

PROBLEMY INTEGRACJI SYSTEMÓW IT ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

Rafał KLAUS, Tomasz STRÓŻYK

Streszczenie: W celu zapewnienia dostępu do aktualnych danych w systemach zarządzających produkcją i przedsiębiorstwem konieczne jest dokonanie integracji poszczególnych systemów, tak by na bieżąco mogły się między sobą komunikować. Integracja systemów nie jest jednak łatwym zadaniem. Jednym z powodów jest znaczna liczba programów z oryginalnymi, niepowtarzalnymi rozwiązaniami interfejsów, innym jest różnorodność przedsiębiorstw produkcyjnych. Powstanie standardów miało ułatwić integrację. Tymczasem ilość standardów wprowadziła kolejne komplikacje. W artykule autorzy podejmą próbę doboru i łączenia standardów w procesie integracji.

Słowa kluczowe: integracja systemów ERP-MES-SCADA; standardy ISA-95, ISA-88, B2MML, OAGIS.

1. Wprowadzenie

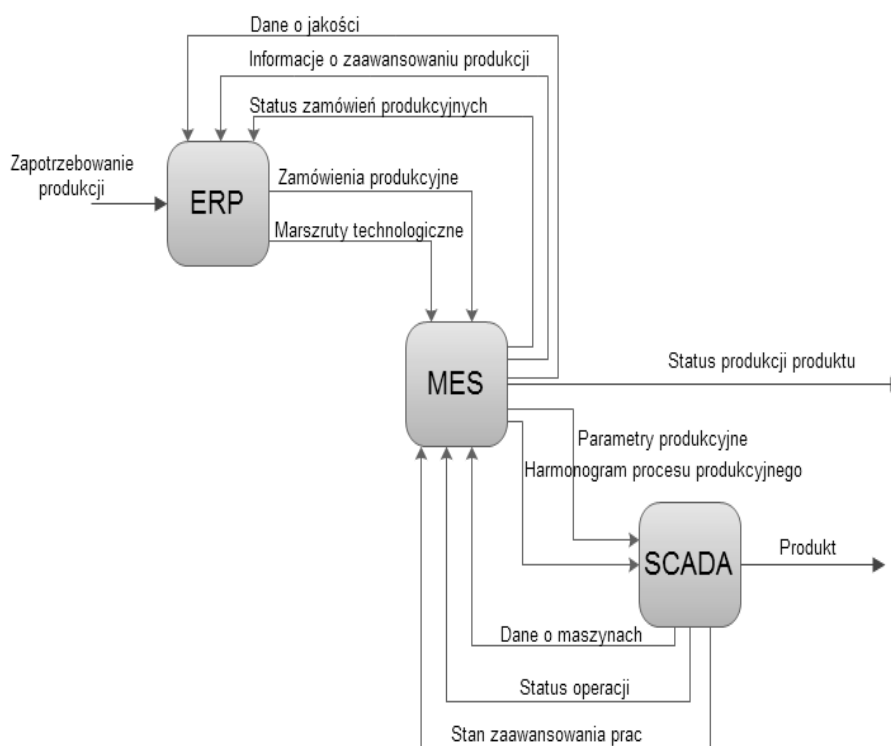
Wszystko co tworzy dobrze prosperującą firmę musi współgrać z jej pozostałymi elementami. Dotyczy to maszyn w fabryce, pracowników na różnych szczeblach, a także systemów informatycznych. Bezproblemowe współdziałanie systemów informatycznych ułatwia komunikację pomiędzy działami firmy. W przedsiębiorstwach można spotkać się z wieloma typami integracji. Najciekawszy przypadek dotyczy integracji pionowej od systemów sterowania na liniach produkcyjnych do systemów zarządzania przedsiębiorstwem SCADA-MES-ERP.

System ERP (Enterprise Resource Planning) jako główny zarządcą spraw przedsiębiorstwa decyduje o rozpoczęciu produkcji. Informacje o zapotrzebowaniu na dany produkt są przetwarzane przez ERP i rozwijane są plany produkcyjne. Opierając się na zapotrzebowaniach produktowych, decyduje o istotnych aspektach przebiegu procesu produkcyjnego oraz harmonogramie pracy. Uzyskane informacje w postaci konkretnych zamówień produkcyjnych i harmonogramów prac przesyła do niższego poziomu – MES (Manufacturing Execution System).

