



Bartosz Woliński

Siemens Polska Sp. z o.o.
bartosz_wolinski@yahoo.com

KONCEPCJA „INDUSTRY 4.0” JAKO STRATEGIA REINDUSTRIALIZACJI I WDROŻENIA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH KOLEJNEJ GENERACJI

Streszczenie: Obecnie, w erze zautomatyzowanej masowej produkcji konsumenci nie są ograniczeni w zakresie wyboru wariantu produktów. Jednocześnie rozdźwięk pomiędzy produktywnością a elastycznością produkcji nadal jest kwestią do rozwiązania. Wykorzystanie obecnych procesów produkcyjnych, maksymalnie elastycznego reagowania na indywidualne potrzeby klienta uniemożliwia jednocześnie utrzymanie efektywnej i ekonomicznie uzasadnionej produkcji.

Z uwagi na powyższe stoimy przed koniecznością znaczącej transformacji w obrębie procesów produkcyjnych. W Niemczech zmianę tę utożsamia się z inicjatywą „Industria 4.0”, w innych krajach używa się pojęć „reindustrializacji” lub „zaawansowanej produkcji”. Obie te koncepcje opisują procesy produkcyjne kolejnej generacji, które oparte na kombinacji technologii komunikacyjnych, oprogramowania i czujników, mają za zadanie połączyć cyfrowy, wirtualny i rzeczywisty świat produkcji. Celem ich jest wykorzystanie IT do stworzenia łańcucha wartości poprzez cały proces: od projektu i rozwoju produktu poprzez produkcję aż do utrzymania i serwisu.

Słowa kluczowe: reindustrializacja, konkurencyjność przemysłu, samoorganizujące się fabryki (*self-organized factories*), Big Data, rozwiązania chmurowe (*cloud*).

Wprowadzenie

Znaczenie przemysłu dla Europy i jej konkurencyjności jest ogromne – produkcja stanowi około połowę eksportu krajów UE. W kontekście tendencji do lokalizowania produkcji w krajach o niskich kosztach produkcji, dla przemysłu europejskiego drogą do utrzymania i odbudowania pozycji jest skrócenie cyklu produkcyjnego, pozwalające na obniżenie kosztów i krótsze terminy wykonania zamówienia.

Firma doradcza Deloitte w badaniu przeprowadzonym w 2013 roku przeanalizowała m.in. trzy wskaźniki istotne z punktu widzenia konkurencyjności przemysłu: koszty pracy, gęstość robotów na 10 tys. pracowników oraz wskaźnik innowacyjności dla krajów Unii Europejskiej¹. W każdym z nich obecny europejski przemysł jest wyraźnie w gorszej sytuacji niż np. amerykański czy koreański, co jednoznacznie wskazuje, że europejski przemysł jest drogi, niezautomatyzowany i nieinnowacyjny (tabela 1).

Tabela 1. Analiza wybranych wskaźników w 2013 r.

Koszty pracy w relacji do USA (USA = 100%)	Gęstość robotów na 10 tys. pracowników (dane za 2012 r.)	Wskaźnik innowacyjności dla EU-27
Korea Płd – 102%	Korea Płd – 347	Średnia wartość wskaźnika dla EU-27 wynosi ok. 6
USA – 100%	USA – 200	Wskaźnik dla Korei Płd i USA – 0,7
Polska – 101%	Polska – 18	Polska – 25
Czechy – 107%	Czechy – 77	Czechy – 19
Niemcy – 121%	Niemcy – 273	Niemcy – 2
Włochy – 123%	Włochy – 160	Włochy – 16

Źródło: Global Manufacturing Competitiveness Index, opracowany przez Deloitte; raport „IFR World Robotics 2013” opracowany przez International Federation of Robotics.

