

Andrzej Bytniewski, Marcin Hernes

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: {andrzej.bytniewski; marcin.hernes}@ue.wroc.pl

WYKORZYSTANIE STANDARDU OPC¹ W CELU INTEGRACJI MODUŁÓW PODSYSTEMU ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ ZINTEGROWANEGO SYSTEMU INFORMATYCZNEGO ZARZĄDZANIA

Streszczenie: W artykule zaprezentowano możliwości zastosowania standardu OPC na wszystkich poziomach integracji podsystemu zarządzania produkcją zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania. W pierwszej części przedstawiono strukturę podsystemu zarządzania produkcją. Następnie scharakteryzowano najczęściej wykorzystywane standardy technologiczne, służące integracji systemów na poziomie systemowym i aplikacji informatycznych. W końcowej części artykułu przedstawiono możliwości wykorzystania standardu OPC w celu integracji podsystemu zarządzania produkcją na poziomie zarówno systemowym, aplikacji, jak i procesów biznesowych. Integracja ta pozwala na automatyczny przepływ danych w czasie rzeczywistym do wszystkich podsystemów zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania, co ma istotny wpływ na efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: systemy informatyczne, zintegrowane systemy zarządzania, zarządzanie produkcją, standard OPC.

1. Wstęp

Zintegrowane systemy informatyczne zarządzania (ZSIZ) odgrywają aktualnie kluczową rolę w funkcjonowaniu każdego przedsiębiorstwa. W literaturze przedmiotu tego rodzaju systemy definiowane są w różny sposób, jednak zwraca się uwagę na potrzebę pełnej integracji wszystkich sfer działalności przedsiębiorstwa. Wszelkiego rodzaju ograniczenia w dostępie do informacji czy funkcji systemu powinny być związane jedynie z polityką bezpieczeństwa stosowaną w przedsiębiorstwie, a nie z ograniczeniami technicznymi takimi, jak na przykład różne protokoły komuni-

¹ Standard przemysłowy komunikowania się pomiędzy różnymi urządzeniami kontrolującymi procesy technologiczne, akronim „OPC” pochodzi od słów *OLE for Process Control*.

kacyjne czy też niekompatybilne systemy zarządzania bazą danych. W pracy [Bytniewski (red.) 2005] określono, że zintegrowany system zarządzania zbudowany jest z następujących podsystemów:

- środków trwałych,
- logistyki,
- zarządzania produkcją,
- zarządzania zasobami ludzkimi,
- finansowo księgowy,
- controllingu,
- CRM,
- *Business Intelligence*.

Tego typu propozycja struktury ZSIZ umożliwia optymalizację procesów zarówno wewnętrznych, jak i zachodzących w otoczeniu przedsiębiorstwa. Należy jednocześnie zauważyć, że integracja systemów informatycznych odbywa się na wielu poziomach. W pracy [Olszak, Sroka 2001, s. 38] wyróżniono trzy poziomy integracji:

- systemowy (fizyczny),
- aplikacji informatycznych,
- procesów biznesowych.

Aktualnie w literaturze przedmiotu główny nacisk kładzie się na integrację procesów biznesowych. Zwraca się uwagę na kompleksowość funkcjonalną, obsługę wszystkich sfer działalności przedsiębiorstwa, prawidłowy przepływ informacji pomiędzy podsystemami i modułami, możliwości dokonywania różnego rodzaju analiz, a także tworzenia raportów dla kierownictwa. Oczywiście, integracja na tym poziomie jest niezwykle istotna i pozwala uzyskać kompleksowe spojrzenie na funkcjonowanie przedsiębiorstwa, jednakże jest ona możliwa jedynie pod warunkiem prawidłowej integracji, również na poziomie systemowym i aplikacji informatycznych. Integracja na poziomie systemowym dotyczy wymiany danych z wykorzystaniem interfejsów, protokołów komunikacyjnych czy też sieci komputerowych. Integracja na poziomie aplikacji informatycznych dotyczy zaś współdziałania systemów z wykorzystaniem różnych platform sprzętowych i programowych oraz współdzielenia danych. Integracja na wszystkich poziomach nabiera szczególnego znaczenia zwłaszcza w odniesieniu do podsystemu zarządzania produkcją, w którym niezbędne jest korzystanie z danych gromadzonych nie tylko w bazach systemu informatycznego zarządzania eksploatowanych na komputerach klasy PC, ale także danych pochodzących z innego rodzaju urządzeń, takich jak sterowniki *Programmable Logic Controller* (PLC), czujniki czy też interfejsy maszyn linii produkcyjnej. Istotną rolę odgrywają w tym aspekcie technologie, zwłaszcza ustandaryzowane, umożliwiające integrację procesów, danych i sprzętu na wszystkich trzech poziomach.

Celem artykułu jest dokonanie analizy możliwości wykorzystania standardów technologicznych pozwalających na integrację, w obszarze podsystemu zarządzania produkcją, na poziomie systemowym, aplikacji informatycznych i procesów

biznesowych, ze szczególnym uwzględnieniem standardu OPC. Podkreślić należy, że badane zagadnienie nie jest zbyt często rozpatrywane i opisywane w literaturze przedmiotu.

