

# OGÓLNY OPIS I ZAKRES ZASTOSOWAŃ SZKIELETOWEGO SYSTEMU STEROWANIA PROCESAMI PRZEDSIĘBIORSTWA

Mirosław ZABOROWSKI

**Streszczenie:** Szkieletowy system EPC (Enterprise Resource Control) jest uniwersalnym modelem referencyjnym zintegrowanych systemów zarządzania i sterowania procesami we wszelkich przedsiębiorstwach, niezależnie od ich branży i wielkości. W pracy przedstawiono możliwości jego zastosowania jako szkieletu własnego oprogramowania do zarządzania i sterowania w przedsiębiorstwie użytkownika, jako nakładki na komercyjne systemy zarządzania i sterowania, umożliwiającej uniknięcie prac nad ich dostosowywaniem do zmieniającej się struktury procesów biznesowych, oraz jako symulatora procesów biznesowych.

**Słowa kluczowe:** zintegrowane systemy zarządzania, modele referencyjne, modelowanie procesów biznesowych, bazy danych, wielopoziomowe systemy sterowania.

## 1. Wprowadzenie

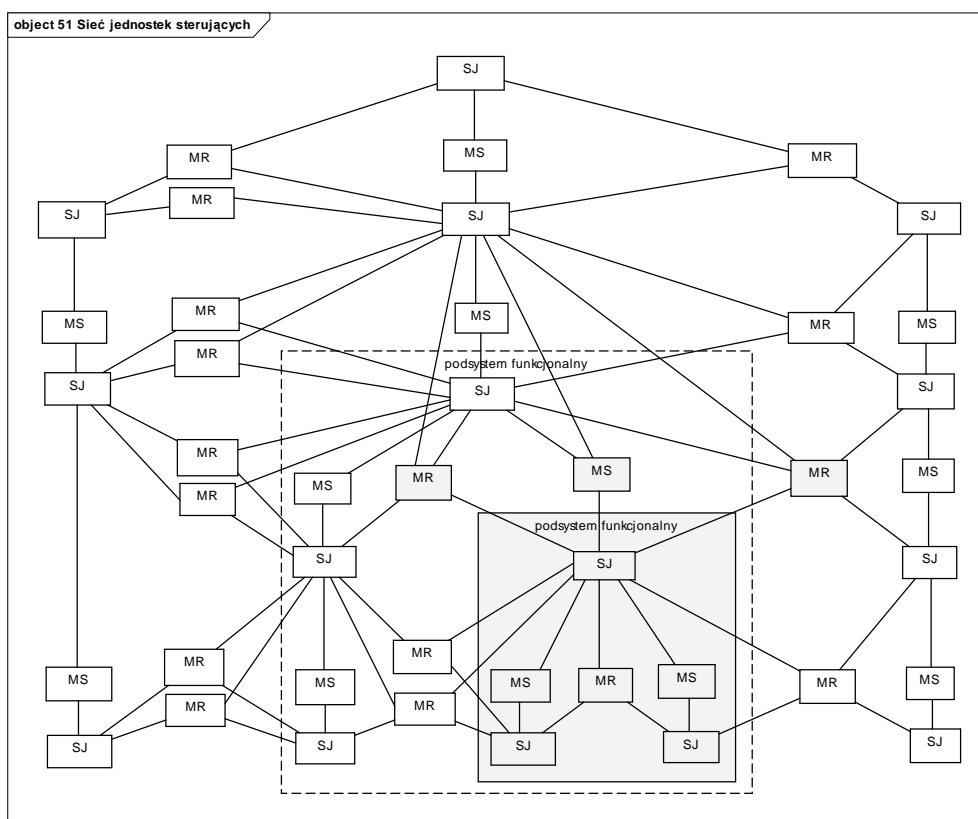
Szkieletowy system EPC (Enterprise Resource Control) jest uniwersalnym modelem referencyjnym zintegrowanych systemów zarządzania i sterowania procesami. Jednak model ten różni się zasadniczo od branżowych modeli referencyjnych dostarczanych przez producentów oprogramowania ERP (Enterprise Resource Planning). Po pierwsze, nie jest branżowy, lecz uniwersalny, w czym podobny jest do ogólnej architektury referencyjnej ARIS [7, 8]. Po drugie, obejmuje nie tylko poziom ERP, czyli poziom zarządzania w przedsiębiorstwie, lecz także poziom zarządzania w jego komórkach organizacyjnych i poziom sterowania wewnątrz jego stanowisk roboczych. Po trzecie, jego opis nie powstał indukcyjnie, jako opis funkcji oferowanego oprogramowania w jego poprzednich zastosowaniach, lecz dedukcyjnie, jako system pojęć i związków między pojęciami dotyczącymi przepływu informacji w systemach zarządzania i sterowania procesami przedsiębiorstwa. Opis ten został nazwany teorią EPC, a wyniki analizy wzajemnych związków między jej faktami (co jest istotą każdej teorii) przedstawiono w postaci zbiorów obiektów oraz relacji między nimi [13, 14]. Relacje zdefiniowano jako podzbiory iloczynów kartezyjskich odpowiednich zbiorów oraz jako równoważne im asocjacje na diagramach klas języka UML [11, 13, 14].

Teoria EPC może być stosowana do opisu sterowania wszelkimi procesami produkcyjnymi w przedsiębiorstwach, w tym ciągłymi i dyskretnymi procesami wytwarzania dóbr materialnych, procesami usługowymi, a także procesami przetwarzania danych na potrzeby klientów. Teoria EPC obejmuje też zarządzanie procesami pomocniczymi, takimi jak remonty, naprawy, szkolenia itp., a także wszelkimi wewnętrznymi procesami administracyjnymi. Tezą roboczą teorii EPC jest twierdzenie, że każdy system zarządzania lub sterowania, niezależnie od branży i wielkości przedsiębiorstwa, w którym jest zaimplementowany, może być odwzorowany, z zachowaniem wszystkich jego funkcji i danych, w strukturze zgodnej ze szkieletowym systemem EPC.

