

ŚWIADOMOŚĆ I POZIOM WDROŻENIA KONCEPCJI PRZEMYSŁ 4.0 W WYBRANYCH POLSKICH I CZESKICH PRZEDSIĘBIORSTWACH

Michał SAŚIADEK, Josef BASL

Streszczenie: W artykule podjęto próbę oceny trendów Przemysłu 4.0 z perspektywy ich wdrożenia w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych porównano wybrane polskie i czeskie przedsiębiorstwa w aspekcie zastosowania (ew. gotowości do wdrożenia) koncepcji Przemysłu 4.0. Dodatkowo, przeanalizowano stosowane aplikacje informatyczne w przedsiębiorstwach wspomagające badany obszar i ich efektywność.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, internet rzeczy, czwarta rewolucja przemysłowa, innowacje w obszarze ICT

1. Wprowadzenie

Rozwój przedsiębiorstw nieustannie dąży do osiągnięcia zysku i jego wzrostu. Aby osiągnąć ten cel, przedsiębiorstwa stale podwyższają jakość swoich produktów, oferując produkty wytwarzane w elastycznych systemach/liniach produkcyjnych, a przede wszystkim, obniżając koszty produkcji (głównie poprzez wdrożenie zasad szczupłego wytwarzania) [1]. Inwestycje w branży produkcyjnej ukierunkowane na technologie informatyczne zyskały obecnie na znaczeniu i są zaliczane do ogólnej koncepcji Przemysłu 4.0. Sprzężenie pomiędzy technologiami informatycznymi, a ich wykorzystaniem w przedsiębiorstwach produkcyjnych stanowi szansę rozwoju, ponieważ zarówno technologie produkcyjne, jak i informatyczne zostały określone jako kluczowe w okresie najbliższych 15 lat [2].

1.1. Internet rzeczy jako kluczowy trend

Koncepcja przemysłu 4.0 staje się obecnie coraz bardziej popularna. Koncepcja ta (nazywana jest często czwartą rewolucją przemysłową) ma obecnie lub będzie miała przyszłościowo znaczny wpływ na większość przedsiębiorstw i ich pracowników. Wpływ podobnych rewolucji w przeszłości był widoczny w wielu obszarach – nie tylko przemyśle, ale również między innymi: w nauce, medycynie, rolnictwie, czy handlu. Można zatem założyć, że podobne efekty do poprzednich rewolucji przemysłowych zostaną zaobserwowane w przypadku trendu Przemysłu 4.0 [3].

Wiele znaczących przedsiębiorstw consultingowych, jak chociażby Deloitte czy Gartner Group [4, 5] prezentują typologie dotyczące obecnych trendów, które powinny być zawarte w koncepcji Przemysłu 4.0. Najczęściej wymieniane są następujące obszary:

- chmura obliczeniowa,
- duże zbiory danych,
- internet rzeczy,

- rozszerzona rzeczywistość,
- symulacja, cyfryzacja,
- wszelkiego rodzaju rozwiązania autonomiczne,
- współpraca człowieka z robotem,
- szeroki wybór sensorów i ich integracja ze sztuczną inteligencją.

Rozwiązania typu chmura obliczeniowa i duże zbiory danych są już stosunkowo powszechnie wykorzystywane, co więcej, są siłą napędową obecnych zmian. Jednak prawdziwym wyróżnikiem nowych trendów jest Internet rzeczy (ang. IoT). Ciągłe zwiększająca się dostępność łączności internetowej i spadające jej koszty, a także coraz większa liczba urządzeń zawierających moduły technologii Wi-Fi i innych czujników sprzyjają do wdrażania *internetu rzeczy*. To jest właśnie jeden z kluczowych trendów.

Koncepcja Przemysłu 4.0 oparta jest na integracji technologii informacyjnych w systemach produkcyjnych w aspekcie przesyłania informacji, udostępniania danych w czasie rzeczywistym lub około-rzeczywistym oraz stałej komunikacji. Stanowi ona również potencjał do dalszego rozwoju systemów planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP).