2. Struktura podsystemu zarządzania produkcją

Z analizy literatury przedmiotu i rozwiązań praktycznych wynika, że nie ma jednoznacznej definicji określającej, z jakich modułów zbudowany jest podsystem zarządzania produkcją. Dobrze usystematyzowana jest propozycja przedstawiona w pracy [Bytniewski (red.) 2005], określająca, że podsystem ten składa się z takich modułów, jak:

- techniczne przygotowanie produkcji, który pozwala na przetwarzanie danych związanych ze strukturą produkowanych wyrobów, z technologią produkcji czy też określeniem czasu i kosztu technicznego wytworzenia wyrobu gotowego,
- planowanie produkcji, w którym realizowane są takie funkcje, jak przygotowanie planu produkcji czy też kontrola możliwości wykonania tego planu,
- planowanie zużycia materiałowego, który zawiera funkcje umożliwiające opracowanie planu zużycia poszczególnych materiałów,
- planowanie i realizacja zleceń, który umożliwia działania w zakresie tworzenia zleceń produkcyjnych, obliczania wielkości partii produkcyjnych czy też określania terminów wykonania zleceń,
- planowanie zdolności produkcyjnych, zawierający takie funkcje, jak opracowanie planu zdolności produkcyjnej, czyli maksymalnego wykorzystania maszyn, urządzeń i powierzchni produkcyjnej przedsiębiorstwa w określonym czasie [Banaszak, Kłós, Mleczko 2011, s. 37], bilansowanie planów z zasobami produkcyjnymi czy też sprawdzanie możliwości wykonania dodatkowych zleceń,
- sterowanie produkcją, w którym realizowane są takie funkcje, jak sterowanie urządzeniami, odczyt sygnałów z linii produkcyjnej czy też przetwarzanie informacji dotyczących realizacji produkcji,
- przekazanie wyrobów gotowych do magazynu, zawierający takie funkcje, jak ewidencja wyrobów gotowych czy też ustalenie technicznego kosztu wytworzenia wyrobu gotowego.

Ze względu na konieczność wzrostu efektywności działań aktualnie w skład podsystemu zarządzania produkcją wchodzi również takie moduły, jak:

- monitorowanie produkcji – pozwala na rejestrowanie zużycia materiałów, genealogii produktów², stanu wyposażenia i produkcji w toku, co umożliwia śledzenie wszystkich aspektów działań produkcyjnych,

² Śledzenie, z jakich materiałów powstał produkt i jakie procesy technologiczne zostały wykonane w trakcie jego produkcji. Realizacja tych czynności jest realizowana np. przez system HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points* – system analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli).

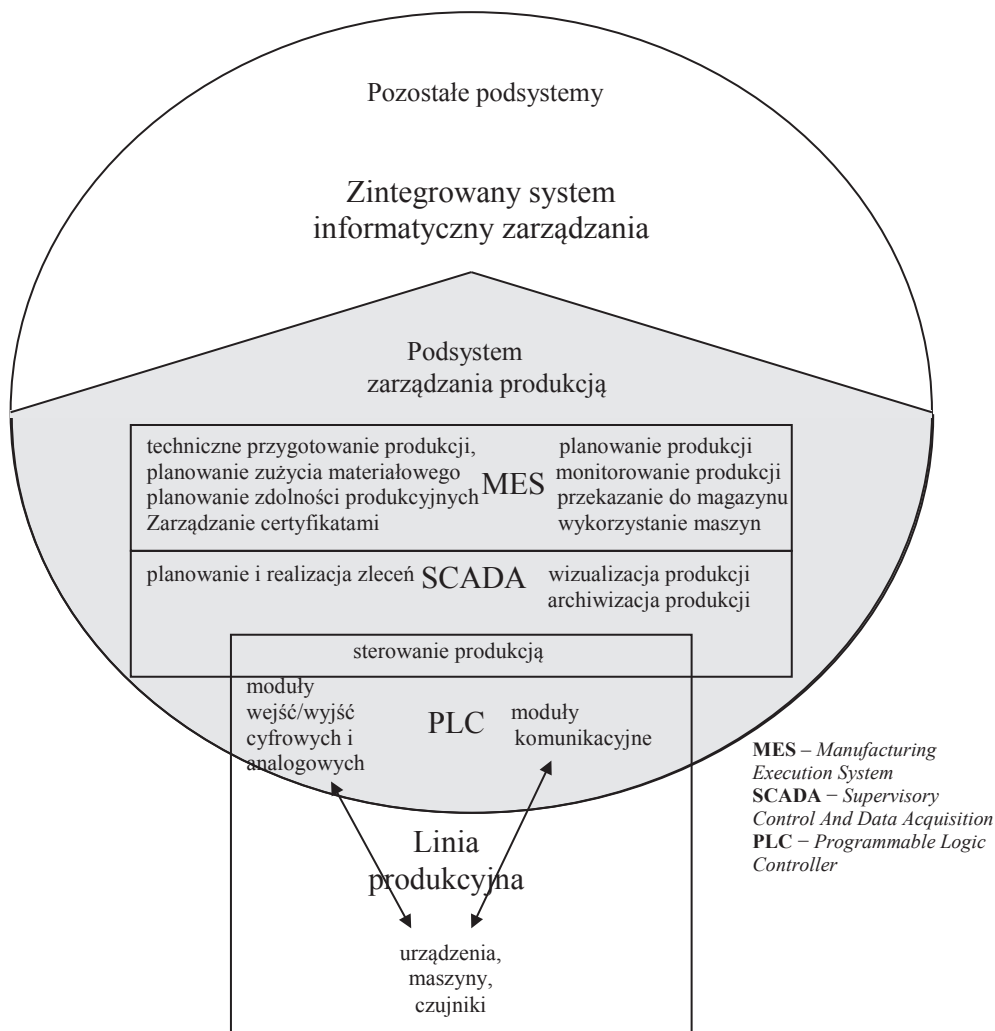
- wizualizacja produkcji – umożliwia stworzenie zaawansowanych graficznie obrazów synoptycznych³ linii technologicznej, dzięki czemu ich interfejs jest bardzo przyjazny użytkownikowi,
- archiwizacja dokumentacji procesu produkcji – pozwala na zapis wszystkich danych z linii produkcyjnej do bazy danych znajdującej się w pamięci zewnętrznej komputera oraz na generowanie raportów dotyczących tych danych,
- wykorzystanie maszyn – pozwala uzyskać pełny wgląd w historię aktywności maszyn, a także monitorować bieżący stan urządzeń, co zwiększa efektywność ich wykorzystania, moduł pozwala również zaplanować przeglądy okresowe, wymianę zużytych elementów i naprawy wymuszone awariami; wszystkie istotne zdarzenia są dokumentowane, dzięki czemu dostępne są raporty niezawodności maszyn i urządzeń, a także informacje o kosztach napraw i remontów,
- zarządzanie certyfikatami – pozwala na definiowanie osób mających uprawnienia do wytwarzania określonych produktów, kontroli złożonych procesów i zatwierdzania wyników kontroli jakości.