MES otrzymując informacje dotyczące ogólnego planu produkcyjnego od ERP i korzystając z tych informacji i posiadanych danych o stanie zakładu produkcyjnego zarządza wyposażeniem produkującym, pracownikami i materiałami. Optymalizując całościowy proces produkcji przesyła informacje do systemów produkcyjnych o parametrach z jakimi ma wykonywać się produkcja oraz szczegółowym harmonogramie przebiegu produkcji w zakładzie. System na tym poziomie zapewnia stałe dostęp do statusu zaawansowania produkcji towaru.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) po otrzymaniu danych od poprzedniego systemu jest gotowa do rozpoczęcia (sterowania) produkcji. Pozwalają zbierać i zarządzać informacjami o wytwarzaniu i gromadzeniu produktów, jakości wyrobów. Monitoruje i kontroluje procesy zachodzące na stanowiskach produkcyjnych, a w razie odchylenia od norm wykrywa to. Te informacje, poza wykorzystaniem ich przez

SCADA, służą jako źródło danych dla systemu położonego wyżej. Do informacji, które są istotne dla systemu MES, można zaliczyć aktualny postęp prac produkcyjnych, informacje o maszynach i materiałach, a także status konkretnych operacji. MES wykorzystując je rozsyła zmienione dane do SCADA i również informacje do zintegrowanego ERP. Dane te obejmują m. in. informacje o jakości wytwarzanych produktów, status wystawionego zlecenia produkcyjnego a także zaawansowania produkcji towarów. Aktualizując bazę wiedzy o nowe dane system ERP jest w stanie podejmować trafniejsze decyzje.



Rys. 1. Przepływ danych pomiędzy systemami

SCADA po otrzymaniu danych od poprzedniego systemu jest gotowa do rozpoczęcia (reorganizacji) produkcji. Pozwalają zbierać i zarządzać informacjami o wytwarzaniu i gromadzeniu produktów, jakości wyrobów. Monitoruje i kontroluje procesy zachodzące na stanowiskach produkcyjnych, a w razie odchyień od norm wykrywa to. Te informacje, poza wykorzystaniem ich przez SCADA, służą jako źródło danych dla systemu położonego wyżej. Do informacji, które są istotne dla systemu MES, można zaliczyć aktualny postęp prac produkcyjnych, informacje o maszynach i materiałach, a także status konkretnych operacji. MES wykorzystując je rozsyła zmienione dane do SCADA i również informacje do zintegrowanego ERP. Dane te obejmują m. in. informacje o jakości wytwarzanych produktów, status wystawionego zlecenia produkcyjnego a także zaawansowania produkcji towarów. Aktualizując bazę wiedzy o nowe dane system ERP jest w stanie podejmować trafniejsze decyzje.

2. Standardy integracji

2.1. ISA-95

Ideą wprowadzenia standardu w 2000 roku było ujednoczenie interfejsu wymiany danych wśród dostawców systemów ERP i MES. Standard ISA – 95 przedstawia przedsiębiorstwo dzieląc je z punktu widzenia produkcji na 5 poziomów:

- Poziom 0 definiuje faktyczny proces fizycznie odbywający się na produkcji.
- Poziom 1 definiuje czynności używane przez czujniki działającej produkcji oraz wykorzystywane przy dokonywanych zmian fizycznego procesu.
- Poziom 2 definiuje czynności takie jak monitorowanie, zarządzanie fizycznym procesem produkcyjnym, zarówno przez kierownika produkcji jak i automatyczne maszyny wyposażone w czujniki.
- Poziom 3 definiuje czynności produkcyjne, harmonogramy które niezbędne są do wytworzenia końcowego produktu. Analizuje dane z fabryki, zarządza nimi i optymalizuje czynności odbywające się na produkcji.
- Poziom 4 odzwierciedla procesy biznesowe: tworzy ogólny harmonogram procesu produkcyjnego, używanych materiałów, faktycznego przebiegu produkcji, dostaw, sprzedaży. Decyduje o konkretnych surowcach. Działa w jednostkach czasowych od dni, przez tygodnie aż do miesięcy.

Można więc zauważyć, że poszczególne poziomy odpowiadają faktycznym klasom systemów informatycznych: poziom 4 pokrywa działanie systemu ERP, 3 – systemu zarządzania operacjami produkcji – w normie używany jako MOM (Manufacturing Operations Management), poziomy 2 i 1 wspólnie należą do dziedziny zadań systemu SCADA. Poziom 0 to już konkretne maszyny, gdzie działają maszyny opierając się m. in. na sterownikach PLC.

Oczywiście poza wyżej wymienionymi poziomami można rozszerzyć definicję o wyższe (np. poziom międzyfirmowy). Dodatkowo opisane poziomy zawierają czynności niedefiniujące produkcji, i nie są one z punktu widzenia procesu produkcyjnego istotne.

2.2. ISA-88

ISA-88 jest standardem mającym na celu wspomaganie zakładów produkcyjnych w elastyczny sposób. Definiuje modele, terminologie i transakcje dziejące się w poziomie 2. Znajduje zastosowanie głównie w produkcjach wsadowych, ale można ją także wykorzystać w dyskretnych i ciągłych [14]. Tabela 1 przedstawia różnice między standardami ISA-95 a ISA-88.

