

Modelowanie etapów technologicznego projektowania obróbki wspomaganego systemami CAPP

Modeling of stages of machining process planning aided by CAPP systems

MARCIN PAPROCKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.536

Streszczenie: Do modelowania etapów projektowania technologicznego obróbki użyto notacji BPMN. Opisano trzy podejścia metodyczne komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego obróbki CAPP. Następnie omówiono model współbieżnego projektowania konstrukcyjno-technologicznego wspomaganego systemami CAPP i CAAPP oraz DFM i DFA. W pracy zaproponowano dwie koncepcje procedury przygotowania wyceny wspomaganego systemami CAPP.

SŁOWA KLUCZOWE: BPMN, CAPP, modelowanie, projektowanie technologiczne obróbki, przygotowanie wyceny

Summary: For modeling of stages of machining process planning was used Business Process Modelling Notation (BPMN). Three methodological approaches of computer aided process planning (CAPP) were described. Then a model of concurrent preparation of construction and technology aided by systems CAPP, CAAPP, DFM and DFA was discussed. The paper proposes two concepts of procedures for the preparation of valuation aided by CAPP systems.

KEYWORDS: BPMN, CAPP, modeling, machining process planning, preparing valuations

Metody stosowane do modelowania rozwoju wyrobu, w tym etapów projektowania technologicznego

Do modelowania rozwoju wyrobu, w tym etapów projektowania technologicznego, można zastosować metody oparte na [1, 6]: notację IDEF (Integration DEfinition language), uniwersalny język modelowania UML (Unified Modeling Language), notację modelowania procesów biznesowych BPMN (Business Process Modeling Notation).

BPMN jest graficzną notacją opisującą etapy występujące w procesie biznesowym. Została zaprojektowana tak, aby odzwierciedlać przepływ procesów i wymianę informacji pomiędzy różnymi jego uczestnikami [5]. Notacja BPMN stanowi kompromis pomiędzy zrozumiałością modeli biznesowych (IDEF) a wymogami modeli implementacyjnych (UML) [1, 5, 6].

Podejścia metodyczne komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego obróbki CAPP

W ramach systemów komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego obróbki CAPP (Computer Aided Process Planning), ze względu na wzorzec procesu, można wyróżnić trzy zasadnicze podejścia metodyczne. Są to metody [2]: wariantowe o zdeterminowanym lub częściowo zdeterminowanym wzorcu struktury procesu, generacyjne, w których rolę wzorca pełni zbiór zasad i re-

guł pozwalających na budowę procesu, semigeneracyjne (hybrydowe) o ogólnym wzorcu w postaci modelu struktury.

• **Metody wariantowe** opierają się na podobieństwie procesów technologicznych części wcześniej projektowanych i wytwarzanych [3]. Do tworzenia wzorca procesu, a w dalszej kolejności poszukiwania procesów podobnych, stosowane są systemy kodowania.

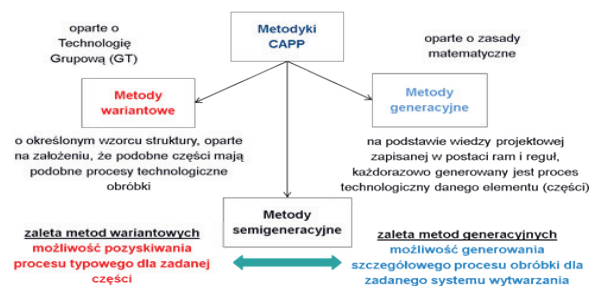
Ograniczenia metod wariantowych związane są z możliwością wykorzystania tych metod w przypadku projektowania nowego wyrobu w 30–90% wszystkich elementów (części) [4]. Do pozostałych części należy stosować inne metody projektowania.

• **Metody generacyjne** charakteryzują się tym, że na podstawie wiedzy projektowej zapisanej w postaci ram i reguł, każdorazowo generowany jest proces technologiczny danej części.

Wadą metod generacyjnych są trudności związane z tworzeniem rozległych baz wiedzy, określających reguły syntezy [2]. Wyżej wymienione wady metody wariantowej i generacyjnej wpłynęły na rozwój metod semigeneracyjnych.

• **Metody semigeneracyjne** łączą zalety metod wariantowych (tj. możliwość pozyskiwania procesu typowego dla zadanej części) i metod generacyjnych (tj. możliwość generowania szczegółowego procesu obróbki dla zadanej części systemu wytwarzania).

