

Dr inż. Piotr SZULEWSKI (Politechnika Warszawska):

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII OPC DO UDOSTĘPNIANIA DANYCH POMIAROWYCH Z PROCESU I OBRABIARKI

Streszczenie

Szczegółowe monitorowanie realizowanego procesu technologicznego i stanu obrabiarki jest w dzisiejszych czasach bezwzględny wymogiem gwarantującym uzyskanie produktu o odpowiedniej jakości. Powszechna w przemyśle tendencja związana z wykorzystywaniem w obszarze automatyki przemysłowej (do sterowania i nadzoru) systemów rozproszonych wymusza konstruowanie rozwiązań autonomicznych i charakteryzujących się rozbudowanymi możliwościami komunikacyjnymi. Należy się więc zgodzić z twierdzeniem, że obecnie komunikacja stanowi podstawę współczesnego wytwarzania. Coraz bardziej zaawansowane czujniki wykorzystywane do monitorowania maszyny i procesu pozwalają na bardzo precyzyjne opisywanie zachodzących zjawisk. Surowe dane oraz wyniki analiz powinny być dostępne także dla systemów nadzorczych i zarządzających produkcją. Korzystne jest zastosowanie jednorodnego środowiska ułatwiającego wymianę informacji, a także standaryzującego sam proces komunikowania się różnorodnych urządzeń (kart, sterowników, PLC, CNC). Artykuł omawia koncepcję zastosowania otwartego standardu OPC (OLE for process control) do udostępniania danych pomiarowych z procesu i obrabiarki. Prezentuje wykonaną instalację, przeprowadzone badania i uzyskane rezultaty. Przewidywana implementacja tego rozwiązania w warunkach rzeczywistych jest interesującą propozycją dla przemysłu.

Słowa kluczowe: *przesyłanie danych, monitorowanie i nadzór obrabiarki, akwizycja danych, OPC*

USE OF THE OPC TECHNOLOGY FOR DISCLOSURE OF MEASUREMENT DATA FROM A PROCESS AND A MACHINE TOOL

Abstract

The continuous monitoring of process and machine tools is, in fact, the important measure to achieve really good products and reduce the possibility of difficulty in modern production. Referring to the very popular idea of distributed control systems the effective communication between different nodes should be established. All generated data and computation results should be shared to the supervision of shop floor control system and company MRP. It is beneficial to use homogeneous, effective communication environment which could facilitate the data interchange process and standardize it for different nodes (μ P, PLC, CNC). This paper presents conception of the open standard OPC applying for data presentation coming from sensors and machine tools. It briefly illuminates the working installation, research work and results. The predicted implementation will be useful and interested for industry.

Keywords: *data transfer, machine tool monitoring and supervision, data acquisition, OPC*

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII *OPC* DO UDOSTĘPNIANIA DANYCH POMIAROWYCH Z PROCESU I OBRABIARKI

Piotr Szulewski¹

1. WSTĘP

„W dzisiejszym świecie informacja jest towarem” – stwierdzenie to, tak powszechnie przytaczane, stało się już swoistym truizmem, którego głębokiego sensu praktycznie nie dostrzegamy. Próbując zdefiniować to fundamentalne pojęcie można posłużyć się konstatacją wskazującą na szerokie rozumienie pojęcia informacji, jako „uniwersalnego tworzywa spajającego poszczególne elementy systemu, w jedną sprawnie i efektywnie działającą całość” [1]. Informacja jest, więc dobrem szczególnym, bez którego trudno mówić o nowoczesnym i całościowym procesie zarządzania, zwłaszcza w produkcji oraz wytwarzaniu. W dobie wszechobecnej konkurencji, bezwzględnej walki o klienta, zwiększania różnorodności produkowanego asortymentu, skracania czasu realizacji zlecenia, gdzie sukces przedsiębiorstwa często oznacza jego przetrwanie na rynku i gdzie nie można pozwolić sobie na utratę nawet pojedynczych odbiorców precyzyjne planowanie, monitorowanie i zarządzanie produkcją staje się absolutną koniecznością [2].

