

# Efektywne łączenie systemów podstawą inteligentnej produkcji

## The effectively combined systems for intelligent production

PIOTR SZULEWSKI\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.1.1>

Przedstawiono innowacyjne koncepcje programowo-sprzętowe zmierzające do przekształcania tradycyjnych środowisk wytwórczych w nowe, elastyczne i spełniające wymagania inteligentnych fabryk – zgodne z ideą Industry 4.0. Omówiono innowacje techniczne w dziedzinie robotów, sterowania programowego i komponentów automatyki zaprezentowane podczas targów EMO 2017.

**SŁOWA KLUCZOWE:** Industry 4.0, sterowanie, nadzór procesu, monitorowanie obrabiarek, cyfrowa fabryka, IoT, EMO 2017

*The paper illuminates the latest software and hardware concepts introduced to transform traditional manufacturing environments into new, flexible, smart, digital and Industrial 4.0 compliant factories. The technical innovations in the field of robots, programmable control, automation components which were presented at the EMO 2017.*

**KEYWORDS:** Industry 4.0, control, process supervision, machine tools monitoring, smart factory, IoT, EMO 2017

Technologie cyfrowe gwałtownie wracają nie tylko do przemysłu, ale do wszelkich działań gospodarczych oraz relacji społecznych. Jak się wydaje, jest to obecnie jedyna droga rozwoju. By utrzymać i poprawić konkurencyjność, przedsiębiorstwa muszą intensywnie wprowadzać w środowiska wytwórcze koncepcje cyfryzacji. Bezpośrednim celem jest efektywne połączenie systemami sieciowymi jak największej liczby osób i maszyn technologicznych, aby móc całościowo i szczegółowo pozyskiwać istotne informacje produkcyjne, analizować je w czasie rzeczywistym oraz bardziej wydajnie i przejrzysto realizować procesy wytwórcze.

Idea ta stanowiła myśl przewodnią światowych targów przemysłu obrabiarkowego EMO 2017 zorganizowanych w dniach 18–23 września w Hanowerze. W kilkunastu halach wystawienniczych zaprezentowało swoje wyroby ponad 2200 wystaw-

ców z całego świata. Reprezentowane były 42 kraje, a liczba odwiedzających przekroczyła 130 tys. – w tym ponad 50% to goście zagraniczni. O renomie, jaką w środowisku przemysłowym mają targi EMO, świadczy szacunkowa wartość podpisanych kontraktów – było to co najmniej 8 mld euro. Poza tradycyjnymi prezentacjami, odbywającymi się na stoiskach, zorganizowano wiele konferencji naukowo-technicznych i odczytów popularyzatorskich [1].

### Nie tylko „chmury”

Podstawowym elementem gwarantującym skuteczne wprowadzenie koncepcji cyfrowej fabryki jest implementacja systemów wspierających Internet rzeczy (IoT), przemysłowy Internet rzeczy (IIoT), a także Internet rzeczy autonomicznych (IIoAT – Internet of Autonomous Things). Skomplikowana i wielowarstwowa struktura czujników gromadzących szczegółowe dane o wszystkich elementach, układach, sterownikach, obiektach i urządzeniach stanowi bardzo atrakcyjną wizję pełnego monitorowania wytwarzania i produkcji [2]. Jest ona kluczowym elementem dostarczającym informacje do systemów chmurowych, w których odbywa się zaawansowane przetwarzanie (*cloud computing*). Według przewidywań badaczy z Instytutu Gartnera (USA) liczba urządzeń tego typu w roku 2020 przekroczy 21 mld [3]. Jednak IoT niesie także poważne zagrożenia, mogące wpływać na efektywność i przydatność obliczeń w chmurach. Można do nich zaliczyć:

- **Opóźnienie** – przy dużej i często zmiennej ilości potrzebnych danych w dysponujących skończoną przepustowością systemach komunikacyjnych będą powstawać opóźnienia (*latency*). Będą one miały charakter niestały (fluktuacyjny), trudny do matematycznego uchwycenia, co może powodować niestabilne zachowanie układów monitorowania. W skrajnych przypadkach może dojść do chwilowego zerwania połączenia, a nawet utraty danych [4].

