

Aleksandra KOBIELA¹, Ewa KACZMAR², Damian KOLNY³

Opiekun naukowy: Dorota WIĘCEK⁴

ISTOTA, POTENCJAŁ I OGRANICZENIA WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ BIG DATA W PRZEMYSŁE

Streszczenie: Obecnie w publicystyce naukowej jak i w środowiskach przemysłowych nastąpiła popularyzacja terminu Przemysł 4.0, oznaczającego tzw. czwartą rewolucję przemysłową. Jednym z elementów tej przemiany są zagadnienia związane z przetwarzaniem dużej ilości danych, określanymi jako Big Data. Artykuł zawiera przedstawienie meritum Big Data, a także potencjał oraz bariery związane z wdrażaniem rozwiązań dla tej koncepcji.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, Big Data

DEFINITION, POTENTIAL AND CONSTRAINTS OF IMPLEMENTING BIG DATA SOLUTIONS

Summary: Nowadays, in scientific journalism as well as in industrial environments, the term Industry 4.0 has been popularized, defining the so-called the fourth industrial revolution. One of the elements of this change are issues related to the processing of large amounts of data, referred to as Big Data. The article presents the essence of Big Data, as well as the potential and barriers associated with the implementation of solutions for this concept.

Keywords: Industry 4.0, Big Data

¹Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, alekobiela@gmail.com

² mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, ekaczmar@ath.bielsko.pl

³ mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, dkolny@ath.bielsko.pl

⁴ dr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, dwiecek@ath.bielsko.pl

1. Wprowadzenie

Podejmując zagadnienia związane z szeroko pojętym Przemysłem 4.0 należy nadmienić, że przyjmowany ogólnie termin „rewolucja” w kontekście stanu przemysłu nie jest odpowiednim słowem, pomimo częstego powielania w różnych publikacjach. Pomijając nawet pierwsze, nienumerowane oraz nieprzemysłowe sposoby wytwarzania produktów (rzemiosło, manufakturę), także te następne, przemysłowe etapy nie wprowadzały rewolucji, czyli powstawania nowych sytuacji, często niemających jakichkolwiek odpowiedników w przeszłości. Dodatkowo żaden z kolejnych etapów nie niszczył uprzednich sposobów wytwarzania, wręcz z nich korzystał, one same przetrwały do dnia dzisiejszego i nierzadko są stosowane nadal, lecz za pomocą innych narzędzi wytwórczych, czy pomiarowych. W pewien sposób ujął to Post P., stwierdzając, że w danych okresach czasu miały miejsce jedynie ewolucje dominujących technologii i organizacji wytwarzania, lecz nie rewolucje [2]. Wobec tego przemiany miałyby charakter stopniowego procesu przeobrażania form prostych w bardziej złożone i pod pewnymi względami doskonalsze, który jest rozciągnięty w czasie i definiuje granice jakości wytwarzania produktów.

