

Marek KEŚY

*Dr inż., Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki,
al. Armii Krajowej 21, 42-201 Częstochowa; kesy@itm.pcz.pl*

KSZTAŁCENIE TECHNICZNE W UJĘCIU KOMPUTEROWO ZINTEGROWANEGO WYTWARZANIA CIM

TECHNICAL EDUCATION IN TERMS OF COMPUTER INTE- GRATED MANUFACTURING CIM

Słowa kluczowe: system informatyczny, integracja, produkcja, wytwarzanie.

Keywords: information system, integration, production, manufacturing.

Streszczenie

Podstawą funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych są systemy informatyczne wspomagające obszar technicznego projektowania i wytwarzania wyrobów, a także procesy zarządzania produkcją. Integracja obu wymiarów funkcjonalnych prowadzi do wdrożenia koncepcji komputerowo-zintegrowanego wytwarzania CIM. Analiza związków przyczynowych oraz procesowych powiązań integrowanych podsystemów może stanowić pomoc we właściwej organizacji procesów kształcenia technicznego.

Summary

Base of each enterprise functioning are information systems aiding engineering and manufacturing design or production management. Integration tendency of both fields of action results in computer integrated manufacturing CIM. Casual connection and process relations analysis of integrated subsystems can be used to organize technical education processes.

Wprowadzenie

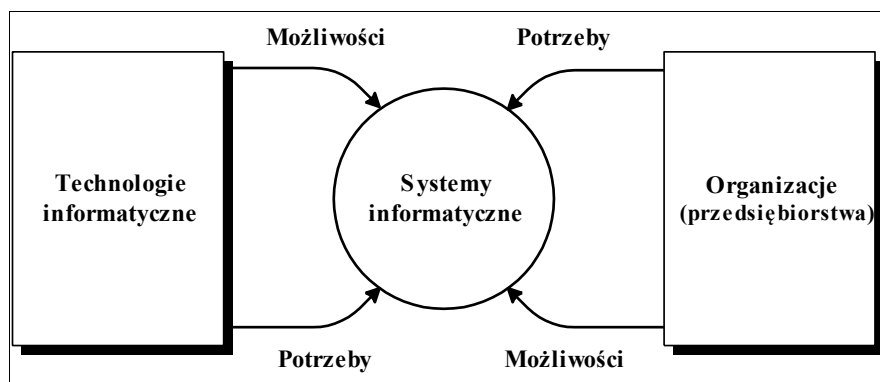
Powszechne wykorzystanie systemów informatycznych wspomagających prace inżynierskie w zakresie projektowania konstrukcyjnego, technologii wytwarzania oraz organizacji procesu produkcji powoduje, że systemy komputerowego wspomagania oraz oprogramowanie symulacyjne należą do standardowego wyposażenia praktycznie każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Funkcjonalność

systemów informatycznych daje możliwość ich wykorzystania w różnych dziedzinach technicznych. Ograniczając zakres rozważań do dziedziny technologii maszyn, komputerowe wspomaganie prac inżynierskich obserwować można m.in. w obróbce skrawaniem, procesach plastycznego kształtowania wyrobów, technologiach spawalniczych, montażu, robotyce itd.

Coraz większe znaczenie przypisywane komputerowemu wspomaganiu prac inżynierskich wskazuje, że wiedza z określonej dziedziny technicznej wzbogacona być powinna o umiejętności praktycznego wykorzystania systemów informatycznych w zakresie m.in. modelowania, symulacji czy optymalizacji procesów produkcyjnych.

1. Systemy informatyczne w organizacji

Użyteczność systemów informatycznych sprawia, że ich zastosowanie jest praktyką stosowaną nie tylko w instytutach naukowych lub ośrodkach badawczo-rozwojowych, ale także w zakresie działalności operacyjnej podmiotów gospodarczych. Rodzaj użytkowanego systemu informatycznego wynika z potrzeb zgłaszanych przez organizację oraz z możliwości ich zaspokojenia przez dostępne rozwiązania technologii informacyjnej. Zaspokojenie potrzeb bieżących powoduje ujawnienie coraz bardziej złożonych potrzeb organizacji, wymuszając rozwój nowych generacji lub udoskonalanie użytkowanych rozwiązań informatycznych¹ (rys. 1).