Jak się wydaje w ostatniej dekadzie główny wysiłek w obszarze badań i wdrożeń systemów automatyzacji jest skierowany przede wszystkim na osiąganiu wysokiej efektywności procesu wytwarzania będącej wynikiem dokładnego monitorowania i precyzyjnego sterowania [3]. Niestety obecnie jeszcze w wielu przypadkach mamy do czynienia zazwyczaj z zarządzaniem intuicyjnym często opartym o różnego rodzaju estymacje czy wręcz szacunki. Trudno w takich warunkach podejmować trafne i wyważone decyzje a także na bieżąco reagować w przypadku pojawienia się sytuacji awaryjnej. Jedynie poczawszy od formowania sygnałów poprzez ich interpretację i uporządkowanie uzyskać można szczegółową wiedzę o warunkach pracy obrabiarek,

¹ Instytut Technik Wytwarzania Politechniki Warszawskiej, ul. Narbutta 86, 02-524 Warszawa

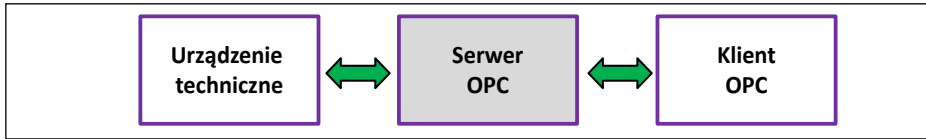
urządzeń technologicznych lub stanie zaawansowania realizowanych procesów [4]. Tak więc, spostrzeżenie, iż umiejętne, efektywne i skuteczne uzyskanie źródłowych sygnałów oraz ich udostępnianie (przesyłanie) stanowi klucz do sukcesu jest jak najbardziej poprawne i prawdziwe [5]. Integracja szczegółowych informacji o aktualnym stanie wytwarzania stanowi podstawową rolę w uzyskaniu odpowiedniej efektywności zarządzania całej realizowanej produkcji [6]. Informacje pozyskiwane z układów sterowania, dodatkowych zespołów czujników i systemów pomiarowych są zazwyczaj gromadzone w dedykowanych bazach danych przechowywanych na komputerach przemysłowych lub klasy PC. Bardzo ważnym zagadnieniem zdaje się być skuteczne udostępnienie tych informacji oraz wyników obliczeń dla wszystkich innych systemów informatycznego wspierania produkcji [7]. Zazwyczaj nie jest to zadanie trywialne, ponieważ powszechnie wykorzystywanych jest wiele standardów, protokołów i rozwiązań będących często unikalnymi koncepcjami promowanymi przez swoich producentów lub dystrybutorów. W artykule przedstawiono propozycję zastosowania otwartego standardu OPC jako uniwersalnego „spoiwa” dla różnorodnych danych z możliwościami ich przedstawiania dla systemów klasy MES lub SCADA.

2. OTWARTY STANDARD OPC

Wraz z rozwojem urządzeń automatyki, zwłaszcza tych opartych o mikrokontrolery i wbudowane środowiska operacyjne zaczęto wykorzystywać interfejsy pozwalające na dostęp do ich wewnętrznych danych. Otóż szybki wzrost możliwości oprogramowania i istniejąca potrzeba wykorzystania go w systemach automatyki przemysłowej poskutkowała koniecznością stworzenia standardowych, gotowych do wykorzystania w wielu systemach modułów programowych zapewniających komunikację pomiędzy różnymi urządzeniami i oprogramowaniem [8]. Każdy twórca oprogramowania musiał opracować własne sterowniki (programowe) do wszystkich urządzeń, z którym dany program miał współpracować. Wynikało z tego wiele problemów a wybór oprogramowania dla danego sprzętu był bardzo ograniczony. Co nie było bez znaczenia - jego tworzenie wymagało większych nakładów czasu i pracy. Oznaczało to wielką różnorodność standardów połączoną z różnorodnością rozwiązań proponowanych przez poszczególnych producentów. Skutkiem tej niekorzystnej sytuacji były poszukiwania sposobu jej rozwiązania i usystematyzowania form wzajemnej wymiany danych.