Należy zauważyć, że przedstawiona struktura podsystemu zarządzania produkcją umożliwia integrację systemów funkcjonujących dotychczas samodzielnie, w szczególności takich, jak PLC, *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) czy też *Manufacturing Execution System* (MES). Każdy z tych systemów spełnia funkcje niektórych modułów podsystemu zarządzania produkcją, natomiast integracja tych systemów umożliwi automatyczną, nadążną realizację funkcji wszystkich modułów podsystemu zarządzania produkcją ZSIZ (rys. 1).

Systemy PLC to sterowniki lub grupy sterowników swobodnie programowalnych, przeznaczone do sterowania pracą maszyn lub urządzeń technologicznych [Broel-Plater 2008]. Sterowniki te są bezpośrednio podłączone do elementów wykonawczych (zawory, styczniki) i pomiarowych (czujniki). Sterowniki PLC są w pełni konfigurowalne w zakresie ilości i rodzaju wejść i wyjść czy też interfejsów komunikacyjnych, wykonują także cyklicznie program napisany dla konkretnego obiektu przemysłowego. Program ten może być w dowolnym momencie zmieniany. Właściwie napisany program gwarantuje poprawność procesu technologicznego, a więc wpływa na podniesienie jakości produktów. Systemy PLC posiadają ubogi interfejs użytkownika (najczęściej są to opisy i komunikaty tekstowe, dźwiękowe lub prosta grafika).

Systemy SCADA są to komputerowe systemy, pozwalające na sterowanie, wizualizację, alarmowanie i archiwizację danych procesu produkcyjnego [Jakuszewski 2007]. Przeważnie są one połączone z systemem PLC (nie są bezpośrednio połączone z urządzeniami wykonawczymi). Systemy SCADA pozwalają na stworzenie zaawansowanych graficznie obrazów synoptycznych linii technologicznej, dzięki czemu ich interfejs jest bardzo przyjazny użytkownikowi. Istnieje możliwość archiwizacji danych ze sterowników PLC, dzięki czemu możliwa jest kontrola procesu produkcji, co jest tak ważne np. w systemie HCCP.

³ Czyli graficznego odwzorowania linii produkcyjnej.



Rys. 1. Struktura podsystemu zarządzania produkcją ZSIZ

Źródło: opracowanie własne.

Systemy informatyczne klasy MES, czyli systemy realizacji produkcji, jeszcze do niedawna rozumiane były jako systemy zarządzania produkcją, stanowiące most pomiędzy systemami wspomagającymi zarządzanie przedsiębiorstwem a procesem technicznym [Advanced... 2007]. Obecnie jednak coraz częściej systemy tej klasy włączane są do struktury podsystemu zarządzania produkcją ZSIZ. Dopiero takie rozwiązanie pozwala na pełną integrację wszystkich aspektów działalności przedsiębiorstwa i jest niezbędne firmom, które pragną dobrze się przygotować do konkurencji na coraz bardziej wymagających rynkach.