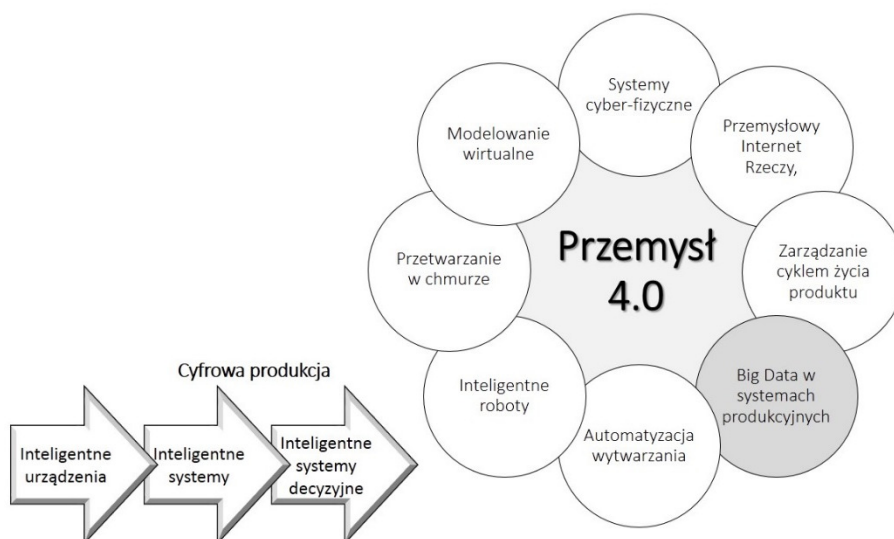
Ciągły rozwój automatyzacji i robotyzacji produkcji przemysłowej, mających miejsce w Przemysle 3.0, przyczynił się m.in. do gwałtownego wzrostu liczby cyfrowych danych zbieranych z procesów technologicznych przy pomocy różnego rodzaju czujników, systemów monitorowania procesów czy innych urządzeń zdolnych do pozyskiwania danych. Spektrum gromadzonych danych jest bardzo szerokie i zależy od potrzeb lub możliwości przedsiębiorstwa, począwszy od danych wewnątrzprocesowych, aż po dane statystyczne mogące wspierać wszelkiego rodzaju oceny. Wykorzystując narzędzia do pozyskiwania i gromadzenia danych potrzebnych do bieżących analiz (monitorowanie procesu), niejednokrotnie w sposób pasywny powstają dodatkowe dane, które mogą w przyszłości zostać wykorzystane w przedsiębiorstwie. Tego typu działania powodują narastanie liczby informacji do tego stopnia, iż ich przetwarzanie może stać się problematyczne przy wykorzystaniu klasycznych baz danych. To zjawisko nagromadzenia dużych, zmiennych i różnorodnych danych określane jest mianem Big Data.

Głównym celem artykułu jest kompleksowe przedstawienie istoty zagadnienia Big Data i jego rola w Przemysle 4.0. Podjęte zostaną zagadnienia związane z potencjałem rozwiązań dla przedsiębiorstw, wynikającym z tego zjawiska, jak i barierami ograniczającymi skuteczne realizowanie tej idei..

2. Przemysł 4.0

Istota fascynacji tym wydarzeniem jest dwojaka. Po pierwsze, po raz pierwszy kolejna „rewolucja” przemysłowa jest przewidywana a-priori (z wyprzedzeniem), a nie jak do tej pory obserwowana ex-post (po fakcie). Ma to istotne znaczenie z tego powodu, że daje to możliwość do aktywnego uczestniczenia wielu firmom i instytutom badawczym, przez co w pewien sposób kształtują przyszłość. Po drugie, przewiduje się ogromny ekonomiczny wpływ tego etapu, ponieważ I4.0 zapowiada znaczną poprawę efektywności operacyjnej, a także rozwój zupełnie nowych modeli biznesowych, usług i produktów [1].

W myśl idei Przemysłu 4.0 tworzone są wizje fabryk inteligentnych, zbudowanych z systemów cyber-fizycznych, co z kolei pozwoli na stworzenie inteligentnych systemów produkcyjnych. Inteligentne oznacza to, iż tego typu systemy są autonomiczne i zdolne do samokontroli, samoistnego naprawiania się czy samokonfiguracji. Do elementów składowych zaliczyć można między innymi: Przemysłowy Internet Rzeczy (ang. Industrial Internet of Things), Inteligentne Fabryki (ang. Smart Factory), Chmury Obliczeniowe (ang. Cloud Computing), Systemy Cyber-Fizyczne (ang. Cyber-Physical Systems) czy analiza dużej ilości danych (ang. Big Data Analysis) [7]. Miejsce Big Data w obszarze kontekście Przemysłu 4.0 przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1. Miejsce Big Data w czwartej rewolucji przemysłowej [5]

