

# Zintegrowany przepływ informacji w systemie produkcyjnym

## Integrated flow of information in the production system

JOLANTA KRYPEK \*

Materiały z XX SKWPIE, Jurata 2016 r.  
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.152

Prawidłowy przepływ informacji na wszystkich poziomach zarządzania jest kluczowym elementem prawidłowego funkcjonowania nowoczesnego zakładu produkcyjnego. W artykule zaprezentowano współdziałanie systemów informatycznych ERP-APS-MES-SCADA w zakresie obiegu informacji dotyczących aktualnego stanu systemu produkcyjnego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ERP, APS, SCADA, MES, CIM, zarządzanie produkcją, harmonogramowanie

*Correct flow of information, on all levels of management, is a crucial element of correct functioning of a modern production unit. Article presents cooperation of ERP-APS-MES-SCADA computer systems regarding circulation of information concerning the current condition of the production system.*

**KEYWORDS:** ERP, APS, SCADA, MES, CIM, production management, scheduling

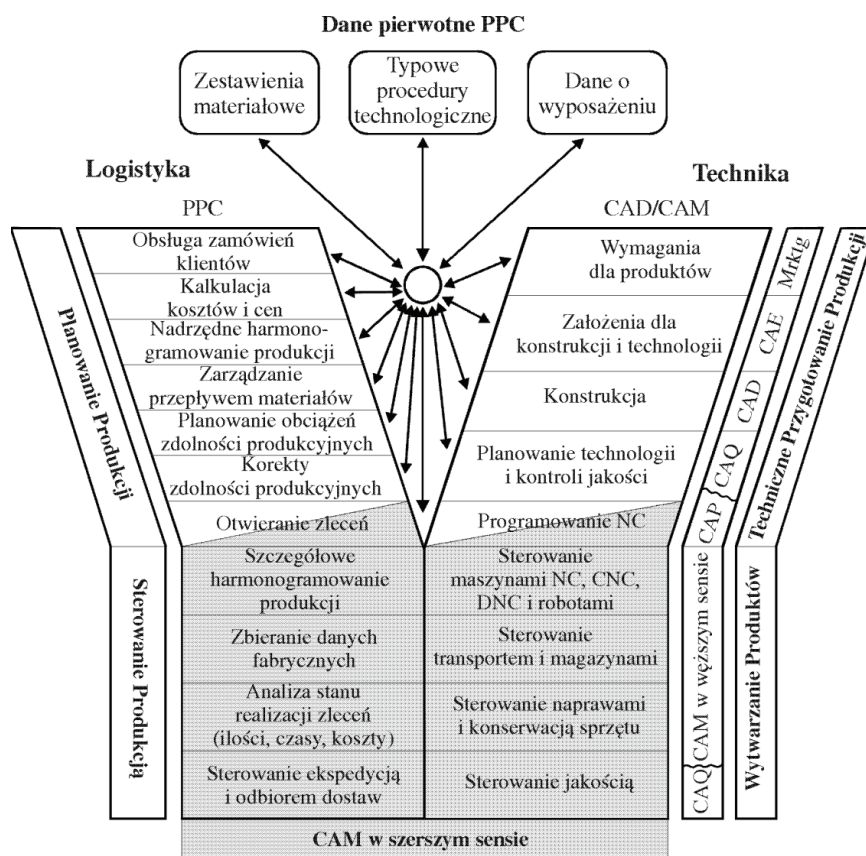
Cechy współczesnej produkcji to duża różnorodność wyrobów, skrócenie cyklu życia wyrobu, zmniejszenie kosztów produkcji, terminowość i krótkie czasy dostawy wyrobu do klienta. Firmy muszą elastycznie reagować na wymagania rynku i konkretnego klienta. Niezbędne jest szybkie techniczne przygotowanie wyrobu do produkcji. W podejściu konwencjonalnym wszystkie związane z tym działania (konstrukcyjne, technologiczne i planistyczne) odbywają się sekwencyjnie. Podejście zintegrowane polega na tym, że poprzez komunikowanie się poszczególnych działów i wykorzystanie wspólnej bazy danych następuje skrócenie faz projektowania i wytwarzania. Strategia ta oparta jest o koncepcję kompleksowej komputerowej integracji przedsiębiorstwa produkcyjnego i znana pod nazwą CIM (*computer integrated manufacturing*) [6]. Zintegrowane wspomaganie komputerowe wprowadzane jest we wszystkich działaniach przedsiębiorstwa, począwszy od projektowania, planowania i konstrukcji, a skończywszy na wysyłce gotowych wyrobów, obiegu dokumentów oraz szybkiej wymianie aktualnych informacji (rys. 1).