We wrześniu 1996r. powołano do życia OPC Foundation, która od tamtego czasu koordynuje działania mające na celu utrzymywanie i publikowanie nowych specyfikacji OPC. W przeszłości OPC było skrótem, którego rozwinięcie brzmiało OLE for Process Control. Bazuje ona na technologii COM, czyli Component Object Mode oraz DCOM, czyli jej odmianą sieciową. Aktualnie specyfikacje OPC zmierzają w kierunku wykorzystania tzw. Web Service’ów opartych na XML i HTTP, czyli technologii zupełnie niezwiązanych z systemem operacyjnym Windows

Obecnie pod sformułowaniem OPC należy rozumieć otwarty standard przemysłowy, który najczęściej stosowany jest w informatyce oraz automatyce przemysłowej. Celem opracowania tego standardu była wzajemna komunikacja różnych urządzeń kontrolujących procesy technologiczne. Ogólna koncepcja jest przedstawiona na rysunku nr 1.

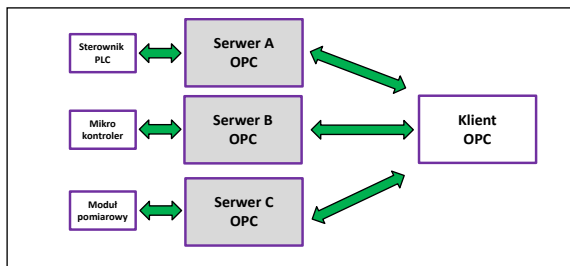


Rys. nr 1 Koncepcja architektury OPC

(*) **Urządzenie techniczne** – jest to dowolny sterownik, komputer lub mikrokontroler wyposażony w interfejs komunikacyjny (szeregowy lub sieciowy) i oprogramowanie umożliwiające wymianę danych z otoczeniem (protokół).

(*) **Serwer OPC** – jest to zazwyczaj komputer wraz z dedykowanym oprogramowaniem pozwalającym zapewnić szybką, bezbłędną i efektywną wymianę danych. Serwer OPC najczęściej występuje, jako oprogramowanie instalowane na PC oraz oprócz wysyłania danych do klienta może pełnić też rolę sterowania obiektem poprzez wysyłanie do niego odpowiednich sygnałów.

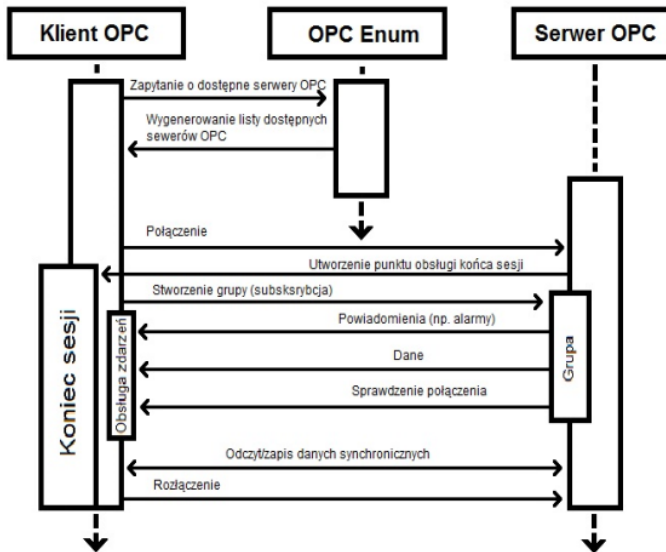
(*) **OPC Klient** – Jest to program, aplikacja, która pobiera lub wysyła informacje z serwera OPC. Klientem OPC może być na przykład program komputerowy typu SCADA lub moduł, który prześle informacje dowolnym innym programom. Zaletą tej architektury jest możliwość współbieżnej współpracy jednocześnie z kilkoma serwerami OPC. Przykład takiej struktury jest przedstawiono na rysunku nr 2.