Systemy klasy MES można określić jako uzupełnienie o usługi *on-line* podsystemu wspomagającego zarządzanie produkcją, kładące szczególny nacisk na realizację produkcji [Sobieska-Karpińska, Hernes 2010]. Systemy klasy MES wyróżniają pełną konfigurowalność i zaawansowana technologia, pozwalająca połączyć całe przedsiębiorstwo (linie produkcyjne) jednym, spójnym strumieniem informacji. Są to systemy informatyczne czasu rzeczywistego, oparte na technologiach internetowych, dzięki czemu wszelkie zawarte w nich dane dostępne są w trybie *on-line*. Dzięki fizycznej komunikacji i sterowaniu urządzeniami linii produkcyjnej umożliwiają dostęp do pełnych danych o przebiegu wszystkich etapów procesu produkcyjnego – z dokładnością do minut, a nawet sekund, na bardzo wysokim poziomie szczegółowości; stopień szczegółowości pomiaru zależny jest od specyfiki produkcji. Te informacje ułatwiają podejmowanie decyzji, co skutkuje wyraźnym zwiększeniem efektywności i elastyczności produkcji [Manufacturing... 2007]. Systemy te są wysoce konfigurowalne. Oznacza to, że większość zmian jest dokonywana poprzez odpowiednie zmiany ustawień parametrów poszczególnych modułów, a nie przez uciążliwe i czasochłonne pisanie kodu programowego. Znacznie ułatwia to obsługę całego systemu. Systemy MES są bardzo elastyczne, dzięki czemu mogą się rozwijać wraz z rozwojem firmy. Charakteryzuje je budowa modułowa, dlatego też każde przedsiębiorstwo może dopasować system MES do własnych potrzeb.

Integrując wskazane klasy systemów, można uzyskać spójny funkcjonalnie, informacyjnie i organizacyjnie podsystem zarządzania produkcją ZSIZ. Niezbędne jest jednak w tym celu wykorzystanie różnego rodzaju technologii umożliwiających integrację, zwłaszcza na poziomie systemowym i aplikacji, które zostaną scharakteryzowane w dalszej części artykułu.

3. Technologie umożliwiające integrację na poziomach systemowym i aplikacji

Technologie wykorzystywane w celu integracji systemów informatycznych oparte są najczęściej na standardzie ISA-95, który definiuje podział przedsiębiorstwa, z punktu widzenia produkcji, na pięć poziomów [Klaus, Stróżyk 2012]:

- poziom 0 – definiuje proces, który fizycznie odbywa się na produkcji,
- poziom 1 – określa czynności używane przez czujniki działające w produkcji i wykorzystywane przy dokonywanych zmianach 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 – określa czynności produkcyjne, harmonogramy niezbędne do wytworzenia końcowego produktu, analizę danych produkcyjnych, zarządzanie nimi i optymalizację czynności odbywających się na produkcji,
- poziom 4 – odzwierciedla procesy biznesowe: tworzy ogólny harmonogram procesu produkcyjnego, używanych materiałów, faktycznego przebiegu produkcji, dostaw, sprzedaży.

Można zauważyć, że poszczególne poziomy odpowiadają faktycznym klasom systemów informatycznych. Poziom 0 obsługiwany jest przez systemy PLC. Poziomy 1 i 2 należą do dziedziny zadań systemu SCADA, natomiast poziomy 3 i 4 są obsługiwane przez system MES.

Do najczęściej wykorzystywanych aktualnie standardów technologicznych należą:

1. Na poziomie systemowym [Przemysłowe... 2013]:
 - Standard RS (*Recommended Standard*) – zdefiniowane są w nim dwa typy transmisji: znakowa asynchroniczna, w której nadajnik i odbiornik pracują z tą samą częstotliwością, chociaż takty zegarowe nie są dokładnie zsynchronizowane, oraz synchroniczna, w której poszczególne bity są wprowadzane zgodnie z taktem nadawania (i odbioru).
 - Standard USB (*Universal Serial Bus*) – to rodzaj interfejsu, który służy do komunikacji urządzenia z komputerem. W założeniu USB miał zastąpić większość portów szeregowych i równoległych. Do gniazda USB można podłączyć bardzo wiele różnych urządzeń, m.in. klawiatury, myszki, drukarki, moduły pamięci *flash* i zewnętrzne dyski twarde.
 - CAN (*Controller Area Network*) – jest asynchroniczną szeregową magistralą, służącą wymianie danych. Protokół ten charakteryzują: duża odporność na zewnętrzne zakłócenia elektromagnetyczne, transmisja metodą broadcastową w konfiguracji *multi-master* bez jednostki nadrzędnej, transmisja wiadomości z uwzględnieniem jej priorytetu, zabezpieczenia przed utratą informacji w przypadku kolizji na magistrali.
 - Ethernet przemysłowy – jest to grupa protokołów bazująca na warstwie fizycznej standardu Ethernet. Do grupy tej należą m.in. EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology), EtherNet/IP: (Industrial Protocol), Modbus/TCP, ProfiNet.
 - Modbus RTU – jest protokołem komunikacyjnym, pracującym na bazie interfejsów szeregowych RS wykorzystujących asynchroniczną transmisję znakową o dostępie do łącza typu *master/slave*. Tylko jedno urządzenie może być jednostką nadrzędną – *master*, inicjującym transakcję, wysyłającym zapytanie, pozostałe urządzenia – *slave* – odpowiadają jedynie na jego zdalne zapytania, wysyłając odpowiedź.
 - Profibus został opracowany przez firmę Siemens i przewidziany dla aplikacji krytycznych czasowo, a także do kompleksowych zadań komunikacyjnych. Komunikacja Profibus oparta jest na międzynarodowych standardach IEC 61158 i IEC 61784. Standaryzacja zapewnia otwartość i komunikację między poszczególnymi stacjami i urządzeniami różnych producentów.
 - SOAP (*Simple Object Access Protocol*) – jest to protokół bazujący na znacznikach języka XML, umożliwiający komunikację komponentów i aplikacji z użyciem protokołu internetowego HTTP.