Rysunek 1 przedstawia podejścia metodyczne komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego obróbki.

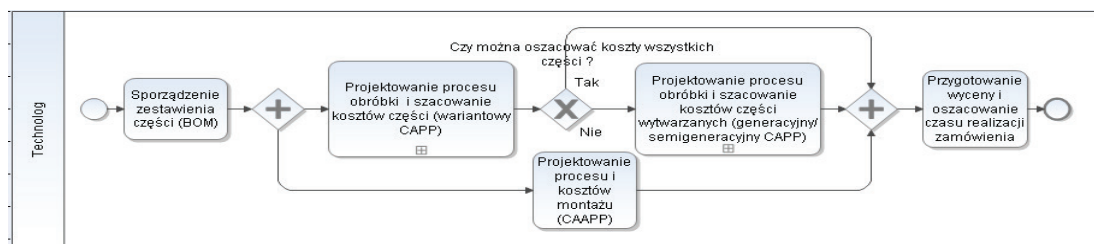


Rys. 1. Podejścia metodyczne komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego obróbki CAPP

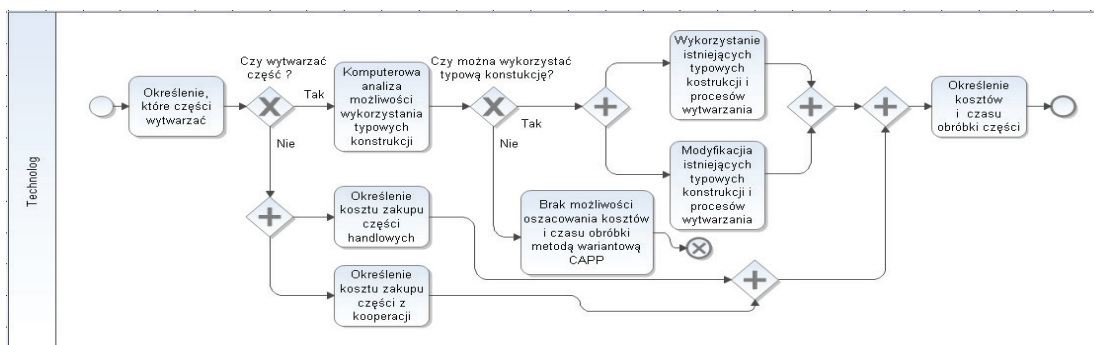
Model współbieżnego projektowania konstrukcyjno-technologicznego

Do modelowania współbieżnego projektowania konstrukcyjno-technologicznego zastosowano notację BPMN. Współbieżnej realizacji projektowania konstrukcyjno-technologicznego sprzyjają systemy CAPP oraz CAAPP – komputerowego wspomaganie projektowania technologicznego montażu. Zastosowanie narzędzi do projektowania zorientowanego na montaż (DFA) i na wytwarzanie (DFM) umożliwia iteracyjne uproszczenie konstrukcji (DFA) i zmniejszenie nakładów przeznaczanych na wytwarzanie części (DFM).

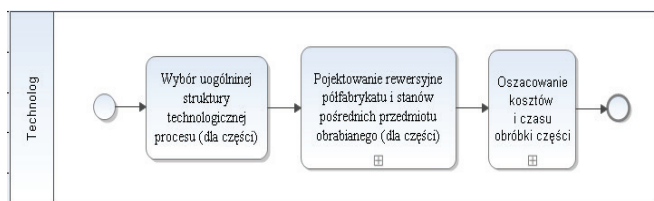
* Dr inż. Marcin Paprocki (paprockm@uek.krakow.pl) – Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Technologii i Ekologii Wytwarzania



Rys. 2. Przygotowanie wyceny wspomagane przez system CAPP oparte na metodach wariantowej i generacyjnej lub semigeneracyjnej – II koncepcja



Rys. 3. Wspomagane komputerowo wstępne projektowanie procesu obróbki i szacowanie kosztów i czasu wytwarzanych części (metoda wariantowa CAPP)



Rys. 4. Wspomagane komputerowo wstępne projektowanie procesu obróbki i szacowanie kosztów oraz czasu wytwarzanych części (metoda semigeneracyjna CAPP)

Koncepcje procedury przygotowania wyceny wspomagane systemami CAPP

Ważnym zagadnieniem dla przedsiębiorstw jest możliwość szacowania kosztów wytwarzania na wczesnych etapach przygotowania produkcji. Wiąże się to z tym, że dużym obciążeniem dla przedsiębiorstw projektowo-wytwórczych jest konieczność odpowiadania na zapytania ofertowe, a szczególnie w zakresie przygotowania wyceny. Wynika to z tego, że przygotowanie wyceny generuje czas i koszty, a nie wszystkie opracowane projekty są później realizowane (nie następuje zawarcie umowy na produkcję wyrobów, których dotyczy zapytanie ofertowe).