Tab. 1. Różnice pomiędzy standardami ISA - 95 a ISA - 88

	ISA-95	ISA-88
Ukierunkowanie zainteresowań	Definicja przepływu danych produkcyjnych i wymiany informacji dla systemów zarządzania produkcją.	Fizyczna produkcja wsadowa (również także innego typu).
Podstawy koncepcyjne odnoszące się do funkcji zarządzania produkcją	Elastyczna struktura funkcji zarządzania produkcją połączona z wymaganiami biznesowymi.	Wie o istnieniu, jednak nie adresuje funkcji zarządzania produkcją.
Podstawy koncepcyjne odnoszące się do zarządzania procesem	Krótko i zwięźle adresuje główne i najpopularniejsze czynności kontroli procesu.	Szczegółowo definiuje w oparciu o zapasy strukturę kontroli procesu oraz funkcje dotyczące zarządzania zapasami.

Główne obszary zainteresowań	Funkcje biznesowe oraz poziom niższe dotyczące zarządzania produkcją, a także interakcje między nimi, bez faktycznego procesu produkcyjnego.	Niższy poziom, kontrola i koordynacja procesu produkcyjnego, zapewnienie wytwarzania finalnego produktu.
Przedsiębiorstwa będące potencjalnym celem wdrożeń	Obejmuje wszystkie typy produkcji.	Z założeń produkcja wsadowa, jednak z powodzeniem wykorzystywana w innych typach produkcji.

Część obiektów zainteresowań przenika się pomiędzy standardami, a to powoduje konieczność rozstrzygnięcia kiedy używać którego standardu. Może się również zdarzyć, że pewne części nie zostaną objęte przez żaden ze standardów. Przed problemami kiedy używać którego standardu stoją użytkownicy systemów MES.

2.3. B2MML

W standardzie ISA-95 modele przesyłu informacji zostały opisane za pomocą notacji UML. Jednak żeby standard wprowadzić w życie i praktycznie go używać, potrzebny był sposób na jego implementację. ISA-95 jako norma opisująca i teoretyczna nie dostarcza takich rozwiązań. Język implementujący standard ISA-95 został utworzony równoległe do standardu, a nie wewnątrz ponieważ miał być tworzony z myślą o jego elastyczności i nieprzyporządkowania jednej technologii. B2MML (Business To Manufacturing Markup Language) jest ona pełną implementacją standardu ISA-95, co znaczy że wszystkie modele zdefiniowane w standardzie zostały również zdefiniowane w B2MML. B2MML z racji, że oparty jest na otwartej technologii XML, a co za tym idzie sam również jest otwarty i darmowy – jest niezależny od dostawców systemów. Z racji, że B2MML jest dokładnym przedstawieniem ISA-95, każda zmiana w standardzie powinna mieć dokładną zmianę w języku B2MML.

2.4. OAGIS

OAGIS (Open Application Group Integration Specification) - standard miał być bardziej elastyczny w integracjach B2B (business-to-business) oraz A2A (application-to-application). OAGIS podszedł do problemu integracji tworząc scenariusze integracyjne dla zestawów aplikacji [2]. Tabela 2 przedstawia porównanie standardów ISA-95 i OAGIS.

Tab. 2. Porównanie standardów ISA-95 i OAGIS

Atrybut	OAGIS	ISA-95/ISA-88
Obszar standardu	Koncentruje się na całościowej wymianie danych w przedsiębiorstwie. Zawiera to integracje aplikacji, zewnętrznych firm i aplikacji z systemami wykonawczymi. Standard zawiera definicje procesów biznesowych nazywanych Scenariuszami oraz Definicje Obiektów Biznesowych (BOD), które są wiadomościami wypełniającymi	Koncentruje się na integracji systemów biznesowych (Poziom 4) i zarządzających produkcją (Poziom 3) oraz operacjach i modelach w Poziomie 3. Wymiana danych przedstawiona jest za pomocą modeli czynności, funkcji i obiektów informacji. Standard ISA-88, koncentruje się na integracji procesów zachodzących w procesie produkcyjnym.

	scenariusze. Zawiera również m. in. model wiadomości, kontekstu.	
Model danych	OAGIS koncentruje się na modelu danych służących wymianie, nie na całym przedsiębiorstwie. Używa XML by dostarczać czytelne dla maszyn wersje modeli wymiany danych.	ISA-95 definiuje modele danych, które przy użyciu B2MML, przedstawiane są w postaci kodu czytelnego dla maszyn. Używając tego modelu, funkcje Poziomu 3 zbierają dane na bieżąco z produkcji, a przeanalizowane i przesłane informacje trafiają do Poziomu 4, służąc planowaniu, logistyce i zarządzaniu finansami.
Struktura informacji	Struktura modelu BOD jest niezależna od sposobu komunikacji czy przesyłu danych. Każdy BOD zawiera jednoznacznie odpisaną Część aplikacyjną (Application Area), która mówi gdzie informacja powinna zostać wysłana	Część 5 ISA-95 definiuje schemat wymiany danych pomiędzy dostawcami a użytkownikami informacji. Każda wiadomość składa się z czynności (verb) opisaną w OAGIS i podmiotu (noun) ze standardu ISA-95. Każdy podmiot składa się z jednego lub więcej obiektów danych zdefiniowanych w części 2. Transakcja ISA-95 składa się z kilku wiadomości przesłanych pomiędzy aplikacjami.
Rozszerzalność	OAGIS wychodzi naprzeciw zróżnicowanym wymaganiom różnych firm. W tym celu BODy zostały stworzone tak, by mogły być łatwo rozszerzane, wykorzystując ich zwyczajową architekturę. OAGIS zapewnia User Area Extensibility (Rozszerzalność strefy użytkownika) i Overlay Extensibility (R. Nakładania). UAE: Każdy podmiot i komponent zawiera komponent UserArea, który pozwala użytkownikowi na dodanie własnych danych. OE: dostarczany jest specjalny element, który korzystając podstawowych schematów OAGIS, jest całkowicie przeznaczony dla dodatkowych elementów.	Używając implementacji ISA-95 – B2MML, można skorzystać z możliwości rozszerzania właściwości używając schematów rozszerzających. Obiekt „property” jest używany by rozszerzyć właściwości obiektu.
Wsparcie dostawców	Implementacje korzystające z OAGIS znajdują się w programach korzystających z programów biznesowych: ERP, CRM i innych z 4 Poziomu, a także w systemach MES.	Dostawcy implementujący ISA-95 tworzą zazwyczaj systemy automatyki produkcyjnej. Drugą grupą są integratorzy systemów pracujących i zarządzających produkcją.