- **Przepustowość** – ogromna ilość generowanych przez czujniki danych (przykładowo system monitorowania silnika odrzutowego jest w stanie wytworzyć 10 TB informacji w ciągu 30 min) będzie wymagać magistral przesyłowych o bardzo wysokiej przepustowości – a co za tym idzie – wyspecjalizowanych, skomplikowanych, energochłonnych i kosztownych. Konieczne w tych przypadkach struktury przesyłowe będą znacznym obciążeniem (ciężar, montaż, utrzymanie) dla monitorowanych urządzeń.

- **Bezpieczeństwo** – przesyłanie informacji pomiędzy ich źródłem (IIoT) a miejscem przeznaczenia, gdzie będą przetwarzane (chmura), będzie wymagać podejmowania działań związanych z bezpieczeństwem i poufnością transmisji neuralgicznych danych. Niestety, rosnąca w ostatnim okresie liczba skutecznych cyberataków na tradycyjne sieci rodzi poważny niepokój o skuteczność dostępnych zabezpieczeń, zwłaszcza że w przypadku IoT negatywne skutki nieautoryzowanego dostępu będą dotyczyć dużej liczby ważnych urządzeń i obiektów.

Te zagrożenia wynikają z konieczności realizacji zadań obliczeniowych w chmurach (silne procesory i rozbudowane algorytmy). Proponowane są dwa rozwiązania, polegające na przesunięciu „inteligencji cyfrowej” oraz „mocy obliczeniowej” z chmury w kierunku źródeł informacji, czyli czujników:

- **Przetwarzanie na krawędzi** – (*edge computing*) polega na instalowaniu oprogramowania do lokalnego przetwarzania danych z urządzeń IIoT (czujników, silników, przekazników itp.) bezpośrednio w sterownikach PLC, PAC lub CNC. Podstawowe obliczenia (np. szybka transformata Fouriera w przypadku monitorowania drgań, określanie skrajnych wartości sygnałów) są realizowane w wielu miejscach na obrabiarce, a do zaawansowanych systemów w chmurach przesyłane są już jedynie przetworzone raporty, zawierające wyselekcjonowane dane. Według raportu firmy IDC przewiduje się, że w roku 2018 ponad 40% operacji numerycznych związanych

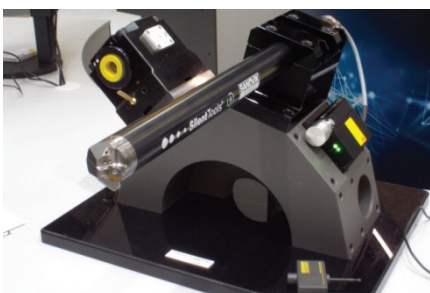
\* Dr inż. Piotr Szulewski (maxer@cim.pw.edu.pl) – Instytut Techniki Wytwarzania Politechniki Warszawskiej

z wykorzystaniem danych pochodzących z IoT będzie wykonywane właśnie na urządzeniach miejscowych, znajdujących się „na krawędzi” sieci [5].

• **Przetwarzanie we mgle** – (*fog computing*) ponieważ kluczowymi z punktu widzenia Internetu urządzeń sieci transmisyjnej są „punkty zworne”, czyli routery i przełączniki, stąd lokalne centra obliczeniowe powinny być umieszczane właśnie tam. Wymaga to zastosowania specjalizowanych urządzeń w węzłach sieci, do których dostarczane są bezpośrednio informacje z IoT. Takie dane (np. gromadzone w sterowniku w postaci struktury/bazy OPC) będą wstępnie przetwarzane (filtrowane, analizowane, kojarzone), a otrzymane wyniki będą udostępniane systemom chmurowym w postaci protokołu http lub MQTT. Wiele routerów węzłowych będzie tworzyć „mgłę” niebędącą jednak alternatywą dla chmur [6]. Dzięki temu transfer danych z urządzeń do systemów chmurowych zostanie znacznie uproszczony. Firma Cisco proponuje już pierwsze rozwiązania sprzętowe opierające się na instalowanych w środowisku IOS (Internetworking Operating System) aplikacjach linuxowych.