Przemysł produkcyjny Przemysłu 4.0 to nie tylko system produkcyjny obejmujący maszyny, urządzenia, roboty czy manipulatory, ale także dalsze otoczenie, do którego można zaliczyć system logistyczny, wraz z obsługą klienta. Wszystkie te elementy powinny być ze sobą silnie skomunikowane, zintegrowane, elastyczne, również programowalne czy rekonfiguralne. Wdrażanie tej idei nie ma jednak jednego, uniwersalnego scenariusza i dla każdej firmy powinno być rozpatrywane indywidualnie. Jednakowoż zastosowanie tej koncepcji w przedsiębiorstwach powinno opierać się na zasadach wizualizacji procesów zachodzących w organizacji, współdziałania wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa, działania w czasie rzeczywistym, modułowości oraz decentralizacji. Modułowość odnosi się do elastyczności firmy, co w myśl czwartej „rewolucji” przemysłowej oznacza system, który jest w stanie dopasowywać się do zmieniających się wymagań produkcyjnych. Natomiast decentralizacja zmniejsza znaczenie hierarchii w przedsiębiorstwie i pozwala na podejmowanie decyzji w sposób natychmiastowy, na poziomie operacyjnym [7].

3. Istota Big Data

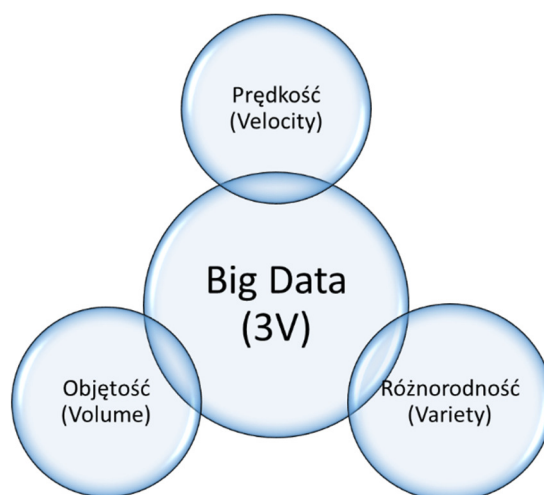
Big Data stanowi element koncepcji Przemysłu 4.0 i jednocześnie oznacza ewolucję w obszarze analityki biznesowej. Zagadnienia związane z tą tematyką są sporym wyzwaniem dla praktyki biznesowej, jak również stanowią bardzo interesującą problematykę dla badań naukowych [4].

Termin Big Data, pomimo iż nie doczekał się jeszcze jednoznacznej definicji w literaturze przedmiotu, jest ściśle związany z gromadzeniem ogromnej ilości danych, ich skutecznego przetwarzania i szczegółowej analizy. Otwiera możliwości pozyskiwania informacji z różnych źródeł dostępu, co daje również ewentualność współpracy danych z różnych dziedzin. Wiąże się z szeroko rozumianą umiejętnością gospodarowania zasobami informacyjnymi, w celu dokonywania analiz biznesowych czy badaniu niezależnych zjawisk między danymi [4].

Dla przedsiębiorstw produkcyjnych termin Big Data wiąże się z ogółem zagadnień dotyczących wszystkich działań z zakresu od przechowywania, aż do wizualizacji danych. Informacje te pochodzą z różnych źródeł i charakteryzują się [4]:

- danymi o różnolitym formacie,
- rozmiarem danych (od 100 terabajtów wzwyż),
- stałym obrotem informacji w przedsiębiorstwie,
- komponowaniem nowych produktów lub zależności biznesowych,
- analizowaniem procesów przepływu informacji.

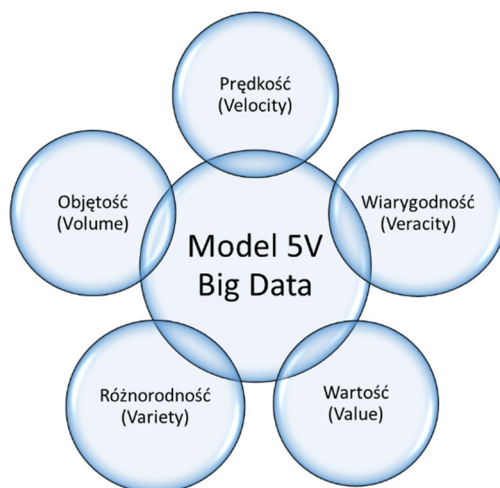
Model Big Data początkowo został określony zasadą 3V (rysunek 2), która obejmowała kolejno: objętość (ang. volume) mówiąca o ilości danych, szybkość (ang. velocity) rozumiane jako skuteczność generowania, przepływu i przetwarzania informacji oraz różnorodność (ang. variety) określająca charakter i rodzaj danych [3].