2.5. MIMOSA i OPC UP

MIMOSA / OSA-EAI - Open System Architecture for Enterprise Application Integration (OSA-EAI), jest otwartą architekturą dla integracji aplikacji przedsiębiorstwa. Specyfikacja ta została stworzona przez organizację MIMOSA (Machinery Information Management Open System Alliance), a jej dziedziną zainteresowania jest zarządzanie dobrami materialnymi przedsiębiorstwa. Powstała ona w celu integracji systemów zarządzających dobrami w przedsiębiorstwie pochodzących od różnych dostawców i różniących się interfejsami. MIMOSA dostarcza oparte informacje EAI w oparciu o XML, również dostarcza specyfikację zarządzania stanem zapasów.

OPC UA (OPC Unified Architecture) został stworzony głównie pod platformę .NET, a do komunikacji może wykorzystywać język WSDL (Web Service Definition Language). WSDL jest niezależny od platformy, co pozwala używać nowego standardu OPC na systemach innych niż Microsoftu. OPC-UA definiuje zintegrowany zbiór zmiennych, metod i wydarzeń dotyczący zarówno alarmów i wydarzeń (Alarms and Events), dostępu do danych (Data Access), historycznych danych (Historical Data Access), komend (Commands), i danych wsadowych (Batch Summaries). Dodatkowo, fundacja OPC zadbałaby nowa wersja standardu była kompatybilna wstecz. Zunifikowany model zmniejsza koszty, rozwoju, testowania i utrzymywania programów klienckich i serwera oraz ułatwia proces instalacyjny klientom.

3. Porównanie standardów

Wymienione powyżej standardy w zintegrowanych przedsiębiorstwach, mogą być używane wymiennie, ale równie dobrze mogą wspólnie egzystować. Tabela 3 przedstawia porównanie wybranych standardów pod względem siedmiu kryteriów:

1. Czy dany standard jest modelowy - czy za jego pomocą można tworzyć modele integracyjne?
2. Czy dany standard jest implementacyjny - czy za jego pomocą można wykonywać część implementacyjną integracji?
3. Czy jest zależny od platformy?
4. Zakres definicji - jakie definicje udostępnia standard?
5. Rozszerzalność - czy standard jest rozszerzalny, a jeśli tak to czy łatwo tego dokonać?
6. Podejście do modelowania/implementacji - jakie technologie są wykorzystywane?
7. Dodatki do standardu.

Tab. 3. Porównanie standardów

Lp.	ISA - 95	B2MML	OAGIS	MIMOSA	OPC UA
1	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE
2	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK
3	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
4	Definiuje modele, czynności zachodzące na linii produkcyjnej - systemy zarządzania	Definiuje to co ISA-95, tylko w formie implementacji opartej o XML.	Początkowo stworzony dla systemów zarządzających firmą, potem jego obszar się powiększył, może	Głównym obszarem są operacje na zasobach materialnych. Można go używać w	Początkowe wersje standardu operowały na niskich poziomach firmy. Specyfikacja UA łączy starsze