Rys. nr 2 OPC Klient korzystający z wielu OPC serwerów i urządzeń technicznych

Komunikacja OPC klient – OPC serwer jest zagadnieniem dość skomplikowanym. Serwer jest w zasadzie biblioteką/bazą danych, dlatego wszelkiego rodzaju działania stoją po stronie klienta. Klient jest zobowiązany do zlokalizowania serwera, nawiązania z nim komunikacji, tworzenie zapytań o dane z serwera oraz przesyłanie danych

do niego. Klient również wykonuje operacje rozłączenia połączenia między serwerem. Diagram procedury nawiązania połączenia jest przedstawiony na rysunku nr 3.



Rys. nr 3 Szczegóły komunikacji pomiędzy klientem i serwerem OPC [9]

W ramach standardu OPC wyszczególniono pewne główne funkcje realizowane poprzez interfejsy. Zostały one pokrótce opisane:

- OPC Data Access (OPC DA) – podstawową funkcją jest udostępnianie aktualnych danych z dołączonych urządzeń technicznych. Użytkownik otrzymuje informacje od serwera poprzez szereg zapytań o aktualne wartości zmiennych. Wymagane dane są opisane za pomocą odpowiednich „tagów” posiadających takie cechy jak wartość, jakość, czas oraz typ,
- OPC Alarms & Events (OPC AE) – zajmuje się przechowywaniem informacji o zaistniałych w systemie alarmach oraz zdarzeniach.
- OPC Batch – Jest to specyfikacja stworzona z myślą o procesach wsadowych, czyli sekwencjach działań podejmowanych przez komputer. Dane są wprowadzane do jednego programu, a po wykonaniu obliczeń, wyniki są danymi wejściowymi do kolejnej aplikacji. Specyfikacja określa informacje o bieżących warunkach operacyjnych oraz możliwościach sprzętowych,
- OPC Security – Specyfikacja spełnia funkcję ochrony danych wysyłanych przez serwery przed niechcianymi lub nieautoryzowanymi klientami. Bezpieczeństwo jest zapewnione poprzez weryfikację każdego klienta chcącego mieć dostęp do danych (login i hasło). OPC Security sprawdza ponadto, czy udostępniane dane nie zostały w żaden sposób zmienione,

- OPC Historical Data Access (OPC HDA) – Funkcjonalność opiera się na gromadzeniu a następnie analizowaniu danych. Zazwyczaj podstawowe możliwości to prosty serwer trendów oraz funkcje kompresji i analizy danych (wartość maksymalna, średnia itp.). Gromadzone dane mogą aktualizowane,
- OPC Unified Architecture (OPC UA) – To najnowsza koncepcja mająca na celu całkowite uniezależnienie się od możliwości systemu operacyjnego. Jest to pewnego rodzaju zbiór dokumentacji określających komunikację pomiędzy typami urządzeń i systemów. OPC UA składa się z wielu rodzajów protokołów komunikacyjnych takich jak HTTP, SOAP lub TCP/IP, dzięki czemu technologia ta daje bardzo duże możliwości komunikacyjne.

