

ANALIZA SYTUACJI POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW W SIECIACH PRZEMYSŁOWYCH W DOBIE INDUSTRY 4.0

Sebastian Saniuk, Anna Saniuk

Uniwersytet Zielonogórski

e-mails: s.saniuk@wez.uz.zgora.pl; a.saniuk@iizp.uz.zgora.pl

DOI: 10.15611/noz.2017.2.02

JEL Classification: L14, L16

Streszczenie: Postępujący proces globalizacji oraz marginalizacja Europy w światowej produkcji skłoniły niemieckich ekspertów do opracowania nowej koncepcji Przemysł 4.0. W ramach proponowanej koncepcji, mającej stanowić podstawę czwartej rewolucji przemysłowej, ma nastąpić ścisłe połączenie obiektów fizycznych z siecią informacyjną. Powstaną wyrafinowane sieci przedsiębiorstw połączonych inteligentnymi zasobami komunikującymi się za pośrednictwem Internetu. Oznacza to, że współczesne przedsiębiorstwa stają przed kolejnymi wyzwaniami związanymi z potrzebą budowy i współpracy w ramach cyberfizycznych systemów. W artykule podjęto próbę identyfikacji kluczowych problemów związanych z funkcjonowaniem polskich przedsiębiorstw w ramach sieci przemysłowych sektora metalowego (produkcja stali, dystrybucja, obróbka metali itp.), szczególnie w obliczu wyzwań czwartej rewolucji przemysłowej. W artykule wykorzystano między innymi wybrane wyniki badań ankietowych przeprowadzonych na wybranej grupie specjalistycznych przedsiębiorstw produkcyjnych z regionu województwa lubuskiego, należących głównie do sektora metalowego.

Słowa kluczowe: sieci przemysłowe, Przemysł 4.0, bariery współpracy sieciowej.

*The factory of the future will have only two employees,
a man and a dog. The man will be there to feed the dog.
The dog will be there to keep
the man from touching the equipment.*

Warren Bennis

1. Wstęp

Szybko postępujący proces globalizacji, objawiający się głównie wzrostem udziału krajów rozwijających się w światowym przemyśle produkcyjnym, zmusza gospodarkę Europy Zachodniej do podjęcia kroków w celu poprawy konkurencyjności lokalnych przedsiębiorstw. Postępujący proces przenoszenia przedsiębiorstw poza granicę Europy wywołuje niebezpieczeństwo pogłębienia spadku uprzemysłowienia takich krajów, jak: Niemcy, Francja, Włochy czy Szwajcaria. Ponieważ przemysł stanowi kluczowy element łańcucha dostaw, utrzymanie potencjału przemysłu w Zachodniej Europie staje się istotnym celem strategicznego rozwoju tych gospodarek. Obawy marginalizacji Europy w światowej produkcji skłoniły zatem niemieckich ekspertów do opracowania nowego programu Przemysł 4.0 (Industry 4.0), który

pozwole na odzyskanie statusu lidera industrializacji krajów wysoko rozwiniętych. W ramach zaproponowanej koncepcji, mającej stanowić podstawę czwartej rewolucji przemysłowej, planowane jest ścisłe połączenie obiektów fizycznych z siecią informacyjną. W niedalekiej przyszłości powstaną wyrafinowane sieci przedsiębiorstw, połączonych inteligentnych zasobów komunikujących się za pośrednictwem sieci Internet, wykorzystujących m.in. ideę Internetu rzeczy (*Internet of Things* – IoT). Oznacza to, że współczesne przedsiębiorstwa stają przed kolejnymi wyzwaniami związanymi z potrzebą współpracy w ramach cyberfizycznych systemów. Wynika z tego potrzeba badań związanych z oceną stanu przygotowania polskich przedsiębiorstw do implementacji założeń czwartej rewolucji przemysłowej. W artykule podjęto próbę identyfikacji kluczowych problemów związanych z procesem dostosowawczym do funkcjonowania przedsiębiorstw w ramach nowoczesnych sieci przemysłowych, szczególnie w obliczu wyzwań koncepcji Przemysł 4.0.