2. Na poziomie aplikacji informatycznych:

- API (*Application Programming Interface*) – interfejs programowania aplikacji – sposób rozumiany jako ściśle określony zestaw reguł i ich opisów, w jaki programy komunikują się między sobą. API definiuje się na poziomie kodu źródłowego dla takich składników oprogramowania, jak np. aplikacje, biblioteki czy system operacyjny.
- ODBC (*Open Database Connectivity*) – umożliwia dostęp do danych pochodzących z różnych systemów zarządzania bazami danych [Korzystanie... 2013].
- JDBC (*Java DataBase Connectivity*) – jest interfejsem programistycznym, skonstruowanym i przeznaczonym dla języka Java, umożliwiającym ustandaryzowany dostęp do większości obecnych na rynku systemów baz danych.
- *Web Services* – to technologia konstrukcji rozproszonych komponentów usługowych stanowiących podstawę realizacji aplikacji biznesowych w architekturze zorientowanej na usługi. *Web Services* to zwarty, samodokumentujący się komponent programowy, który może być przez swojego twórcę zarejestrowany w sieci komputerowej, a następnie przez twórcę aplikacji-konsumenta odkryty i wywołany w trybie zdalnego wykonania [Zakrzewicz 2013].
- Standardy oparte na języku znaczników XML, takie jak B2MML, ebXML.
- OPC – jest to standard przemysłowy stworzony przy współpracy między wieloma dominującymi producentami sprzętu i oprogramowania i firmy Microsoft. Standard ten tworzy typowe połączenie dla komunikowania się pomiędzy różnymi urządzeniami kontrolującymi procesy technologiczne. Celem jest uniezależnienie oprogramowania monitorującego lub kontrolującego od producenta sprzętu i oprogramowania.

Standard API jest często wykorzystywany przez producentów systemów informatycznych, jednakże wymaga on ingerencji w kod programu, co jest procesem czasochłonnym. Integracja systemów na poziomie baz danych jest aktualnie niewystarczająca, ponieważ nie pozwala w pełni uwzględnić aspektu funkcjonowania linii produkcyjnej w czasie rzeczywistym. Należy zauważyć, że operacje zapisu i odczytu danych trwają pewien czas, zwłaszcza gdy powodowane są fizycznymi zmianami stanu linii produkcyjnej. Przykładem może być dozowanie surowców z wielu zbiorników zgodnie z recepturą. Nie jest możliwy zapis w bazie danych każdej zmiany wartości wagi, ponieważ generowałaby się bardzo duża liczba rekordów, co powodowałoby szybkie zwiększanie się rozmiaru pliku bazy w pamięci zewnętrznej komputera, a w konsekwencji wywołałoby również zmniejszenie wydajności systemu zarządzania bazą danych. Zatem wydozowane ilości surowców zapisywane są w bazie dopiero po otrzymaniu sygnału o zakończeniu dozowania. Przykład ten pokazuje, że możliwe są pewne opóźnienia w odwzorowaniu faktycznego stanu linii produkcyjnej w bazie danych.

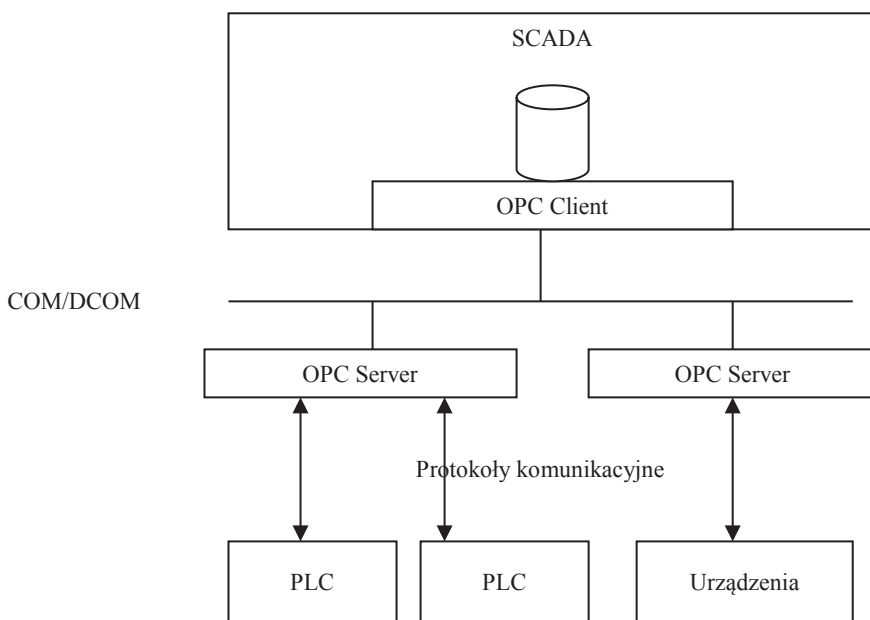
Standardy *Web Services* czy też oparte na języku XML pozwalają na pełną integrację systemów w czasie rzeczywistym, jednakże nie zawsze można je zastosować.

