
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Krzysztof KALINOWSKI*, Cezary GRABOWIK

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

*krzysztof.kalinowski@polsl.pl

INTEGRACJA SYSTEMÓW PROEDIMS I KbRS W ZAKRESIE HARMONOGRAMOWANIA PRODUKCJI. MODEL ZLECENIA PRODUKCYJNEGO

Streszczenie: W artykule przedstawiono model zlecenia produkcyjnego stanowiącego podstawę integracji systemów Proedims i KbRS w zakresie harmonogramowania produkcji dyskretniej. Model zlecenia umożliwia planowanie produkcji złożonych wyrobów posiadających wielopoziomowe struktury procesów technologicznych zarówno w systemach o konfiguracji przepływowej jak i gniazdowej z maszynami równoległymi. W przyjętym modelu systemu produkcyjnego oraz zlecenia wyszczególniono etapy decyzyjne wymagane przy budowie harmonogramu. Opisano sposób współpracy przy wymianie danych pomiędzy omawianymi systemami.

1. Wstęp

Praca jest częścią projektu realizowanego w Instytucie Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania Politechniki Śląskiej oraz Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej, którego głównym celem jest opracowanie zintegrowanego systemu wspomaganie decyzji w planowaniu i sterowaniu zmienną, wieloasortymentową produkcją na zlecenie. Projekt dedykowany jest głównie dla grupy MŚP (małych i średnich przedsiębiorstw) jako narzędzie wspomagające zarządzanie produkcją. Tworzony system powstaje na bazie trzech niezależnych systemów: Proedims, KbRS i SWZ. Proedims, jest systemem zarządzania procesami w przedsiębiorstwie oraz danymi o produkcji, i jest rozwijany na Politechnice Wrocławskiej. Systemy KbRS (Knowledge-based Rescheduling System) – system harmonogramowania i eharmonogramowania produkcji oraz SWZ (System Weryfikacji Zleceń) zostały opracowane przez pracowników Politechniki Śląskiej [2,6]. Integracja systemów wymaga uzgodnienia metod i sposobów formalnego opisu struktury procesów produkcyjnych z uwzględnieniem dostępnych zasobów produkcyjnych, możliwych marszrut technologicznych oraz opisu zleceń. W niniejszym artykule przedstawiono uogólniony model zlecenia produkcyjnego gwarantujący poprawną współpracę rozważanych systemów.

2. Struktura zlecenia produkcyjnego

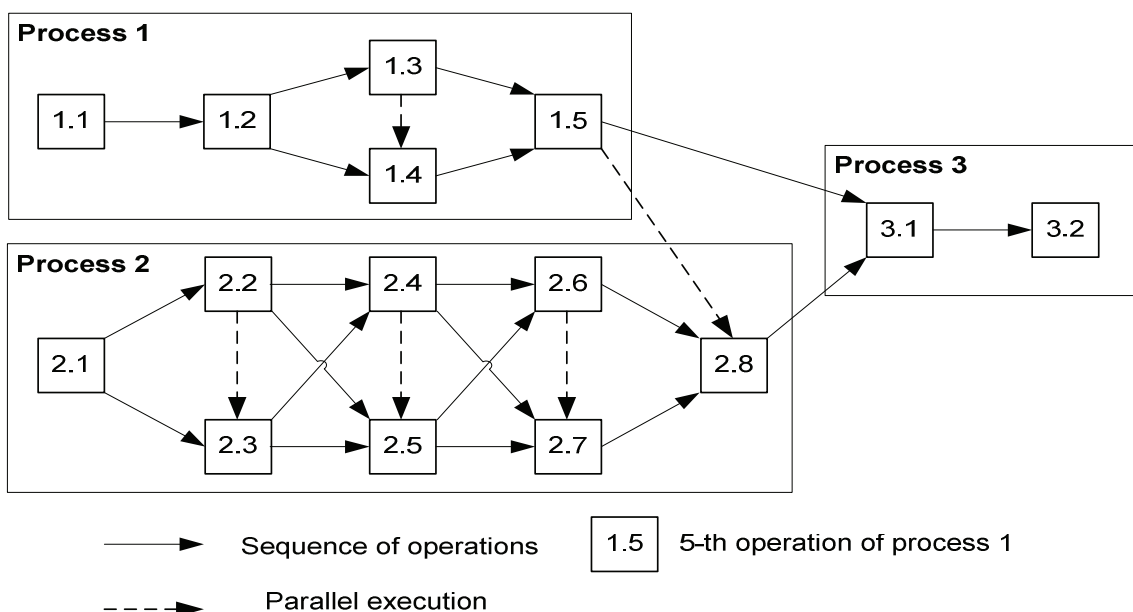
Zlecenie produkcyjne jest wyrazem żądań stawianych przez klienta w stosunku do systemu wytwórczego (producenta). Zlecenie obejmuje wytworzenie określonej serii jednorodnych wyrobów w ograniczonym czasie i określone jest m.in. przez: proces technologiczny, wielkość zlecenia, termin realizacji, wielkość partii produkcyjnej, marszrutę.