Rysunek 2. Model 3V – Big Data [3]

Powyższy model został zdefiniowany w publikacji Douga Laney'a pt.: „3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety” dla firmy META Group. Jednak wraz z rozwojem przedsiębiorstw do modelu została dodana kolejna

cecha, którą są wiarygodność (ang. veracity) tworząc schemat 4V. Następnie dodano cechę wartość (ang. value) komponując tym samym finalnie model 5V (rysunek 3). Wiarygodność odnosi się do prawdziwości danych oraz ich integralności. Model 5V uwzględnia nadanie danym wartości, czyli ustalenie, które dane mają zostać poddane analizie, a które z punktu widzenia badanego aspektu są bezużyteczne [3].



Rysunek 3. Model 5V dla systemu Big Data [2]

Stosowanie systemu Big Data pozwala przedsiębiorstwom rozwijać się dzięki bieżącej obserwacji stanów procesów produkcyjnych. Dzięki sprawnemu gromadzeniu danych i ich szczegółowej analizie, można zauważyć nowe zależności między poszczególnymi elementami systemu produkcyjnego i wypracować ułatwiające zarządzanie algorytmy. Decyzje dotyczące wdrażania zmian w planie funkcjonowania produkcji lub samego przedsiębiorstwa są w ten sposób umocnione odpowiednio opracowanymi danymi. Koncepcja Big Data wiąże się zatem z trzema modułami użyteczności, gdyż wynikają one z łączenia ze sobą różnych obszarów. Można wyróżnić [4]:

- aspekt technologiczny (rozwój procesów produkcji, gospodarki, oprogramowań komputerowych, badań analitycznych, metod wytwarzania i obróbki itp.),
- aspekt ekonomiczny (zastosowanie danych na etapie podejmowania decyzji, zmniejszanie możliwych kosztów produkcji),
- aspekt społeczny (oddziaływanie decyzji zarządczych i produkcyjnych na społeczeństwo).

Rozwiązania Big Data mają zastosowanie w wielu dziedzinach działalności instytucji publicznych oraz przedsiębiorstw. Wśród nich wyróżnić można m.in. logistykę, bankowość, telekomunikację, sprzedaż, marketing itp. W związku z ogromną liczbą nieuporządkowanych danych, wykorzystanie Big Data w przedsiębiorstwach wymaga zastosowania dedykowanego oprogramowania informatycznego, odpowiednich, specjalistycznych umiejętności oraz nowoczesnego sprzętu.

4. Potencjał rozwiązań stosowanych w zakresie koncepcji Big Data

Zbiory danych Big Data osiągają ogromne rozmiary, a informacje w nich zawarte są często nieustrukturyzowane. Dane te powinny być analizowane w czasie rzeczywistym w związku z prędkością, z którą napływają. Dodatkowo dane pochodzą z różnych źródeł, pojawiają się one zatem w różnych modelach i formatach. Aspekty te wpływają na to, iż tego dane nie mogą być gromadzone w tradycyjnych bazach danych. W związku z tym powstało kilka rozwiązań technologicznych, które są wykorzystywane w obszarze Big Data [3].

Do pierwszego z nich zaliczyć można NoSQL, czyli bazy danych, modelowane w inny sposób niż tradycyjne bazy danych. Oznacza to, że dane są przechowywane i udostępniane, w sposób inny niż tabelaryczny, czyli na przykład przechowywanie danych jako dokumentów, zbiorów par klucz-wartość, grafów czy obiektów. W tychże bazach obsługa dużych wolumenów danych odbywa się poprzez partycjonowanie, częściowo rezygnując przez to z integralności lub dostępności danych pełnych i aktualnych. W związku z tym bazy te nie powinny być wykorzystywane w miejscach, gdzie kluczowa jest dokładność danych. Do wad tych baz danych zaliczyć można również brak sformalizowanego, jasnego i prostego języka zapytań [3].