Na przykład starsze wersje systemów PLC, które funkcjonują w przedsiębiorstwie, mogą nie wspierać tych standardów.

Dobrym rozwiązaniem pozwalającym na integrację ZSIZ, ze względu na niezależność wykorzystanych technologii, jest standard OPC, ze szczególnym uwzględnieniem rozszerzeń zawartych w jego najnowszej specyfikacji – *OPC Unified Architecture*. Standard ten zostanie scharakteryzowany w dalszej części artykułu.

4. Standard *OPC Unified Architecture*

Standard OPC został opracowany w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia i jest rozwijany przez OPC Foundation, która zrzesza wiele firm zajmujących się tworzeniem systemów automatyki i zarządzania. Definiowany jest jako zbiór interfejsów pogrupowanych w kategorie, z których każda dedykowana jest pewnej funkcjonalności [Podręcznik... 2013]. Zastosowano w nim podejście do wymiany informacji typu klient-serwer (rys. 2). Początkowo standard bazował na technologii OLE (*Object Linking and Embedding*), od czego pochodzi nazwa OPC – *OLE for Process Control*. Stworzony był głównie w celu komunikacji systemów PLC z systemami SCADA lub HMI (*Human-Machine Interface*).



Rys. 2. Przykład wykorzystania standardu OPC

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnej fazie rozwoju OPC został oparty na technologii COM/DCOM (*Distributed Component Object Model*). Jej podstawową wadą było uzależnienie od platformy systemów Windows firmy Microsoft. Dodatkowo DCOM często sprawia wiele problemów konfiguracyjnych przy wdrażaniu nowego systemu i nie pozwala na komunikację przez sieć Internet.

Użytkownicy końcowi mieli też dodatkowe wymagania. Na przykład zaistniała potrzeba wspierania rozkazów (komend) służących do sterowania maszynami, przechowywania historii zdarzeń oraz obsługi alarmów. Kłopoty sprawiał również nieuporządkowany model danych, w którym każdy dostawca rozwiązań bazujących na OPC (w tym przypadku zarówno deweloper, jak i integrator) umieszczał obiekty w sposób dowolny i wspierający tylko ich wymagania, a użytkownicy coraz częściej nie tylko zainteresowani byli odczytem bądź zapisem struktur danych do serwerów OPC, ale i modyfikowaniem przestrzeni adresowej serwera. Aby wyeliminować te wszystkie niedogodności, opracowano standard *OPC Unified Architecture* (OPC UA). Jest on wynikiem wieloletniej współpracy pomiędzy firmami przemysłowymi, których celem było stworzenie otwartego standardu wymiany informacji w systemach zarządzania procesem w sposób bogatszy i pełniejszy, zorientowany usługowo i bezpieczny w porównaniu z aktualnie wykorzystywanymi standardami bazującymi na platformie DCOM. Ten standard dostosowano do potrzeby mapowania i wymiany rzeczywistych informacji w sposób zorientowany obiektowo [Kwiecień, Szychta, Figura 2011].

Specyfikacja standardu OPC UA została opracowana w ten sposób, aby nie wiązać go z żadną dostępną technologią komunikacyjną; prognozuje się udostępnianie usług na różne sposoby. Aktualnie specyfikacja przewiduje dwa sposób komunikacji: udostępnianie danych przez *Web Services* z wykorzystaniem języka znaczników XML i protokołu *Simple Object Access Protocol* (SOAP) oraz poprzez strumienie danych. W przyszłości przewiduje się również dodawanie nowych metod komunikacji.

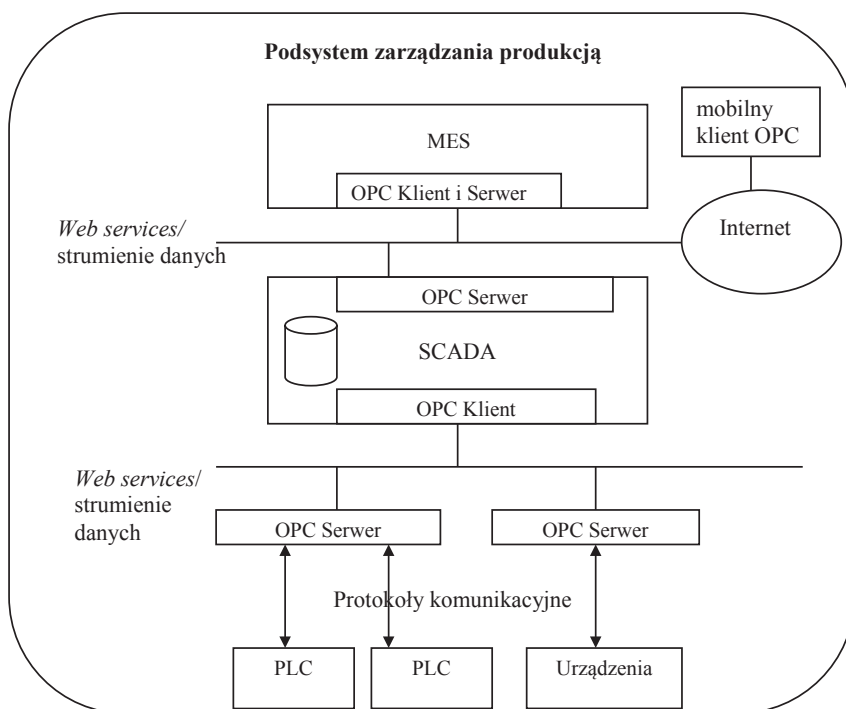
OPC UA jest standardem zorientowanym zarówno obiektowo, jak i usługowo. Orientacja obiektowa umożliwia zastosowanie OPC UA do wielu celów w warstwie procesowej i zapewnia wsparcie dla zaawansowanych struktur danych i elastyczny model danych. Orientacja usługowa zapewnia lepsze wsparcie w dziedzinie przenośności na różnych platformach, lepszy dostęp i bezpieczeństwo [*OPC Unified Architecture* 2013].

