

Łukasz ŚLAZAK¹

INTEGRACJA OBRABIAREK Z SYSTEMAMI INFORMATYCZNYMI PRZEDSIĘBIORSTW W ASPEKTCIE KONCEPCJI PRZEMYSŁ 4.0

Szybki rozwój systemów informatycznych stosowanych w nowoczesnych przedsiębiorstwach wymaga wprowadzenia zmian w sposobie projektowania i działania obrabiarek. Koncepcja Przemysł 4.0 (niem. Industrie 4.0), zaprezentowana w roku 2011, wymaga pełnej integracji maszyn i urządzeń z systemami zarządzania produkcją. W związku z tą koncepcją pojawiła się również konieczność monitorowania stanu maszyn oraz realizowanych procesów. Konieczna jest również wymiana dużej ilości danych i ich udostępnianie innym aplikacjom i urządzeniom w ramach koncepcji Internet Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT). Niniejszy artykuł przedstawia kluczowe zagadnienia integracji obrabiarek z systemami informatycznymi przedsiębiorstw w celu zwiększenia wydajności i elastyczności produkcji.

INTEGRATION OF MACHINE TOOLS WITH COMPANY IT SYSTEMS IN SCOPE OF INDUSTRY 4.0 IDEA

The rapid development of information systems used in modern enterprises require changes in the way the design and operation of machine tools. Industry 4.0 (Ger. Industrie 4.0) idea, presented in 2011, requires the full integration of machinery and equipment with production management systems. In connection with this concept came the need to monitor the status of machines and processes. It is also necessary exchange of large amounts of data and making them available to other applications and devices within the concept of Internet of Things - IoT. This article presents the key issues of the integration of machine tools with enterprise information systems in order to increase the efficiency and flexibility of production.

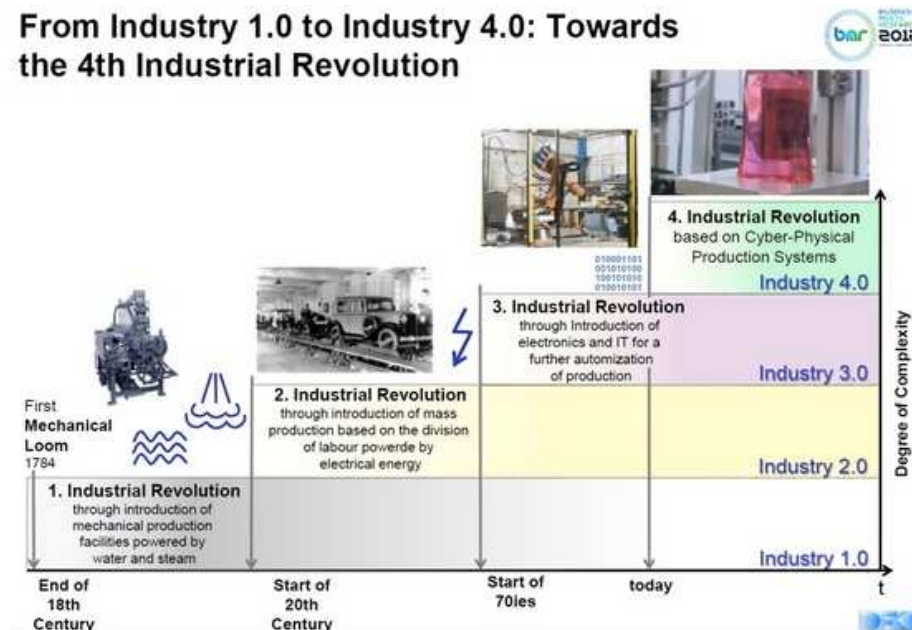
1. WSTĘP

W roku 2011 podczas targów EMO w Hanowerze została zaprezentowana koncepcja PRZEMYSŁ 4.0 [1] (niem. Industrie 4.0) polegająca na całkowitej komputeryzacji/informatyzacji produkcji. Celem tej koncepcji jest stworzenie inteligentnego systemu produkcyjnego (ang. Smart Factory), który charakteryzuje się zdolnością przystosowania do zmiennych warunków, wydajnością zasobów oraz ergonomią, a także możliwością integracji klientów i partnerów biznesowych na różnych płaszczyznach. Podstawą technologiczną tego rozwiązania są systemy cyber-fizyczne i Internet Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT). Czas potrzebny na wprowadzenie w życie koncepcji Przemysł 4.0 jest szacowany przez ekspertów na 10-20 lat. Jest to spowodowane koniecznością przeprowadzenia dużych zmian w organizacji produkcji i samych procesów. Poniżej przedstawione są kolejne rewolucje przemysłowe oraz ich cechy (rys. 1).