Rys. 1. Czynniki kształtujące rodzaj i poziom systemów informatycznych w przedsiębiorstwach

Źródło: opracowanie własne na podst. E. Kolbusz, *Systemy informatyczne w e-gospodarce...*

¹ Na podst. E. Kolbusz, *Systemy informatyczne w e-gospodarce* [w:] *Inżynieria systemów informatycznych w e-gospodarce*, red. E. Kolbusz, W. Olejniczak, Z. Szyjewski, PWE, Warszawa 2005.

Rozwój nauki i techniki, stwarzając możliwość korzystania z określonych rozwiązań technologii informacyjnej, jednocześnie wymusza potrzebę ich stosowania. Będąca wynikiem rozwoju technologicznego złożoność procesów i zjawisk technicznych powoduje konieczność tworzenia nowych lub udoskonalania istniejących systemów informatycznych, specjalizujących się w rozwiązywaniu lub wspomaganiu różnorodnych problemów praktycznych². Wzrastające możliwości obliczeniowe komputerów sprzyjają tworzeniu systemów, których funkcjonalność pozwala na odtworzenie lub przewidywanie przebiegu wielu zjawisk, procesów fizycznych lub symulowanie działań pewnych układów czy urządzeń³. Powoduje to, że możliwe staje się ich zastosowanie w wielu obszarach życia człowieka, eliminując lub w znacznym wymiarze ograniczając procesy realne. Przykładem powyższego może być zastosowanie systemów informatycznych w procesach kształcenia technicznego oraz w praktyce przemysłowej.

Zastosowanie systemów informatycznych w procesach kształcenia daje możliwość poznania związków przyczynowo-skutkowych w symulowanych procesach, nabycia umiejętności zawodowych, analizy skutków podejmowanych decyzji w przypadku alternatyw procesowych itd.⁴. Istotą ich zastosowania jest to, że założone efekty kształcenia uzyskać można w warunkach bezstresowej pracy, przy ograniczeniu kosztów operacyjnych i ryzyka związanego z eksploatacją obiektów rzeczywistych. Z kolei o zastosowaniu systemów informatycznych w praktyce przemysłowej decydują często czynniki związane z koniecznością automatyzacji rutynowych czynności, skróceniem czasu realizacji procesów prowadzonych w warunkach sytuacji „nowych – trudnych – niepewnych”, minimalizacją kosztów i bezpieczeństwem eksploatacji systemów wytwarzania.

2. Systemy informatyczne w praktyce przemysłowej

Procesowe ujęcie działalności produkcyjnej wyodrębnia procesy⁵:

- przygotowawcze (przygotowania produkcji);
- podstawowe (wytwarzania);
- obsługowe (pomocnicze);
- informacyjno-decyzyjne (zarządzania).

Zadaniem procesów przygotowawczych jest opracowanie koncepcji i wstępnych założeń technicznych wyrobów, przygotowanie procesu produkcji w zakre-

² K. Krupa, *Modelowanie, symulacja i prognozowanie*, Warszawa 2008.

³ M. Raczyńska, *Symulacja komputerowa w procesie kształcenia*, „Dydaktyka Informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe”, red. W. Furmanek, A. Piecuch, Wyd. UR, Rzeszów 2010.

⁴ Na podst. W. Furmanek, *Symulacje, gry symulacyjne w dydaktyce*, „Dydaktyka Informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe”...

⁵ M. Brzeziński, *Organizacja produkcji w przedsiębiorstwie*, Difin, Warszawa 2013.

sie projektów konstrukcyjnego i technologicznego, a także organizacja i wdrożenie procesu wytwórczego. Funkcjonalną jednorodność wykazują procesy podstawowe (wytwarzania), w których powstające wyroby są wynikiem realizacji procesu technologicznego. Jednorodność procesu technologicznego burzy i komplikuje konieczność jego obsługi przez tzw. procesy pomocnicze, tzn.: transportowe, magazynowania i kontroli jakości. Wyszczególnionym procesom produkcyjnym (wymiar techniczny – inżynierski) towarzyszą procesy informacyjno-decyzyjne (zarządzania). Ich funkcjonalność związana jest z obsługą zleceń produkcyjnych, planowaniem i sterowaniem procesów produkcji, zaopatrzeniem materiałowym, akwizycją danych produkcyjnych itd. – tzn. czynnościami przyjmującymi wymiar ekonomiczny.