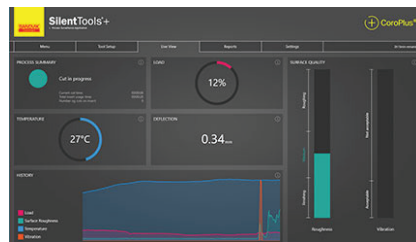
### Sandvik Coromant

Według zaprezentowanej przez firmę Sandvik Coromant koncepcji powszechnym zjawiskiem w przemyśle jest prowadzenie aktywnego monitoringu obrabiarek i maszyn technologicznych. Kolejnym krokiem jest wprowadzenie precyzyjnego monitorowania samego procesu skrawania. Czy zużycie ostrza/krawędzi skrawającej postępuje w sposób stopniowy i kontrolowany, czy proces skrawania nie jest zbyt szybki ani zbyt wolny, czy nie odbiega od założonych parametrów i wskaźników? – są to pytania nurtujące każdego technologa. Firma proponuje innowacyjne narzędzia z linii Silent Tools™+, jeszcze w fazie prototypu (rys. 1). Przewidywana jest także wersja dla narzędzi obrotowych (rys. 1, z lewej strony fotografii).



Rys. 1. Narzędzia Silent Tools™+

Koncepcja polega na wbudowaniu połączenia w adapter/oprawkę, by umożliwić gromadzenie i przesyłanie danych (w czasie rzeczywistym) bezpośrednio ze strefy skrawania. Mierzone wielkości to: drgania, ugięcie trzonka i temperatura modułu tłumiącego. Dodatkowo zabudowany czujnik położenia kątownego pozwala operatorowi na samodzielne ustawienie narzędzia dokładnie w zalecanej pozycji. Zmierzone wartości są przekazywane do oprogramowania CoroPlus, gdzie są prezentowane w postaci danych numerycznych oraz wykresów ułatwiających analizę (rys. 2).



Rys. 2. Ekran programu CoroPlus (źródło: www.sandvik.coromant.com)

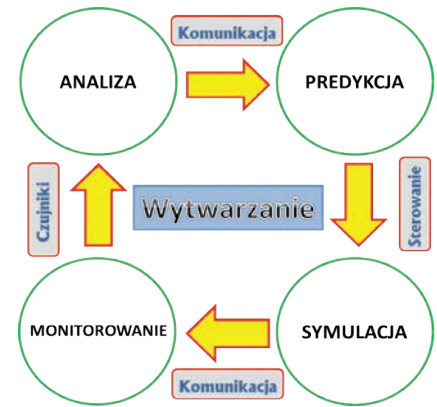
Przykładowo: temperatura modułu tłumiącego wyświetlana na panelu kontrolnym pozwala operatorowi na monitorowanie sytuacji i zapobieżenie uszkodzeniom modułu, które mogłyby być spowodowane zbyt wysoką temperaturą. Do transmisji danych poza strefę obróbkową używane jest łącze bezprzewodowe w standardzie Bluetooth (2,4 GHz). Źródłem zasilania są akumulatory.

### Doosan

Firma Doosan określa trzy cele działań informatyzujących: redukcję kosztów, zwiększenie jakości produktu, terminowość produkcji. Aby je osiągnąć, prowadzone są równoległe działania w czterech obszarach:

- automatyzacji (samodzielność układów sterowania, inżynieria systemowa, zdalne monitorowanie),
- inteligentnego wytwarzania (przewidywanie problemów i awarii, bezpieczeństwo, przewidywanie i unikanie stanów niebezpiecznych),
- efektywności (wielofunkcyjność, przyspieszenie, interakcyjność),
- optymalizacji (energia, precyzja działania, cykl pracy, programowanie).

Cyfrowa/sprytna fabryka przyszłości będzie się opierać na nieustannym realizowaniu czterech podstawowych działań przedstawionych na rys. 3.



Rys. 3. Sterowanie informacyjne (źródło: www.doosan.com)

Firma zaprezentowała koncepcję systemowego podejścia do wspólnego wytwarzania realizowanego w inteligentnych fabrykach. Poszczególne etapy działań są od siebie wzajemnie zależne i praktycznie się przenikają (symulacja, monitorowanie, analiza, przewidywanie). Tego typu struktura przetwarzania danych jest możliwa jedynie w przypadku dysponowania odpowiednimi środkami komunikacji, zapewniającymi efektywny przepływ informacji.