Charakterystyczną cechą zaawansowanych systemów produkcyjnych jest hierarchiczna, informacyjno-decyzyjna struktura planistyczna, w której można wyróżnić wzajemnie powiązane poziomy planowania:

- taktycznego – obejmującego najdłuższy horyzont planowania, np. miesiące, lata – decyzje dotyczą prognoz produkcji i sprzedaży produktów,

- operacyjnego – decyzje dotyczą planowanych zleceń produkcji i zakupów i obejmują krótsze okresy planistyczne, np. dni w miesiącu,
- roboczego – decyzje dotyczą planowania i korekt zdolności produkcyjnych w krótkookresowym horyzoncie czasu (dzień, zmiana robocza),
- wykonawczego – decyzje dotyczą stanowisk i centrów roboczych (okres planistyczny trwa np. godzinę).

Kolejne warstwy charakteryzują się coraz większą szczegółowością decyzji planistycznych. Warstwa planowania taktycznego obejmuje czynności związane z planowaniem produkcji i sprzedaży oraz zdolności produkcyjnych w długoterminowym horyzoncie planowania. Jej celem jest zapewnienie zdolności produkcyjnych wystarczających do zaspokojenia przewidywanych poziomów sprzedaży. Z warstwy tej do warstwy operacyjnego planowania nadrzędnego przekazywana jest tzw. długoterminowa polityka zdolności produkcyjnych. Po jej uwzględnieniu tworzony jest zbiór planów dla pozycji asortymentowych przypisanych systemowi nadrzędnego harmonogramowania produkcji (MPS – *master production schedule*), w tym przede wszystkim dla produktów finalnych. W oparciu o powyższe plany następuje obliczenie zapotrzebowania na



\* Dr inż. Jolanta Krypek (jolanta.krypek@polsl.pl) – Zakład Inżynierii Systemów, Instytut Automatyki, Politechnika Śląska

Rys. 1. Model Y struktury funkcjonalnej systemu CIM [6]

elementy składowe pozycji asortymentowych. Do tego celu wykorzystywane jest planowanie potrzeb materiałowych (MRP – *material requirements planning*). Efektem działania funkcji planowania potrzeb materiałowych jest otrzymanie zbioru planowanych zleceń produkcji oraz zakupów. Planowane zlecenia produkcji są następnie przetwarzane w warstwie planowania roboczego obciążeń centrów roboczych (CRP – *capacity requirements planning*, SFC – *shop floor control*), gdzie następuje ich bilansowanie z dostępnymi mocami produkcyjnymi i planowanie dostaw komponentów oraz przekazanie zlecenia do realizacji [2].

Zarządzanie przedsiębiorstwem produkcyjnym wymaga stosowania systemów informatycznych – ERP, MES SCADA – oraz systemów: CAD, CAM, zarządzania obiegiem dokumentów i wielu innych. Wiele przedsiębiorstw wykorzystuje systemy ERP jak również nowoczesne systemy MES, SCADA, lecz niejednokrotnie systemy te pracują niezależnie, a systemy ERP rzadko są automatycznie zasilane bieżącymi danymi produkcyjnymi.

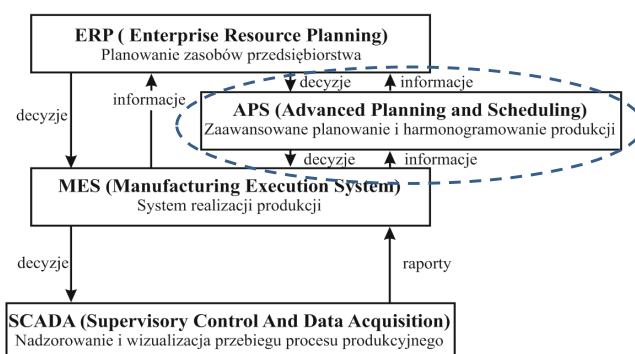
W hierarchicznej strukturze planistycznej decyzje generowane w warstwach nadrzędnych podejmowane są na podstawie raportów i informacji pochodzących z różnych systemów informatycznych działających w warstwach podrzędnych. Wszystkie obszary powstawania i przetwarzania informacji w ramach struktury organizacyjnej i procesów produkcyjnych przedsiębiorstwa są poddawane analizie. Jakość podejmowanych decyzji zależy od tego, czy mamy dostęp do aktualnych informacji, a to jest związane z integracją systemów informatycznych odpowiedzialnych za poszczególne procesy. Integracja powinna ułatwić i usprawnić przepływ informacji [1].