3. KONCEPCJA WYKORZYSTANIA SERWERA OPC W ZAKŁADZIE

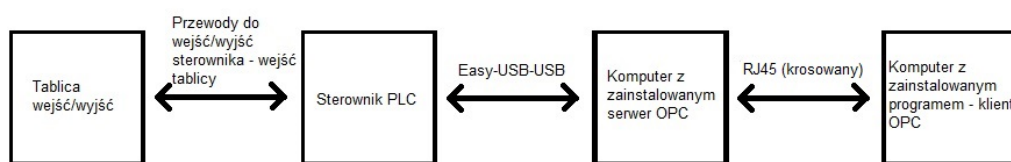
Jak wspomniano integracja przepływu danych szczegółowo opisujących realizowane wytwarzanie jest wyjątkowo istotna w produkcji jednostkowej – zwłaszcza, gdy koszt wykonania przedmiotu jest bardzo duży. Koncepcja wykorzystania standardu OPC, jako uniwersalnego źródła danych jest w takim przypadku bardzo atrakcyjna bowiem mogą się do niej odwoływać bardziej zaawansowane środowiska z wyższych warstw komputerowego wspomagania produkcji – takich jak na przykład zakładowy system ERP/MRP. Istotnym jest, że nie wszystkie dane przechowywane na serwerze OPC muszą być przesyłane. Z wielu istniejących informacji (aktualnych oraz historycznych), programy wspomagające nadzorowanie wytwarzania mogą pobierać jedynie te dane, jakie są im aktualnie potrzebne lub użyteczne [10]. Wiele urządzeń oraz programów diagnostycznych umożliwia bezpośrednie przekazywanie informacji do popularnych arkuszy kalkulacyjnych. Dzięki takiemu mechanizmowi możliwe jest bardzo łatwe tworzenie paneli kontrolnych, ekranów diagnostycznych i prezentacyjnych bez konieczności samodzielnego kodowania w jednym ze znanych środowisk deweloperskich takich jak C, .Net lub Delphi. Efektywne jest też przeprowadzanie szybkich analiz statystycznych. Jak się wydaje, ważnym jest także powszechna znajomość wśród pracowników zasad obsługi takich programów i możliwość uniknięcia kosztownego szkolenia.

Takim produktem programowym jest MS Excel (Microsoft Office Excel) wchodzący w skład pakietu MS Office. Excel jest doskonałym narzędziem do przetwarzania danych oraz tworzenia i formatowania wszelkiego typu arkuszy, zestawień, tabel wykresów i analiz. Jest to środowisko bardzo znane i szeroko wykorzystywane w warunkach przemysłowych na całym świecie. Jak wynika z dostępnych danych jest on stosowany w ponad 80% wszystkich przedsiębiorstwach [11]. Dodatkowo wielu inżynierów uważa go za podstawowe narzędzie w swojej pracy między innymi, dlatego że jest on zazwyczaj częścią składową systemu operacyjnego preinstalowanego na ich służbowych komputerach [12]. Biorąc pod uwagę te właśnie przesłanki zdecydowano się na zastosowanie dedykowanego serwera OPC (krajowej firmy CommServer). Rozwiązanie to pozwala na udostępnianie w standardzie OPC danych z komórek ar-

kusza Microsoft Excel. Dane z aplikacji MS Excel są prezentowane z wykorzystaniem specjalnego DataProvider'a obsługującego łącze DDE (Dynamic Data Exchange) dla Excel. Ten mechanizm pozwala na współpracę z wszystkimi dostępnymi wersjami MS Excel. Tworzone w projekcie środowisko monitorowania stanu procesu i realizacji produkcji składa się z wielu niezależnych od siebie urządzeń i systemów generujących szczegółowe dane. Wyniki działania systemu monitorowania stanu obrabiarki, zespołu czytników kodów kreskowych oraz grupy elektronicznych narzędzi pomiarowych będą za pomocą odpowiednich interfejsów sprzętowych (USB, RFID oraz WiFi) przekazywane bezpośrednio do uruchomionego arkusza kalkulacyjnego. Tam zostaną zapisane i przechowane a także mogą być poddane dodatkowemu przetwarzaniu w zależności od potrzeb. Z arkusza kalkulacyjnego dane będą w miarę zapotrzebowania zgłaszane przez aplikacje zewnętrzne pobierane i wysyłane jak odpowiedzi na zapytania kierowane przez programy OPC Klient. Transmisja od strony sprzętowej zostanie zrealizowana poprzez sieć komputerową w standardzie Ethernet.