Firma Google oferuje platformę MapReduce, czyli model programowania, który służy do generowania oraz przetwarzania dużych wolumenów danych i pozwala na przetwarzanie równoległe. Podstawą tego modelu jest podział problemów na dwie składowe nazywane mapowaniem i redukcją. W tym modelu, dane mogą być przetwarzane w miejscu ich przechowywania [3].

Jednym z najpopularniejszych rozwiązań Big Data jest Apache Hadoop. Oprogramowanie to umożliwia przetwarzanie rozproszonych zestawów danych o dużych rozmiarach w klastrach urządzeń komputerowych przy zastosowaniu prostych modeli programowania. Tego typu rozwiązanie oferuje możliwość przechowywania danych i obliczeń skalując z jednego serwera na duże liczby komputerów. Biblioteka Hadoop jest odporna na uszkodzenia, a także ma przeznaczenie do wykrywania oraz obsługi urządzeń w warstwie aplikacji. Platforma Apache Hadoop dla wyzwań Big Data umożliwia równoległe obliczenia na wielu serwerach, pobieranie danych z szerokiego zakresu źródeł, bez względu na ich strukturę, dodatkowo łącząc te dane w sposób umożliwiający ich analizę [3].

Liczba rozwiązań służących Big Data ciągle rośnie. Wyróżnić można także takie oprogramowania jak: MongoDB, HBase, Cassandra czy RabbitMQ [3].

5. Big Data jako źródło innowacji

Big Data to pojęcie względnie nowe. Wdrażanie jej koncepcji w organizacjach może okazać się wyzwaniem przedsiębiorczym, ponieważ wymaga mniejszego lub większego wkładu finansowego. Idea ta, to szeroko rozumiana innowacja wdrożeniowa, która niesie za sobą nowe perspektywy i rozwiązania. Bazując na najbardziej znanej klasyfikacji innowacji, można wyróżnić innowacje: procesowe, produktowe, organizacyjne i marketingowe. Najczęstszą przyczyną zastosowania koncepcji Big Data jest ulepszenie systemu zarządczego przedsiębiorstwa poprzez bezproblemowy dostęp do bazy danych. Szczegółowa analiza danych pobieranych

z różnych źródeł w przedsiębiorstwie, np.: Internet, oprogramowania czy maszyny połączone z siecią, pozwalają na właściwe ich wykorzystanie. Możliwe jest również ich ponowne przetworzenie w innej dyscyplinie i nazywa się je jako dane resztkowe. Jeśli dane te służą wykorzystywaniu wewnętrznemu, to wtenczas mówi się o innowacjach organizacyjnych, które mogą zawierać m. in. identyfikację ryzyka przy współpracy między firmami. Przechowywane dane masowe często mogą dotyczyć klientów i relacji sprzedający – kupujący na różnych płaszczyznach. Dzięki Big Data bada się wpływy, np.: ceny na wybory konsumenckie, aby wprowadzić najlepszą w danej sytuacji metodę promowania i sprzedaży. W takim przypadku są to innowacje marketingowe [5].

Typowe rozwiązania Big Data wiążą się z ich wykorzystaniem w czasie rzeczywistym, co najlepiej widać w procesie produkcyjnym, gdzie informacje te gromadzone są wprost np. z taśmy produkcyjnej. Przykładowo mogą temu służyć kamery lub inne mierniki rejestracji danych. Połączenie danych nieustrukturyzowanych z danymi informatycznymi tworzą zestawy danych dla lepszego i pełniejszego, analitycznego zobrazowania procesu produkcyjnego. Takie działania znalazłyby się w grupie innowacji procesowej [5].