## Systemy ERP

W tak skomplikowanym procesie, jakim jest planowanie produkcji, wiele przedsiębiorstw wykorzystuje zintegrowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie klasy ERP. (*enterprise resource planning*). Zadaniem informatycznych systemów zarządzania jest wspomaganie procesów zarządzania przedsiębiorstwem, rozumianego jako wieloetapowy, sekwencyjny proces podejmowania decyzji. Skuteczne wdrożenie takiego systemu wymusza uporządkowanie struktury informacyjnej przedsiębiorstwa, co umożliwi elastyczne dostosowanie planu produkcji do zmieniających się wymagań rynku. Właściwie dobrany do potrzeb przedsiębiorstwa system ERP pozwala na lepsze planowanie i zarządzanie procesami w przedsiębiorstwie poprzez uporządkowanie procesów wewnętrznych, zapewnienie optymalnego wykorzystania zasobów oraz analizę przebiegu i skutków różnorodnych działań. Głównym celem wdrożenia odpowiedniego dla danego przedsiębiorstwa systemu ERP jest wzrost efektywności działania firmy oraz zmniejszenie kosztów związanych z działalnością przedsiębiorstwa. Z systemu MES do ERP trafiają informacje dotyczące jakości wytwarzanych produktów, statusu wystawionego zlecenia produkcyjnego, a także stopnia zaawansowania realizowanego procesu produkcji.

Stosowanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych systemów wspomagania zarządzania klasy ERP stało się obecnie standardem. Systemy te, poprzez uporządkowanie struktury informacyjnej przedsiębiorstwa, pozwalają na usprawnienie systemu akwizycji i przetwarzania danych oraz obniżenie kosztów tego przetwarzania. Należy jednak zauważyć, że w zakresie planowania i harmonogramowania produkcji oferowane przez te systemy narzędzia stały się nieefektywne w zetknięciu z obecnymi wymogami rynku wymuszającymi: skracanie terminów realizacji zleceń i zapewnienie dotrzymywania terminów dostaw, wielowariantowość produkcji oraz elastyczne dostosowanie się do zmieniających się potrzeb

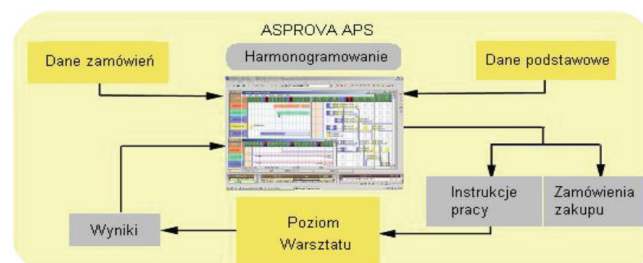
klientów. W takiej sytuacji mogą wystąpić problemy przy wyznaczaniu optymalnych planów produkcyjnych, opartych na prognozach popytu i zamówieniach klienta, przy czym udział prognoz i zamówień w planowaniu jest zależny od typu produkcji realizowanej w przedsiębiorstwie [2]. Pojawia się zatem potrzeba zastosowania zaawansowanych metod planowania i harmonogramowania produkcji, a co za tym idzie, stosowania narzędzi APS (*advanced planning and scheduling*). Występują one bądź jako komponent zintegrowanego systemu zarządzania klasy ERP (np. IFS Application – moduł harmonogramowania z ograniczeniami CBS (*constraint based scheduling*) [4]), bądź jako pakiet zewnętrzny, dostarczany przez innego producenta co zostało zaznaczone jako opcja na rys. 2. Decyzje generowane z tych źródeł przesyłane są do niższego poziomu – MES w postaci zleceń produkcyjnych i harmonogramów produkcji.