Koncepcja Przemysłu 4.0 może być ogólnie zdefiniowana, jako przekształcenie oddzielnych zautomatyzowanych zakładów produkcyjnych w całkowicie zautomatyzowane i zoptymalizowane środowiska produkcyjne. Procesy produkcyjne połączone są poziomo i pionowo w ramach obecnych systemów w przedsiębiorstwach. W tym celu, czujniki, urządzenia i systemy IT są zintegrowane w łańcuch wartości w granicach przedsiębiorstwa. Dlatego właśnie systemy cyber-fizyczne stanowią podstawę dla inteligentnych fabryk. Fabryki te posiadają zdolność autonomicznej wymiany informacji poprzez wykorzystanie internetowych protokołów komunikacyjnych, reagując w ten sposób w czasie rzeczywistym na potencjalne błędy i dopasowując się do zmian zapotrzebowania konsumentów na produkty. Inteligentne fabryki zapewniają wytwarzanie konkurencyjnych produktów.

Pracownicy inteligentnych fabryk nie wykonują ciężkich fizycznych i rutynowych działań, ale skupiają się raczej na zadaniach kreatywnych [6].

1.2. Strategie dotyczące Internetu rzeczy – Polska i Czechy jako dobre przykłady

Pojęcie Przemysł 4.0 rozprzestrzeniło się coraz bardziej na całym świecie. Obecnie jest głównie używane w Europie, natomiast w Stanach Zjednoczonych i innych krajach anglojęzycznych pojęcie to nazywane jest *internetem przemysłowym* (industrial internet). W niektórych krajach funkcjonuje jeszcze inna nazwa – *rzecz internetowa* (internet thing) lub *inteligentna fabryka* (smart factory). Oprócz niejednolitej nazwy, także charakterystyka pojęcia Przemysł 4.0 nie jest spójna. Zależy ona od tego, jak poszczególne środowiska interpretują to sformułowanie [4].

W ciągu ostatnich kilku lat, ogłoszono w Europie i Unii Europejskiej ponad 30 krajowych lub regionalnych inicjatyw poświęconych czwartej rewolucji przemysłowej. Inicjatywy unijne, jak i krajowe są ze sobą spójne w zakresie legislacyjnym i normalizacyjnym. Mają na celu implementację działań zmierzających do ujednoczenia rynku cyfrowego, wymianę najlepszych praktyk, a także ocenę postępu poszczególnych inicjatyw europejskich, krajowych lub regionalnych [7].

Historycznie Polska była jedną z najszybciej rozwijających się gospodarek na świecie przed kryzysem ekonomicznym i najszybciej rozwijającą się gospodarką Europy po kryzysie ekonomicznym (wzrost PKB na poziomie 4,6% per capita w latach 1991-2008 i 2,7% w latach 2008-2013).

Obecnie Polska jest jednym z najbardziej uprzemysłowionych krajów UE. Ponadto, jest jednym z największych krajów z szybkim wzrostem wartości dodanej w sektorze produkcyjnym. Główne gałęzie przemysłu w Polsce mają potencjał do rozwoju poprzez cyfryzację. Obecnie przemysł tradycyjny zgłasza największe zapotrzebowanie na usługi i produkty z sektora ICT. Wzmocnienie tego trendu jest głównym celem polskiego rządu na początku transformacji cyfryzacyjnej.

Z kolei Czechy mają największy udział procentowy produkcji przemysłowej w gospodarce w całej Unii Europejskiej, mianowicie 47,3%. Jest to więcej niż w większości uprzemysłowionych krajów UE, jak Niemcy (40,2% przy 27% udziale w gospodarce UE), Wielka Brytania (41,7% przy 12,7% udziale w gospodarce UE), czy Włochy (37,9% przy 12,1% udziale w gospodarce UE). Republika Czeska jest krajem o jednej z najdłuższych tradycji przemysłowych, a dalsze związanie z przemysłem w przyszłości jest ambicją czeskiego społeczeństwa. Dlatego też inicjatywa dotycząca Przemysłu 4.0 została przyjęta przez czeski rząd w 2016 r. [8].

2. Badania ankietowe w polskich i czeskich przedsiębiorstwach

W celu porównania polskich i czeskich przedsiębiorstw produkcyjnych w kontekście trendów Przemysłu 4.0 opracowano ankietę mającą na celu sprawdzenie świadomości i poziomu wdrożenia zasad tej koncepcji. Najważniejsze pytania dotyczą roli wybranych trendów IT oraz aplikacji informatycznych przedsiębiorstwa w ramach Przemysłu 4.0 obecnie i w bliskiej przyszłości (okres 2 i 5 lat). Pozostałe pytania związane są z wdrożeniami lub przygotowaniem polskich i czeskich organizacji do tego trendu.