W związku z powyższym można zadać pytanie jak Big Data działa w przypadku innowacji produktowej? Zasadniczą różnicą między innowacją procesową, a produktową jest to, że w przypadku tej drugiej chodzi tylko i wyłącznie o produkt. Celem jest rozszerzenie funkcjonalności produktu, by zastosować go inaczej niż podstawowo przyjęte ukierunkowania na produkt, co powoduje kreowanie pewnej nowej rzeczywistości. Zastosowanie koncepcji odnosi się na potrzeby nowych produktów i ich doskonalenie. Przykładowo, projektując nowy produkt lub jego nową formułę, można bazować na danych produkcyjnych i tych dotyczących sprzedaży, by sprostać szerokim wymaganiom technicznym, a także wymaganiom potencjalnych klientów. Zawarte przez konsumentów opinie i testy są przydatnym źródłem informacji. W tym przypadku można mówić także o danych, jako o produkcji sprzedaży, o obrocie informacji na rynku [5].

Obecnie złożoność procesów produkcyjnych stale rośnie i dlatego też zapotrzebowanie na nowe metody komunikacji informacyjnej jest coraz większe. Szeroko rozumiane systemy informatyczne spójne z maszynami gromadzą każdą informację o procesie, przez co zarządcy produkcji na bieżąco mogą podejmować szereg decyzji w oparciu o konkretne fakty. Tworzenie nowoczesnych modeli zbierania danych wraz z nowymi technologiami pozwala na większą kontrolę i obszerniejszą analizę pod wieloma kątami. Ponadto, dzięki Big Data, nowatorskie technologie pozwalają symulować prawdopodobne sytuacje i warunki, których normalnie nie dałoby się przewidzieć [5].

6. Bariery związane z wdrażaniem Big Data

Wdrażanie rozwiązań Big Data wiąże się także z pewnymi ograniczeniami, do których można zaliczyć między innymi [6]:

- bariery technologiczne,
- bariery ludzkie (kadrowe),
- bariery organizacyjne (procesowe),
- bariery finansowe (ekonomiczne),

- bariery danych,
- bariery prawne.

Jedną z podstawowych barier wdrażania rozwiązań Big Data jest bariera technologiczna, która wiąże się z wysokimi wymaganiami infrastrukturalnymi. Dane muszą być przetwarzane z odpowiednią wydajnością w czasie rzeczywistym, oprogramowanie do obsługi Big Data powinno być zintegrowane z dotychczasowymi systemami informatycznymi wykorzystywanymi w przedsiębiorstwie. Dodatkowo oprogramowanie to wymaga opracowania narzędzi, które zapewnią wizualizację danych w sposób kompleksowy. W zakresie technologii podstawę stanowią nierelacyjne bazy danych NoSQL. Dodatkowo w obszarze technologii Big Data stosowane są zwłaszcza rozproszone systemy plików (DFS – ang. Distributed File Systems) i równoległe przetwarzanie (MPP – ang. Massively Parallel Processing) [6]. Kolejne ograniczenie stanowi bariera ludzka, co bezpośrednio wiąże się z koniecznością odpowiedniej obsługi infrastruktury i narzędzi informatycznych. Wykorzystanie potencjału Big Data, w tym również narzędzi do wizualizacji danych wymaga odpowiedniej wiedzy oraz kompetencji. Specjaliści, których zadaniem jest analiza danych, powinni oprócz posiadania merytorycznej wiedzy o danych, specyficznych dla obszaru, którym się zajmują, być w bardzo dużym stopniu zaznajomieni z narzędziami informatycznymi, a także powinni dobrze operować danymi heterogenicznymi i niespójnymi [6].

Następnym utrudnieniem, które łącznie jest z barierą ludzką, jest potrzeba zmiany mentalnego podejścia osób zarządzających poprzez dopasowanie go do nowej kultury organizacji, co wiąże się z barierą organizacyjną. Bariera ta dotyczy faktu, że kadra kierownicza musi zaakceptować fakt, że niektóre decyzje, podejmowane na podstawie Big Data, są nie do końca dla nich zrozumiałe. W tym aspekcie może dojść do sytuacji, że lepsze decyzje na podstawie analizy danych będzie podejmowała osoba, która nie ma doświadczenia w zarządzaniu, niż doświadczony menadżer. Obligatoryjnym w takim przypadku staje się fakt akceptacji bazowania bardziej na wiedzy o korelacji danych, aniżeli na znajomości przyczynowości analizowanych zjawisk. Ponadto, niektóre decyzje mogą być podejmowane automatycznie, bez udziału osób decyzyjnych na podstawie wcześniej opracowanych reguł działania, co jest w stanie znacząco skrócić czas trwania procesów zarządczych. Wdrożenie rozwiązań Big Data nasuwa zatem problem zrozumienia idei i oporu kierowników różnych szczebli [6].