Standard OPC UA ma szerokie zastosowanie w integracji różnego rodzaju systemów informatycznych, ze względu na następujące cechy [Mahnke, Leitner, Damm 2009]:

- niezawodność dzięki tolerowaniu uszkodzeń i redundancji danych,
- niezależność od platformy sprzętowej i programowej,
- wspólny model danych dla wszystkich wcześniejszych standardów OPC,
- skalowalność ze względu na możliwość reprezentacji złożonych i wielowartościowych modeli danych, o dowolnej wielkości i komplikacji, od modelu całego przedsiębiorstwa lub ich grupy, aż po małe systemy zawierające dane tylko z jednego urzędnika,

- obsługę danych złożonych,
- zaawansowaną przestrzeń adresową – OPC UA pozwala na bardzo dokładne reprezentowanie procesu, które zawiera jego strukturę, opis występujących w nim informacji i aktualne wartości określające jego stan,
- bogaty zbiór usług – bazowa część specyfikacji OPC UA definiuje podstawowe usługi do przeglądania i tworzenia zapytań o przestrzeń adresową, odczyt i zapis danych, publikowanie i subskrybowanie zdarzeń lub zmian danych; bazowe specyfikacje OPC UA mają charakter ogólny; pozostałe funkcje opisane przez aktualne specyfikacje OPC są rozszerzeniami specyfikacji bazowych.
- bezpieczeństwo – szyfrowanie i uwierzytelnianie na poziomie danych z wykorzystaniem infrastruktury klucza publicznego gwarantuje bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa.

Ze względu na przedstawione cechy standard OPC UA może być wykorzystany nie tylko w rozwiązaniach automatyki przemysłowej na poziomie integracji systemowej i aplikacji informatycznych, ale również na poziomie integracji biznesowej (rys. 3).



Rys. 3. Przykład wykorzystania standardu OPC na wszystkich poziomach integracji podsystemu zarządzania produkcją ZSIZ

Źródło: opracowanie własne.

W warstwie systemowej znajdują się sterowniki PLC lub inne urządzenia działające na linii produkcyjnej. OPC Serwer może być wbudowany w sterowniki lub urządzenia bądź też zainstalowany na komputerze klasy PC z dedykowaną kartą, która umożliwia komunikację z wykorzystaniem np. protokołu Profibus czy też Ethernetu przemysłowego.

W warstwie aplikacji informatycznej, na poziomie systemu SCADA, funkcjonuje OPC Klient, korzystający z danych udostępnianych przez OPC Serwer warstwy systemowej. Dane te dostępne są w czasie rzeczywistym w celu np. wizualizacji czy sterowania linią produkcyjną; są one również zapisywane do bazy danych głównie w celach archiwizacyjnych. W warstwie tej znajduje się również OPC Serwer, udostępniający wytworzone, przetworzone lub zagregowane przez system SCADA dane niezbędne w celu integracji biznesowej.

W warstwie biznesowej z danych korzystają systemy klasy MES, które również zawierają serwer OPC i klienta OPC. Ponieważ standard OPC korzysta też z *Web Service*, możliwe jest dalsze udostępnienie danych poprzez łącze internetowe, również z wykorzystaniem urządzeń mobilnych.

Nawiązując do wcześniejszego przykładu dozowania surowców, należy stwierdzić, że dzięki wykorzystaniu standardu OPC UA dane dotyczące ilości wydostawianych surowców, przebiegu procesu technologicznego, czasów poszczególnych operacji, jak również ilości produktu gotowego dostępne są automatycznie, w postaci dokumentów (nawet księgowych), w czasie rzeczywistym, nie tylko we wszystkich modułach podsystemu zarządzania produkcją, lecz także w pozostałych podsystemach ZSIZ. Na przykład w podsystemie logistyki dostępne są na bieżąco dane dotyczące poziomu surowców w zbiornikach, dzięki czemu możliwe jest zapewnienie terminowych i zgodnych z potrzebami dostaw tych surowców. Innym przykładem jest przepływ danych do podsystemu controllingu. Ponieważ w czasie rzeczywistym dostępne są dane dotyczące zużycia surowców oraz ilości produktów gotowych, możliwa jest bieżąca analiza kosztów, przychodów, przyczyn ewentualnych odchyleń od założeń planistycznych, a w konsekwencji można szybko podjąć decyzje korygujące.