	firmą.		obejmować całość przedsiębiorstwa.	całym obszarze firmy.	wersje i wprowadza możliwość jej używania na wyższych poziomach firmy.
5	Nie, możliwe rozszerzenie tylko przez zmiany w implementacji standardu.	Tak, możliwe rozszerzenie właściwości obiektów.	Tak, możliwość tworzenia własnych scenariuszy, dokumentów BOD w oparciu o własne podmioty, a także rozszerzanie istniejących.	Tak, możliwość rozszerzania schematów XSD i plików XML w celu dopasowania do systemów.	Tak, możliwość rozwijania na dwa sposoby: poprzez tworzenie nowych modeli i funkcji przez członków organizacji, bądź tworzenie nowych pól na serwerach.
6	Do modelowania wykorzystywane wybrane elementy UML, jednak nie odwzorowuje dokładnie jego notacji.	Wykorzystuje pliki typu XSD jako schematy danych oraz XML jako pliki przenoszące fizyczne dane.	Wykorzystuje pliki typu XSD jako schematy danych oraz XML jako pliki przenoszące fizyczne dane. Do transportu używa web service i plików WSDL.	Wykorzystuje pliki typu XSD jako schematy danych oraz XML jako pliki przenoszące fizyczne dane. Do transportu używa web service i plików WSDL. Do przechowywania danych wykorzystuje bazy danych Oracle lub MSSQL.	Dane mogą być przesyłane za pomocą plików XML i binarów OPC. Do przesyłania WSDL, a do stworzenia serwera dostarczane są pliki w technologiach C/C++, .NET i Java.
7	BRAK	Gotowe pliki XSD definiujące modele i dokumentacja.	Pliki XSD z BODami i podmiotami, zdefiniowane web services, dokumentacja, tutorial, pliki graficzne reprezentujące schematy XSD.	Pliki XSD z definicją modeli i architekturą klient - serwer, pliki dla web service - WSDL, skrypty SQL tworzące odpowiednią strukturę bazy danych oraz dokumentacja.	Pliki z kodem źródłowym definiującym modele i typy danych, ich właściwości, a także kod źródłowy dla aplikacji klienckich i serwerowych korzystających ze standardu.

4. Dobór standardu

Opisywane standardy można ze sobą łączyć w obrębie integrowanego przedsiębiorstwa. Łączenia standardów mają zazwyczaj miejsce w przypadku jednoczesnego łączenia wielu systemów firmy, nie tylko na linii systemów zarządzających przedsiębiorstwem - zarządzających produkcją, ale także np. z systemami laboratoryjnymi, czy magazynowymi. Drugą możliwością jest wprowadzenie nowego standardu do przedsiębiorstwa, w którym używane są już inne standardy. W tym przypadku trzeba stworzyć łącznik, który umożliwi translację danych pomiędzy implementacjami różnych standardów.

Najbardziej naturalnym i oczywistym z połączeń, jest powiązanie ISA-95 i B2MML, gdyż B2MML został stworzony jako implementacja ISA-95. Połączenie pomiędzy nimi jest stałe i każda zmiana mająca miejsce wewnątrz ISA-95, ma identyczne odwzorowanie w B2MML. ISA-95 jako standard modelujący do wdrożenia wymaga standardu implementacyjnego, dlatego powstał standard B2MML. Organizacja OPC Foundation [16] rozszerzając i unifikując swoje standardy, tworząc OPC UA, rozszerzyli jego funkcjonalność. Widząc nowe możliwości rozwoju, grupa integratorów zmapowała modele ISA-95 tak, by korzystały ze standardu OPC UA [17]. W ten sposób stworzona została druga implementacja ISA-95. Można by zastanawiać się nad sensem tworzenia nowej implementacji, kiedy istnieje dokładne odwzorowanie w postaci B2MML. Druga implementacja, poza zwiększeniem możliwości wyboru wdrażania ISA-95, może być ułatwieniem w przypadku integracji systemów zarządzających przedsiębiorstwem z systemami produkcyjnymi wykorzystującymi wcześniejsze (bądź aktualne) wersje standardu OPC. Z racji tych samych przestrzeni nazw w standardzie łatwiejsze jest zmapowanie modeli przesyłających dane pomiędzy systemami. Kontynuując powiązania ISA-95, wykorzystuje on elementy standardu OAGIS, co jest najlepszym przykładem na dobrą interakcję tych dwóch standardów. W części 5 ISA-95, wykorzystywana jest struktura dokumentów BOD, w której podmiotami są zdefiniowane w ISA-95 modele. Z kolei ze standardem OPC UA łączy się również standard MIMOSA. Za pomocą standardu MIMOSA modelowane są dane jakie powinny być przenoszone, OPC UA natomiast może go implementować (tak jak ISA-95). Zależności pomiędzy decyzją jaką implementację wybrać (dostarczaną przez MIMOSA, czy OPC UA) są analogiczne do przypadku z ISA-95.

Pomimo teoretycznych możliwości łączenia standardów, ich praktyczne połączenie zazwyczaj jest wyzwaniem. Jest tak, ponieważ zawsze konieczne jest zmapowanie informacji przechodzących z jednego standardu do drugiego. Generuje to dużo pracy, gdyż każdy standard ma swój schemat przechowywania danych, a żeby mieć pewność co do poprawności ich przesyłania, wszystkie te różnice muszą zostać wcześniej zlokalizowane. W rozwiązaniu problemu komunikacji, przydatna może się okazać technologia web service, która może zostać zaimplementowana tak, by nasłuchując na serwerze odbierała informacje ze standardów nadsyłających, przetwarzała je do postaci czytelnej przez standard odbierający i przesyłała je do niego.