2. Koncepcja Przemysł 4.0 a sieciowe formy współpracy

Koncepcję Platformy Przemysł 4.0 po raz pierwszy zaprezentowano na Targach Hanowerskich w 2014 roku jako raport z syntetycznymi wynikami prac prowadzonych przy udziale trzech niemieckich organizacji technicznych Bitkom (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien), VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) oraz ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie), 16 profesorów uniwersyteckich różnych dyscyplin naukowych, w tym inżynierii produkcji, zarządzania, informatyki, prawa i socjologii pracy, automatyzacji oraz największych niemieckich koncernów i przedsiębiorstw przemysłowych, takich jak: Siemens, ABB, Deutsche Telekom, MAN, Bosch Rexroth, Festo czy Volkswagen. Od 2015 roku zaproponowana Platforma Przemysł 4.0 została objęta wsparciem finansowym przez dwa federalne ministerstwa niemieckiego rządu: Ministerstwo Gospodarki i Energii (BMWi) oraz Ministerstwo Kształcenia i Badań Naukowych (BMBWF), celem usprawnienia procesu wdrożenia koncepcji w perspektywie najbliższych 15 lat [Olszewki 2016; Autorenteam des wissenschaftlichen Beirates... 2015].

Koncepcja Przemysł 4.0 zakłada stworzenie w pełni zintegrowanego systemu dostawców, producentów i klientów. W myśl tej koncepcji rozwiązania informatyczne zostaną zintegrowane ze wszystkimi podsystemami, procesami, zasobami systemów oraz sieciami dostawców i klientów. Nowo projektowane systemy IT będą integrować zatem całe łańcuchy dostaw, tworząc cyberfizyczne systemy CPS (*Cyber-Physical Systems*), które stanowiąc będą otwarte systemy socjotechniczne, zdolne do pełnienia wielu nowych funkcji i działań narzuconych przez produkcję, logistykę czy zarządzanie. Systemy CPS powinny zapewnić zbieranie danych, ich przetwarzanie i oddziaływanie na fizyczne procesy zachodzące w obrębie całego łańcucha logistycznego czy sieci przedsiębiorstw dzięki nieograniczonym połączeniom sieciowym, jednocześnie przy znikomym udziale człowieka pełniącego jedynie funkcję nadzoru.

Jednym z założeń transformacji w ramach platformy Przemysł 4.0 jest wykorzystanie mechatronicznych produktów CPS (maszyn, urządzeń, robotów, środków transportu itd.) w łańcuchu PLM (*Product Life Cycle Management*), począwszy od stworzenia koncepcji nowego produktu, wirtualnej dokumentacji, drukowania modeli, ich badań symulacyjnych, laboratoryjnych i przemysłowych, decyzji o podjęciu produkcji, wirtualnej dokumentacji produkcyj-

nej, wytworzenia produktu w wirtualnym środowisku produkcyjnym, sprawdzenia jego poprawności, przejścia z wirtualnego środowiska produkcyjnego do środowiska realnego, opracowania wspomaganej programowo i dokumentowanej komputerowo dokumentacji produkcyjnej i montażowej, logistyki magazynowej, transportowej i sprzedażnej, kontroli poprawności eksploatacji, przestrzegania terminów przeglądów, napraw i remontów, wskazywania miejsca i wykonawcy tych czynności, wreszcie sterowanego recyklingu. Autorzy koncepcji dostrzegają potrzebę opracowania nowych norm prawnych co najmniej na poziomie UE, umożliwiających siecią wymianę danych produkcyjnych, usługowych dotyczących całego łańcucha logistycznego związanego z wytworzeniem i eksploatacją produktu, towarzyszących temu łańcuchowi działań wartości dodanych, jak np. patentów, wzorów użytkowych, umów licencyjnych itd. Dodatkowo wymagane jest opracowanie norm, otwartych aplikacji umożliwiających sieciowe połączenie przedsiębiorstw zaangażowanych w proces produkcji wyrobu, dostarczania do klienta oraz użytkowników tego produktu [Olszewki 2016]. Nie bez znaczenia pozostaje rozwiązanie problemu bezpieczeństwa przesyłania sieciowo danych między poszczególnymi modułami komunikującymi się za pośrednictwem sieci komunikacyjnych lub IoT.