Geneza systemów informatycznych wspomagających procesy produkcyjne sięga lat 50. XX wieku, kiedy powstały pierwsze systemy ewidencyjne wspomagające procedury gospodarki materiałowej. Ich rozwój i rozszerzający się zakres merytoryczny spowodował powstanie systemów klasy MRP, wspomagających procedury zaopatrzenia materiałowego. Rozbudowa systemu MRP o funkcje planowania i sterowania procesami produkcji spowodowała powstanie systemów klasy MRP II, z kolei rozszerzenie ich funkcjonalności o procedury finansowe stanowiło podstawę rozwoju nowej klasy systemów ERP (MRP III)⁶. Przedstawione systemy informatyczne prezentowane są często, w sposób uogólniony, jako systemy planowania i sterowania produkcją PPC⁷.

Systemy klasy MRP (ERP) projektowane były z myślą wspomagania przedsiębiorstw, które wytwarzają produkty w dużych seriach produkcyjnych, zazwyczaj z typowych części i podzespołów. Standard MRP (ERP) jest ekonomicznie uzasadniony przy produkcji wyrobów powtarzalnych o wysokim stopniu złożoności, wytwarzanych w wielu odmianach na bazie wspólnego zbioru surowców i półfabrykatów. Zakłada ponadto, że ekonomiczne efekty jego wdrożenia przejawiają się w wyniku redukcji zapasów (surowców, produkcji w toku, wyrobów gotowych)⁸. Przeobrażenia cywilizacyjne spowodowały jednak, że często spotykaną obecnie formą produkcji jest tzw. produkcja na zamówienie, realizowana w małych seriach i w zakresie użytkowym dostosowanym do indywidualnych życzeń odbiorcy.

Zmiany charakteru produkcji spowodowały przeniesienie akcentów koncepcji wytwórczych. Koncentracja procesowa warunkująca optymalizację procesów zaopatrzenia materiałowego i przebiegu produkcji, wobec dużej różnorodności asortymentowej wytwarzanych wyrobów oraz małych serii produkcyjnych, przestaje mieć wiodące znaczenie. Istotna staje się elastyczność środków produkcji oraz szybkość reakcji systemu wytwarzania na ujawniające się zapotrzebowanie. Znaczenia nabierają procesy przygotowania produkcji w zakresie

⁶ E. Kolbusz, *Systemy informatyczne...*

⁷ A. Januszewski, *Funkcjonalność informatycznych systemów...*

⁸ P. Adamczewski, *Zintegrowane systemy informatyczne w praktyce*, Difin, Warszawa 2003.

projektowania konstrukcyjnego, technologii wytwarzania oraz programowania sterowanych numerycznie urządzeń produkcyjnych.

Zmiany w sposobie produkcji, akcentując wzrost znaczenia procedur technicznego przygotowania produkcji, spowodowały powstanie i szybki rozwój nowej grupy systemów informatycznych wspomagających obszar prac inżynierskich – nazywanych ogólnie CAX. Spośród wielu technik i narzędzi komputerowych wspomagających obszar technicznej działalności, do najważniejszych zaliczyć można systemy komputerowego wspomagania: projektowania CAD, obliczeń i symulacji inżynierskich CAE, planowania procesów CAP, sterowania wytwarzaniem CAM oraz sterowania jakością CAQ⁹.

Nowoczesne przedsiębiorstwa nie ograniczają się do komputerowego wspomagania jednego „wiodącego” obszaru procesowego. Zastosowanie systemów informatycznych staje się powszechne, stanowiąc swego rodzaju infrastrukturę kultury organizacyjnej organizacji. Powszechność informatyzacji poszczególnych działów produkcyjnych nie daje gwarancji ich efektywnej pracy i współpracy. Ideałem byłoby korzystanie z dowolnej liczby wzajemnie uzupełniających się systemów, tworzących jeden uniwersalny system, obsługujący zarówno sferę projektowania wyrobu, projektów technologicznych, jak i prowadzenia produkcji¹⁰.

Konsekwencją przedstawionego podejścia były prace w zakresie procesowej integracji systemów klasy PPC (MRP, ERP) z grupą systemów CAX. Wynikiem zaprezentowanego podejścia było powstanie koncepcji komputerowo zintegrowanego wytwarzania CIM.