Motywacją do tych badań były nie tylko obecne trendy technologiczne, ale również opublikowane opracowania dotyczące zastosowania Przemysłu 4.0 – na poziomie globalnym [9] oraz na poziomie krajowym na przykładzie Niemiec [10].

Główne obszary badawcze w ankiecie dotyczyły:

- wdrożeń i/lub przygotowań przedsiębiorstw w ramach koncepcji Przemysł 4.0,
- strategii dotyczącej koncepcji Przemysł 4.0,
- wskaźników do obliczenia zysków wynikających z zastosowania koncepcji Przemysł 4.0,
- aplikacji informatycznych zgodnych z zasadami Przemysłu 4.0,
- praktycznego wykorzystania trendów Przemysłu 4.0,
- postrzegania trendów Przemysłu 4.0 przez pracowników.

Aby umożliwić przedsiębiorstwom udzielenie odpowiedzi na sformułowane w ankiecie pytania, opracowano kwestionariusz dostępny w formie elektronicznej na stronie internetowej. Dane zbierano poprzez wypełnione formularze internetowe w okresie 2016-2017 r. [11].

Ankiety zostały wysłane do 160 przedsiębiorstw czeskich oraz 95 polskich. Uzyskano odpowiednio w Czechach 24 (co stanowi 15% wszystkich ankiet) i w Polsce 18 (co stanowi 19% wszystkich ankiet) pełnowartościowych odpowiedzi i na ich podstawie sformułowano zamieszczoną w dalszej części artykułu analizę. Z punktu przeprowadzenia badań ankietowych ważnym jest, że próba, na której przeprowadzono badanie dobrze odzwierciedla, zdaniem autorów, profil gospodarki zarówno w Czechach, jak i w Polsce, ponieważ większość respondentów dotyczy branży motoryzacyjnej (CZ - 29%, PL - 28%) oraz branży mechanicznej (CZ - 25%, PL - 22%).

Uczestnicy badania to w większości przedsiębiorstwa duże (CZ - 66,7%, PL - 50%) oraz średnie (CZ - 25%, PL - 28%). Własność spółek została zdefiniowana jako inwestorzy

krajowi (CZ - 58,3%, PL - 39%) i zagraniczni (CZ - 41,7%, PL - 61%). Bardzo istotnym dla wiarygodności i zasadności otrzymanych wyników był fakt, że często na zadane w kwestionariuszu pytania odpowiadali dyrektorzy lub właściciele zakładów (CZ - 33,3%, PL - 11%), a także najwyższa kadra kierownicza (ok. 42% w obu badanych krajach).

3. Omówienie wyników badań ankietowych

Uzyskane wyniki pozwoliły na porównanie dwóch krajów w aspekcie trendów Przemysłu 4.0. Mimo uzyskanej niewielkiej próby, wyniki z obu krajów są porównywalne i w wielu przypadkach zbliżone. Jedną z podstawowych różnic jest większa gotowości przedsiębiorstw czeskich do wdrożenia zasad Przemysłu 4.0.

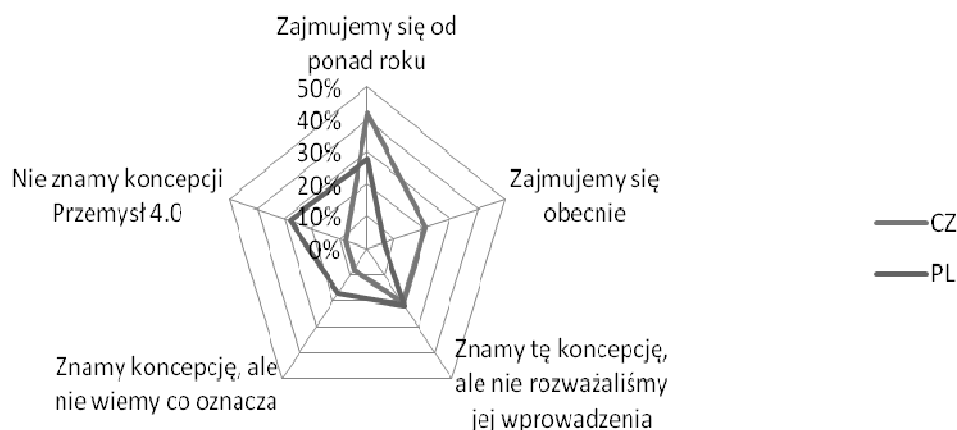
Wyniki można podzielić na trzy obszary:

- gotowość przedsiębiorstwa (w tym, czy dana organizacji postępuje zgodnie z podejściem Przemysł 4.0 oraz czy ma własną strategię na potrzeby tego trendu),
- integracja aplikacji informatycznych i trendów Przemysłu 4.0 (w tym, integracja z aplikacjami takimi jak np. ERP, MES, PLM, itp.),
- bariery i kluczowe wymogi dla rozwoju zasad Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach (w tym kwestie związane z efektami czyniącymi zasady Przemysłu 4.0 zbędnymi) oraz stan wiedzy o tych zagadnieniach wśród pracowników przedsiębiorstw.

Celem czytelnego przeglądu, wyniki przedstawiono na wykresach radarowych, obrazujących procentowe wartości odpowiedzi udzielonych przez respondentów.

3.1 Gotowość przedsiębiorstw do wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0

Pytanie dotyczące gotowości przedsiębiorstw do wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0 brzmiało: Czy Państwa przedsiębiorstwo działa zgodnie z podejściem Przemysł 4.0? Uzyskane odpowiedzi przedstawiono na rysunku 1.



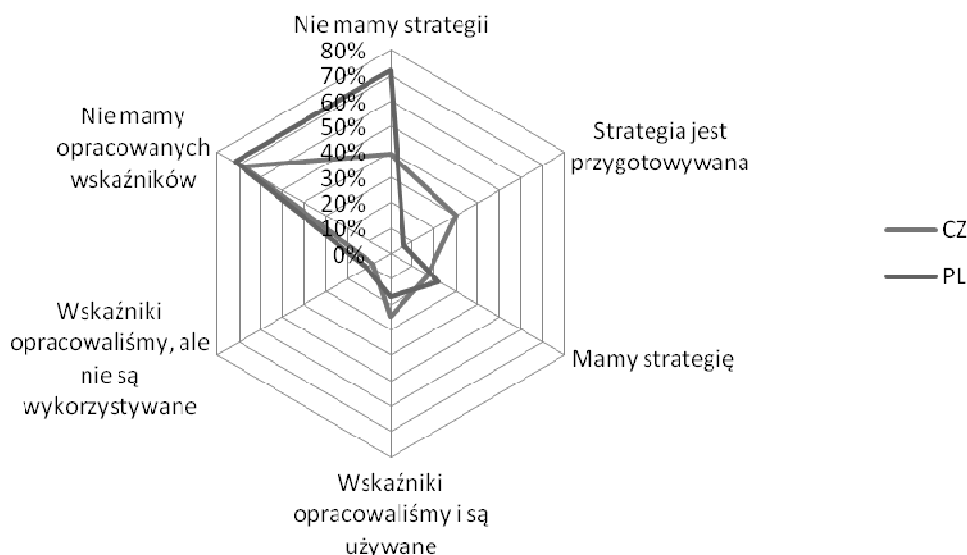
Rys. 1. Gotowość przedsiębiorstw PL i CZ do koncepcji Przemysł 4.0

Porównując całkowity wynik udzielonych odpowiedzi przez respondentów z obu krajów można zaobserwować, że czeskie przedsiębiorstwa zdecydowanie częściej działają zgodnie z koncepcją Przemysł 4.0 zarówno obecnie, jak i od okresu dłuższego, jak rok (PL 34% and CZ 63%). Wśród polskich przedsiębiorstw natomiast więcej było osób, które

jeszcze nigdy nie spotkały się z pojęciem Przemysł 4.0 (PL 28% and CZ 8%) lub nie wiedziały, co kryje się pod tym pojęciem. W tym przypadku badanie również potwierdza potrzebę budowania większej świadomości na temat Przemysłu 4.0 wśród przedsiębiorców, a także fakt, że ciągle jesteśmy w fazie wzrostu na tzw. krzywej Gartnera (Gartner hype curve) [5].