### Fanuc

Firma w swoich działaniach zdecydowanie wspiera koncepcję IoT oraz sztuczną inteligencję AI (*artificial intelligence*). Rozumiejąc mnogość istniejących na rynku standardów wymiany danych, form ich pozyskiwania oraz zarządzania, jakie występują w obrabiarkach i systemach wytwarzania, proponuje nową, uniwersalną koncepcję FIELD – system Fanuc Intelligent Edge Link & Drive (rys. 4).



Rys. 4. System Fanuc Intelligent Edge Link & Drive (źródło: www.fanuc.com)

Sercem tej koncepcji jest otwarta platforma mająca za zadanie skuteczną integrację IIoT, parametrów technologicznych, maszyn, robotów, sterowników, czujników i efektorów. Oprogramowanie łączy maszyny wszelkiego rodzaju za pomocą interaktywnej sieci, umożliwiając dostęp do szczegółowych danych

i generowanie skutecznych analiz (np. predykcję awarii podzespołów obrabiarek). System FIELD może być także połączony ze środowiskami wyższego poziomu, ERP (planowanie zasobów przedsiębiorstwa), SCM (zarządzanie łańcuchem dostaw) i MES (Manufacturing Execution Systems). Oto niektóre funkcje systemu FIELD:

- dostęp do środowiska dla wszystkich operatorów maszyn i kadry inżyniersko-zarządzającej,
- gromadzenie i statystyka pracy oraz obciążenia operatorów,
- szczegółowe dane o obciążeniu obrabiarki i operacjach obróbkowych,
- estymacje czasu pracy obrabiarki,
- harmonogramowanie i porównywanie wykorzystania maszyn,
- rejestrowanie alarmów i ostrzeżeń z obrabiarek,
- pozyskiwanie w czasie rzeczywistym danych z wewnętrznych systemów monitorowania drgań, temperatury itp.,
- analiza danych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, samodzielne uczenie się w celu zapewnienia prewencji oraz poprawy jakości wytwarzania,
- automatyczne i przez operatora wysyłanie danych (sprzężenie zwrotne) do sterowników maszyn,
- samodzielna kooperacja ze sterownikami CNC wszystkich znanych producentów, a także ze starszymi NC oraz dowolnymi czujnikami montowanymi w obrabiarkach,
- wsparcie standardów: OPC UA, LINKi, MTConnect, Heidenhain Status reporting interface,
- współpraca z komputerami PC i tabletami.

## Okuma

Firma Okuma proponuje kompleksowe zarządzanie parkiem maszynowym polegające na łączeniu nie tylko obrabiarek, ale nawet zakładów produkcyjnych na całym świecie, by uzyskać informacje o dostępności poszczególnych maszyn. Wizualizacja stanu urządzeń, gromadzenie i przechowywanie danych (np. parametry technologiczne, raporty, alarmy) ma prowadzić do ciągłego ulepszania produkcji. Prezentowana inteligentna koncepcja zarządzania jest określana jako MEIK, co ma oznaczać skuteczny zbiór mechaniki, elektroniki, informatyki i wiedzy (Mechanics-Electronics-IT-Knowledge). Na rys. 5 przedstawiono najnowszy sterownik CNC OSP-P300



Rys. 5. Sterownik OSP-P300 Suite firmy Okuma (źródło: [www.okuma.co.jp](http://www.okuma.co.jp))

Suite zaprojektowany na potrzeby inteligentnego wytwarzania.

W skład nowoczesnego sterownika CNC wchodzi:

- 5-axis Auto Tuning System – 5-osiowy automatyczny system kompensacji błędów geometrycznych obrabiarki pozwalający na zwiększenie dokładności obróbki do 3  $\mu\text{m}$ ,
- Collision Avoidance System – system zapobiegania kolizji działający w trybie predykcji,
- Machining Navi – aktywny system zapobiegania występowaniu drgań samowzbudnych, dobierający optymalne parametry skrawania, co poprawia wygląd i jakość powierzchni obrabianej [7],
- Servo Navi – samoczynny kompensator parametrów pracy serwonapędu pozwalający na ciągłe dostosowywanie np. przyspieszenia napędu, by skrócić cykl obróbki, uniknąć skoków przy zmianie kierunku ruchu, załamań toru ruchu i drgań napędu.