3. Koncepcja komputerowo zintegrowanego wytwarzania CIM

Koncepcja CIM polega na „stosowaniu odpowiedniego sprzętu oraz oprogramowania do planowania, koordynowania oraz sterowania całością działań produkcyjnych oraz realizacji funkcji zarządzania w przedsiębiorstwie”¹¹. W środowisku CIM komputerowym wspomaganie zostają objęte obszary projektowania i wytwarzania wyrobów oraz ich sprzężenie z systemami planowania i sterowania produkcją PPC (MRP, ERP).

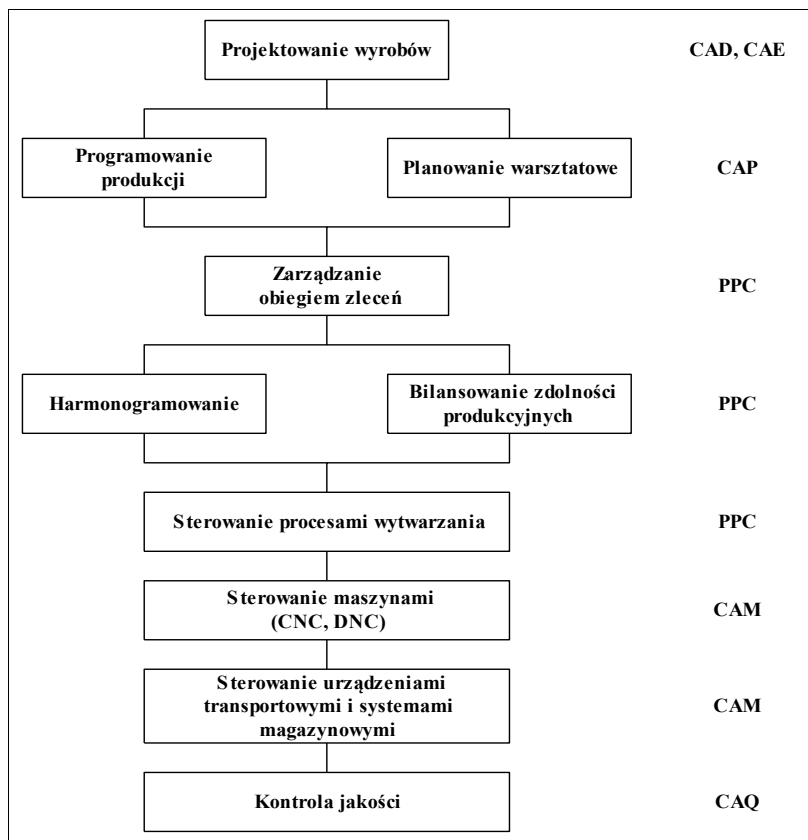
Rozpatrując kolejność procesowego wykorzystania poszczególnych systemów można zauważyć procesową hierarchię pokazaną na rys. 2. Proces produkcji rozpoczyna się od zastosowania systemów klasy CAD/CAE/CAP, za pomocą których tworzona jest konstrukcja wyrobu i technologia jego wytworzenia. Dane konstrukcyjne i technologiczne stanowią podstawę dla planowania i sterowania

⁹ E. Chlebus, *Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji*, Wyd. WNT, Warszawa 2000.

¹⁰ K. Szatkowski, *Przygotowanie produkcji*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008.

¹¹ M. Dolińska, *CIM – kierunek rozwoju przedsiębiorstwa przyszłości*, „Informatyka” 1996, nr 1.

produkcją w systemach klasy PPC (MRP, ERP). W końcowym etapie wykorzystywane są systemy klasy CAM w zakresie sterowania zautomatyzowanych urządzeń technologicznych, transportowych lub magazynowych oraz systemy klasy CAQ wspomagające realizację procesów kontroli jakości.