3.2. Strategia uwzględniająca koncepcję Przemysł 4.0

Istotnym elementem gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0 jest opracowanie właściwego podejścia w postaci strategii, jak również wskaźników pozwalających na ocenę wdrażania tej koncepcji. W tym kontekście sformułowano pytanie ankietowe: „Jeśli działacie Państwo zgodnie z zasadami Przemysłu 4.0, czy posiadacie własną strategię i wskaźniki dla obliczenia zysków wynikających z ich zastosowania?” Odpowiedzi na to pytanie przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Strategia i wskaźniki przedsiębiorstw PL i CZ dla koncepcji Przemysł 4.0

Rozpatrując pierwszą część pytania dotyczącą posiadania, bądź nie przez przedsiębiorstwa właściwej strategii dla koncepcji Przemysł 4.0, stwierdzono, że więcej polskich przedsiębiorstw deklaruje brak posiadania jakiegokolwiek strategii, mniej natomiast twierdzi, że takowa jest przygotowywana. Widoczne jest duże podobieństwo przy odpowiedziach dotyczących drugiej części pytania – czy przedsiębiorstwa posiadają właściwe wskaźniki do określenia zastosowania i zysków wynikających z Przemysłu 4.0.

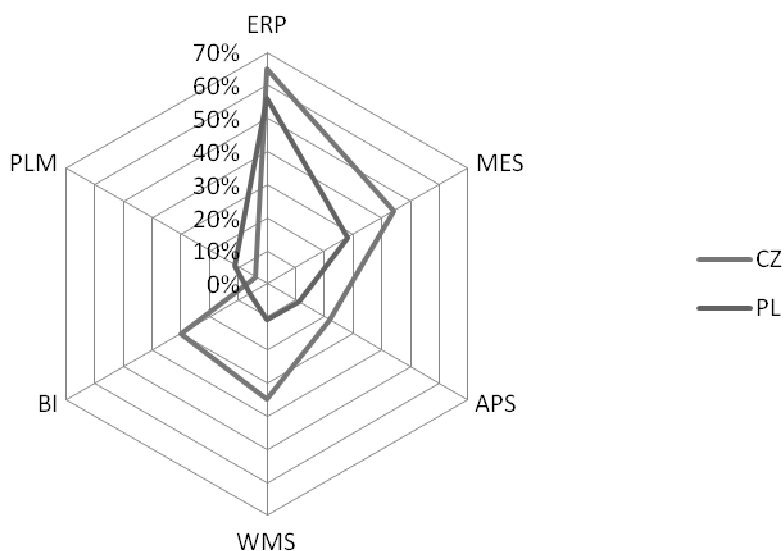
3.3. Integracja aplikacji informatycznych w kontekście trendów Przemysłu 4.0

Kolejnym istotnym elementem gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia zasad Przemysłu 4.0 jest techniczny aspekt tego zagadnienia. Jest to widoczne w nowych formach integracji różnych maszyn i urządzeń produkcyjnych z różnymi formatami danych. Oprogramowanie i aplikacje informatyczne zaimplementowane w przedsiębiorstwach w

ciągu ostatniej dekady pełnią bardzo ważną rolę w całym procesie integracji. Szczególnie istotne, a nawet kluczowe aplikacje dla zakładów produkcyjnych to systemy:

- ERP – Enterprise Resource Planning (Planowanie Zasobów Przedsiębiorstwa),
- MES – Manufacturing Execution Systems (Systemy Realizacji Produkcji),
- APS – Advanced Planning and Scheduling (Zaawansowane Planowanie i Harmonogramowanie),
- WMS – Warehouse Management System (System Zarządzania Magazynami),
- BI – Business Intelligence (Analityka biznesowa),
- PLM – Product Lifecycle Management (Zarządzanie Cyklem Życia Produktu).

Problem integracji głównych aplikacji informatycznych określono, jako kluczowy w ocenie ERP. Pytanie badawcze brzmiało: „Które z aplikacji Systemu informacji są zintegrowane zgodnie z zasadami Przemysłu 4.0 w Państwa przedsiębiorstwie?”