## 2. Model sieciowy szkieletowego systemu EPC

Z punktu widzenia inżynierii zarządzania i automatyki szkieletowy system EPC jest siecią jednostek sterujących i miejsc informacji, przy czym jednostki sterujące nie komunikują się bezpośrednio, lecz poprzez miejsca informacji, a miejsca informacji są rozdzielone przez jednostki sterujące. Jednostki sterujące (SJ na rys. 1) są ułożone w warstwach funkcjonalnych, a miejsca informacji w rozdzielających je warstwach informacyjnych. Wśród miejsc informacji wyróżniamy miejsca systemowe (MS na rys. 1), przechowujące informacje o podsystemach funkcjonalnych i ich czynnościach, oraz miejsca zasobowe (MR na rys. 1), gdzie zapisywane są informacje o zasobach używanych, zużywanych lub wytwarzanych przez czynności funkcjonalne. W warstwie najwyższej jest tylko jedna jednostka sterująca – jednostka nadzorcza naczelnego systemu organizacyjnego. W warstwie najniższej jednostkami sterującymi są jednostki funkcjonalne bazowych obiektów sterowania.

Sąsiednie warstwy funkcjonalne są łączone w poziomy organizacyjne, których jednostki sterujące mają podobny zakres oddziaływania oraz określone częstotliwości zbierania informacji i podejmowania decyzji. W typowym przypadku system EPC ma pięć poziomów:



Rys. 1. Sieć jednostek sterujących i miejsc informacji w systemie EPC

- system zawierający jednostkę nadzorczą naczelnego systemu organizacyjnego,
- naczelną jednostkę organizacyjną, obejmującą przedsiębiorstwo i jego otoczenie: klientów, dostawców, banki, środowisko naturalne itp.
- zakłady produkcyjne, które zawierają wydziały,
- komórki organizacyjne, które zawierają centra robocze,
- stanowiska robocze (elementarne systemy organizacyjne), które zawierają układy sterowania bezpośredniego lub inne podsystemy elementarne.

Przedsiębiorstwo, wydziały i centra robocze są podsystemami roboczymi tych samych poziomów, co grupowane przez nie podsystemy organizacyjne.

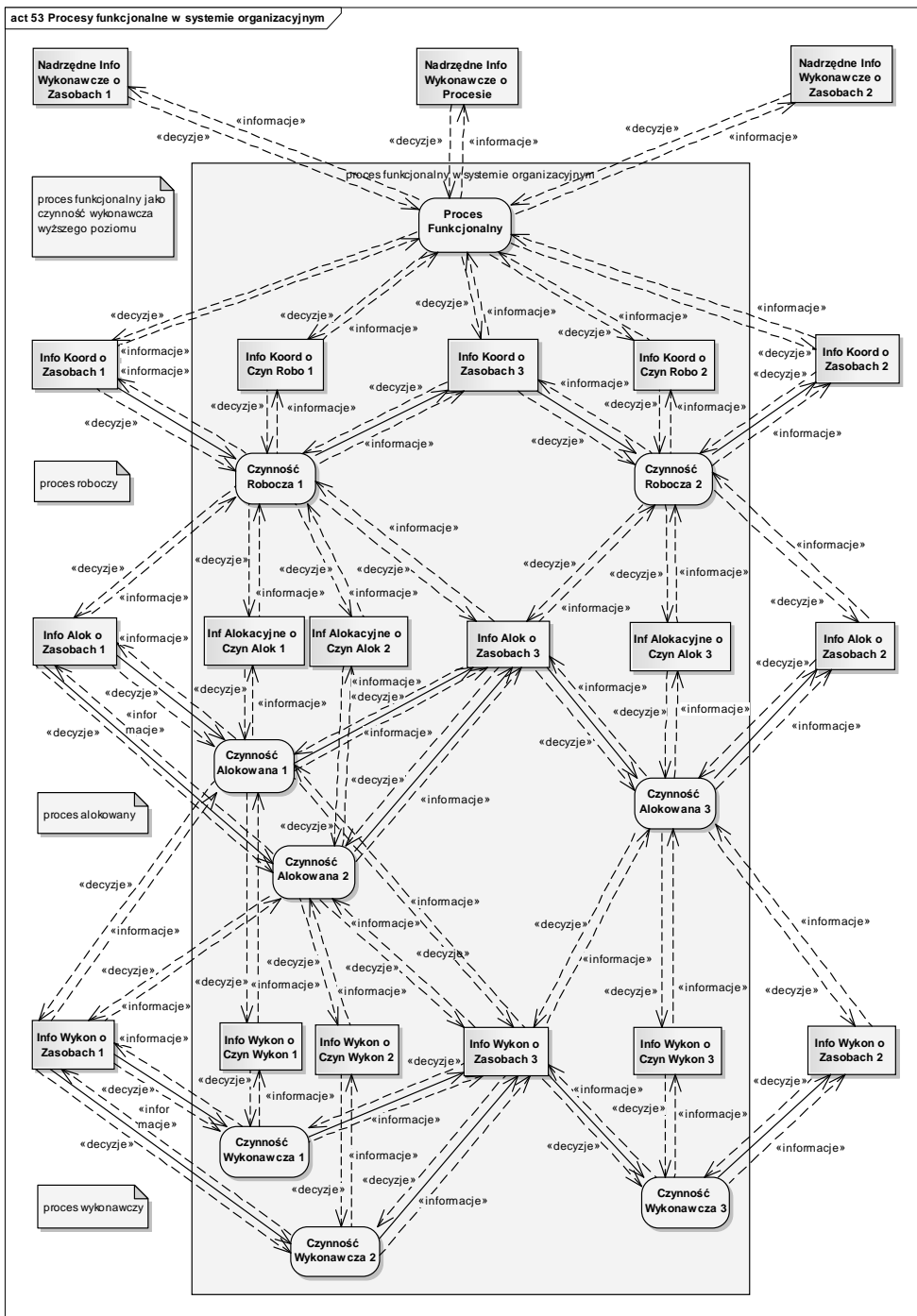
Na każdym poziomie występują wszystkie lub niektóre z następujących warstw:

- koordynacji podsystemów roboczych w systemach organizacyjnych,
- alokacji zadań podsystemów roboczych do podsystemów organizacyjnych (w systemach elementarnych – sterowania bezpośredniego, albo elementarnego przetwarzania danych),
- restrukturyzacji (zmian struktur wewnętrznych) podsystemów organizacyjnych i ich podsystemów funkcjonalnych (w systemach elementarnych – przetwarzania sygnałów wejściowych na sygnały pomiarowe bazowych obiektów sterowania),
- transferu danych między jednostkami sterującymi systemów organizacyjnych i ich podsystemami administracyjnymi oraz
- harmonogramowania zleceń dla podsystemów wykonawczych (które są także systemami organizacyjnymi niższego poziomu).

### 3. Procesy biznesowe i podsystemy funkcjonalne

Każda jednostka sterująca, z wyjątkiem jednostek funkcjonalnych obiektów bazowych, wysyła decyzje do jednostek sterujących warstw niższych i odbiera z nich potrzebne jej informacje. System jednostek sterujących i rozdzielających je miejsc informacji, podporządkowanych danej jednostce sterującej lub jednostkom sterującym względem niej podrzędnym, nazywa się podsystemem funkcjonalnym (rys. 1). Jednostka sterująca, rozpatrywana jako obiekt sterowania odbierający decyzje z jednostek sterujących warstw wyższych i wysyłający do nich potrzebne im informacje, nazywa się jednostką funkcjonalną. Każdy podsystem funkcjonalny ma dokładnie jedną jednostkę funkcjonalną. Każda jednostka funkcjonalna zawiera czynnościowe jednostki funkcjonalne odpowiadające czynnościom, które mogą być wykonywane w danym podsystemie funkcjonalnym. Z punktu widzenia jednostek sterujących wyższych warstw czynnościowe jednostki funkcjonalne reprezentują odpowiednie czynności funkcjonalne. Dlatego właśnie na diagramie z rys. 2 jednostki te pokazano jako czynności funkcjonalne (robocze, alokowane i wykonawcze).

Proces biznesowy jest to uporządkowany zbiór czynności funkcjonalnych i rozdzielających je zasobów umiejscowionych (rys. 2) [14]. Łatwo zauważyć, że definicja ta nie pokrywa się z definicją APICS, zgodnie z którą proces biznesowy jest to zbiór logicznie powiązanych zadań lub czynności, wykonywanych aby uzyskać określony wynik biznesowy [2]. W definicji zgodnej z teorią EPC występują zasoby umiejscowione, przetwarzane lub używane przez czynności procesu, na co w definicji APICS, a także w wielu innych popularnych definicjach nie zwraca się uwagi. Tymczasem w teorii EPC założenie o rozdzieleniu czynności przez zasoby ma istotne znaczenie dla formalnego opisu



Rys. 2. Procesy funkcjonalne w systemie organizacyjnym

struktury procesów. Zasoby wyjściowe danej czynności są zasobami wejściowymi dla innych czynności. W ten sposób porządek czynności w procesie biznesowym jest definiowany przez wejścia i wyjścia zasobowe czynności funkcjonalnych. Ma to istotne znaczenie praktyczne, ponieważ wejścia zasobów umiejscowionych do czynności funkcjonalnych, jak również analogiczne wyjścia oraz wejścia i wyjścia miejsc zasobowych do i z podsystemów funkcjonalnych, można łatwo zapisać jako skojarzenia ich identyfikatorów w tabelach relacyjnej bazy danych systemu EPC [13]. Z punktu widzenia inżynierii zarządzania i inżynierii produkcji prosty model formalny struktury procesów biznesowych jest zaletą teorii EPC.