Duży problem wyrastający podczas integracji systemów zarządzających przedsiębiorstwem i produkcją przy użyciu standardów, to ich wykorzystanie po stronie produkcyjnej. O ile większość systemów ERP ma podobną ogólną strukturę i aktywności (tj. księgowość, zarządzanie kontaktem z klientem, zarządzanie zamówieniami, itd.) i relatywnie łatwo do nich dopasować opisywane standardy, to systemy produkcyjne są na tyle różnorodne, że prawie zawsze niezbędna jest ich zmiana lub rozwinięcie. Zawsze wykorzystywany standard musi być przystosowany do realiów produkcyjnych, inaczej jego

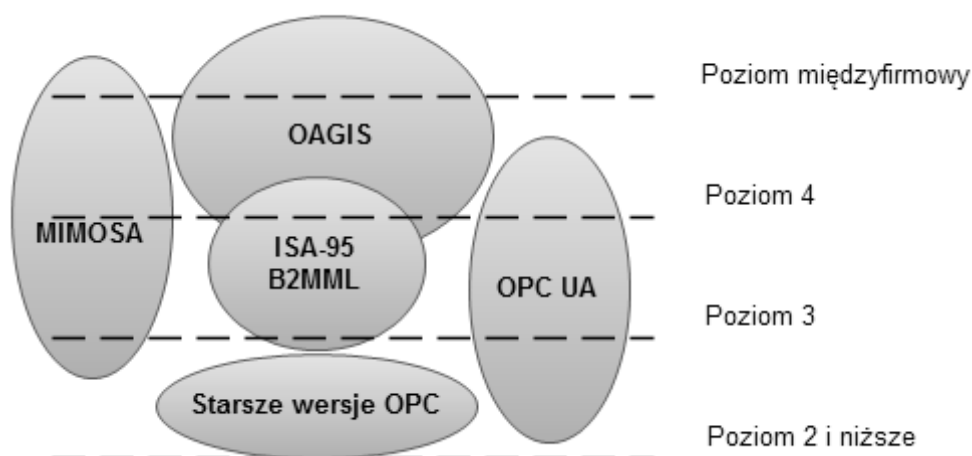
obecność nie ma sensu i może tylko zaszkodzić. Rozwijanie standardów stwarza dodatkowy kłopot podczas interakcji z innymi standardami, ponieważ mapowanie niestandardowych modeli może wymagać rozszerzenia drugiego standardu i dodatkowo całkiem prawdopodobne, że w inny sposób niż pierwszego. Dodatkowym utrudnieniem jest czynnik ludzki spowodowany m.in. stresem - zazwyczaj integracja systemów produkcyjnych wykonywana jest przy działających liniach produkcyjnych, gdzie nie ma miejsca na pomyłki.

Sprawą otwartą pozostaje także wybór konkretnych standardów do poszczególnych zadań integracyjnych wewnątrz firmy. Decyzja w tej kwestii jest uzależniona od wielu czynników: dotychczasowo zastosowanych standardów i technologii, wielkości i rodzaju firmy, preferencji osób przeprowadzających integrację, dodatkowo integrowanych systemów. Punktem wyjściowym przy decydowaniu o standardach używanych podczas integracji systemów zarządzających firmą i produkcją jest standard ISA-95. Został stworzony konkretnie do takich celów, jest ciągle rozwijany przez specjalistów z całego świata i z powodzeniem używany w wielu przedsiębiorstwach. Proces integracji rozpoczyna się od rozpoznania przedsiębiorstwa i zamodelowania procesów w nim zachodzących. Z racji, że przy pomocy ISA-95 można w taki sposób zamodelować procesy zachodzące pomiędzy systemami zarządzającymi produkcją i przedsiębiorstwem, warto użyć tego standardu, a jeśli nie, to na pewno rozważyć jego użycie. Tak jednoznaczną sprawą nie jest natomiast wybór standardu implementującego ISA-95. Mając do wyboru B2MML i OPC UA trzeba mieć na uwadze pozostałe obszary (zwłaszcza niższe Poziomy) przedsiębiorstwa. W przypadku tworzenia integracji w środowisku, gdzie nie były używane żadne powiązane standardy, warto zastanowić się nad takim wyborem, który pozwoli w przyszłości w łatwy sposób ewentualnie rozwinąć przedsiębiorstwo o nowe elementy, które mogą w łatwiejszy sposób zaadaptować jeden ze standardów. W tym celu przed rozpoczęciem implementacji integratorzy powinni dowiedzieć się od zarządu w jakim kierunku będzie podążać firma i jakie inwestycje w najbliższym czasie może poczynić. W przypadku gdy na poziomie produkcji wykorzystywany jest jakiś standard, dobrym rozwiązaniem jest się do niego odwołać. Jeśli w procesie produkcyjnym obecny jest standard ISA-88 i jego implementacja BatchML, wybór powinien paść na B2MML. Z drugiej strony, gdy na produkcji wykorzystywany był standard OPC - warto się zastanowić nad zastosowaniem OPC UA. W obu przypadkach w najnowszych swoich wersjach powiązane standardy mają połączone przestrzenie nazw, co upraszcza proces mapowania modeli. Jednak w przypadku wyboru OPC UA, warto mieć na uwadze że B2MML jest dojrzałym standardem stworzonym przez wiele lat przez te same osoby co ISA-95. OPC UA, jako implementacja ISA-95, to nowość, nie została jeszcze gruntownie sprawdzona w fizycznych systemach na taką skalę jak B2MML i na pewno jej wdrożenie wymagać będzie zwiększonej listy testów.