Koncepcja Przemysł 4.0 jest zorientowana na wysoką produktywność systemów przemysłowych oraz wysoką rentowność realizowanych projektów. Wskazuje się na wiele korzyści z jej zastosowania. Na uwagę zasługują zwiększenie elastyczności produkcji oraz organizacja produkcji bardziej zindywidualizowanych produktów. Oznacza to możliwość spełnienia oczekiwań klienta – użytkownika produktu – bez uszczerbku na rentowności procesu produkcji dzięki dynamicznemu dopasowaniu autonomicznych modułów całego procesu przygotowania, wytwarzania i dostarczania produktu do klienta z wykorzystaniem IoT oraz informacji zapisanych w *Big Data* i *Cloud Computing* [Chui, Löffler, Roberts 2010; Olszewki 2016]. Zatem jest to połączenie zalet produkcji na zamówienie z korzyściami, jakie dziś oferuje produkcja masowa lub wielkoseryjna. Ponadto istnieje możliwość zdecydowanej poprawy efektywności produkcji przez wykorzystanie zasobów materiałowych, wytwórczych, pracowniczych współpracujących ze sobą partnerów sieciowych, dysponujących niewykorzystanymi zdolnościami produkcyjnymi. Intensyfikuje to potrzebę badań nad problemami rozwoju sieciowych form współpracy przedsiębiorstw funkcjonujących w dobie koncepcji Przemysł 4.0.

O potrzebie prowadzenia badań w zakresie organizacji i zarządzania sieciami przedsiębiorstw mogą świadczyć również liczne wskazywane w literaturze korzyści współpracy zarówno dla samych przedsiębiorstw, jak i dla klienta. Aktualnie uczestnictwo przedsiębiorstwa w sieci jest szczególnie atrakcyjne dla małych i średnich przedsiębiorstw, które w ten sposób mogą przewyciężyć główną przewagę konkurencyjną dużych przedsiębiorstw w zakresie dostępu do wszelkiego rodzaju zasobów (kapitału, kompetencji, *know-how* itd.). W sytuacji rozwoju koncepcji Przemysł 4.0 każde przedsiębiorstwo postrzegane jest jak oferujący pewne możliwości inteligentny moduł do wykorzystania w procesie produkcji i dostarczania produktu do klienta, przestaje mieć znaczenie rozmiar przedsiębiorstwa. Znaczenia zaś nabierają poziom stosowanej technologii, poziom zatrudnionej wysoko kwalifikowanej kadry oraz otwartość na nieograniczoną komunikację przy wykorzystaniu m.in. sieci komunikacyjnych czy IoT. Łącząc potencjał partnerów jako organizacja sieciowa, można oferować bardziej skomplikowane, innowacyjne produkty i usługi dopasowane do potrzeb klienta [Walters, Buchanan 2001]. Uczestnictwo przedsiębiorstwa w sieci daje nowe możliwości i umożliwia wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych mających istotny wpływ na wzrost efektywności funkcjonowania przejawiające się orientacją na procesy, decentralizacją zarządzania, rozwojem zawodowym pracowników itd. [Perechuda 2002, s. 53-54]. Ponadto możliwość występowania w wielu aliansach pozwala lepiej wykorzystać posiadane zdolności produkcyjne i zwiększyć produktywność dysponowanych zasobów produkcyjnych oraz zasobów ludzkich przedsiębiorstwa. Funkcjonowanie w sieci wpływa również pozytywnie na proces uczenia się przez zdobywanie doświadczenia, *know-how* i wiedzy na podstawie wzajemnych relacji między współpracującymi przedsiębiorstwami [Urbaniak 2001, s. 36]. Oznacza to, że rozwój sieciowych form współpracy, rozwiązanie problemów związanych z formowaniem i zarządzaniem sieciami stanowi doskonałą podstawę do szybkiego wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0, szczególnie na poziomie małych i średnich przedsiębiorstw. Powstaje zatem pytanie: czy polskie przedsiębiorstwa są gotowe na przyjęcie koncepcji Przemysł 4.0 i jednocześnie odgrywanie roli zintegrowanego, inteligentnego modułu wysyłającego i odbierającego strumienie informacji za pośrednictwem sieci teleinformatycznych?