Każda z dominujących gospodarek światowych prowadzi własną strategię industrializacji:

1. W Chinach, zgodnie z ostatnim rządowym programem FYP (Five-Year Plan/11-16), każda „zachodnia” inwestycja w moce wytwórcze powinna skutkować powstaniem centrum B+R służącemu rozwojowi transferowanej technologii.
2. USA inwestują w innowacyjność. W tym kraju funkcjonuje bardzo sprawny system wspierający badania i rozwój (oparty na współpracy uczelni z biznesem). Przykładem są tzw. Innovation Manufacturing Institutes z budżetem 10 mld USD (tylko w 2013 roku).
3. Europa, szczególnie Niemcy, postawiła na stworzenie „inteligentnej fabryki” (*smart factory/digital factory*), której założenia opisuje koncepcja „Industry 4.0”, czyli organizacyjne i techniczne rozwiązania dla przemysłu zwiększające produktywność, zmniejszające energochłonność produktów poprzez ścisłe powiązanie procesów przemysłowych i technologii cyfrowych.

¹ Global Manufacturing Competitiveness Index.

Według badania firmy doradczej Roland Berger wdrożenie koncepcji „Industry 4.0” przyniesie do 2025 roku dodatkowy łączny zysk w wysokości 260 mld euro [Consultants, 2015]:

- 89 mld euro w sektorach motoryzacyjnym i logistycznym;
- 126 mld euro w sektorach mechanicznym, elektrycznym i medycznym;
- 35 mld euro w sektorach chemicznym i lotniczym.

1. „Industry 4.0”

„Industry 4.0”, koncepcja nazywana również „Czwartą rewolucją przemysłową”² lub „Smart manufacturing”, utożsamiana jest często w pierwszej kolejności z cyfrową transformacją systemów produkcyjnych – ich digitalizacją³. Digitalizacja jest już obecna w naszym codziennym życiu – to np. e-commerce, mobilny Internet czy media społecznościowe. Również sfera produkcji zmierza w kierunku coraz większej cyfryzacji, przede wszystkim korzystając z coraz szerszych zastosowań:

- 1) zarządzania danymi (Big Data), a przede wszystkim efektywnego pozyskiwania (za pośrednictwem różnego rodzaju sensorów) i analizy danych, których przybywa w tempie błyskawicznym (szacuje się, że w okresie od czerwca 2014 do czerwca 2015 roku przybyło niemal 90% danych stworzonych wcześniej);
- 2) automatyzacji, czyli połączenia tradycyjnych metod wytwórczych ze sztuczną inteligencją, pozwalających na redukcję błędów i kosztów;
- 3) komunikacji wykorzystującej szerokopasmowe łącza do spięcia całego łańcucha wartości;
- 4) cyfrowej łączności z klientami, przejawiającej się w większym udziale końcowego odbiorcy w kształtowaniu oczekiwanego produktu lub usługi.

Sednem (ale nie synonimem) koncepcji digitalizacji produkcji jest „Internet Rzeczy” (*Internet of Things*), który w swoich założeniach ma połączyć ludzi, produkty i maszyny w jeden spójny mechanizm, dostarczający nowe pod względem jakości produkty i usługi. Produkty, środki transportu i narzędzia będą „negocjować” między sobą (dzięki wspomnianym wcześniej danym, automatyce oraz szerokopasmowym sieciom), jak w najbardziej efektywny sposób zrealizować kolejny krok w łańcuchu wartości, aby dostarczyć oczekiwany i zaprojekt-

² Pierwszą rewolucją przemysłową było wprowadzenie maszyn parowych, drugą – produkcja masowa, a trzecią – wprowadzenie automatyki i rozwiązań IT do procesu produkcyjnego.

³ Termin „Industry 4.0” pojawił się po raz pierwszy w trakcie Targów Hanowerskich w 2011 roku.

towany przez klienta produkt. Jest to rewolucyjna zmiana, oznaczająca przede wszystkim decentralizację procesu produkcyjnego, kompletną zmianę jego logiki – produkt nie jest przesuwany przez linię produkcyjną, ale sam się przesuwa w sposób najbardziej optymalny dla końcowego rezultatu. Oznacza ona również, że w modelowym jej ujęciu nie będzie żadnych pracowników w fabrykach, klienci będą mieli możliwości konfiguracji i zamawiania produktów poprzez Internet, które zostaną wykonane bez ludzkiego udziału, a także fabryki będą konfigurowalne (co oznacza możliwość automatycznej zmiany wytwarzanego produktu niemal bez udziału człowieka; Hoske, 2015) – to będą „Fabryki przyszłości”. W tym kontekście bardzo futurystycznie brzmią wizje spersonalizowanych stanowisk pracy, które będą konfigurowane na bieżąco przez pracowników wyposażonych w urządzenia mobilne, np. smartfony. Obsługa fabryk będzie dysponować wiedzą o całym przepływie procesu (od początku do końca), co pozwoli im każdorazowo zaplanować go w właściwy sposób.