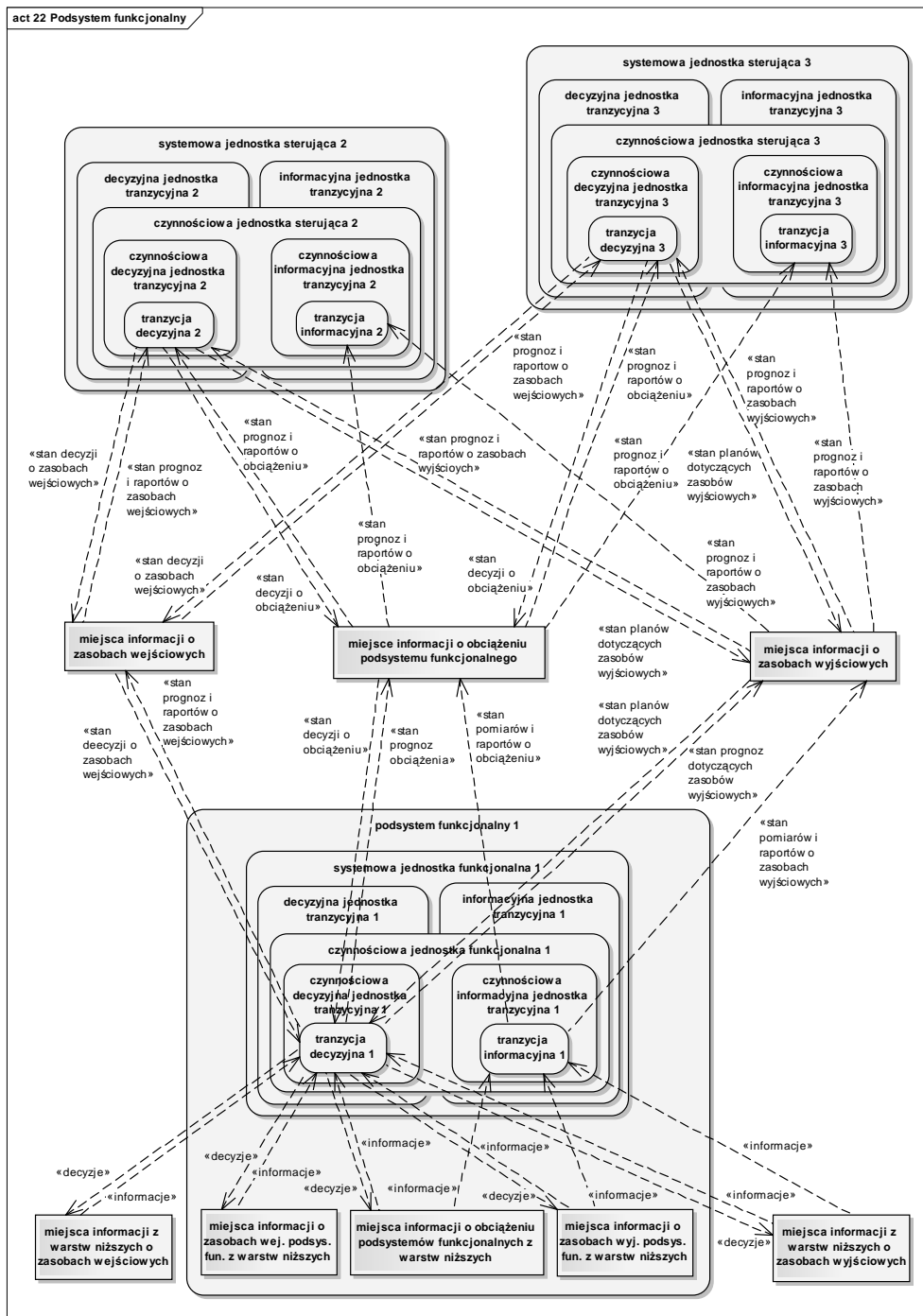
Ważnym przypadkiem szczególnym podsystemu funkcjonalnego jest system organizacyjny. Jest to część systemu EPC przeznaczona do wykonywania określonego zbioru procesów funkcjonalnych, przy czym proces funkcjonalny jest to proces biznesowy wykonywany w jednym systemie organizacyjnym [13, 14] (rys. 2). Analogicznie, każdy z podsystemów funkcjonalnych danego systemu organizacyjnego jest przeznaczony do wykonywania określonego zbioru czynności funkcjonalnych. W zależności od warstwy, do której należą podsystemy funkcjonalne, podsystemy te, czynności funkcjonalne oraz procesy funkcjonalne i biznesowe przyjmują następujące nazwy:

podsystem roboczy	czynność robocza	proces roboczy
podsystem strukturalny	czynność strukturalna	-----
podsystem administracyjny	czynność administracyjna	-----
podsystem organizacyjny	czynność alokowana	proces alokowany
podsystem wykonawczy	czynność wykonawcza	proces wykonawczy
podsystem elementarny	czynność elementarna	proces elementarny
bazowy obiekt sterowania	czynność bazowa	proces bazowy

System organizacyjny i proces funkcjonalny są odpowiednio podsystemem wykonawczym i czynnością wykonawczą wyższego poziomu (rys. 2.). Podsystemy strukturalne i administracyjne oraz ich czynności uczestniczą w sterowaniu procesami funkcjonalnymi, ale same nie biorą udziału w tych procesach [13]. Pozostałe podsystemy funkcjonalne nazywamy podsystemami procesowymi.

#### 4. Sieć tranzycji i miejsc informacji szkieletowego systemu EPC

Z punktu widzenia inżynierii programowania szkieletowy system EPC jest siecią tranzycji, będących umiejscowieniami procedur przetwarzania informacji, i rozdzielających je miejsc informacji. Struktura tej sieci, wzorowana na sieciach Petriego [6], jest jednoznacznie związana ze strukturą sieci jednostek sterujących i miejsc informacji szkieletowego systemu EPC. Jest tak, ponieważ każda tranzycja należy do jednej, określonej czynnościowej jednostki tranzycyjnej, a ta – do jednej, określonej, systemowej jednostki tranzycyjnej (rys. 3.) [14]. Każda jednostka sterująca (systemowa i czynnościowa) zawiera jedną decyzyjną i jedną informacyjną jednostkę tranzycyjną. Tranzycje z decyzyjnej jednostki tranzycyjnej przetwarzają decyzje z warstw wyższych i informacje z warstw niższych na decyzje dotyczące warstw niższych, a także na plany dotyczące skutków decyzji w warstwach niższych i na prognozy dotyczące tych skutków w warstwach wyższych (rys. 3.) [14]. Tranzycje z informacyjnej jednostki tranzycyjnej przetwarzają informacje z warstw niższych na informacje potrzebne w warstwach wyższych.



Rys. 3. Podsystem funkcjonalny i jego sprzężenia z jednostkami sterującymi

W związku z przynależnością tranzycji do sterujących i funkcjonalnych jednostek tranzycyjnych dzielimy je na tranzycje sterujące i funkcjonalne oraz na decyzyjne i informacyjne, przy czym pierwszy z tych podziałów nie jest rozłączny. Wykonania decyzyjnych tranzycji funkcjonalnych rozpoczynają wykonania danej czynności funkcjonalnej, a wykonania informacyjnych tranzycji funkcjonalnych je kończą.