3. Poziom dostosowania przedsiębiorstw do współpracy w sieci Przemysł 4.0

Bardzo pozytywnym sygnałem są badania prowadzone corocznie przez GUS, których głównym celem jest ocena poziomu dostępności polskich przedsiębiorstw do sieci Internet. W 2016 roku ten dostęp posiadało 93,7% przedsiębiorstw, najczęściej korzystały one z łączy szerokopasmowych (93,2%). Mobilne łącza szerokopasmowe były używane przez 64,7% przedsiębiorstw. W 2015 roku co trzecie przedsiębiorstwo składało zamówienia przez sieci komputerowe, a co ósme otrzymywało zamówienia przez Internet. Wskaźnik przedsiębiorstw posiadających własną stronę internetową w 2016 roku wyniósł aż 67,0%. Co ciekawe, prawie dwie trzecie firm wykorzystywało stronę internetową w celu prezentacji katalogów wyrobów i usług. Oznacza to wzrost świadomości korzyści, jakie płyną z zaistnienia w sieci Internet i roli marketingowej tego medium. Potrzeba uzyskania dostępu do sieci Internet wynika również z wymagań administracji publicznej, która wymusza stosowanie tej formy kontaktu; z e-administracji w 2015 roku korzystało aż 93,6% przedsiębiorstw, w tym prawie wszystkie firmy duże i średnie. W 2016 roku ponad połowa dużych przedsiębiorstw stosowała media społecznościowe, najczęściej do zareklamowania swoich produktów i usług lub pozyskania opinii na temat prowadzonej działalności. Z usług w chmurze obliczeniowej w 2016 roku korzystała blisko jedna trzecia dużych przedsiębiorstw¹.

Przedstawione dane dowodzą pozytywnego nastawienia przedsiębiorstw do wszelkich form wykorzystania sieci Internet jako medium ułatwiającego komunikację z otoczeniem zewnętrznym przedsiębiorstwa. Dodatkowo powszechny dostęp do sieci Internet i możliwy dzięki temu dostęp do systemów w modelu SaaS (*Software as a Service*) powoduje, że w zasadzie znika i problem wysokich nakładów inwestycyjnych, i bariera implementacji nowych technologii IT.

Dużo gorzej przedstawiają się dane dotyczące przygotowania przedsiębiorstw do Przemysłu 4.0 w ujęciu poziomu stosowanej technologii. Jak wynika z najnowszego raportu Międzynarodowej Federacji Robotyki – IFR, przepaść między wdrożeniami z zakresu automatyki i robotyki w Polsce i w innych krajach nadal jest bardzo widoczna. W 2015 roku na 10 000 pracowników zatrudnionych w światowym sektorze produkcji przypadało średnio 69 robotów przemysłowych. W Polsce gęstość robotyzacji wy-

¹ Dane statystyczne GUS [http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2016-roku,2,6.html, dostęp: 18.03.2017].

