ekologii Wyrobów

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27

tel.: (0-12) 293 55 19

e-mail.: gollingm@uek.krakow.pl

etzareba@cyf-kr.edu.pl