W sieci miejsc i tranzycji systemu EPC każdej przyległości miejsca informacji do tranzycji (np. wejściu zasobowemu tranzycji) odpowiada jedno zbiorowe wejście informacji z miejsca do tranzycji i jedno zbiorowe wyjście informacji z tranzycji do miejsca. Informacyjne wejścia z warstw wyższych do tranzycji funkcjonalnych danego podsystemu funkcjonalnego i ich wyjścia do warstw wyższych są wejściami i wyjściami tego podsystemu jako obiektu sterowania dla jednostek sterujących systemu EPC (rys. 3.).

## 5. Szkieletowy system EPC jako szkielet systemu EPC użytkownika

Najbardziej naturalnym zastosowaniem szkieletowego systemu EPC jest wykorzystanie go do budowy własnego systemu EPC użytkownika (rys. 4). W tym celu należy

- wytypować w szkieletowym systemie EPC te jednostki sterujące i sprzężenia między nimi, które mają być aktywne zgodnie z przyjętymi metodami zarządzania i sterowania procesami w przedsiębiorstwie użytkownika,
- do aktywnych jednostek tranzycyjnych wprowadzić tranzycje odpowiadające procedurom zgodnym z przyjętymi metodami zarządzania i sterowania procesami,
- opracować bibliotekę procedur tranzycyjnych, z której procedury mogą być wywoływane przez tranzycje szkieletowego systemu EPC oraz
- wypełnić bazę danych szkieletowego systemu EPC danymi użytkownika.

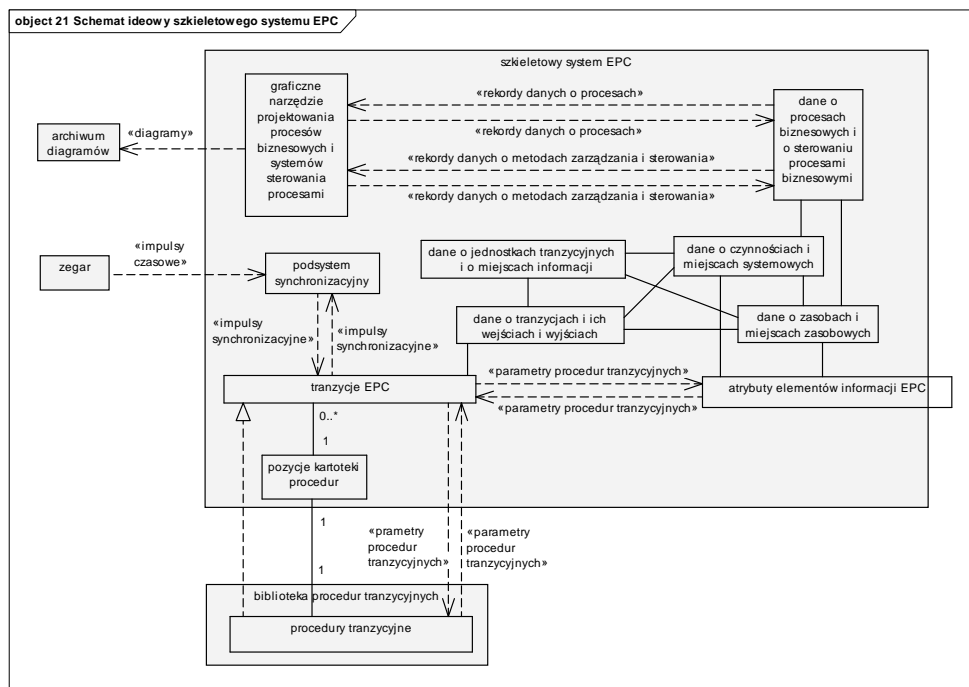
Każdej tranzycji odpowiada dokładnie jedna procedura tranzycyjna, ale ta sama procedura może być wywołana z biblioteki przez różne tranzycje. Zatem procedury tranzycyjne nie są na stałe związane z tranzycjami, co zapewnia odpowiednią elastyczność szkieletowego systemu EPC. Wykonania tranzycji są transakcjami bazodanowymi. W danej chwili czasu dyskretnego może wystąpić co najwyżej jedna transakcja będąca wykonaniem danej tranzycji.

Szkieletowy system EPC ma własną relacyjną bazę danych, w której zapisuje się strukturę wszystkich procesów biznesowych danego przedsiębiorstwa, jak również wszystkie informacje potrzebne do bieżącego zarządzania tymi procesami oraz do sterowania procesami wewnętrznymi stanowisk roboczych przedsiębiorstwa. Wszystkie tabele bazy danych są albo rodzajami informacji, albo podklasami tabel rodzajów informacji. Wiersze tabel rodzajów informacji nazywamy elementami informacji. Atrybuty elementów informacji są współrzędnymi stanu systemu EPC. Można je wskazać podając nazwę tabeli, numer wiersza oraz nazwę kolumny, albo numer rodzaju informacji, numer elementu informacji danego rodzaju oraz numer atrybutu rodzaju informacji. Wzmiankowane wyżej miejsca informacji są rozłącznymi zbiorami elementów informacji. Wejścia i wyjścia tranzycji są określone przez ich asocjacje z atrybutami elementów informacji umiejscowionych w sąsiadujących z nimi miejscach informacji. Na obecnym etapie prac nad teorią EPC tabel rodzajów informacji jest 191, a atrybutów strukturalnych, spośród których pochodzą ich atrybuty kluczowe, jest 27. Ze względu na uniwersalność szkieletowego systemu EPC liczby te wydają się bardzo małe.