Rys. 2. Podsystemy CIM w kolejności ich wykorzystania

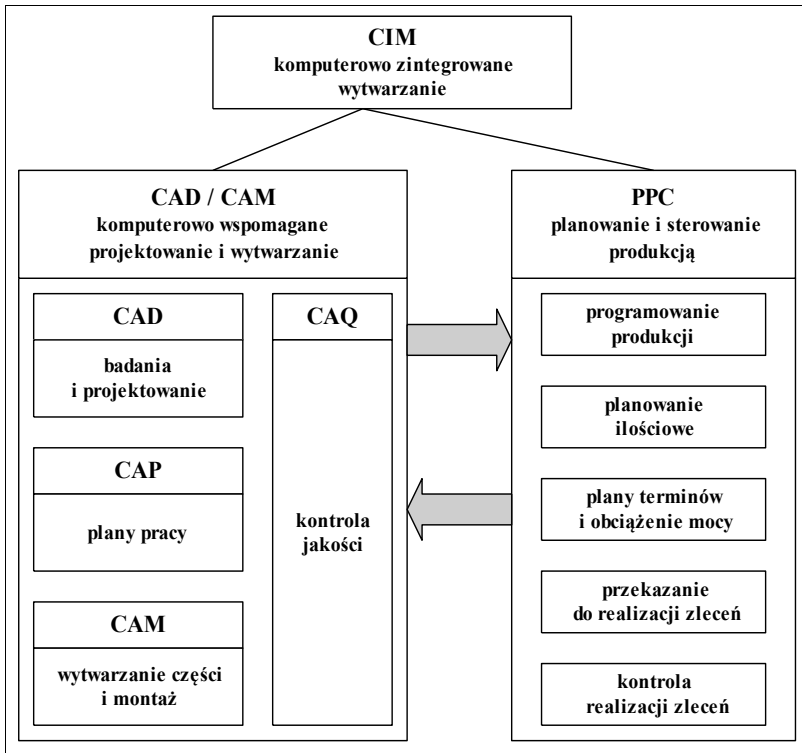
Źródło: opracowanie własne na podst. A. Januszewski, *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania...*

Sposoby współpracy systemów informatycznych funkcjonujących w obszarze komputerowo zintegrowanego wytwarzania CIM przedstawiają modele koncepcyjne (m.in. AWF, Y-CIM Scheer'a). Wspólną ich cechą jest ukazanie istnienia dwóch zasadniczych, powiązanych informacyjnie bloków (rys. 3), tzn.:

- CAX – obsługujących obszar technicznej działalności (CAD/CAM);
- PPC – wspomagający sferę ekonomiczną przedsiębiorstwa (MRP, ERP).

W obszarze obu bloków wyodrębnia się powiązania pionowe będące wynikiem zależności przyczynowych realizowanych procesów. Z drugiej strony

wyszczególnić można tzw. powiązania poziome o charakterze informacyjnym, występujące pomiędzy określonymi systemami wspomagającymi obszar techniczny i ekonomiczny.



Rys. 3. Koncepcja CIM według modelu AWF

Źródło: opracowanie własne na podst. A. Januszewski, *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania...*

Zaprezentowane powiązania procesowe wskazują, że określona specjalność inżynierska nie stanowi izolowanego zakresu wiedzy. Praktyka przemysłowa pokazuje, że specjalistyczna wiedza zawsze powiązana jest z „kooperującymi” dziedzinami technicznymi oraz tzw. procesami okołoprodukcyjnymi, związanymi np. z obsługą zleceń, obiegiem dokumentacji, logistyką itd.

4. Kształcenie techniczne w ujęciu koncepcji CIM

W przypadku kształcenia technicznego w szczególny sposób realizuje się koncepcje dydaktyczne bazujące na wzajemnym związku poznania z działaniem i działania z poznaniem. Te przenikające się i oddziałujące na siebie procesy

powodują ukierunkowany zawodowo rozwój jednostki. Zakłada się przy tym, że poznanie ma służyć usprawnieniu działania, działanie zaś ma być podstawowym sposobem poznawania¹². Związek przyczynowy, poznania z działaniem i działania z poznaniem, wskazuje podstawowe cele kształcenia technicznego, akcentujące¹³:

- opanowanie wiedzy teoretycznej z dziedzin wspólnych dla zawodów objętych danym kierunkiem kształcenia;
- przygotowanie do pracy w warunkach realiów produkcyjnych, w drodze nabycia umiejętności typowych dla danego zawodu.

Cechami charakteryzującymi zawody techniczne jest konieczność łącznego opanowania teoretycznej wiedzy kierunkowej oraz praktyczne przygotowanie do pracy, które związane jest z opanowaniem określonych metod i technik działania oraz nabycie praktycznych umiejętności w zakresie zastosowania środków technicznych. Utylitarny efekt procesu kształcenia technicznego osiągnąć więc można przez właściwy dobór treści, właściwą organizację nauczania oraz zastosowanie środków dydaktycznych spełniających wymagania rzeczywistości przemysłowej.