4. BADANIA WSTĘPNE

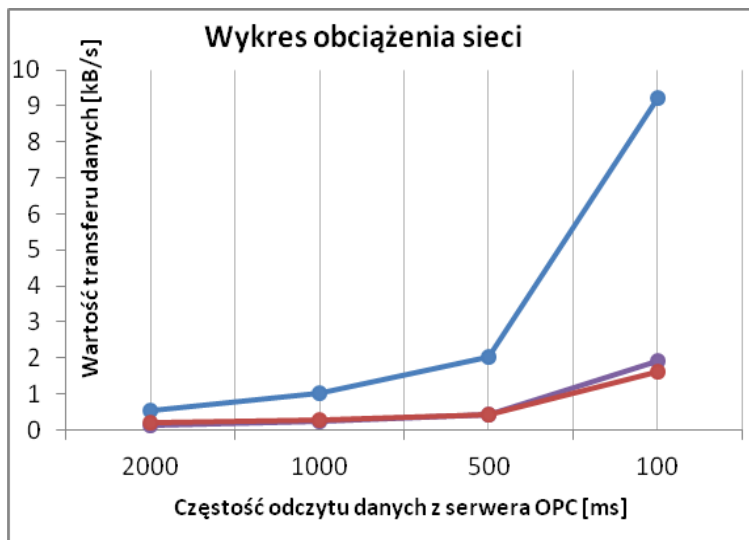
Ponieważ wszystkie dane generowane miejscowo i udostępniane wyższym warstwom programów zarządzających produkcją będą przesyłane za pomocą lokalnej, zakładowej sieci komputerowej, dlatego ważnym jest zbadanie, jakie będzie rzeczywiste obciążenie tej sieci przez wymieniające się danymi aplikacje. Należy mieć na uwadze, że sieć taka realizuje także inne zadania i nie powinna być ona przeciążana dodatkowymi zleceniami, zwłaszcza w przypadku konieczności częstego ich realizowania [13]. W tym celu zestawiono stanowisko badawcze symulujące rzeczywiste warunki transferu informacji. Schemat ideowy jest przedstawiony na rysunku nr 4.



Rys. nr 4 Schemat stanowiska badawczego

Sieć składa się z dwóch komputerów, które są połączone ze sobą przewodem RJ45 typu krosowanego (z przeplotem). W obydwu systemach komputerowych wyłączono wszystkie usługi niemające bezpośredniego związku z prowadzonymi badaniami. Na jednym komputerze znajduje się serwer OPC oraz podłączony jest sterownik PLC, jako źródło sprzętowe informacji. Testy wykonywane są poprzez przesyłanie pomiędzy komputerami pakietu danych, obserwacji czasu transferu tego pakietu oraz szyb-

kości transmisji danych. Odpowiednio do serwera dołączone było oprogramowanie klienckie symulujące pojedynczego odbiorcę danych oraz grupę odbiorców. Przygotowane dane miały charakter zmiennych cyfrowych i analogowych. Zmieniany był także czas repetycji zapytań od 2000ms (0,5 Hz) do 100 ms (10 Hz).



Rys. nr 5 Wyniki pomiarów obciążenia sieci podczas wymiany danych

Na wykresie (rys nr 5) zaznaczone są odpowiednio sytuacje wymiany danych z jednym i wieloma klientami OPC przy dużej ilości przesyłanych danych. Na podstawie przeprowadzonego badania obciążalności sieci, można wyciągnąć wnioski, że największy wpływ na wielkość przesyłanych danych do klienta OPC ma wymagana częstość ich odczytu. Zaobserwowany wpływ liczby jednocześnie obsługiwanych klientów można uznać za niezbyt istotny. Nawet przy ustawieniu maksymalnej częstości odczytu wartość przesyłanych danych jest niewielka, co powoduje małe obciążenie sieci. Maksymalne zmierzone obciążenie sieci kształtujące się na poziomie 10 kB/s przy obowiązujących obecnie przemysłowych standardach przepustowości sieci na poziomie 100 Mbit/s jest praktycznie pomijalne, bowiem wynosi zaledwie 0,01%. Jednak należy pamiętać, że przy wykorzystaniu wielu klientów korzystających z jednego serwera wartość przesyłanych danych przez serwer będzie wielokrotnie większa, dlatego należy wykorzystywać tylko te dane, które są przydatne w nadzorowaniu procesu technologicznego, oraz ustawiać minimalną potrzebną częstotliwość aktualizacji danych.