Według przyjętych założeń system produkcyjny może występować w konfiguracji typu *flexible job shop* lub *flexible flow shop* (dopuszczalne są stanowiska alternatywne). Wyrób może posiadać hierarchiczną złożoną strukturę [1,5], w której mogą występować zarówno operacje obróbkowe jak i montażowe (demontażowe). Ograniczenia kolejnościowe porządkują wykonanie procesów reprezentujących jego podzespoły i elementy. Każdy z elementów składowych wyrobu opisany jest przez własny proces technologiczny.

W systemie Proedims zdefiniowano 4 typy zależności pomiędzy operacjami technologicznymi [6]. Relacje kolejnościowe wykonywania poszczególnych operacji określono jako:

- $1:1$ – operacja posiada jedną operację poprzedzającą i jedną następną (dla procesów obróbkowych)
- $1:n$ – operacja posiada jedną operację poprzedzającą i n następnymi, równoległymi operacjami, (dla procesów demontażowych)
- $n:1$ – operacja posiada n poprzedzających, równoległych operacji i jedną operację następną (dla operacji montażowych)
- $n:m$ – operacja posiada n poprzedzających, równoległych operacji i m następnymi, równoległymi operacjami, (np. dla procesów montażowo – demontażowych, przy występowaniu produktów ubocznych itp.)

Uwzględniając przedstawione wyżej relacje opracowano model przykładowej struktury produktu złożonego (rys. 1).



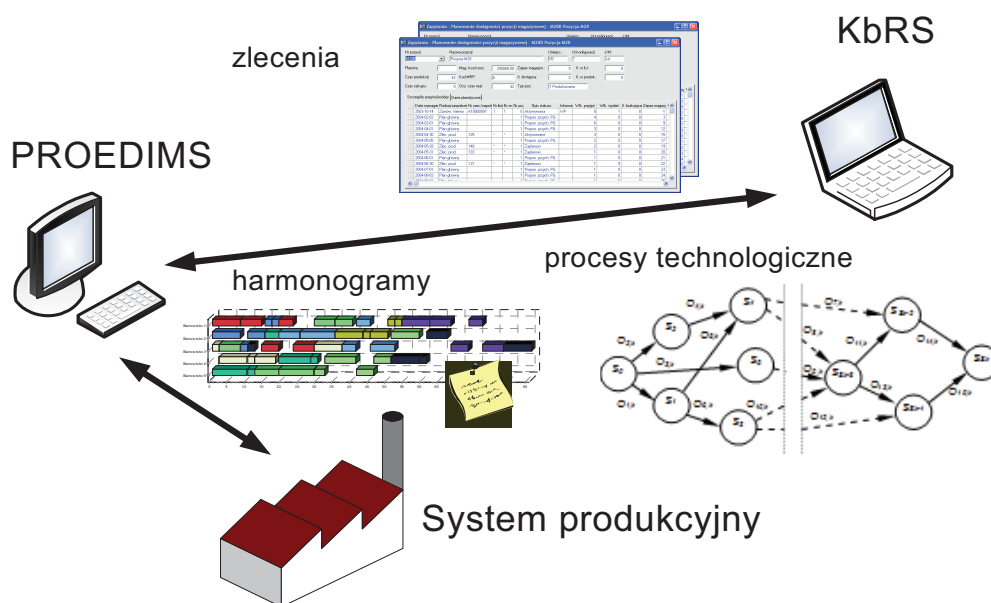
Rys. 1. Model struktury procesu z relacjami $1:1$, $1:n$, $n:1$ and $n:m$.
 Fig.1. The model of process structure with $1:1$, $1:n$, $n:1$ and $n:m$ relations.