Całkowita komputeryzacja produkcji wymaga wielu działań oraz kompleksowego podejścia do zagadnienia. Szereg firm produkujących urządzenia i maszyny wykorzystywane do produkcji podjęło już działania mające na celu opracowanie nowych rozwiązań przede wszystkim z dziedziny sterowania i komunikacji oraz integracji układów sterowania z komputerami różnego typu gdyż daje to możliwość wykorzystania gotowych aplikacji, które powstały z myślą o komunikacji komputerów i urządzeń przenośnych (tablety, smartfony). Konieczne jest również tworzenie organizacji, klastrów, które zajmują się opracowywaniem standardów, np. komunikacji, wykorzystywanych w systemach produkcyjnych. Są to organizacje, których członkami są firmy projektujące i wytwarzające układy sterowania, roboty, maszyny i obrabiarki oraz oprogramowanie do ich obsługi. Realizacja koncepcji Smart Factory już się rozpoczęła - mimo tak odległego terminu wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0 (10-20 lat) pojawiły się już obrabiarki wyposażone w układy sterowania przygotowane na bezpośrednie podłączenie urządzeń zewnętrznych różnego typu przy wykorzystaniu różnych typów interfejsów i protokołów, np. PROFIBUS, CC-Link (rys. 2). Takie układy sterowania umożliwiają również integrację różnych typów procesów w jednej obrabiarence, np. obróbki skrawaniem i spiekania proszków metalicznych, co znacząco zwiększa możliwości obrabiarki oraz zakres zastosowań.

¹ Dyrektor ds. Sprzedaży Obrabiarek, Yamazaki Mazak Central Europe Sp. z o.o. Oddział w Polsce, Trasa Renców 33, 40-860 Katowice, tel: + 48 32 350-04-60, e-mail: lslazak@mazak.com.pl

From Industry 1.0 to Industry 4.0: Towards the 4th Industrial Revolution

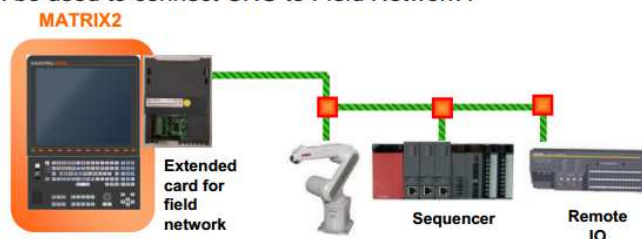


Rys.1. Kolejne rewolucje przemysłowe [4]

Field network

To meet customers requirements for high level of automation system, Extended Card can be used to connect CNC to Field Network .

- PROFIBUS
- Ethernet IP
- CC-Link



SPRINT I/F

Universal interface is provided for external measuring equipment specifically for SPRINT system (Renishaw) which enables continuous multiple-axis high-speed measuring.



Rys. 2. Protokoły obsługiwane przez układy sterowania i możliwe konfiguracje [3]

Warto podkreślić, że uniwersalność i elastyczność konfiguracji to bardzo pożądane cechy obrabiarek, które będą wykorzystywane w produkcji przyszłości. Już w tej chwili obserwujemy znaczące zmniejszanie się wielkości partii produkowanych części i zwiększanie się ich różnorodności. Ten trend obserwowany jest również w produkcji motoryzacyjnej i lotniczej – cenione są przede wszystkim szybkość dostawy pierwszej partii części od momentu zamówienia i wdrożenie produkcji z minimalną (bądź zerową) ilością braków. Jednocześnie znacznie rośnie stopień skomplikowania produkowanych części, które wymagają obrabiarek z ciągłym sterowaniem w pięciu osiach.

2. UKŁADY STEROWANIA NOWOCZESNYCH OBRABIAREK – WYMAGANIA

Współcześnie produkowane układy sterowania obrabiarek bazują na przemysłowych komputerach PC i są wyposażone w oprogramowanie Windows w różnych wersjach. System ten wykorzystywany jest jedynie jako interfejs użytkownika. Program sterowania maszyną za pomocą pulpitu operatora oraz programów obróbkowych musi działać w czasie rzeczywistym a Windows w ten sposób nie działa. Firma Yamazaki Mazak jest jednym z pionierów stosowania komputerów PC jako bazy dla układu sterowania – pierwszy tego typu układ sterowania (MAZATROL FUSION 640) został wprowadzony w roku 1998. Od tego momentu większość układów sterowania wyposażonych jest w system operacyjny Windows, który umożliwia podłączenie obrabiarek do internetu i intranetu.