Istotne cele do osiągnięcia dla przedsiębiorstwa związane z przygotowaniem wyceny to: zmniejszenie czasu i kosztów potrzebnych do realizacji procesu, zmniejszenie zmienności procesu, poprawienie jakości procesu (precyzji oszacowania kosztów). Do realizacji powyższych celów zaproponowano dwie koncepcje procedury przygotowania wyceny wspomagane systemami CAPP. Pierwsza koncepcja zakłada, że realizacja przygotowania wyceny wspomagana jest przez system CAPP oparty na metodzie generacyjnej lub semigeneracyjnej. Ponieważ wyszukiwanie po nazwie projektów podobnych i na tej podstawie szacowanie kosztów wyrobu jest procedurą mało efektywną, w kolejnym kroku przewidziano zastosowanie metody generacyjnej lub semigeneracyjnej CAPP.

Ponieważ wariantową metodę CAPP można zastosować tylko w zakresie od 30% do 90% elementów (części) wchodzących w skład wyrobu, w ramach drugiej koncepcji założono, że kolejnym krokiem wspomagania przygotowania wyceny może być zastosowanie metody generacyjnej lub semigeneracyjnej CAPP (rys. 2). Następnie przedstawiono

etapy wspomagane komputerowo wstępnego projektowania procesu obróbki i szacowania kosztów oraz czasu wytwarzanych części przy użyciu metody wariantowej CAPP (rys. 3) oraz przy użyciu metody semigeneracyjnej (rys. 4). Powyższą koncepcję przedstawiono przy użyciu notacji BPMN za pomocą programu iGrafx Process for Six Sigma 2013.

Podsumowanie

Notacja BPMN jest dobrym narzędziem do modelowania etapów projektowania technologicznego obróbki wspomaganej systemami CAPP.

Współbieżnej realizacji projektowania konstrukcyjno-technologicznego sprzyjają systemy CAPP oraz CAAPP. Zastosowanie narzędzi DFA i DFM umożliwia iteracyjne uproszczenie konstrukcji (DFA) i zmniejszenie nakładów przeznaczonych na wytwarzanie części (DFM).

W związku z dużą konkurencją rynkową dla przedsiębiorstw bardzo istotne jest precyzyjne, a zarazem szybkie i niegenerujące dużego nakładu pracy (kosztów) przygotowanie wyceny. Zaproponowana koncepcja dwustopniowego systemu złożonego z metody wariantowej CAPP oraz generacyjnej lub semigeneracyjnej CAPP może dać podstawę do osiągnięcia ww. celów związanych z przygotowaniem wyceny na wczesnym etapie przygotowania produkcji.

LITERATURA

1. Biernacki P. „Dlaczego BPMN? – Podstawy modelowania”. Chlebus E., *Inżynieria produkcji: wiedza – wizja – programy ramowe*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006, s. 123–132.
2. Duda J. „Wspomagane komputerowo generowanie procesu obróbki w technologii mechanicznej”. Seria Mechanika, Monografia 286, Politechnika Krakowska, Kraków 2003.
3. Kuric I., Matuszek J., Debnar R. „Computer Aided Process Planning in machinery industry”. Wydaw. Politechniki Łódzkiej Filii w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 1999.
4. Matuszek J., Plinta D. „System komputerowego wspomagania projektowania procesów wytwarzania «SYSKLASS»”. Wydaw. Politechniki Łódzkiej Filii w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2000.
5. Object Management Group: Praca zbiorowa. „Business Process Modeling and Notation (BPMN) version 2.0”. OMG Document Number: formal/2011-01-03, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF> (dostęp 20.09.2016).
6. Paprocki M. „Modelowanie i symulacja rozwoju wyrobu w fazie przygotowania produkcji zgodnie z założeniami projektowania współbieżnego (CE)”, *Mechanik* + CD-ROM, nr 2/2012, Warszawa 2012, http://www.procax.org.pl/pliki/Art_13_2011_PAPROCKI.pdf.