nosiła średnio 28 robotów. W porównaniu z innymi krajami regionu wciąż wypadamy najgorzej. Dla porównania: w Czechach gęstość robotyzacji wynosi 93, na Słowacji – 79, na Węgrzech – 57, a w Niemczech – aż 301. Dla porównania w najbardziej zautomatyzowanych krajach świata, takich jak np. Korea Południowa, wskaźnik gęstości robotyzacji w 2015 roku wyniósł aż 531 [Raport „Roboty przemysłowe 2015”...]. Niestety polski przemysł charakteryzuje się umiarkowanie słabym stanem automatyzacji i robotyzacji produkcji. Z badań prowadzonych przez Astor w 2015 roku wynika, że około 15% przedsiębiorstw w Polsce jest w pełni zautomatyzowanych, co odpowiada etapowi rozwoju produkcji przemysłowej w technologii 2.0. Częściowym zautomatyzowaniem charakteryzuje się około 76% przedsiębiorstw. Natomiast etap 3.0, to znaczy etap robotyzacji i cyfryzacji produkcji, wykazuje niski stopień zaawansowania. Polskie przedsiębiorstwa przemysłowe ciągle jeszcze borykają się z wyzwaniem trzeciej rewolucji przemysłowej [Gracel 2016; Gracel], co nie daje dobrych perspektyw dla szybkiego wdrożenia idei Przemysł 4.0.

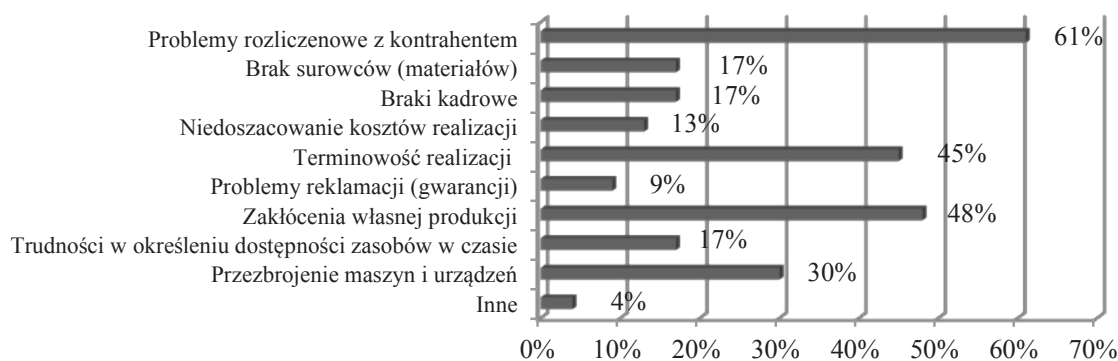
Podobnie istotną barierą ograniczającą szybką aplikację założeń koncepcji Przemysł 4.0 jest ciągły brak klimatu do współpracy polskich przedsiębiorstw, szczególnie jeśli mowa o małych i średnich przedsiębiorstwach przemysłowych. Z badań przeprowadzonych na 50 przedsiębiorstwach działających w sektorze metalowym województwa lubuskiego wynika wiele barier związanych zarówno z doświadczeniami dotychczasowej współpracy, jak i trudnościami w tworzeniu różnych form sieciowej współpracy. Najczęściej pojawiającymi się problemami są:

- problemy rozliczeniowe (61% respondentów),
- zakłócenia własnej produkcji (48% respondentów),
- terminowość realizacji zleceń (45% respondentów).

Na rysunku 1 przedstawiono deklarowane problemy wynikające ze współpracy z partnerami sieciowymi.