2. „Fabryka przyszłości”

Z punktu widzenia architektury dotychczasowe technologie produkcji i rozwiązania informatyczne rozwijały się niezależnie (przede wszystkim oparte o zarządzanie cyklem życia produktu, *Product Lifecycle Management* – PLM; kontrolę produkcji w czasie rzeczywistym, *Manufacturing Execution Systems* – MES; oraz automatykę przemysłową). W uproszczeniu można to opisać w następujący sposób:

- 1) „sieciowe” zasoby produkcyjne (MOM/MES), stanowiące elastyczny łańcuch jednostek logistyczno-produkcyjnych z dostępem przez Internet w czasie rzeczywistym;
- 2) „inteligentny” produkt (PLM) oraz jego matematyczny opis („model cyfrowy”), zawierający informacje potrzebne do wytwarzania lub serwisowania;
- 3) systemy „cyber-fizyczne”, będące modularnymi fizycznymi jednostkami produkcyjnymi z przypisanymi do nich cyfrowymi modelami strategii wytwarzania lub montażu.

Korzystają one wzajemnie ze swoich koncepcji, ale nie tworzą jednolitej architektury dla całościowego systemu produkcyjnego. Dopiero „Internet Rzeczy”, w swoich założeniach pozwalający niemal bez ograniczeń łączyć i komunikować wszelkie urządzenie w obrębie systemu produkcyjnego, umożliwia stworzenie spójnej architektury, dostarczającej dane niezbędne do wprowadzania usprawnień i elastycznego kształtowania finalnego produktu.

Uważa się, że architektura „fabryki przyszłości” powinna jednocześnie składać się z [IMPO]:

1. Zautomatyzowanej infrastruktury sieciowej – „fabryka przyszłości” niezależnie od zakresu produkcji będzie sterowana przepływem informacji. Efektywność sterowania będzie wprost zależeć od tego, czy właściwa informacja trafi we właściwym momencie i we właściwe miejsce, a do tego niezbędna jest niezawodna infrastruktura sieciowa.
2. Sprawnego systemu organizacyjnego i technologicznego zapewniającego bezpieczeństwo informatyczne – wspomniany przepływ informacji, aby spełniał swoją rolę, tzn. zapewniał przewagę konkurencyjną, musi być zabezpieczony zarówno od strony materialnej (technologicznej), jak i również prawnej (odpowiednie procedury i procesy).
3. Mobilnych urządzeń – urządzenia mobilne wspierają szybsze podejmowanie decyzji, a jednocześnie są ważne dla elastycznego reagowania na indywidualne potrzeby odbiorców.
4. Przekazu obrazu – transmisja obrazu jest nie tylko elementem bezpieczeństwa, ale przede wszystkim umożliwia zdalną kontrolę przepływu procesu, nawet w odległych lokalizacjach.
5. Przetwarzania danych w tzw. chmurze – skorzystanie z usług przetwarzania danych w chmurze, zapewnionych przez zewnętrznych, wyspecjalizowanych dostawców, pozwala producentowi skupić się na właściwym pozyskaniu danych do analizy i na inwestowaniu wyłącznie w ten aspekt analizy danych, a tym samym obniżeniu całościowych kosztów utrzymania.
6. Zdalnego dostępu – wiele prac, szczególnie utrzymaniowych, może być wykonanych zdalnie, bez potrzeby angażowania ekspertów.
7. Zarządzania energią – w sposób bardziej elastyczny, dostosowany do sytuacji na linii produkcyjnej, fabryce czy całym łańcuchu wartości.