W przypadku, gdy poza integracją systemów zarządzających przedsiębiorstwem i produkcją, celem jest zintegrowanie większej ilości systemów (albo nawet całego przedsiębiorstwa), sam ISA-95 nie wystarczy. Trzeba wtedy wspomóc się standardami o większym obszarze działania - OAGIS lub MIMOSA. Oba standardy mogą służyć do integracji systemów w różnych obszarach przedsiębiorstwa. Są na tyle obszerne w swoich definicjach, że mogą opisać całość elementów przedsiębiorstwa lub na tyle elastyczne, że można je rozszerzyć w razie potrzeby o dodatkowe pola. W przypadku wykorzystania OAGIS, użycie ISA-95 nie jest konieczne, gdyż uniwersalnie zdefiniowane ogromne ilości obiektów, schematów i scenariuszy w standardzie są w stanie zamodelować, a także zaimplementować żądane modele i transmisję. W przypadku MIMOSA,

skorzystanie z dodatkowych standardów jest wskazane. Standard ten pomimo swojego szerokiego zakresu zainteresowań przedsiębiorstwa nie modeluje przepływu danych na linii systemów zarządzania produkcją i przedsiębiorstwa, jedynie definiuje modele elementów składowych, mogących wchodzić w jej skład. Jest za to przystosowane do wszelkich działań na dobrach materialnych, co jest bardzo dobrym uzupełnieniem ISA-95. Jednak również w przypadku OAGIS warto zastanowić się nad użyciem ISA-95. ISA-95 jako standard przeznaczony wyłącznie do integracji na linii produkcja - systemy zarządzania przedsiębiorstwem, ze specjalnym podziałem modeli na występujące na produkcji. Dlatego w celu minimalizacji ryzyka można zamodelować procesy przy użyciu tego standardu i ewentualnie porównać, czy nie został pominięty jakiś istotny szczegół. Zwłaszcza w dużych zakładach produkcyjnych trzeba się upewnić, że skomplikowany proces produkcyjny został prawidłowo zmapowany.

Chcąc zintegrować całość przedsiębiorstwa, najodpowiedniejszym rozwiązaniem wydaje się skorzystanie ze wszystkich wyżej wymienionych standardów. W tym celu można posłużyć się zaleceniami Open O&M. Dokonać tego należy z podziałem obowiązków pomiędzy standardami, które w graficznej wersji można zobaczyć na rysunku 2.



Rys. 2. Podział obszaru zainteresowań standardów na poziomy przedsiębiorstwa

Głównym celem stosowania modelu informacyjnego jest udostępnianie jego interfejsu innym dostawcom oprogramowania, którzy odwołując się do niego mają dostęp do wszystkich danych [1]. Model informacyjny jest połączony na niższym poziomie z bazą danych, gdzie abstrakcyjny model informacyjny przetwarzany jest na fizyczny model danych i w taki sposób operuje na danych. Takie podejście jest dużym ułatwieniem podczas wdrażania nowych standardów, gdyż dostawca oprogramowania może korzystać z interfejsu modelu informacyjnego nie odwołując się do niskiego poziomu połączenia z bazą danych dostawcy informacji.

5. Wnioski

Możliwości wyboru standardów jest sporo. Proces decyzyjny musi być poprzedzony dogłębną analizą integrowanego przedsiębiorstwa, aby dobrać odpowiednie rozwiązania. Pochopne ocenienie integrowanych systemów może prowadzić do nieoptymalnego wyboru standardu, co może wydłużyć proces integracyjny, zwiększyć jego koszty i zmniejszyć wskaźnik ROI (Return On Investment - zwrot z inwestycji) mierzalnie pokazujący realny zwrot z inwestycji. W trakcie wdrożenia mogą wyjść na jaw nie zauważone we wcześniejszych fazach istotne szczegóły. W taki wypadku może okazać się, że porzucony standard jest bardziej podatny na zmiany i rozszerzenia, czy też definiuje większą ilość modeli i tam nieoczekiwany element się znajduje. Podobnie sprawa wygląda w przypadku przesadzania z ilością wykorzystanych standardów. Nie ma potrzeby wykorzystywać więcej standardów niż jest to niezbędne, ponieważ generuje to tylko koszty. Oczywiście, może zdarzyć się sytuacja, w której standardy zostaną wykorzystane w przyszłości, jednak równie dobrze może okazać się wprost przeciwnie. W przypadku gdy w niedalekiej przyszłości planowana jest integracja z innymi systemami, zamiast przesadzać z wprowadzaniem dodatkowych, lepszym rozwiązaniem jest przygotowanie ich w taki sposób, by łatwiej było je zmapować do innego standardu. Zadać o to powinno przedsiębiorstwo wybierając firmę dokonującą pierwszej integracji - założyć, że w ramach integracji standardy zostaną tak użyte, by minimalizować trudności dostępu do nich w przyszłości. Pozostaje to w kwestii przedsiębiorstwa a nie integratorów, ponieważ ci drudzy sami w sobie nie mają w tym interesu - po pierwsze wymaga to większego nakładu pracy, zwiększa koszty (które już są z góry ustalone przez umowę, więc bez jej zmiany traci na tym integrator), może opóźnić zakończenie prac, a nie ma pewności że kolejna ewentualna integracja w firmie zostanie im powierzona, więc możliwe że wykonują pracę za kogoś innego.