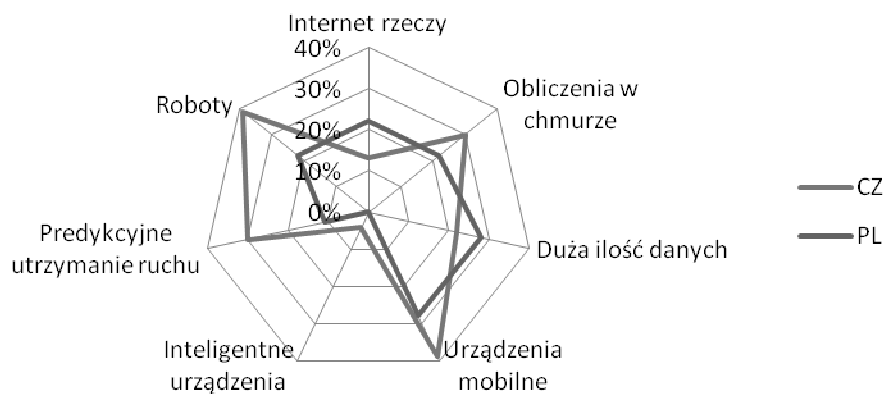


Rys. 3. Integracja aplikacji informatycznych PL i CZ przedsiębiorstw w aspekcie trendów Przemysł 4.0

Pozostałe kluczowe aplikacje jak MES, APS, czy WMS wskazują na wyższy stopień integracji w ramach Przemysłu 4.0 w czeskich przedsiębiorstwach. Z drugiej strony, integracja aplikacji PLM w wyższym stopniu deklarowana jest przez polskie przedsiębiorstwa. Rysunek 3 pokazuje korzystanie z podstawowych aplikacji informatycznych w przedsiębiorstwach. Z punktu widzenia badanych podmiotów, zarządzanie relacjami z klientem (CRM) powinno również zostać uwzględnione, ponieważ jest traktowane jako wstępna - równie istotna, aplikacja do budowania koncepcji Przemysł 4.0.

O wielu aspektach mówi się często jako głównych cechach koncepcji Przemysł 4.0. Na poniższym diagramie (rys. 4) pokazano najczęściej powtarzające się cechy. Internet rzeczy (IoT) jest jedną z nich. Podobnie zresztą jak obliczenia w chmurze, a także przetwarzanie dużej ilości danych (z ang. big data). Dopiero po nich występują inteligentne urządzenia, produkcja z wykorzystaniem robotów i predykcjne utrzymanie ruchu. Pytanie badawcze

dotyczące obszarów zastosowania sformułowano: „W jakich obszarach wykorzystujecie Państwo Przemysł 4.0?”

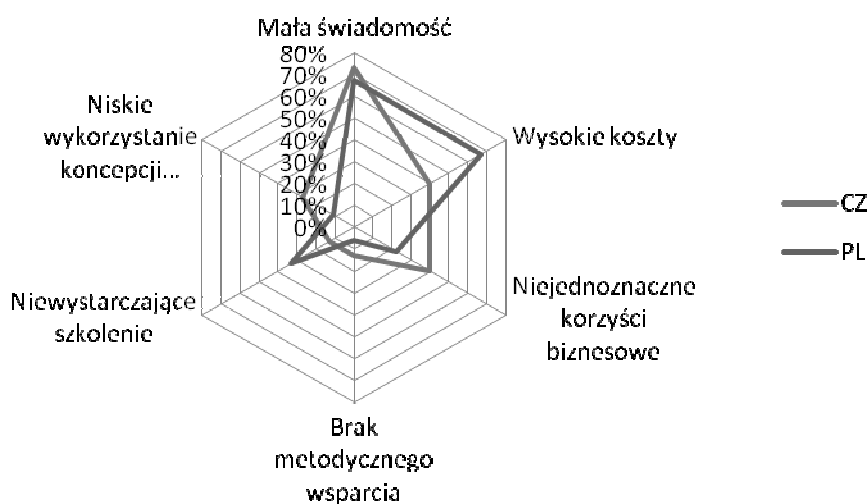


Rys. 4. Obszary wykorzystania trendów Przemysł 4.0 w PL i CZ przedsiębiorstwach

Polskie przedsiębiorstwa w większym stopniu wskazywały na obszary związane z dużą ilością danych (PL 28% and CZ 22%) i internetem rzeczy (IoT) (PL 11% and CZ 9%). Większe wykorzystanie rozwiązań produkcyjnych, jak wykorzystanie robotów i predykcyjne utrzymanie ruchu deklarowali czescy przedsiębiorcy, prawdopodobnie w związku z ich większym udziałem w przemyśle motoryzacyjnym.