6. PODSUMOWANIE

Przedstawiona w artykule koncepcja wykorzystania technologii serwera OPC do udostępniania danych pomiarowych i informacji procesowych jest słuszna. Otwarty ten standard pozwala na swobodne komunikowanie systemów znajdujących się na różnych poziomach struktury systemu informatycznego zakładu. Jest bezpieczny, szybki i wydajny. Mnogość dostępnego oprogramowania (także bezpłatnego) pozwala na dużą swobodę w wyborze a także w dostosowaniu do konkretnych wymagań polityki informatycznej przedsiębiorstwa. Jak się wydaje idea wykorzystania standardu OPC może być bardzo atrakcyjną alternatywą dla samodzielnie tworzonych środowisk pomiarowych zwalniając twórców z konieczności poświęcania czasu na zagadnienia efektywnej dystrybucji wyników pomiarów.

LITERATURA

- [1] deMARCO T., „*Measuring and Managing Performance in Organizations*”, strona internetowa: <http://www.systemsguild.com/GuildSite/DandL/AustinForeword.html>
- [2] Coe N., Hess M., „*Global production networks, labour and development*”, *Geoforum* 44 (2013), p.4–9
- [3] K.-J. Park, R. Zheng, X. Liu, „*Cyber-physical systems Milestones and research challenges*”, *Computer Communications* 36 (2012), pp. 1–7
- [4] SZULEWSKI P., „*Możliwości komunikacji układu diagnostycznego ze sterownikiem obrabiarki*”, Konferencja SOS 2013, *Mechanik* nr 8-9/2013, str. 427-438
- [5] MAHAMOUD M., ELSHAFEI M., „*Using OPC technology to support the study of advanced process control*”, *ISA Transactions* 55(2015), pp. 155–167
- [6] SAHIN C., BOLAT E.D., „*Development of remote control and monitoring of web-based distributed OPC system*”, *Computer Standards & Interfaces* 31 (2009), pp. 984–993
- [7] CAVALIERI S., CHIACCHIO F., „*Analysis of OPC UA performances*”, *Computer Standards & Interfaces* 36 (2013), pp. 165–177
- [8] HONG X., JIANHUA W., „*Using standard components in automation industry: A study on OPC Specification*”, Elsevier, *Computer Standards & Interfaces* 28 (2006), pp.386– 395
- [9] Podręcznik OPC (commServer) - <http://www.commsvr.com/Howitworks/OPC/OPCManual/tabid/302/language/pl-PL/Default.aspx>
- [10] SZULEWSKI P., „*Functional aspects of modern wireless networks in industrial environment*”, *Advances in Manufacturing Science and Technology*, volume 37, No 2, 2013, pp. 79-89
- [11] FORRESTER M., „*Microsoft Office in No Danger From Competitors - PC World Business Center.*”, December of 2009, <http://www.pcworld.com>. 2009-06-04. Retrieved 2009-12-19
- [12] KWAK J., „*The Importance of Excel*”, February of 2013, <http://baselinescenario.com/2013/02/09/the-importance-of-excel/>
- [13] SZULEWSKI P., „*The initial analysis of Ethernet bus for monitoring HSM process in Aerospace Industry*”, *New Production Technologies in Aerospace Industry*, IFW Volume 04/2013, Springer Verlag 2014, 978-3-319-01963-5, pp. 163-173

Badania realizowane w ramach Projektu "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.