Kluczem do sukcesu integracji systemów w firmie jest przede wszystkim początkowe rozpoznanie i dogłębną analizę procesów zachodzących w jej wnętrzu i ich składowych elementów oraz odpowiednie ich zamodelowanie. Drugim krokiem, również ważnym jest implementacja zamodelowanych procesów przy wykorzystywanych technologiach. Jednak jest to sprawa natury wydajności systemów i ich bezpieczeństwa (na które kładziony jest nacisk przy wszystkich inwestycjach informatycznych), a nie samych procesów w firmie. Nie można zatem jednoznacznie określić, do jakiej firmy i integracji jaki standard jest odpowiedni, gdyż wszystko zależy od osób zlecających integrację (ich oczekiwań) i pracy integratorów (tego jak zleconą pracę wykonają). Można jedynie założyć teoretyczne najlepsze opcje dla konkretnych problemów.

Literatura

1. Bever K.: The OpenO&M Information Service Bus Model (ISBM) and the OpenO&M Common Interoperability Registry (CIR), <http://www.openoandm.org/files/OpenO&M%20Information%20Service%20Bus%20and%20CIR%2010-16-2009.pdf>.
2. Boyd A., Childress L., delaHostria E., Gifford C., Noller D.: White Paper #1: An Overview and Comparison, Standards for Manufacturing System Integration ISA-95 and OAGIS White Paper Series, 2006.
3. Boyd A., Childress L., delaHostria E., Gifford C., Noller D.: White Paper #2: OAGIS, ISA-95 and Related Manufacturing Integration Standards a Survey, Standards for Manufacturing System Integration ISA-95 and OAGIS White Paper Series, 2006.

4. Brandl D.: What is ISA-95? Industrial Best Practices of Manufacturing Information Technologies with ISA-95 Models, http://www.sesam-world.dk/_pdf/m80/What%20is%20ISA%2095.pdf.
5. Emerson D., Kawamura H., Matthews W.: Plant-to-business (P2B) interoperability using the ISA-95 standard, Yokogawa Technical Report English Edition No. 43 str. 17 - 20, 2007.
6. Johnson G.: Production to Business Interoperability ISA 95 and B2MML, http://www.citect.com/documents/downloads/Citect_Whitepaper_-_Production_to_Business_Interoperability.pdf.
7. Klaus R., Stróżyk T.: Integracja systemów ERP z produkcją: synergia ERP-MES-SCADA, Raport RB – 11/2011, Instytut Informatyki Politechnika Poznańska.
8. Russell C, Sommer S. W.: 25 Valuable Lessons i Learned as a Systems Integrator and Some i Didn't, ISA EXPO 2007, 2007.
9. Scholten B.: Integrating ISA-88 and ISA-95, ISA EXPO 2007, 2007.
10. Stambouli C., Stambouli E.: a Systemic Approach to Achieving Better Integration, ISA Automation Week 2010, 2010.
11. ANSI/ISA-95.00.01-2010 (IEC 62264-1 Mod) Enterprise-Control System Integration – Part 1: Models and Terminology, <http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards8&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=11225>.
12. ANSI/ISA-95.00.02-2010 (IEC 62264-2 Mod) Enterprise-Control System Integration – Part 2: Object Model Attributes, <http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards8&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=11226>.
13. ANSI/ISA-95.00.03-2005, Enterprise-Control System Integration, Part 3: Models of Manufacturing Operations Management, <http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards8&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=7905>.
14. ANSI/ISA-95.00.05-2007 - Enterprise-Control System Integration Part 5: Business-to-Manufacturing Transactions, <http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards8&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=9005>.
15. ISA-TR 88/95.00.01, Batch Control and Enterprise-Control System Integration, Using ISA-88 and ISA-95 Together, <http://www.isa.org/Template.cfm?Section=Standards8&Template=/Ecommerce/ProductDisplay.cfm&ProductID=10007>.
16. <http://www.opcfoundation.org/>.
17. <http://www.opcfoundation.org/DownloadFile.aspx/Brochures/OPC-UA-CollaborationOverview.pdf?RI=803>.

Dr inż. Rafał KLAUS
 Mgr inż. Tomasz STRÓŻYK
 Instytut Informatyki
 Politechnika Poznańska
 60-965 Poznań ul. Piotrowo 2
 e-mail: rafal.klaus@cs.put.poznan.pl