Stosując standard OPC, należy pamiętać o zabezpieczeniach przed nieuprawnionym dostępem do danych, takich jak Firewall czy zarządzanie uprawnieniami użytkowników.

Standard OPC UA umożliwia wymianę danych pomiędzy różnymi aplikacjami niezależnie od dostawców, od których one pochodzą, języka programowania, systemu operacyjnego lub konkretnego miejsca, gdzie dana aplikacja jest zlokalizowana. Pozwala on również na przeniesienie danych poza warstwę systemową i aplikacji, a dzięki rozbudowanemu i rozszerzalnemu modelowi danych może się stać kompletną bazą wiedzy na temat obsługiwanych procesów gospodarczych, które mogą być automatycznie przechwytywane, rejestrowane przez inne podsystemy ZSIZ.

5. Podsumowanie

Integracja modułów podsystemu zarządzania produkcją jest niezwykle istotna głównie ze względu na możliwość zwiększenia elastyczności, automatyzm wymiany danych i – w konsekwencji – także konkurencyjność przedsiębiorstwa. Ważnym zadaniem producentów i integratorów tego typu systemów jest prawidłowy dobór standardów umożliwiających tę integrację. Powinny one zapewnić interoperacyjność, czyli zdolność systemów lub urządzeń do wymiany, przetwarzania i poprawnej interpretacji informacji. Jednym z takich standardów jest przedstawiony w niniejszym artykule – *OPC Unified Architecture*, umożliwiający integrację systemów PLC, SCADA i MES, która pozwala stworzyć spójny podsystem zarządzania produkcją, dający możliwość dostępu do danych z linii produkcyjnej w czasie rzeczywistym. Dzięki takiemu podejściu zwiększa się również efektywność funkcjonowania całego zintegrowanego informatycznego systemu zarządzania.

Literatura

- Advanced Manufacturing Execution System for Solar Manufacturing*, Camstar Systems Inc., Charlotte 2007.
- Banaszak Z., Kłos S., Mleczo J., *Zintegrowane systemy zarządzania, Zarządzanie i inżynieria produkcji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2011.
- Broel-Plater B., *Układy wykorzystujące sterowniki PLC. Projektowanie algorytmów sterowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
- Bytniewski A. (red.), *Architektura zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2005.
- Jakuszewski R., *Programowanie systemów SCADA Proficy HMI/SCADA iFix*, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Warszawa 2007.
- Klaus R., Stróżyk T., *Problemy integracji systemów IT zarządzania produkcją*, XV Konferencja „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji”, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2012.
- Korzystanie ze źródeł danych*, <http://technet.microsoft.com/pl-pl/library/cc757458%28v=ws.10%29.aspx> [dostęp: 11.01.2013].
- Kwicień L., Szychta R., Figura R., *Współpraca zadań w sferze informatycznego systemu skryptowego*, „Logistyka” 2011, nr 6, s. 2161-2170.
- Mahnke W., Leitner S.H., Damm M., *OPC Unified Architecture*, Springer, Berlin 2009.
- Manufacturing Execution System*, Satyam Computer Services Ltd., Chacala 2007.
- Olszak C., Sroka H., *Zintegrowane systemy informatyczne w zarządzaniu*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001.
- OPC Unified Architecture*, OPC Foundation, http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/UA.asp?MID=AboutOPC [dostęp: 11.01.2013].
- Podręcznik OPC*, <http://www.commsvr.com/Howitworks/OPC/OPCManual/tabid/302/language/pl-PL/Default.aspx> [dostęp: 11.01.2013].
- Przemysłowe protokoły komunikacyjne*, Portal Automatyki, Pomiarów i Elektroniki, <http://www.isaa.pl/komunikacja/protokoy-komunikacyjne> [dostęp: 11.01.2013].

Sobieska-Karpińska J., Hernes M., *Wykorzystanie systemów informatycznych klasy Manufacturing Execution Systems we wspomaganii zarządzania*, [w:] „Informatyka Ekonomiczna” 2010, nr 18, red. J. Sobieska-Karpińska, I. Chomiak-Orsa, H. Sroka, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010.

Zakrzewicz M., *Wprowadzenie do technologii Web Services: SOAP, WSDL, UDDI*, <http://www.cs.put.poznan.pl/mzakrzewicz/pubs/ploug06ws.pdf> [dostęp: 11.01.2013].

USING THE OPC STANDARD IN ORDER TO INTEGRATE MANUFACTURING MANAGEMENT SUBSYSTEM MODULES AT INTEGRATED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

Summary: The article presents the usage of OPC standard on all levels of integration of manufacturing management subsystem at the integrated management information system. The structure of manufacturing management subsystem, with taking into consideration MES, SCADA and PLC systems, is presented in the first part of the article. Next, the most often used technological standards of integration on system and application levels are characterized. The final part of the article presents using OPC standard, with taking into particular consideration the specification of OPC Unified Architecture, in order to integrate manufacturing management subsystem on the system, application and business process level. This integration allows the data flow in real time to all subsystems of integrated management information system, what has a significant impact on the efficiency of the functioning of an enterprise.

Keywords: information systems, integrated management systems, manufacturing management, OPC standard.