O poziomie opóźnień i skali niedostosowania do czwartej rewolucji przemysłowej mogą świadczyć również deklarowane problemy związane ze sprzedażą niewykorzystanych zdolności produkcyjnych w sieci, która często wiąże się z potrzebą ich dokładnego oszacowania i wyceny. Brak dokładnego harmonogramu obciążenia maszyn i urządzeń wskazuje aż 41 respondentów, jednocześnie 26 respondentów wskazuje na brak szczegółowych danych o wydajności maszyn i urządzeń. Poważnym problemem jest również brak wsparcia systemu informatycznego (34 respondentów). W przypadku określenia zdolności produkcyjnych oferowanych do sprzedaży w ramach sieci produkcyjnych istotna jest umiejętność szybkiej oceny dostępności zasobów oraz kosztów ich wykorzystania. Większość badanych respondentów wskazuje dość krótki czas ustalenia dostępności maszyny/urządzenia. Oznacza to możliwość szybkiego udzielenia odpowiedzi na zapytanie ofertowe. W większości przypadków nie przekracza dnia (78% respondentów). Dużym problemem jest natomiast określenie kosztów wykorzystania zasobów. Zaledwie 61% respondentów deklaruje, że jest w stanie dokładnie określić koszt wykorzystania zasobu oferowanego w sieci. Badane przedsiębiorstwa wskazują również na wiele innych problemów wynikających z tworzenia sieci. Znalezienie odpowiedniego partnera sieciowego często wiąże się z potrzebą rozwiązania problemów związanych zarówno z ryzykiem współpracy z nieznanym przedsiębiorcą, jak i ze sposobem poszukiwania kooperanta. Zdaniem respondentów kluczowymi problemami, z jakimi dziś przedsiębiorstwo organizujące sieć produkcyjną może mieć do czynienia, są [Saniuk, Saniuk 2016]:

- brak bezpiecznych informatycznych platform wymiany zdolności produkcyjnych (90% respondentów),
- nieterminowość wykonania zleconego zadania (73% respondentów),



Rys. 1. Deklarowane problemy związane z dotychczasową współpracą w sieci

Źródło: opracowanie własne.

- nielojalność partnerów sieciowych (45% respondentów),
- trudności w poszukiwaniu partnera sieciowego (41% respondentów),
- niska jakość oferowanych usług (produktów) przez potencjalnych partnerów (36% respondentów).

Łatwo można zauważyć duży brak zaufania badanych do innych przedsiębiorstw, często wynikający z negatywnych doświadczeń dotychczasowej współpracy. Niestety może stanowić to istotną barierę dla pozytywnego przyjęcia koncepcji Przemysł 4.0 przez polski sektor MŚP. Dodatkowo problemem jest bardzo niski poziom automatyzacji i informatyzacji polskich przedsiębiorstw, w tym wykorzystania systemów IT do operacyjnego zarządzania i sterowania produkcją MES (*Manufacturing Execution System*). Jednym z kluczowych powodów może być krótki okres dostosowawczy polskich przedsiębiorstw po transformacji w 1989 roku, często obfitujący w negatywne doświadczenia związane z funkcjonowaniem na tworzącym się właściwie od podstaw rynku kapitałowym. Do innych powodów można zaliczyć:

- brak klimatu do inwestycji w nowe technologie,
- ciągle niski poziom zatrudnienia wykwalifikowanej kadry inżynierskiej,
- niskie płace pracowników,
- przewagę koncentracji na sferze marketingu i sprzedaży, a nie na budowaniu przewagi konkurencyjnej przez zastosowanie nowoczesnych technologii.

4. Zakończenie

Po trzech rewolucjach przemysłowych nadchodzi czwarta, przenosząca produkcję do wyrafinowanych sieci przedsiębiorstw, wyposażonych w inteligentne urządzenia, maszyny, środki transportu komunikujące się ze sobą dzięki wykorzystaniu nowych technologii, takich jak chmura obliczeniowa, *Big Data* czy IoT. Stawia to nowe wyzwania przed polskimi przedsiębiorstwami przemysłowymi, które wymagają dziś sporych inwestycji w obszarze automatyzacji, robotyzacji oraz informatyzacji, która pozwoli w przyszłości na zastosowanie bardziej inteligentnych technologii komunikacyjnych, szczególnie związanych z koncepcją Przemysł 4.0. Proces dostosowawczy zostanie po części wymuszony przez już dziś liczne powiązania przedsiębiorstw funkcjonujących w łańcuchach logistycznych niemieckich koncernów, np. sektora motoryzacyjnego.