## Mazak

Koncepcja iSMART Factory™ łączy maszyny, systemy produkcyjne i interfejsy obsługi klienta w duchu idei Przemysłu 4.0. Celem jest osiągnięcie pełnej interoperacyjności oraz przejrzystości informacji o produkcji, by zdecentralizować proces decyzyjny. Podstawowym działaniem jest jednak uzyskanie możliwie kompletnego opisu aktualnego stanu parku maszynowego. Firma proponuje dwa niezależne rozwiązania sprzętowe:

- Sensor Box – stosowany w przypadku starszych maszyn, pochodzących także od innych producentów. Pozwala na pozyskiwanie informacji

z kolumn świetlnych, czujników temperatury (np. o chłodziwie), a także z pomiaru mocy elektrycznej napędów,

- Smart Box – to platforma współpracująca ze sterownikami obrabiarek (nie tylko firmy Mazak) wspierającymi standard MTConnect (jest to otwarty, bezpłatny protokół wymiany danych – w formacie XML – pomiędzy urządzeniami technologicznymi). Pozwala na dostęp do różnych informacji technicznych i sterujących. Do transferu danych w sieci Ethernet/Internet korzysta z najnowszych bezpiecznych technologii sieciowych firmy Cisco i koncepcji przetwarzania „we mgle”.

Głównym modulem programowym jest środowisko Smooth Monitor AX (rys. 6), przetwarzające i analizujące informacje otrzymane ze sterowników. Wydzielone są cztery główne moduły (ekrany): wykorzystanie maszyn (czas pracy, wyczekiwanie), monitorowanie maszyny (obróbka, ustawienie, zmiany narzędzi, alarmy, wartości posuwów, obrotów wrzeciona, obciążenia wrzeciona, forsowanie parametrów, zużycie energii elektrycznej, konieczne konserwacje), analiza procesu (wykorzystanie narzędzi, obciążenie wrzeciona) i konserwacje. Wszystkie dane mogą być eksportowane do systemów wspomagania zarządzania zakładem klasy ERP.



Rys. 6. Platforma Smart Box i najnowszy sterownik Mazatrol Smooth X (źródło: [www.mazak.com](http://www.mazak.com))



Rys. 7. HaasConnect – idea i wygląd ekranu zdalnego monitorowania stanu obrabiarki (źródło: int.haascnc.com)

## HAAS

Według koncepcji firmy HAAS pełna cyfryzacja produkcji, rozumiana zgodnie z ideą Przemysłu 4.0, nie jest koniecznym wymogiem dla wszystkich użytkowników. Duże ilości danych powstających przy zdalnym nadzorowaniu mogą tworzyć dokładny i wieloparametrowy obraz produkcji, ale są to zbiory trudne do analizy i oceny. Konieczność ich przesyłania, gromadzenia i przetwarzania może generować bardzo duże koszty i podważać użyteczność. Sytuacja ta dotyczy zwłaszcza niewielkich firm z ograniczonym parkiem obrabiarek CNC.

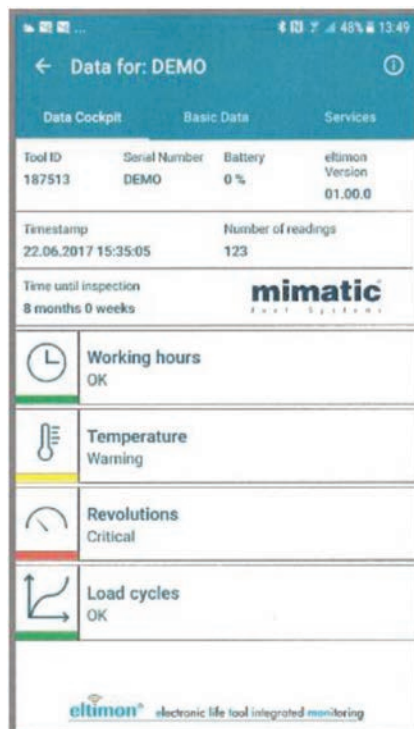
Firma HAAS proponuje specjalne oprogramowanie (dostępne dla wszystkich nowych sterowników NextGen) HaasConnect (rys. 7) do monitorowania stanu obrabiarek, które ogranicza się do najbardziej istotnych parametrów (realizowany program, stan obrabiarki, komunikaty diagnostyczne, wykorzystanie itp.). Sterownik połączony z Internetem (przewodowo lub bezprzewodowo) przesyła dane do chmury (producent) i stamtąd są one transmitowane bezpośrednio na mobilne urządzenie zarejestrowanego użytkownika (tablet, smartfon itp.), gdzie aplikacja prezentuje na ekranie odpowiednie dane. Możliwe jest także przesyłanie krótkich wiadomości tekstowych (awarie, ostrzeżenia) lub e-maili (statystyki, objaśnienia).