Pierwszy układ sterowania obsługiwany w sposób analogiczny do tabletów i smartfonów został opracowany przez firmy DMG MORI oraz Mitsubishi w roku 2013. Ma on szereg funkcji nowoczesnych urządzeń multimedialnych – ekran dotykowy, aplikacje ułatwiające obsługę itp. W roku 2014 kolejne firmy (OKUMA, MAKINO) zaprezentowały układy sterowania wyposażone w podobne interfejsy użytkownika.



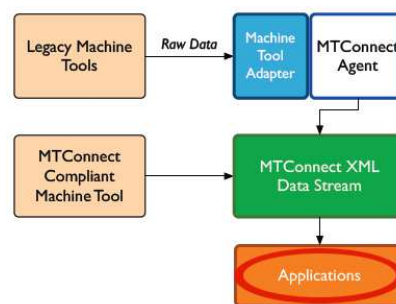
Rys. 3. Nowoczesny układ sterowania zaprojektowany zgodnie z wymaganiami ergonomii oraz umożliwiający wszechstronną komunikację z otoczeniem [3]

We wrześniu 2014, podczas targów IMTS w Chicago, firma Yamazaki Mazak zaprezentowała po raz pierwszy układ sterowania SmoothX będący częścią pakietu Smooth Technology. Jest to odpowiedź na oczekiwania użytkowników obrabiarek dotyczących pełnej integracji układu sterowania ze strukturą informatyczną firm oraz wymagania dotyczące obsługi układów sterowania, programowania, symulacji oraz monitorowania stanu realizacji programu oraz samej obrabiarki. Parametry układu sterowania oraz wbudowane aplikacje umożliwiające m.in. pracę na modelach bryłowych oraz zautomatyzowane tworzenie programów obróbkowych bazujących na tych modelach bez konieczności używania zewnętrznego oprogramowania CAM. Nowoczesne układy sterowania uzupełnione są o pakiety oprogramowania rozszerzającego ich funkcjonalność. Podstawowe funkcje oprogramowania to wszechstronne monitorowanie maszyny i procesu oraz komunikacja z innymi urządzeniami np. robotami, magazynami itd. – Internet Rzeczy. Układ sterowania SmoothX jest wyposażony w zestaw oprogramowania zwiększającego funkcjonalność obrabiarek oraz umożliwiając ich integrację z systemami informatycznymi. Pakiet ten zawiera kilka modułów, z których najbardziej istotne są: moduł zarządzania narzędziami, w które wyposażone są obrabiarki (nowoczesna maszyna może być wyposażona w magazyn o pojemności kilkuset narzędzi a nawet więcej), moduł monitorowania ich pracy oraz prosty moduł planowania produkcji. Kolejna generacja układów sterowania oraz pakietu oprogramowania została już zaprezentowana i rozpoczęło się jej wdrażanie począwszy od nowego układu sterowania SmoothX. Cały pakiet tych rozwiązań nosi nazwę Smooth Technology. Obecne oczekiwania użytkowników dotyczące funkcjonalności układów sterowania nie ograniczają się jedynie do sterowania zespołami obrabiarki, ale również pełnej integracji z siecią informatyczną firmy oraz innymi maszynami i urządzeniami (np. robotami i manipulatorami). Od strony obsługi bliżej im już do smartfonów i tabletów niż komputerów PC, jakimi były przez ostatnie dwie dekady. Istotne jest, aby podobieństwo obsługi do nowoczesnych urządzeń multimedialnych nie było celem samo w sobie. Istotne jest wprowadzanie rozwiązań zgodnych z pojęciem Smart Factory). Dlatego kluczową sprawą jest możliwość komunikacji, czyli obsługi przemysłowych protokołów wymiany danych. Umożliwiających też podłączanie urządzeń zgodne z ideą Plug-and-Play. Taki protokołem jest na przykład ten opracowany przez organizację MTCConnect – rozwiązanie typu „open source” zaproponowane przez grupę firm działających w Stanach Zjednoczonych. Instytut MTCConnect, jest forum firm i organizacji pracujących razem i wspólnym wysiłkiem dążą-