Koncepcja CIM, wskazując obszary działalności produkcyjnej oraz kierunki i charakter powiązań procesowych, stanowić może wielowymiarową podstawę programową w zakresie doboru treści kształcenia technicznego na kierunkach mechanicznych. Zastosowanie filozofii CIM w doborze treści i organizacji struktury procesu kształcenia warunkować powinno uzyskanie zrównoważonego rozwoju osobowego inżyniera.

Zakończenie

Sankcjonowane „społecznym podziałem pracy” wyodrębnienie dla kierunków mechanicznych, specjalności inżynierskich o profilu konstrukcyjnym, technologicznym lub zajmujących się problematyką tzw. inżynierii produkcji powoduje problemowe ukierunkowanie procesów kształcenia. Koncentracja procesu kształcenia na określonym zakresie wiedzy i umiejętności nie może ignorować istnienia powiązanych z nimi dziedzin technicznych, jak również związków i zależności funkcjonalnych i informacyjnych.

Istotą procesu kształcenia technicznego jest to, aby koncentracja na problematyce danej specjalności nie ignorowała powiązanych procesowo obszarów funkcjonalnych. Trudno wyobrazić sobie dobrego konstruktora projektującego element maszyny w oderwaniu od realiów technologii jego wytworzenia, technologa projektującego proces wytwarzania ignorującego problematykę kosztów

¹² Na podst. W. Furmanek, *Kierunki poszukiwania struktury wiedzy dla potrzeb edukacji technicznej* [w:] *Technika – Informatyka – Edukacja*, red. W. Furmanek, W. Walat, Rzeszów 2005.

¹³ W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Żak, Warszawa 2003.

produkcji, organizatora optymalizującego pracę systemu produkcji nieuwzględniającego konkretnych warunków i realiów technicznych.

Jak wykazuje praktyka, o treściach i strukturze procesów kształcenia często nie decyduje ich pragmatyzm i społeczna użyteczność. Programy nauczania mogą być wynikiem skutecznego wpływu tzw. społecznych grup nacisku, które poprzez propagowane „mody”, ideologie, filozofie lub koncepcje – decydują o treściach kształcenia i wyznaczają kierunki rozwoju.

O użyteczności społecznej procesów kształcenia technicznego nie decydują reklama i strategie marketingowe, obiecywane wizje rozwoju czy zachęty ekonomiczne – a jakość i poziom dostosowania do realiów i wymagań produkcyjnych, który zawsze weryfikuje praktyka przemysłowa.

Bibliografia

- Adamczewski P., *Zintegrowane systemy informatyczne w praktyce*, Difin, Warszawa 2003.
- Brzeziński M., *Organizacja produkcji w przedsiębiorstwie*, Difin, Warszawa 2013.
- Chlebus E., *Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji*, Warszawa 2000.
- Dolińska M., *CIM – kierunek rozwoju przedsiębiorstwa przyszłości*, „Informatyka” 1996, nr 1.
- Furmanek W., *Kierunki poszukiwania struktury wiedzy dla potrzeb edukacji technicznej* [w:] *Technika – Informatyka – Edukacja*, red. W. Furmanek, W. Walat, Rzeszów 2005.
- Furmanek W., *Symulacje, gry symulacyjne w dydaktyce*, „Dydaktyka Informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe”, red. W. Furmanek, A. Piecuch, Wyd. UR, Rzeszów 2010.
- Janczyk J., *Rzeczywistość wirtualna czy symulacja rzeczywistości w procesie kształcenia*, „Dydaktyka Informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe”, red. W. Furmanek, A. Piecuch, Wyd. UR, Rzeszów 2010.
- Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania. Zintegrowane systemy transakcyjne*, Wyd. Naukowe PWN S.A., Warszawa 2008.
- Kolbusz E., *Systemy informatyczne w e-gospodarce* [w:] *Inżynieria systemów informatycznych w e-gospodarce*, red. E. Kolbusz, W. Olejniczak, Z. Szyjewski, PWE, Warszawa 2005.
- Krupa K., *Modelowanie, symulacja i prognozowanie*, WNT, Warszawa 2008.
- Okoń W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Żak, Warszawa 2003.
- Raczyńska M., *Symulacja komputerowa w procesie kształcenia*, „Dydaktyka Informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe”, red. W. Furmanek, A. Piecuch, Wyd. UR, Rzeszów 2010.
- Szatkowski K., *Przygotowanie produkcji*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008.