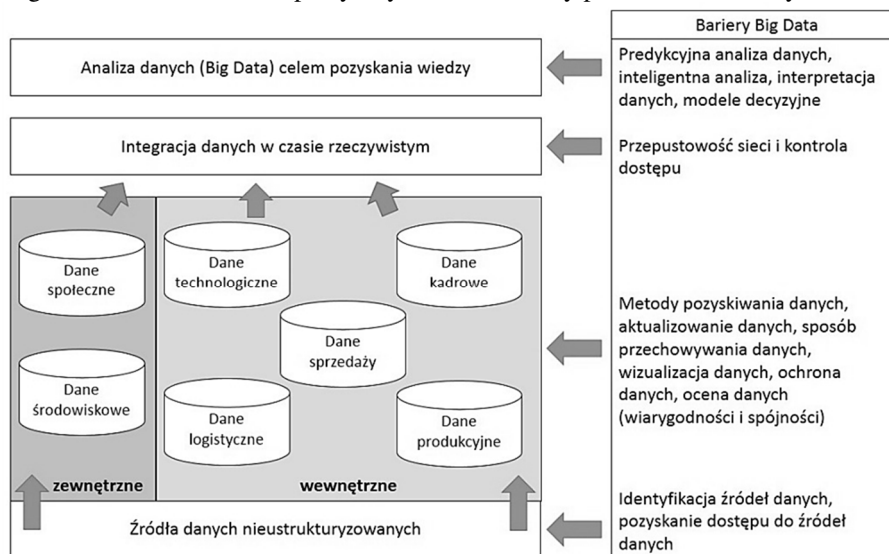
Metody Big Data, jak to wcześniej zauważono, wymagają nowoczesnych, infrastrukturalnych rozwiązań, czego pochodną jest kolejna bariera - finansowa. Zakup narzędzi programistycznych oraz infrastruktury sprzętowej jest bardzo kosztowny. Jednakże w ostatnich latach nastąpił wzrost dostępności tego typu środków, czego następstwem jest wzrost popularności koncepcji oraz spadek kosztów jej wdrożenia. Częścią bariery finansowej jest bariera ludzka, gdyż opisany powyżej wymóg zatrudnienia specjalistów również wiąże się z dużymi kosztami. Kolejne koszty generuje niejednokrotnie dostęp do zewnętrznych źródeł danych [6].

Jednym z ważniejszych ograniczeń jest bariera niejako wynikająca z istoty Big Data – bariera danych. Została ona zaprezentowana przez Państwa Wieczorkowski i Jurczyk-Bunkowską w publikacji pt. „*Bariery wdrożeń rozwiązań Big Data*”. Pierwszym problemem jest pozyskiwanie i gromadzenie odpowiednich danych dla potrzeb organizacji. Zastosowanie metod Big Data w praktyce wymaga bardzo często

dostępu do historycznych danych oraz odpowiedniego rozmiaru przetwarzania danych [6].

Dane, które mają być wykorzystywane za pomocą technik Big Data oczekuje się odpowiedniej ilości, ale również jakości. Jednocześnie, te dwie cechy są w pewnym stopniu sprzeczne. Gromadzenie danych z różnych źródeł, w ogromnych ilościach powoduje ryzyko pozyskiwania także danych niskiej jakości – mogą być w jakiejś części nieaktualne, błędne lub niespójne. Decyzje podjęte na podstawie takich danych, mogą rodzić poważne kłopoty w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. W związku z tym, pomimo tego, iż idea Big Data stawia ilość danych nad ich jakość, istnieje pewien minimalny poziom jakości danych, który jest akceptowalny. Wobec tego istnieją dwie możliwości: ograniczanie liczby danych źródłowych poprzez dbanie o ich jakość bądź ignorując częściowo problem jakości danych, przekładając nadto ich ilość. Innymi słowami można zwiększać złożoność działań po stronie pozyskiwania danych lub po stronie ich analizy. Natomiast w praktyce, rozwiązania Big Data znajdują się pomiędzy tymi dwoma skrajnymi opcjami [6].