cych do rozwoju otwartych standardów i specyfikacji technicznych mających na celu sprzyjać większej interoperacyjności sprzętu, akcesoriów, aplikacji i urządzeń w przemyśle wytwórczym, a także tworzenie schematów, oprogramowania, prototypów i związanych z nimi dokumentacji w celu ułatwienia wdrożenia i zwiększenia możliwości pracy typu plug-and-play wszystkich elementów na hali produkcyjnej [2]. Istotne jest, że organizację MTConnect tworzą i wspierają światowi liderzy w produkcji urządzeń i maszyn dla przemysłu (m.in. OKUMA, Yamazaki Mazak, GE, ATM i wiele innych), którzy wnoszą swoje doświadczenie i przekazują wymagania klientów w dziedzinie komunikacji i pozyskiwania danych dotyczących pracy maszyn i urządzeń oraz realizowanych przez nie procesów.

3. WSZECHSTRONNA KOMUNIKACJA – JEDNA Z NAJWAŻNIEJSZYCH CECH NOWOCZESNEGO SYSTEMU PRODUKCYJNEGO

Protokół opracowany przez organizację MTConnect jest to otwarty, nieodpłatny protokół komunikacji, który ma sprzyjać większej interoperacyjności urządzeń i aplikacji. Umożliwia wzajemne połączenia między urządzeniami, urządzeniami i systemami. MTConnect umożliwia wymianę danych i połączenia pomiędzy różnymi urządzeniami. Idea jego działania przedstawiona jest na rysunku 4.



Rys. 4. Działanie protokołu MTConnect używanego do komunikacji z obrabiarkami [2]

Ta wspólna komunikacja jest ułatwiona przez XML i protokół HTTP działające w czasie rzeczywistym w całej fabryce. Ta wspólna komunikacja pozwala programistom na stosowanie aplikacji mających na celu zapewnienie bardziej skutecznych działań, lepszą optymalizację produkcji i wzrost wydajności. Jest to rozwiązanie stworzone w celu umożliwienia komunikacji różnego typu maszyn i urządzeń w środowisku przemysłowym. Powstało już wiele aplikacji wykorzystujących ten protokół w celu rejestracji parametrów pracy obrabiarek i realizowanych z ich pomocą procesów. Na podstawie rejestrowanych danych podejmowane są decyzje (często w sposób autonomiczny) dotyczące zmian parametrów procesu produkcyjnego w celu osiągnięcia zadanych parametrów, np. wydajności. Protokół MTConnect jest zgodny z koncepcją Przemysł 4.0, a poprzez swoją otwartą strukturę umożliwia wszechstronną komunikację, wymianę danych oraz współpracę z różnymi aplikacjami służącymi do monitorowania, sterowania oraz zarządzania produkcją.

Obecnie stosowane, nowoczesne systemy informatyczne służące do zarządzania produkcją (SAP, MRP) umożliwiają również monitorowanie on-line stanu obrabiarek oraz (od niedawna) dynamiczne planowanie produkcji na podstawie informacji dostarczanych przez obrabiarki. Możliwe jest takie zaprogramowanie systemu, że pewne charakterystyczne stany maszyn są wykrywane i na ich podstawie podejmowane są działania służące do zwiększenia produktywności systemu produkcyjnego, działania konserwacyjne bądź obsługa sytuacji alarmowych (np. kolizja, zużycie narzędzia). Ww. aktywności realizowane są w sposób całkowicie automatyczny i połączone z raportowaniem danych stanów osobom/systemom odpowiedzialnym za szeroko pojęte zarządzanie. Ze względu na ciągły rozwój obrabiarek a także doposażanie ich w systemy automatycznego załadunku i rozładunku części, pojawiła się konieczność ich pełnej integracji z systemami zarządzania produkcją, konserwacją i prewencją w celu uzyskania pełnej kontroli nad procesem produkcyjnym realizowany za pomocą różnych maszyn (nie tylko obrabiarek). Konieczność współpracy różnego typu maszyn wymusiła powstanie rozwiązań umożliwiających komunikację maszyn z systemami zarządzania produkcją a także pomiędzy poszczególnymi maszynami. Docelowo mają być to systemy całkowicie autonomiczne, niewymagające interwencji człowieka w celu utrzymania procesu produkcyjnego w założonych ramach. Takie „kompletne” systemy wymagają jednego sposobu komunikacji, języka zrozumiałego dla wszystkich maszyn i urządzeń tworzących system produkcyjny. Przykładem takiej obrabiarki jest maszyna INTEGRIX i-400 AM, przedstawiona na rysunku 5, która umożliwia zaawansowaną obróbkę skrawaniem oraz obróbkę addytywną – spiekanie proszków metalicznych za pomocą lasera światłowodowego.