W obrabiarkach firmy HAAS, gdzie zastosowano sterownik najnowszej generacji NGC (Next Generation Control), zabudowywany jest standardowo czujnik drgań do bieżącego monitorowania stanu obróbki. Użytkownik (jako osoba mająca największą wie-

dzę o zachowaniu się i kondycji maszyny) może wybrać jedną z czterech opcji reakcji sterownika na drgania (wyłączona, niska, średnia, wysoka).

## Mimatic

Kolejnym przykładem systemu monitorowania narzędzi jest eltimon (Electronic Live Tool Integrated Monitoring). Służy on do ciągłego monitorowania użycia narzędzia mocowanego w oprawce – także narzędzi obrotowych. Badane są: temperatura, prędkość obrotowa i czas pracy [8]. W oprawce zabudowano mikrokontroler, czujniki i elementy energetyczne. Dane są szyfrowane i wysyłane do chmury. System nie wymaga



Rys. 8. Ekran informacyjny aplikacji eltimon (źródło: www.mimatic.de)

podejmowania dodatkowych działań ze strony użytkownika. Informacje mogą być prezentowane także na ekranie urządzenia mobilnego (smartfona). Transmisja jest realizowana w technologii NFC (Near-Field Communication), w częstotliwości 13,56 MHz; natomiast do podtrzymania pamięci wbudowanego mikrokontrolera służy bateria o gwarantowanym czasie pracy 10 lat.

## Campro

Działania informatyczne wspierające ideę Industry 4.0 nie są domeną jedynie dużych i uznanych firm obrabiarkowych. Coraz szersza jest oferta mniejszych firm.



Rys. 9. System zarządzania produkcją firmy Campro (źródło: www.campro.com.tw)

Przykładem może być produkt firmy Campro – Smart Manufacturing (rys. 9). Wspiera on koncepcję IIoT oraz CPMS (Cyber-Physical Manufacturing Systems). Jest to oprogramowanie do maszyn wyposażonych w sterowniki Fanuc, Mitsubishi i Heidenhain. Pozwala na zdalną kontrolę nad obrabiarką, przesyłanie programów NC, generowanie raportów w standardzie CPK (indeks możliwości procesu – Process Capability Index), kontrolę stanu procesu, prewencję w utrzymaniu ruchu, zarządzanie pracami serwisowymi oraz przesyłanie komunikatów (o alarmach, błędach; ostrzeżeń) na urządzenia mobilne.

## B&R

Coraz częstszym zjawiskiem jest wspieranie standardu otwartej komunikacji OPC DA oraz UA przez producentów sterowników NC. Pozwala to na swobodne korzystanie z danych maszynowych przez systemy nadzoru i monitorowania produkcji. Firma B&R oferuje uniwersalne moduły I/O (seria X20)



Rys. 10. Szybkie i łatwe programowanie sterowania ruchem (źródło: www.br-automation.com)

rozszerzające zakres obserwacji stanu obróbki o zaawansowaną analizę drgań. Dane ze sterownika NC i modułu umożliwiają wszechstronne monitorowanie, uprzedzanie stanów awaryjnych i zwiększanie stopnia wykorzystania maszyny. Środowisko programistyczne Mapp Motion (rys. 10), dzięki szerokiemu wykorzystaniu aplikacji webowych, ułatwia konstruowanie systemów sterowania i napędów.