W danej chwili czasu dyskretnego wartości atrybutów elementów informacji mogą zmieniać się wielokrotnie w wyniku wykonań tranzycji sąsiadujących z miejscami tych elementów. Zatem wartość współrzędnej stanu po ostatniej z tych transakcji, którą

umownie nazywamy wartością współrzędnej stanu w chwili początkowej okresu planistycznego, jest różna od wartości występujących bezpośrednio po wcześniejszych transakcjach przypisanych do tej chwili. Wartość stanu w chwili początkowej okresu planistycznego może być wykorzystana w chwili początkowej okresu następnego jako wartość stanu poprzedniego. Dlatego jest ważne, że wartość stanu w danej chwili zależy od kolejności wykonania tranzycji. Aby uniknąć niejednoznaczności w systemie EPC narzuca się odpowiednie warunki na tę kolejność. Najważniejszym z nich jest określona kolejność faz przetwarzania danych, inicjowanych przez impulsy z podsystemu synchronizacyjnego (rys. 4.), przy czym faza przetwarzania danych jest to zbiór wszystkich tranzycji decyzyjnych z danej warstwy funkcjonalnej, albo analogiczny zbiór tranzycji informacyjnych [12, 13]. W razie potrzeby narzuca się dodatkowe warunki na kolejność działania tranzycji należących do tej samej fazy, w tym na kolejność działania tranzycji z tej samej jednostki tranzycyjnej. Można to zrobić za pomocą diagramów czynności języka UML [11].

Szkieletowy system EPC zawiera podsystem modelowania procesów biznesowych, który przetwarza diagramy procesów, sporządzone przez użytkownika zgodnie z zasadami teorii EPC, na relacyjny zapis struktury przedsiębiorstwa (rys. 4.). Struktura procesów, dowolnie modyfikowana przez projektantów, jest sztywno związana ze zbiorami tranzycji, jak również ze strukturą sprzężeń między tranzycjami. Jest też sztywno związana ze strukturą zleceń wykonania tych procesów oraz planów, raportów i wszelkich innych danych potrzebnych do bieżącego zarządzania i sterowania procesami w przedsiębiorstwie. Z drugiej strony procedury, wywoływane przez tranzycje z biblioteki procedur tranzycyjnych, nie muszą być zmieniane po zmianach struktury procesów. Dzięki temu sama zmiana struktury procesów nie wymaga żadnych zmian oprogramowania systemu.



Rys. 4. Szkieletowy system EPC jako szkielet systemu EPC użytkownika

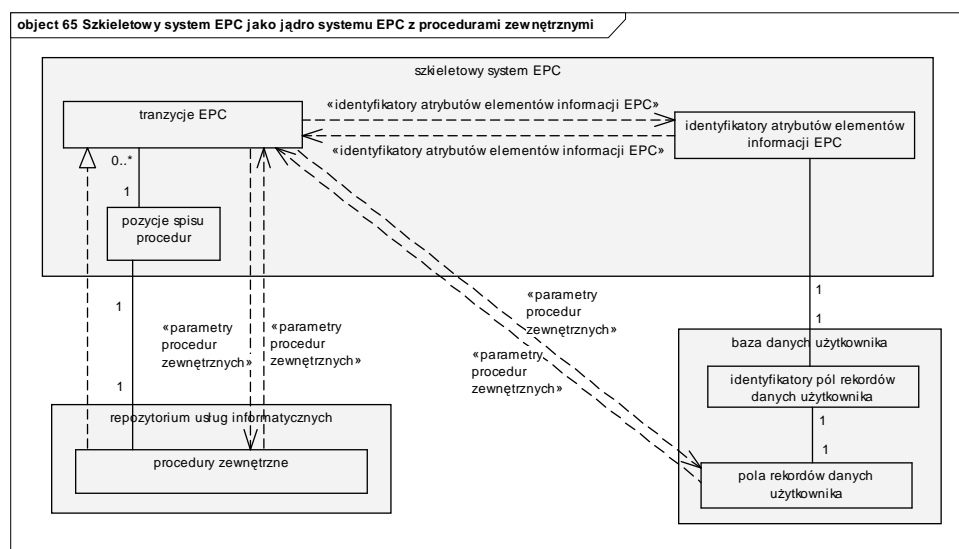


Jest to nowy sposób na realizację postulatu „trzeciej fali” rozwoju metod zarządzania przedsiębiorstwami: „Nie buduj mostów nad murem dzielącym biznes i informatykę, – usuń go!” [9]. Oczywiście, na życzenie użytkownika i niezależnie od zmian struktury procesów, zawsze możliwa jest zmiana treści procedur, albo zmiana przyporządkowania procedur do tranzycji. Co więcej, w przypadku strukturalnych zmian metod zarządzania można odpowiednio zmienić wybór sprzężeń aktywnych w zbiorze wszystkich sprzężeń szkieletowego systemu EPC.

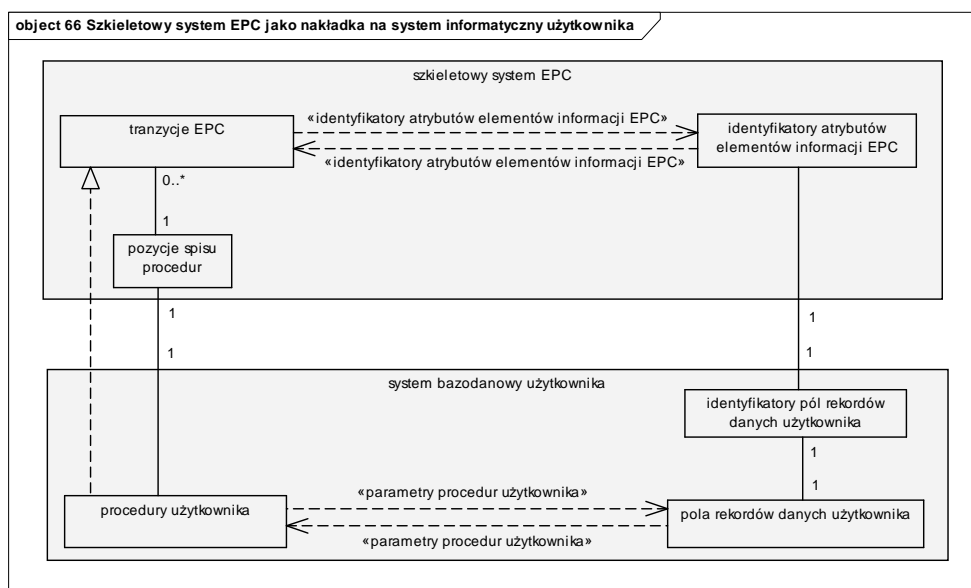
W kwestii integracji systemów ERP, MES i SCADA-PLC teoria EPC proponuje rozwiązania równie radykalne. Zamiast budować interfejsy między tymi systemami, np. takie jak opisywane przez standard ISA-95 [1], można zbudować jeden system EPC, którego funkcje obejmują zadania wszystkich poziomów organizacyjnych przedsiębiorstwa, i w ten sposób uniknąć potrzeby budowy tych interfejsów. Oczywiście, usuwa to tylko problemy strukturalne interfejsów, ale nie problemy techniczne przesyłu informacji między komputerami i różnymi innymi urządzeniami technicznymi wchodzącymi w skład zintegrowanego systemu.