Rys. 2. Analizowana ścieżka przepływu informacji i decyzji w przedsiębiorstwie

## Systemy APS

Harmonogramowanie produkcji można zdefiniować jako zadanie wyznaczenia takiego rozdziału w czasie dostępnych zasobów produkcyjnych, który zapewni zaspokojenie zapotrzebowania na produkowane wyroby przy najlepszym ich wykorzystaniu. Niezbędna jest szczegółowa znajomość struktury informacyjnej procesu produkcyjnego oraz szybka reakcja na zmiany występujące w systemie produkcyjnym (popyt, awarie) przy zachowaniu możliwego do realizacji harmonogramu produkcyjnego. Większość producentów nie jest w stanie szybciej reagować na rosnące potrzeby klientów oraz na obniżkę kosztów produkcji, dopóki nie zastosuje odpowiedniej metodyki harmonogramowania. Musi ona uwzględniać wszystkie ograniczenia w procesie produkcji oraz integrować proces harmonogramowania z funkcjonalnością procesu produkcyjnego [4].



Rys. 3. Schemat przepływu informacji w środowisku Asprova APS [7]

Narzędzia APS wykorzystywane są w warstwie planowania wykonawczego. Służą do przetworzenia planu produkcyjnego przedsiębiorstwa w szczegółowy harmonogram, tak aby plan ten mógł być jak najlepiej wykonany. Podają więc odpowiedzi na pytania: co, gdzie, kiedy i jak ma być wykonywane (który zasób, co powinien wykonać, w jaki sposób i kiedy).

Narzędzia APS dają możliwość planowania i harmonogramowania produkcji z uwzględnieniem ograniczeń materiałowych i zasobowych. Podstawową cechą narzędzi APS jest to, że opierają się na rzeczywistych i aktualnych danych, a nie wartościach średnich i zgrubnych oszacowaniach. Reakcja na zdarzenia losowe w systemie produkcyjnym (awarie, spóźnienie dostaw, anulowanie zleceń) może być natychmiastowa, a korekty harmonogramu dokonywane są w czasie rzeczywistym, bez zagrożenia wprowadzenia dodatkowych zakłóceń w proces wytwarzania.

Narzędzia APS wyposażane są również funkcje symulacji, analiz „co jeśli” i przewidywania stanu systemu produkcyjnego – przydatne np. przy sprawdzaniu możliwości wykonania dodatkowych zleceń czy rozpatrywaniu różnych strategii produkcji. Przykładem takiego narzędzia jest Asprova APS (rys. 3) [5].

## Systemy MES

Nowoczesne systemy realizacji produkcji MES (*manufacturing execution system*) zapewniają skuteczne zarządzanie działaniami produkcyjnym poprzez nadzór nad całym procesem produkcyjnym na podstawie informacji pozyskiwanych w czasie rzeczywistym wprost ze stanowisk produkcyjnych. Definicja systemu wprowadzona przez organizację MESA International brzmi: „System MES (*manufacturing execution system*) ma na celu dostarczenie informacji, która pozwala na optymalizację procesu produkcyjnego – od procesu zamówienia aż do etapu dostarczenia produktów gotowych do klienta.”

Zgodnie z tą definicją systemy klasy MES, odpowiadają za pobieranie informacji wprost ze stanowisk oraz ich wizualizację, tak aby uczynić proces optymalnym na podstawie otrzymanych danych. Na rynku istnieje szereg firm oferujących gotowe rozwiązania MES [3]. Do zadań realizowanych przez MES należą:

- śledzenie wydajności pracy zasobów produkcyjnych,
- monitorowanie jakości procesów i produktów,
- śledzenie i rejestracja przyczyn przestoju planowanych i nieplanowanych,
- aktualizacja stanów magazynowych,
- zbieranie informacji o jakości wyprodukowanych produktów,
- powiadamianie o zatrzymaniach i awariach,
- generowanie raportów o aktualnym stanie i parametrach produkcji,
- harmonogramowanie przeglądów i remontów.

MES, wykorzystując informacje o aktualnym postępie zadań produkcyjnych, informacje o maszynach i przepływie materiałów, a także status poszczególnych operacji, przekazuje je w postaci decyzji do SCADA i informacji do systemu ERP.