3. Perspektywy

„Według najnowszego raportu firmy Frost & Sullivan nowy ekosystem dostawców Internet of Industrial Things (IIoT) osiągnie wartość 420 mld euro do 2020 roku. Z badań wynika, że dostawcy usług przemysłowych muszą nawiązywać partnerstwa z dostawcami rozwiązań w chmurze i analiz danych. Jednocześnie do 2020 roku prawie 12 miliardów urządzeń będzie podłączonych za pomocą zaawansowanej technologii komunikacji M2M (*machine to machine*)” [Automatyka Online.pl]. Spowoduje to przede wszystkim rozwój rozwiązań „chmurowych” i analityki danych, a także technologii komunikacji M2M – do 2020 roku prawie 12 miliardów urządzeń przemysłowych będzie podłączonych

za pomocą tej zaawansowanej technologii. Właściwa i wszechstronna analiza danych stanie się kluczem do rozpowszechnienia koncepcji „Industry 4.0”. Przykładem może być przemysł chemiczny, który dzięki zbieraniu i analizie coraz bardziej szczegółowych danych wzdłuż całego łańcucha wartości jest w stanie eksploatować kolejne obszary usprawnień (nie tylko te oparte o np. Lean czy Six Sigmę) – maszyny i urządzenia na liniach produkcyjnych są bogato wyposażone w inteligencję, która dotychczas nie była w pełni eksploatowana. Otwartą kwestią pozostaje odpowiedzialność za zintegrowanie rozwiązań i stworzenie efektywnej architektury „inteligentnej fabryki” – jest to nisza rynkowa, niosąca spore ryzyka technologiczne, a co za tym idzie, również biznesowe, ale mające równolegle spory potencjał rynkowy.

Podsumowanie

„Industry 4.0” jako strategia reindustrializacji Europy jest już hasłem nośnym i mocno osadzonym w merytorycznych dyskusjach. Również jej architektura (z punktu widzenia technologii) jest dopracowana na tyle, aby uznać tę koncepcję za obiecujący kierunek, będący zarówno gospodarczym, jak i naukowym „błękitnym oceanem”. Dla przemysłu europejskiego wydaje się ona jedyną drogą rozwoju, wręcz formą „ucieczki do przodu”. Wydaje się też, że nie spowoduje ona masowego wypierania ludzi z fabryk przez automatykę przemysłową i roboty, a raczej wzrost zapotrzebowania na coraz bardziej wykwalifikowanych specjalistów, będących w stanie projektować i utrzymywać rozbudowane systemy „inteligentnej fabryki”.

Literatura

- Automatyka Online.pl, <http://automatykaonline.pl/Z-branzy/Wplyw-rewolucji-Industry-4.0-na-ekosystem-przemyslowy> (dostęp: lipiec 2015).
- Consultants R.B.S. (2015), *The Digital Transformation of Industry*, Roland Berger Strategy Consultants, Berlin.
- Hoske M.T. (2015), *Industry 4.0 and IoT Tools Help Streamline Factory Automation*, “Control Engineering”, February.
- IMPO, <http://www.impomag.com/articles/2015/07/plant-future-seven-key-elements> (dostęp: lipiec 2015).
- Palmquist D. (2014), *5 Trends Driving the Movement Toward Smart Manufacturing*, “Supply&Demand Chain Executive”, September.

**“INDUSTRY 4.0” AS STRATEGY OF REINDUSTRIALIZATION
AND IMPLEMENTATION OF NEXT GENERATION
MANUFACTURING PROCESSES**

Summary: Within the era of automated mass production, the consumers are not limited with regards to choice of products. Equally, the contradiction between productivity and production flexibility is still to be sorted. Usage of current manufacturing processes and flexible reaction for individualized customer needs do not support maintaining the effective and profitable production.

Therefore, we have to transform the manufacturing processes. In Germany, this change is associated with “Industry 4.0” initiative, in other countries “reindustrialization” or “advanced production” is in use. Both of these concepts describe the manufacturing processes of next generation, which based on communication technology, software and detectors, will connect digital and virtual with real production world. Their goal is to use IT to create the value chain through the whole process: from the design and product development through production till maintenance and service.

Keywords: reindustrialization, industry competitiveness, self-organized factories, Big Data, Cloud.