Przyszłość wymaga też dużych inwestycji w obszarze przygotowania inżynierów do aplikacji tych technologii. Zmieniają się również warunki pracy: część dotychczasowej pracy fizycznej zastąpiona zostanie pełną automatyzacją i robotyzacją stanowisk pracy, a dotychczasowe formy pracy będą zastąpione pracą wirtualną. Zdecydowanie największe znaczenie będą zatem miały wiedza i doświadczenie pracownika oraz poziom posiadanych kwalifikacji. Wymaga to przygotowania nowych treści i form kształcenia zawodowego w obszarze inżynierii produkcji, mechatroniki, automatyki, robotyki, informatyki czy logistyki.

Literatura

- Autorenteam des wissenschaftlichen Beirates von BITKOM e.V., VDMA e.V., ZVEI e.V., 2015, *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, (in der) Plattform Industrie 4.0.*, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Hannover 2014; Berlin, Frankfurt.
- Chui M., Löffler M., Roberts R., 2010, *The Internet of Things*, *The McKinsey Quarterly*, 2(47), s. 1-9.
- Gracel J., 2016, *Industry 4.0 – kluczowe pytania i odpowiedzi*, *Automatyka, Podzespoły, Aplikacje*, nr 6(10), s. 3639.
- Gracel J., *Czwarta rewolucja przemysłowa: automatyzacja i życie w świecie technologii*, *Harvard Business Review Polska*, <https://www.hbrp.pl/b/czwarta-rewolucja-przemyslowa-automatyzacja-i-zycie-w-swiecie-technologii-2/2/XNHp-6tJb>, dostęp: 24.03.2017.
- <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne/spoleczenstwo-informacyjne-w-polsce-w-2016-roku,2,6.html>, dostęp: 18.03.2017.
- Olszewki M., 2016, *Mechatronizacja produktu i produkcji – Przemysł 4.0*, *Pomiary Automatyka Robotyka*, nr 3/2016, s. 13-28.
- Perechuda K., 2002, *Zarządzanie przedsiębiorstwem przyszłości. Koncepcje, modele, metody*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa.
- Raport „Roboty przemysłowe 2015” Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR), <http://staleo.pl/z-kraju-i-ze-swiatea/technologie/2214/roboty-przemyslowne-2015-raport-ifr>, 25.03.2017 r.
- Saniuk S., Saniuk A., 2016, *Aspekty funkcjonowania małych i średnich przedsiębiorstw w sieciach produkcyjnych*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie*, z. 99, s. 411-422.
- Urbaniak M., 2001, *Wybrane elementy gospodarczych organizacji wirtualnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Walters D., Buchanan J., 2001, *The new economy, new opportunities and new structures*, *Management Decision*, no. 39/10, s. 822-823.

ANALYSIS OF THE SITUATION OF POLISH ENTERPRISES IN INDUSTRIAL NETWORKS IN INDUSTRY 4.0

Summary: The ongoing globalization process and the marginalization of Europe in the global production caused that German experts developed a new Industry 4.0. concept. A close integration of physical objects with the information network should be a part of the proposed concept which is a base of the fourth industrial revolution. Sophisticated business networks connected by intelligent resources communicating via Internet will be built. This means that today's enterprises have new challenges to build and collaborate within cyber-physical systems. The paper attempts to identify key problems related to the functioning of Polish companies in the industrial metalworking sector (steel production, distribution, metal processing, etc.), especially according to the challenges of the fourth industrial revolution. The results of surveys conducted on a selected group of specialist production companies from the Lubuskie Voivodeship, mainly in the metal sector, are used in the paper.

Keywords: industrial networks, Industry 4.0, barriers of network cooperation.