## Systemy SCADA

Jednym z najistotniejszych wymagań stawianych systemom współczesnej automatyki przemysłowej jest możliwość skutecznego nadzorowania, gromadzenia i przejrzystego prezentowania danych pochodzących z obiektów technologicznych, zapewniając tym samym funkcjonowanie spójnego systemu zarządzania zasobami produkcyjnymi. Wysoki stopień zaawansowania systemów sterowania przebiegiem procesu technologicznego wiąże się z koniecznością zapewnienia sprawnej i wysoce niezawodnej metody wymiany informacji pomiędzy urządzeniami a ich operatorami. W tym celu szeroko wykorzystywane są systemy typu SCADA (*supervisory control and data acquisition*), których głównym zadaniem jest nadzorowanie przebiegu procesów technologicznych i produkcyjnych, akwizycja danych procesowych z poszczególnych urządzeń, wizualizacja ich parametrów,

a także bezzwłoczne informowanie o wystąpieniu stanów alarmowych. Dodatkowym zastosowaniem tego typu systemów jest możliwość wypracowywania sygnałów sterujących, co ogranicza się jednak na ogół do podstawowegoysterowywania urządzeń wykonawczych lub odpowiednich reakcji na sygnał alarmowy. Możliwość komunikacji systemu nadrzędnej diagnostyki z zewnętrznymi urządzeniami pomiarowymi, sterującymi i wykonawczymi jest zapewniona poprzez zastosowanie odpowiednich interfejsów, dedykowanych do konkretnego urządzenia lub realizujących obsługę określonego protokołu komunikacyjnego.

## Podsumowanie

W przedsiębiorstwie, w którym realizowany jest proces produkcyjny, niezbędne jest dobranie, wdrożenie i utrzymywanie w sprawności systemów, które powinny realizować wszystkie działania w obszarze sterowania przepływem produkcji. Nawet w przypadku gdy przedsiębiorstwo należy do grupy niewielkich lub słabiej zorganizowanych firm, w których funkcje planowania, harmonogramowania i sterowania wykonywane są często intuicyjnie, bez ściśle określonych reguł, dokumentacji, oprogramowania itp., to jednak z upływem czasu tworzą się w sposób naturalny logicznie uzasadnione metody i zasady postępowania, co jest również systemem sterowania. Pochopne dobranie systemów może prowadzić do słabej integracji tych systemów bądź do jej całkowitego braku.

W fazie projektowania struktury produkcji oraz struktury systemu produkcyjnego mamy do czynienia z istotnymi decyzjami podejmowanymi na różnych poziomach struktury funkcjonalnej. Im niższy jest poziom struktury funkcjonalnej, tym bardziej szczegółowe są decyzje systemu. Są to decyzje odpowiadające na pytania: co wytwarzać?, jak produkować?, gdzie?, kiedy?, w jakich ilościach? Podejmowane są również decyzje dotyczące zarządzania zapasami oraz planowania potrzeb materiałowych, czyli odpowiadające na pytanie: czym wytwarzać? Najważniejszymi elementami w procesie wdrożenia przedstawianych systemów są: szczegółowe rozpoznanie, analiza i uporządkowanie wszystkich procesów biznesowych zachodzących w przedsiębiorstwie. Kolejnym etapem jest opisanie wszystkich elementów i zamodelowanie procesów za pomocą wybranych systemów.

W artykule zaprezentowano współdziałanie systemów informatycznych ERP, APS, MES, SCADA tworzących hierarchiczną informacyjno-decyzyjną strukturę planistyczną w zakresie obiegu informacji dotyczących aktualnego stanu systemu produkcyjnego.

\* \* \*

## Praca finansowana ze środków przewidzianych na BK-213/RAu1/2016.

## LITERATURA

1. Banaszak Z., Kłos S., Mleczek J. „Zintegrowane systemy zarządzania”. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2011.
2. Browne J., Harhen J., Shirnan J. „Production Management System an Integrated Perspective”. Addison Wesley, 1996.
3. Jaworska E. „Raport MSI – IT dla produkcji: Czas technologii mobilnych”. *MSI Polska* (2012)2, s. 12÷15.
4. Krystek J., Jagodziński M. „Planowanie produkcji w złożonym systemie z ograniczonymi zasobami”. *Logistyka* (2010)2, s. 130 (CD).
5. Orlicz K., Krystek J. „Planowanie i harmonogramowanie złożonego procesu produkcji z wykorzystaniem systemu ASPROVA APS”. Świerniak A., Krystek J. (red.). *Automatyzacja procesów dyskretnych, Teoria i zastosowania*. Gliwice: PKJS, 2014, s. 169÷180.
6. Scheer A.W. „CIM (Computer Integrated Manufacturing) – Towards the Factory of the Future”. Springer-Verlag, 1994.
7. EQ System – materiały szkoleniowe Asprova APS. ■