3. Harmonogramowanie struktur złożonych i wymiana danych

W procesie budowy harmonogramu systemu produkcyjnego realizującego zlecenia o przedstawionej wyżej strukturze wyszczególniono następujące etapy decyzyjne:

- szeregowanie zleceń produkcyjnych ze statusem *planowane*,
- weryfikacja i wybór strategii harmonogramowania,
- szeregowanie procesów składowych oraz operacji równoległych,
- wybór wariantów realizacji operacji (stanowiska alternatywne),
- ocena kompletnego harmonogramu.

W odniesieniu do istniejących modeli systemu produkcyjnego oraz zlecenia produkcyjnego wykorzystywanych w systemach Proedims i KbRS opracowano format wymiany danych bazujący na rozszerzalnym języku znaczników XML (Extensible Markup Language) powszechnie używanym do reprezentowania wielopoziomowych struktur przechowujących różne typy danych. Format ten jest również używany w komunikacji systemów z oprogramowaniem SWZ [3]. Sposób komunikacji między systemami Proedims i KbRS oraz systemem produkcyjnym przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Przepływ danych pomiędzy systemami: Proedims, KbRS i systemem produkcyjnym
Fig.2. Data flow between systems: Proedims, KbRS and production system

Opracowana definicja struktury dokumentu XML zawiera zbiór danych opisujących zasoby składające się na system wytwórczy, tj.: stanowiska produkcyjne wraz z kalendarzami czasu ich pracy, magazyny międzyoperacyjne, magazyny wejściowe i wyjściowe dla produktów oraz dane dotyczące zleceń produkcyjnych, uwzględniające m.in. marszruty technologiczne, dane o czasach przygotowawczo zakończeniowych, czasach jednostkowych oraz kryteria oceny harmonogramów.

4. Podsumowanie

W artykule zaprezentowano model zlecenia produkcyjnego zdefiniowany na potrzeby integracji systemów Proedims i KbRS. Możliwość definiowania złożonych struktur procesów technologicznych pozwala na zastosowanie opracowanego środowiska w większości przedsiębiorstw przemysłowych charakteryzujących się dyskretną, wieloasortymentową produkcją. Wyszczególniono również etapy decyzyjne niezbędne przy tworzeniu harmonogramów dla procesów o złożonej strukturze. Zastosowany format wymiany danych bazujący na języku XML cechuje się dużą uniwersalnością. Umożliwia on swobodą rozbudowę struktur wymienianych danych oraz, dzięki zastosowaniu translatorów schematów, szybką konwersję danych na struktury XML używane w innych systemach zarządzania produkcją.

Literatura

1. Kalinowski K.: Scheduling of production orders with assembly operations and alternatives. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Proc. Int. Conf. FAIM 2009, University of Teesside, Middlesbrough, UK 2009, p. 85.
2. Kalinowski K.: Harmonogramowanie w warunkach zakłóceń. Inżynieria Maszyn, R. 14, z. 3, 2009, pp. 49-68.
3. Skołod B., Krenczyk D., Kalinowski K., Grabowik C.: Wymiana danych w systemach sterowania przepływem produkcji SWZ i KbRS. Automatyzacja procesów dyskretnych. Teoria i zastosowania, T II., s. 207-214.
4. Grabowik C., Kalinowski K.: Object-Oriented Models in an Integration of CAD/CAPP/CAP Systems. Lectures Notes in Artificial Intelligence, LNAI 6678, 2011. Springer, vol. II, pp. 405-412.
5. Kalinowski K.: Decision making stages in production scheduling of complex products. Journal of Machine Engineering, Vol. 11, No. 1-2, 2011, pp. 68-77.
6. Cholewa M., Czajka J., Konopa A.: Koncepcja modelu procesu wymiany danych między systemami do przygotowania produkcji oraz do planowania produkcji. Automatyzacja procesów dyskretnych. Teoria i zastosowania, T II., 2010, pp. 25-33.

PROEDIMS AND KbRS SYSTEMS INTEGRATION IN PRODUCTION SCHEDULING AREA. THE MODEL OF PRODUCTION ORDER

Summary: The paper presents the model of a production order, which is the basis of Proedims and KbRS software systems integration, used in scheduling of discrete manufacturing systems. The model enables planning of production orders for complex products with multi-level structure of the processes in *flow shop* and *job shop* production system configuration with parallel machines. Required decision-making stages for schedule construction of the given model of the production system and production order were presented. Principles of cooperation in exchanging data between Proedims and KbRS were discussed.