Jest to rozwiązanie pionierskie i wyznacza nowe trendy w projektowaniu i wytwarzaniu nowoczesnych obrabiarek CNC, tzn. integrację różnego typu obróbki (ubytkowa, addytywna) w jednej obrabiarence wielozadaniowej. Takie rozwiązania są spełnieniem oczekiwań użytkowników, którzy w chwili obecnej chcą produkować krótkie serie skomplikowanych części na gotowo, za pomocą jednej obrabiarki. Dodatkowo, wymagana jest łatwość przebrojenia maszyny oraz jej intuicyjna obsługa a także integracja w układzie sterowania dodatkowych narzędzi np. oprogramowania CAM.



Rys. 5. Obrabiarka INTEGREX i-400 AM – zintegrowana obróbka skrawaniem i spiekanie proszków za pomocą lasera światłowodowego [3]

Istotnym wymaganiem jest możliwość komunikacji z innymi urządzeniami oraz pobierania i przesyłania dużych ilości danych dotyczących realizowanego procesu w celu ich dalszego przetwarzania. Takie dane są następnie wykorzystywane do autonomicznego podejmowania decyzji przez system produkcyjny. Decyzji dotyczących modyfikacji przebiegu produkcji bądź podjęcia działań dodatkowych, np. skierowanie maszyny do serwisu po uprzednim (również automatycznym) zamówieniu części zamiennych. Do przyjmowania, przetwarzania i przechowywania danych idealnie nadaje się wykorzystanie narzędzia nazywanego „chmurą danych” (ang. Cloud).

4. DANE W CHMURZE I ZAGADNIENIE BEZPIECZEŃSTWA DANYCH

4.1. Konieczność gromadzenia danych oraz ich przetwarzania

W celu analizy i archiwizacji wymagane jest zapisywanie i przechowywanie znacznych ilości danych. Dane te muszą być dostępne dla wszystkich maszyn i urządzeń oraz systemów zarządzających produkcją. Idealnym rozwiązaniem jest umieszczanie danych w chmurze gdzie są one dostępne w nieograniczony sposób. W przypadku takiego przechowywania danych niezwykle istotne są kwestie bezpieczeństwa oraz prawa dostępu do poszczególnych zestawów danych.

4.2 Połączenie z Intranetem i Internetem – dane w chmurze i kwestie bezpieczeństwa

Wyposażenie obrabiarek w komputery PC oraz system operacyjny Windows spowodowało konieczność zabezpieczenia ich przed niepożądanym dostępem oraz wirusami, które mogą spowodować zakłócenie pracy maszyny i systemu operacyjnego. Konsekwencją takiej sytuacji może być konieczność wymiany dysku twardego

lub trudny do oszacowania kosztu utraty danych wrażliwych (np. programów obróbkowych). Rozwiązaniem jest stosowanie odpowiednich programów antywirusowych oraz zabezpieczeń sprzętowych (np. firewall). Nowoczesne układy sterowania przygotowane są również do działania w nowym środowisku przechowywania danych – w chmurze. Poprzez stosowanie odpowiedniego oprogramowania również ten sposób wymiany danych jest dostępny w nowoczesnych układach sterowania.

5. KORZYŚCI DLA UŻYTKOWNIKÓW PŁYNĄCE Z KOMUNIKACJI POMIĘDZY MASZYNAMI I SYSTEMAMI ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

Korzyści te polegają przede wszystkim na umożliwieniu szeroko rozumianej komunikacji pomiędzy urządzeniami, oprogramowaniem oraz systemami zarządzania produkcją. Ułatwione jest przysyłanie programów obróbkowych a także rejestracja wybranych parametrów pracy obrabiarki oraz realizowanej obróbki. Dane te mogą być wykorzystywane do optymalizacji procesu bądź pracy maszyny pod kątem wybranych parametrów np. produktywności lub wydajności. Wiele realizowanych obecnie procesów produkcyjnych wymaga rejestracji parametrów obróbki a także wyników pomiarów dla każdej z produkowanych części. Kolejną korzyścią płynącą z komunikacji pomiędzy maszynami i pozostałymi urządzeniami i systemami IT pracującymi w środowisku produkcyjnym jest możliwość automatycznego podejmowania decyzji oraz automatycznej reakcji na zmieniające się warunki produkcji. Przykładem takich korzyści jest produkcja części lotniczych, która wymaga rejestracji szeregu parametrów pracy maszyny (tryb pracy automatyczny, obciążenia napędów osi) oraz procesu (obecność i ciśnienie chłodziwa, obciążenie wrzeciona, pomiary zużycia narzędzi). Przykładem jest wykonywanie otworów w częściach zespołów silników. Wymagania rejestracji parametrów pracy maszyny oraz procesów ma na celu dokumentację procesu i tworzenie dokumentacji poszczególnych części w celu ustalenia przyczyn ewentualnych problemów występujących podczas eksploatacji części. W przyszłości wymagania dotyczące rejestracji parametrów pracy maszyny i samego procesu obróbki będą również pojawiać się podczas wykonywania części innych niż lotnicze. Monitorowanie stanu obrabiarek umożliwi prowadzenie prewencyjnej obsługi (np. zamawianie części zamiennych z odpowiednim wyprzedzeniem) i lepsze planowanie wykorzystania obrabiarek w procesie produkcyjnym oraz ich współpracę z innymi maszynami i urządzeniami.