## Bosch

Znany producent komponentów i układów automatyki oraz hydrauliki oferuje kompleksowe wsparcie informatyczne dla producentów obrabiarek i urządzeń technologicznych,



Rys. 11. Łatwa analiza danych w czasie rzeczywistym (źródło: www.boschrexroth.com)

pozwalające na znaczne zwiększenie współczynnika wykorzystania maszyny OEE (Overall Equipment Effectiveness) – począwszy od procesu projektowania, wykonania, sprzedaży aż do wsparcia serwisowego (rys. 11). Kompletny monitoring zespołów elektrycznych, hydraulicznych (np. ciśnienia, temperatury, poziomu oleju, stanu filtrów), napędów liniowych itp. jest realizowany przez nowy serwer do analizy danych DAS (Data Analytics Server) wspierający koncepcję IoT. Instalowany jest na standardowym komputerze klasy PC. Przetwarza dane pozyskiwane w czasie rzeczywistym (sieci Sercos, Profinet). Do pracy wymaga 16 GB pamięci RAM, 200 GB przestrzeni na dysku twardym i systemu Windows 10 (64 bity). Częstotliwość próbkowania danych jest mniejsza niż 10 ms. Poprzez bezpieczne (szyfrowane) połączenie są on dostarczane do środowiska chmurowego (Bosch IoT Cloud), gdzie są poddawane ciągłej

analizie pod kątem możliwości wystąpienia awarii. System współpracuje także z zaawansowanymi napędami liniowymi, pozwalając na śledzenie przemieszczeń i przyspieszeń, by unikać kolizji.

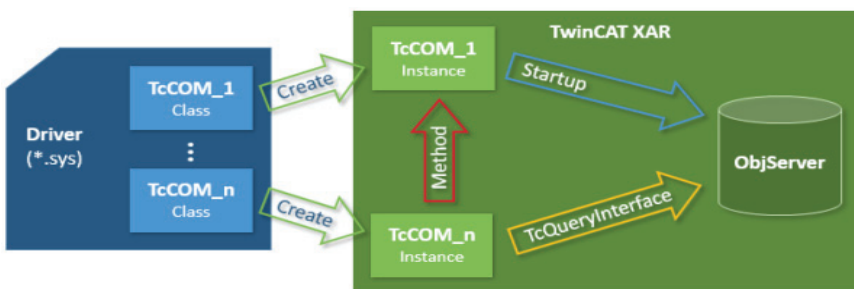
## Beckhoff

Wykorzystywane we współczesnych systemach sterowania i nadzoru zaawansowane algorytmy oraz modele przetwarzania danych wymagają stosowania procesorów o coraz większych mocach obliczeniowych. Dodatkowym problemem jest opracowanie łatwej implementacji tak skomplikowanych, wieloparametrowych zagadnień w wielowariantowych środowiskach sprzętowych (sterownikach PLC i CNC). Firma Beckhoff proponuje otwarty model oprogramowania – TcCOM – współpracujący z systemem TwinCAT. Obiektowe biblioteki TcCOM ułatwiają tworzenie nowych programów CNC (dla obrabiarek, robotów i systemów transportowych) o spersonalizowanych właściwościach. Akceptowane jest współdzielenie kodu z językiem C/C++ i Matlab/Simulink. Specjalne procedury zapewniają zabezpieczenie poufności generowanego kodu wynikowego. Koncepcja ta ułatwia optymalizację nowego oprogramowania, zwiększa jego efektywność i znacznie skraca czas dostawy do klienta. Odpowiednią moc obliczeniową zapewnia skalowalny system CX2000, który w najwyższej wersji pozwala na równoległą współpracę 12 niezależnych procesorów montowanych na szynie DIN 35 mm.

## Chiron

Koncepcja nowoczesnej, zinformowanej fabryki – firmy Chiron – opiera się na trzech współpracujących platformach informatycznych w ramach pakietu SMARTLine (rys. 13):

- **DATAline** – pozwala na integrację maszyn i prowadzenie diagnostyki. Jest przeznaczona przede wszystkim do obrabiarek wyposażonych w sterowniki NC firm Heidenhain, Siemens i Fanuc, lecz producent oferuje także wsparcie dla sterowników innych producentów. Pozwala na wizualizację i kontrolę postępu wytwarzania. Umożliwia zdefiniowanie własnych reakcji na sytuacje awaryjne. Podnosi efektywność wykorzystania parku maszynowego poprzez analizowanie (wskazywanie) wąskich gardeł i prowadzenie aktywnego monitorowania



Rys. 12. Koncepcja modelu obiektowego środowiska TcCOM (źródło: infosys.beckhoff.com)



Rys. 13. Pakiet SMARTLine firmy Chiron (źródło: www.chiron.de)

czynności konserwacyjnych. Śledzi (online) realizację programu obróbki technologicznej (POT), zarządza różnymi wersjami POT, prezentuje wartości aktualnego posuwu, prędkości obrotowej wrzeciona i chwilowego obciążenia. Bieżąca analiza danych ma zminimalizować przestoje i zoptymalizować produkcję.