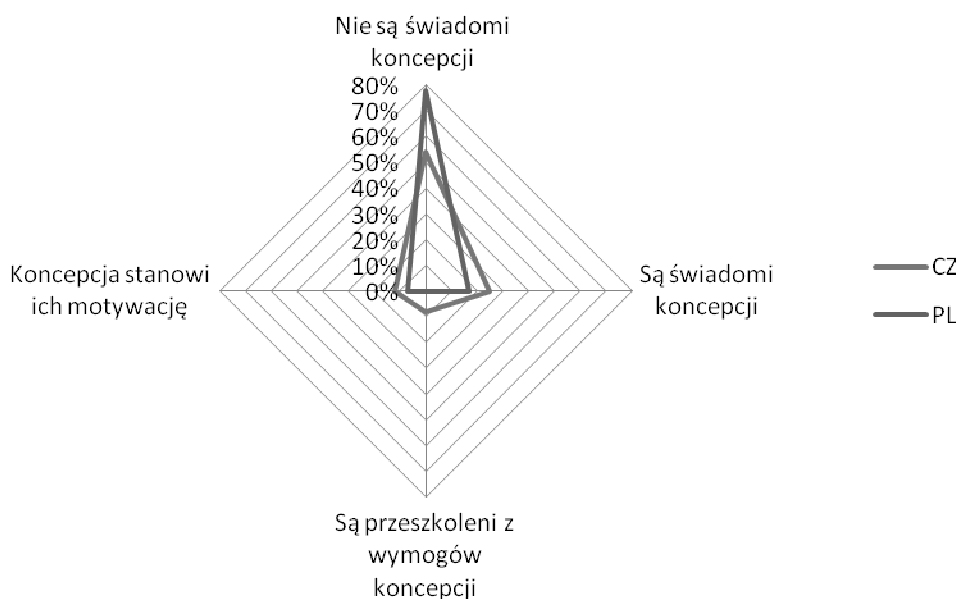
3.4 Bariery i wymogi dla rozwoju zasad Przemysłu 4.0

Pytania dotyczące identyfikacji głównych ograniczeń dla implementacji zasad Przemysłu 4.0 są również bardzo istotne. Odpowiedzi na pytanie: „Jeśli nie wdrażacie Państwo Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwie, jakie są tego powody?” przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Bariery wdrażania koncepcji Przemysł 4.0 w PL i CZ przedsiębiorstwach

Pomimo znaczącego podobieństwa w odpowiedziach w tym obszarze, polskie przedsiębiorstwa wskazały wysokie koszty, jako największe ograniczenie wdrożenia zasad Przemysłu 4.0, a z drugiej strony nie są świadome zysków z ich wdrożenia. Polscy przedsiębiorcy podkreślali także brak lub niewystarczającą liczbę szkoleń i raczej niski stopień wykorzystania zasad Przemysłu 4.0 w dotychczasowej praktyce. Z kolei pytanie „Jak pracownicy postrzegają trendy Przemysłu 4.0?” pozwoliło na obserwację świadomości pracowników w badanych przedsiębiorstwach produkcyjnych.



Rys. 6 Postrzeżenie koncepcji Przemysł 4.0 przez pracowników PL i CZ przedsiębiorstw

Odpowiedzi przedstawione na rysunku 6 wskazują jako jedną z głównych barier wdrażania koncepcji Przemysł 4.0, niską świadomość i wiedzę pracowników na ten temat. Po raz kolejny potwierdza się, że pracownicy nie posiadają odpowiedniej świadomości na temat zasad Przemysłu 4.0. Ponownie w tym przypadku zaobserwowano duże podobieństwo pomiędzy odpowiedziami udzielonymi przez respondentów z obu badanych krajów.

4. Podsumowanie

Na podstawie porównania odpowiedzi udzielonych przez respondentów z obu krajów stwierdzono, że czeskie przedsiębiorstwa są nieznacznie lepiej zaznajomione z koncepcją Przemysł 4.0. Budowanie gotowości przedsiębiorstwa do skutecznego osiągnięcia celów strategii Przemysł 4.0 nie opiera się jedynie na aspektach technologicznych, ale również na posiadaniu właściwej strategii i opracowaniu mierzalnych wskaźników pozwalających na skuteczne badanie efektywności wdrażania tej koncepcji.