Dodatkową korzyścią płynącą z zastosowania chmury danych jest możliwość zakupu mniejszej ilości licencji na oprogramowanie wspomagające proces produkcyjny i poprzez dostęp do tych samych danych korzystanie z tzw. płynących licencji.

4. WNIOSKI

W ciągu najbliższej dekady proces produkcyjny będzie ulegał ciągłym zmianom i coraz większej komputeryzacji a jego autonomiczność, czyli możliwość podejmowania samodzielnych decyzji na podstawie danych przekazywanych przez poszczególne urządzenia i maszyny, będzie się zwiększać. Również rozwój oprogramowania oraz układów sterowania znacznie zwiększy integrację poszczególnych zespołów, urządzeń i maszyn z systemami zarządzania produkcją. Znacznie zwiększą się też możliwości monitorowania i rejestracji parametrów pracy maszyn i realizacji procesów. Na ich podstawie podejmowane będą działania umożliwiające zwiększenie produktywności, wydajności oraz prewencję dotyczącą konserwacji maszyn i urządzeń. Projektowane obecnie obrabiarki muszą być przygotowane do pracy w środowisku Smart Factory i być zgodne z koncepcją Przemysł 4.0. Aby tak było wyposażenie nowoczesnej obrabiarki pod kątem współpracy z innymi maszynami oraz systemami IT/zarządzania produkcją powinno mieć następujące cechy:

1. Układ sterowania zgodny z koncepcją Przemysł 4.0 umożliwiający wszechstronną komunikację oraz monitorowanie stanu maszyny oraz realizowanego przez nią procesu,
2. Możliwość realizacji różnych typów obróbki w jednej maszynie (obróbka skrawaniem, spiekanie proszków wiązką lasera). Uniwersalność i wszechstronność obrabiarek wielozadaniowych predystynuje je do realizacji kompletnej obróbki części na gotowo, bez konieczności przenoszenia na inną obrabiarkę,
3. Interfejsy umożliwiające współpracę z urządzeniami zewnętrznymi – roboty, manipulatory i systemy transportowe,
4. Łatwość obsługi i programowania poprzez wyposażenie we wbudowane narzędzia CAM oraz funkcje umożliwiające realizację poprawnej obróbki mimo błędów operatora,
5. Adaptacyjność do zmiennych warunków otoczenia produkcyjnego.

Ważność i kolejność wymienione powyżej cech są oczywiście zależne od typu produkcji, wykonywanych części oraz charakterystyki procesu, ale ich uwzględnienie podczas wprowadzania do produkcji kolejnych generacji obrabiarek ułatwi ich wdrożenie i uprości funkcjonowanie w przedsiębiorstwach przyszłości, które rozwiną się w ciągu najbliższych lat. Wszystkie wiodące firmy produkujące obrabiarki już rozpoczęły wprowadzanie do produkcji seryjnej obrabiarek zgodnych z koncepcją Przemysł 4.0 oraz ideą Smart Factory. Tego typu maszyn będzie przybywać i wyznaczą one szereg nowych trendów dotyczących projektowania i eksploatacji obrabiarek na kolejne 10-20 lat.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0#References.
- [2] MTCConnect® Institute <http://MTConnect.org/about/what-is-MTConnect.aspx>.
- [3] Yamazaki Mazak Corporation materiały wewnętrzne.
- [4] THE FIRST INDUSTRY 4.0 MINI CONFERENCE <http://www.uberb2b.com/b4b-presents-the-first-industry-4-0-mini-conference/>