## 6. Kooperacyjne systemy EPC

Tworzenie od podstaw systemu EPC użytkownika może być znacznie przyspieszone dzięki zastosowaniu szkieletowego systemu EPC. Mimo to może zająć dużo czasu nawet wtedy, gdy korzysta się z jego elementów już istniejących w przedsiębiorstwie. Dlatego warto rozpatrzyć możliwości zastosowania szkieletowego systemu EPC przy zachowaniu istniejących systemów informatycznych przedsiębiorstwa lub ich części. W takim, kooperacyjnym systemie EPC szkieletowy system EPC jest tylko jądrem systemu, natomiast dane są przechowywane w bazie danych istniejącej już w przedsiębiorstwie użytkownika, a zamiast własnej biblioteki procedur tranzycyjnych korzysta się z repozytorium procedur zewnętrznych, wykonywanych na serwerach dostawców usług



Rys. 5. Przepływ informacji między szkieletowym systemem EPC, repozytorium usług informatycznych i bazą danych użytkownika



Rys. 6. Przepływ informacji między szkieletowym systemem EPC i istniejącym systemem informatycznym użytkownika

informatycznych (rys. 5.), albo z procedur przetwarzania danych w systemie bazodanowym użytkownika (rys. 6.). W drugim przypadku transzycje szkieletowego systemu EPC wywołują istniejące wcześniej procedury użytkownika, ale nie pośredniczą w przekazywaniu informacji między nimi i bazą danych (rys. 6). W obu przypadkach szkieletowy system EPC musi „znać” adresy procedur tranzycyjnych i identyfikatory wszystkich atrybutów rekordów w bazie danych użytkownika. Warunek ten jest reprezentowany przez asocjacje 1 do 1 między spisem procedur tranzycyjnych w systemie EPC i zbiorem procedur zewnętrznych lub zbiorem procedur użytkownika oraz między kartoteką atrybutów elementów informacji w systemie EPC i kartoteką pól wierszy w tabelach bazy danych użytkownika. Współczesne technologie informatyczne, które umożliwiają spełnienie tego warunku, są omawiane w [4].

## 7. Szkieletowy system EPC jako symulator sterowania procesami biznesowymi

Szkieletowy system EPC może działać jako symulator systemów sterowania procesami biznesowymi. W tym zastosowaniu podsystem synchronizacyjny (rys. 4.) jest taktowany czasem symulacyjnym, a nie czasem rzeczywistym. Struktura przepływu informacji (rys. 1, 2, 3) pozostaje bez zmian, a w jej ramach uaktywnia się tylko te elementy systemu, które są przedmiotem danego eksperymentu symulacyjnego. Aby porównać skuteczność różnych metod podejmowania decyzji można zmieniać wybór sprzężeń aktywnych w zbiorze wszystkich sprzężeń szkieletowego systemu EPC oraz przydział procedur przetwarzania informacji do transzycji w kolejnych eksperymentach symulacyjnych, prowadzonych przy tym samym stanie początkowym i przy takich samych zewnętrznych oddziaływaniach na symulowany system.

Dla podsystemów funkcjonalnych będących bazowymi obiektami sterowania stan następnym ich obciążenia oraz ich zasobów wejściowych i wyjściowych nie wynika z raportów dostarczanych przez tranzytacje z warstw niższych, ale z prognoz obliczanych na podstawie odpowiednich modeli symulacyjnych (rys. 3). Obiektami bazowymi nie muszą być obiekty sterowania bezpośredniego. W symulowanym systemie EPC można odciąć dowolną liczbę warstw niższych, a podsystemami bazowymi mogą być np. wydziały w zakładach przedsiębiorstwa, które są obiektami sterowania dla jednostek sterujących planowania koordynacyjnego. Z drugiej strony, jednostką funkcjonalną symulowanego systemu może być dowolna jednostka sterująca, a niekoniecznie jednostka zarządzania nadzorczego całym przedsiębiorstwem.

Znane komercyjne systemy do modelowania i symulacji procesów biznesowych (np. ARIS [5]) modelują procesy jako uporządkowane zbiory podprocesów (o określonych czasach wykonania) i miejsc pamięci o zdarzeniach (np. o zakończeniach wykonania podprocesów) oraz bramek logicznych, które sterują przepływem prac na podstawie informacji o zdarzeniach [3, 5]. Możliwe jest też modelowanie procesów wielopoziomowych (których podprocesy są procesami niższego poziomu). Nowe możliwości szkieletowego systemu EPC jako symulatora procesów, to m. in.:

- 1) modelowanie w stadiach biernych nie tylko zdarzeń warunkujących uruchamianie podprocesów, ale też zasobów przetwarzanych lub używanych przez podprocesy wraz z ich atrybutami,
- 2) modelowanie nie tylko procesów wielopoziomowych, ale i wielowarstwowych (z wieloma warstwami funkcjonalnymi),
- 3) modelowanie nie tylko czasów wykonania podprocesów i logicznych reguł decyzyjnych, ale też procedur tranzycyjnych o dowolnym stopniu złożoności (łącznie z procedurami optymalizacyjnymi).