- REMOTELine – pozwala na zdalny nadzór nad obrabiarką za pomocą bezpiecznego i elastycznego „teleserwisu”. Umożliwia wysyłanie e-maili i SMS-ów z aktualnym statusem maszyny. Śledzi parametry PLC, by wykrywać oraz archiwizować przyczyny pojawiania się komunikatów o błędach. Wymienia dane ze sterownikiem NC. Rejestruje i zdalnie udostępnia parametry z różnych, zbudowanych w obrabiarce czujników (temperatury, obciążenia napędów, drgań itp.).

- PROCESSLine – zintegrowane środowisko CAD/CAM z elementami symulacji pozwala na modelowanie i programowanie procesu technologicznego. W jego skład wchodzi postprocesory, maszyny wirtualne, moduły analizy i unikania kolizji, a także formuły optymalizujące, wykorzystujące pozyskiwane online

dane z obrabiarek, co według producenta pozwala skrócić o 80% czas uruchomienia produkcji.

Dwukierunkowa komunikacja pomiędzy pakietami i sterownikami maszyn jest realizowana za pomocą Internetu i serwisów WEB.

### Podsumowanie

Obserwowany jest wzrost znaczenia informatyki w monitorowaniu i zarządzaniu wytwarzaniem. Oferty firm prezentujących swoje autorskie opracowania programowe podczas targów EMO 2017 skupiały się na efektywnym przetwarzaniu dużych ilości danych (*big data*) pochodzących z czujników i systemów sterowania współczesnych obrabiarek oraz maszyn technologicznych. Obecnie za najpoważniejsze zadanie – ograniczające skuteczną implementację idei cyfrowego wytwarzania – należy uznać opracowanie zaawansowanych algorytmów i wyrafinowanych strategii pozwalających na realne wykorzystanie szczegółowego obrazu stanu parku maszynowego oraz realizowanego procesu pochodzącego z układów IoT, IIoT, IoAT. Jak się wyduje, działania zmierzające w tym

kierunku są jeszcze na etapie wstępnym. Kolejne targi EMO odbędą się w Hanowerze w dniach 16–21 września 2019 r.

### LITERATURA:

1. „EMO 2017 – after show report”. <http://www.emo-hannover.de/en/facts-figures/recap-emo-hannover-2017/infographic.html>.
2. Szulewski P. „W kierunku samoorganizujących się środowisk wytwórczych”. *Mechanik*. 7 (2017): s. 494–500.
3. Perkins E. „Securing the Internet of Things”. Gartner Inc. 2017, <https://www.gartner.com/doc/3316617?ref=SiteSearch&stkw=internet%20of%20things&fml=search&srclid=1-3478922254>.
4. Shea S. „IoT predictions 2017: Revenue, data, latency issues top the list”, <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/blog/IoT-Agenda/IoT-predictions-2017-Revenue-data-latency-issues-top-the-list>.
5. General Electric 2017. „Edge Computing: Driving New Outcomes from Intelligent Industrial Machines”, <https://www.ge.com/digital/sites/default/files/Edge-Computing-Driving-New-Outcomes.pdf>.
6. Sam G. „Microsoft and Cisco enable Azure IoT Suite to connect to Cisco Fog Deployments”. Maj 2017, <https://azure.microsoft.com/pl-pl/blog/microsoft-and-cisco-enable-azure-iot-suite-to-connect-to-cisco-fog-deployments/>.
7. Szulewski P., Śnieguska-Grądzka D. „Systemy automatycznego monitorowania drgań w obrabiarkach”. *Mechanik*. 3 (2017): s. 170–175.
8. Mimatic. „Free Your Tool Monitoring”, [http://www.eltimon.de/Portals/3/PDF/eltimon\\_EN\\_LowRes.pdf?ver=2017-10-09-115156-400](http://www.eltimon.de/Portals/3/PDF/eltimon_EN_LowRes.pdf?ver=2017-10-09-115156-400). ■