Wyniki badania wskazały, że respondenci w obu krajach podkreślali, że „nie posiadamy strategii dla wdrożenia koncepcji Przemysł 4.0” oraz że „wskaźniki nie są zdefiniowane”.

Wydaje się zatem, że jest duże zapotrzebowanie na wsparcie przedsiębiorców w zakresie realizacji koncepcji Przemysł 4.0, jak również podnoszenia świadomości ich pracowników na temat tego, co tak naprawdę pojęcie Przemysł 4.0 oznacza i jakie korzyści niesie jego praktyczne zastosowanie. Można konstatować, że oferowane wsparcie powinno dotyczyć opracowania właściwej dla poprawnego realizowania koncepcji Przemysł 4.0 strategii, a także opracowania odpowiednich wskaźników monitorujących postęp i efektywność jej realizacji. Ponadto planowane wsparcie powinno dotyczyć szkolenia kadry pracowniczej w zakresie podnoszenia świadomości o koncepcji Przemysł 4.0 i wymiernych korzyści z jej stosowania.

Działania te znacznie zwiększą świadomość na temat koncepcji Przemysł 4.0, co z kolei przełoży się na większą liczbę projektów wdrażających zasady Przemysłu 4.0.

Niemniej jednak, powstaje pytanie czy przemysł pozostanie na poziomie 4.0. Obecnie w przemyśle już zaobserwowano pojęcie przemysł 5.0, choć do końca nie zdefiniowano czego ma konkretnie dotyczyć... ?

Literatura

1. Bell, S.C.: Lean IT, Taylor & Francis, 2010
2. Global Trends 2030: Alternative Worlds, National Intelligence Council, 2012, <https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf> Accessed: 2016-04-27
3. Fassmann M. , Šulc J.. Mýty, fakta, souvislosti kolem nemzdových nákladů práce: Odbory a Průmysl 4.0. Praha: Soudy, 2016. Pohledy : studie - analýzy - prognózy. ISBN 978-8086846-63-7.
4. Deloitte. Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies [online]. 2015 [cit. 2017-03-13]. dostępne: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>
5. Gartner - Top 10 Strategic Technology Trends for 2016, <http://www.gartner.com/technology/research/top-10-technology-trends/>, Accessed: 2016-04-27
6. Marik, V.: Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
7. European Commission. Coordination of European, national & regional initiatives. In: European Commission [online]. 2016 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/cordination-european-national-regional-initiatives>
8. National Initiative – Industry 4.0, Ministry for Industry and Trade, September 2015, <http://www.spcr.cz/images/priloha001-2.pdf>, Accessed: 2016-04-27
9. Industry 4.0 - The State of the Nations, INFOSYS, http://images.experienceinfosys.com/Web/Infosys/%7Bf0e3bb53-176a-4b5a-991b-0708c00fc0a9%7D_Industry_4.0_-_The_State_of_the_Nations_2015_-_Research_Report.pdf, Accessed: 2016-04-27
10. Eisert, R. (2014b). Sind Mittelständler auf Industrie 4.0 vorbereitet?, <http://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/innovation-readiness-index-sind-mittelstaendler-auf-industrie-4-0-vorbereitet/10853686.html>. Accessed: 2016-04-27
11. Basl J., Szaśiadek M.: Applications of the lean IT principles – comparison study in selected Czech and Polish companies, IDIMT 2014

Dr hab. inż. Michał SAŚIADEK
Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją
Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski
65-516 Zielona Góra, ul. Prof. Zygmunta Szafrana 4
tel.: (0-68) 328 22 73
e-mail: m.sasiadek@iizp.uz.zgora.pl

Prof. dr hab. inż. Josef BASL
Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją
Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski
65-516 Zielona Góra, ul. Prof. Zygmunta Szafrana 4
tel.: (0-68) 328 22 73
e-mail: j.basl @iizp.uz.zgora.pl

Katedra Inżynierii Przemysłowej i Zarządzania
Uniwersytet Zachodnioczeski
306 14 Pilzno, ul. Univerzitní 8 Czeska Republika
tel.: +420 37763 8426
e-mail: basljo@kpv.zcu.cz