Ostatnią barierą wartą przytoczenia jest bariera prawna, ponieważ gromadzenie danych oraz przetwarzanie ich musi być zgodne z wymaganiami prawnymi, zwłaszcza w aspekcie przetwarzania danych prywatnych, w tym danych wrażliwych. Problemy rodzi także dostęp do danych cudzych, publicznych, często ogólnodostępnych, co rodzi problemy z prawami autorskimi czy licencjami [6]. Przykładowe szczegółowe bariery występujące na poszczególnych etapach wdrażania Big Data w odniesieniu do powyższych barier zostały przedstawione na rysunku 4.



Rysunek 4. Bariery i problemy rozwoju idei Big Data [6]

Pomimo rosnącej popularności i silnego rozwoju rozwiązań Big Data, bariery przedstawione powyżej wciąż mogą znacząco wpływać na proces wdrażania tej koncepcji w przedsiębiorstwach.

Podsumowanie

Duże zainteresowanie tematyką Przemysłu 4.0 jest uzasadnione ze względu na jego szeroki horyzont możliwości rozwoju i funkcjonowania przedsiębiorstw. Pomimo niejasno zdefiniowanych ram czasowych dla powstania oraz samej definicji tego zjawiska, w perspektywie najbliższych lat będzie wyznaczać kierunek postępu technologicznego, zarówno w sferze produkcyjnej jak i życia codziennego.

Big Data jako element trwającej ewolucji, w tle przemian również zyskuje na popularności, głównie od strony pozyskiwania, przetwarzania i wizualizacji bardzo dużych zbiorów danych, często mocno zróżnicowanych. W związku z tym, iż w ramach koncepcji Przemysłu 4.0 decyzje podejmowane są na poziomie operacyjnym, istnieje potrzeba analizowania danych w czasie rzeczywistym, co przysparza niejednokrotnie wiele problemów. W związku z tym, powstają coraz do nowsze i bardziej zaawansowane narzędzia do obsługi tego typu danych. Wdrażanie rozwiązań informatycznych wiąże się z barierami, które w pewnym stopniu pokrywają się z barierami wdrażania systemów informatycznych: bariery technologiczne, kadrowe, organizacyjne czy finansowe. Ponadto, ze względu na specyficzność zagadnienia, w artykule przedstawione zostały również bariery danych oraz prawne. Mimo tych barier wdrażanie rozwiązań Big Data w przedsiębiorstwach niesie ze sobą wiele korzyści wynikających z potencjału tej idei. Big Data może stać się źródłem wielu innowacji w przedsiębiorstwach zarówno procesowych, jak i produktowych, marketingowych czy organizacyjnych.

LITERATURA

1. HERMANN M., PENTEK T., OTTO B.: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review, Working Paper No. 01/2015, Technische Universität Dortmund, p. 3.
2. POST P.: Przemysł 4.0, sieciowy i inteligentny. Festo Magazyn – Trends in automation, wyd. 21, 2016, 18-21.
3. RACKA K.: Big Data – znaczenie, zastosowania i rozwiązania technologiczne, Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku. Nauki Ekonomiczne, 23(2016)1, s.311-323.
4. WEINERT A.: Wykorzystanie rozwiązań Big Data w zarządzaniu przedsiębiorstwem, Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zarządzanie T. 43, 3(2016), s.91-100.
5. WIECZORKOWSKI J., JURCZYK-BUNKOWSKA M.: Big Data jako źródło innowacji w zarządzaniu i inżynierii produkcji, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji T.1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2017, s.134-144.
6. WIECZORKOWSKI J., JURCZYK-BUNKOWSKA M.: Bariery wdrożeń rozwiązań Big Data, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji T.1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2018, 243-255.
7. WITTBRODT P., ŁAPUŃKA I.: Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych, Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji T.2, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2017, 793-799.