Jednak zasadnicza różnica między szkieletowym systemem EPC i symulatorami procesów to fakt, że system ten jako symulator służy do modelowania i symulacji systemów sterowania procesami biznesowymi, a nie tylko samych procesów biznesowych.

Ponadto warto zwrócić uwagę na możliwość dwójakiego, równoczesnego wykorzystania wielu egzemplarzy szkieletowego systemu EPC:

- 1) jednego do bieżącego zarządzania procesami przedsiębiorstwa, z rzeczywistym czasem zegarowym,
- 2) a pozostałych do symulacji, która z punktu widzenia inżynierii zarządzania byłaby wykonywana w formie procesów administracyjnych, inicjowanych przez tranzytacje z tych jednostek tranzycyjnych zarządzania bieżącego, które potrzebują wyników symulacji jako wsparcia dla podejmowanych decyzji (np. decyzji o restrukturyzacji procesów).

## 8. Wnioski i uwagi końcowe

Szkieletowy system EPC (sterowania procesami przedsiębiorstwa) może być zastosowany w przedsiębiorstwie dowolnej branży i wielkości

- jako szkielet nowego zintegrowanego systemu zarządzania i sterowania procesami przedsiębiorstwa,
- jako jądro systemu EPC obejmującego istniejącą bazę danych użytkownika i serwery dostawców usług informatycznych,
- jako nakładka na bazodanowy system zarządzania istniejący w przedsiębiorstwie użytkownika,

- jako narzędzie modelowania i symulacji procesów biznesowych i systemów sterowania tymi procesami, umożliwiające analizę bardziej szczegółową niż w przypadku aktualnie dostępnego oprogramowania.

W pierwszych trzech zastosowaniach szkieletowy system EPC jest platformą integracji wszystkich poziomów i warstw funkcjonalnych przedsiębiorstwa, od jednostki nadzoru właścicielskiego do procesów wewnątrz stanowisk roboczych, która eliminuje potrzebę jakichkolwiek interfejsów między systemami ERP, MES i SCADA-PLC. Przy tym zmiany struktury procesów biznesowych, wprowadzanych przez projektantów za pomocą narzędzia graficznego, należącego do szkieletowego systemu EPC, powodują automatyczną korektę całego oprogramowania systemu.

Opis szkieletowego systemu EPC jest częścią teorii EPC, która definiuje podstawowe pojęcia zarządzania i sterowania procesami przedsiębiorstwa oraz związki między nimi ze ścisłością wymaganą przy projektowaniu systemów informatycznych. Ścisłość ta narzuca konieczność doprecyzowania wielu pojęć, nawet tak podstawowych, jak „proces biznesowy” i „zasób”. Proces biznesowy jest zbiorem nie tylko czynności (jak w definicji APICS [2]), lecz także rozdzielających je zasobów. „Zasób” jest zawsze bytem biernym (przetwarzanym lub używanym przez czynności procesów) i nie może być interpretowany jako czynny uczestnik procesów, co milcząco zakłada się w wielu publikacjach i co sugeruje definicja „uczestnika przepływu prac” ze standardu WFMC [10]. Intuicyjność definicji i interdyscyplinarność wielu pojęć z obszaru zarządzania i sterowania procesami w przedsiębiorstwach wskazuje na potrzebę ich dyskusji z udziałem specjalistów z inżynierii zarządzania, inżynierii produkcji, inżynierii programowania i automatyki. Teoria EPC może być punktem wyjścia do takiej dyskusji.

*Praca finansowana w ramach badań statutowych Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.*

## **Literatura**

1. ANSI/ISA-95: Enterprise-Control System Integration. Part 1,2,3,5. 2000-2007.
2. Blackstone J.H., Cox J.F.: APICS Dictionary. 10 Edition 2002. 11 Edition 2005.
3. Business Process Model and Notation (BPMN), v.2.0. 2010, <http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doclist.pl>
4. Buchwald P.: Mechanizmy integracji danych i logiki biznesowej w kooperacyjnych systemach sterowania procesami przedsiębiorstwa. W: Knosala R. (red.) „Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie”, Oficyna Wyd. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2011.
5. Davis R., Brabander E.: ARIS Design Platform. Getting Started with BPM. Springer-Verlag, Berlin, 2007.
6. Jensen K.: Coloured Petri Nets. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
7. Kasprzak T. (red.): Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu. Difin. Warszawa, 2005.
8. Scheer A.-W.: Business Process Engineering. Reference Models for Industrial Enterprises. Springer-Verlag, 1994.
9. Smith H., Fingar P.: Business Process Management. The Third Wave. Meghan-Kiffer Press, Tampa, USA, 2003.
10. WFMC Terminology and Glossary. Doc. N. WFMC-TC-1011, Issue 3.0, 1999.

11. Wrycza St., Marcinkowski B., Wyrzykowski K.: Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych. Helion, 2005.
12. Zaborowski M.: Outline of the Enterprise Resource Control Systems Architecture. Advances in Intelligent and Soft Computing, vol. 64, Springer-Verlag, Berlin 2009, pp. 131-140.
13. Zaborowski M.: The EPC theory. Basic Notions of Enterprise Process Control, Management and Production Engineering Review. Vol. 1, No 3, September, 2010.
14. Zaborowski M.: The EPC theory. Couplings between Transitions in Enterprise Process Control Systems. Management and Production Engineering Review. Vol. 1, No 4, December, 2010.

Dr hab. inż. Mirosław ZABOROWSKI  
Katedra Informatyki  
Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej  
41-300 Dąbrowa Górnicza, ul. Cieplaka 1c  
e-mail: m.zaborowski@neostrada.pl