



## Małgorzata Maternowska

AGH w Krakowie  
Wydział Zarządzania  
Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem  
mmaterno@zarz.agh.edu.pl

# NOWE TECHNOLOGIE I ICH WPŁYW NA ŁAŃCUCZY DOSTAW. SZTUCZNA INTELIGENCJA\*

**Streszczenie:** Punktem wyjścia do rozważań na temat przyszłości biznesu zawartych w artykule jest opublikowany w 2018 r. raport z badania przeprowadzonego przez MIT wśród kierownictwa firm reprezentujących różne sektory gospodarki [Segars, 2018]. Wskazuje on na siedem podstawowych technologii, które zmieniają świat. Są to: przetwarzanie globalne, sieci bezprzewodowe, biotechnologia, druk 3D, sztuczna inteligencja, nanotechnologia i robotyka. Każda z ww. technologii wykazuje trzy charakterystyczne właściwości, które odróżniają je od technologii będących motorem poprzednich rewolucji. Są to sztuczna inteligencja, „naturalny interfejs” oraz globalne przetwarzanie, co daje podstawę do stwierdzenia, iż wzorcem przyszłego biznesu ma być inteligentna cyfrowa sieć. Celem niniejszego opracowania jest wskazanie wybranych obszarów w obrębie łańcucha dostaw, w których – zdaniem autora – zastosowanie sztucznej inteligencji będzie miało szczególne znaczenie.

**Słowa kluczowe:** inteligentna cyfrowa sieć, sztuczna inteligencja, łańcuchy dostaw.

**JEL Classification:** O31, O33.

## Wprowadzenie

Pojawienie się nowych technologii, które zasadniczo zmieniały kluczowe aspekty życia, zawsze było punktem zwrotnym, który oznaczał ogromne zmiany. Zmechanizowane włókiennictwo, produkcja chemikaliów na dużą skalę, moc pary i produkcja żelaza wywołały pierwszą rewolucję przemysłową (1760-1840); kolej, telegraf, telefon, elektryczność i inne media drugą (1870-1940); radio, lotnictwo i rozszczepienie jądra atomowego kolejną (1940-1970). Po-

\* Praca finansowana z umowy: 11/11.200.326.

cząwszy od 1985 r., internet i cyfrowe media oraz urządzenia zapoczątkowały rewolucję informacyjną.

Obecnie jesteśmy świadkami bezprecedensowych zmian zachodzących w różnych gałęziach przemysłu. Po ostatniej rewolucji przemysłowej przyszła kolejna – umożliwiająca łączenie urządzeń w ramach cyfrowych ekosystemów oraz pogłębianie integracji między partnerami wewnątrz poziomych i pionowych łańcuchów wartości. Obecna zmiana wydaje się najgłębsza i zdecydowanie ważniejsza. Dotyka bowiem każdego aspektu życia – pracy, zdrowia, relacji międzyludzkich etc. Najczęściej jest omawiana w ramach koncepcji Przemysł 4.0 [Schwab, 2018]. Nawiązuje do niej badanie ankietowe przeprowadzone przez pracowników Massachusetts Institute of Technology (MIT) w grupie amerykańskich technologów, przedsiębiorców i menedżerów<sup>1</sup>. Wyłoniło ono siedem klas technologii, które zdaniem respondentów napędzają dzisiejszą rewolucję. Wszystkie bezpośrednio lub pośrednio są związane z procesem digitalizacji. Są to: (1) przetwarzanie globalne (ang. *pervasive computing*), (2) sieci bezprzewodowe, (3) druk 3D, (4) sztuczna inteligencja (uczenie się maszynowe), (5) robotyka, (6) biotechnologia oraz (7) nanotechnologia [Segars, 2018].

Z lektury opublikowanego raportu wynika, iż każda z tych technologii w odmienny sposób kształtuje to, w jaki sposób obecnie pracujemy i zaspokajamy swoje potrzeby (handel), jak dbamy o nasze zdrowie, rozwój intelektualny (nauka) i naturalne środowisko. Intrygującym i ważnym aspektem analizy staje się wzrost siły ich oddziaływania na wyżej wspomniane sfery społecznej i gospodarczej aktywności w przypadku zastosowania kombinacji różnych technologii (efekt synergii). Jednocześnie, co jest bardzo istotne, każda z ww. technologii wykazuje trzy charakterystyczne właściwości, które odróżniają je wraz ze stopniem zaawansowania i zakresem oddziaływania od technologii będących motorem poprzednich rewolucji. Są to:

---

<sup>1</sup> Badania obejmowały dwa etapy. Pytania były kierowane do grupy technologów, przedsiębiorców i dyrektorów z minimum 10-letnim doświadczeniem. Respondenci reprezentowali firmy działające od 2 do 10 lat na arenie międzynarodowej w szybko rozwijających się branżach opartych na nowoczesnej technologii. W ankiecie uczestniczyło ponad 300 respondentów. W pierwszym etapie respondenci zostali poproszeni o ocenę znaczenia konkretnych technologii w takich dziedzinach, jak handel, opieka zdrowotna, środowisko i nauka oraz dodanie i ocenę wpływu wybranych przez siebie technologii. Rezultatem było wyłonienie siedmiu technologii. Drugie badanie przeprowadzono z udziałem tych samych respondentów w celu oceny wagi wpływu siedmiu wybranych technologii na wskazane dziedziny. W raporcie nie podano czasu trwania badania [Segars, 2018].

1. **Inteligencja** – zdolność do „rozumienia” rzeczy, umiejętność przewidywania zmian i podejmowanie działania w oparciu o tę wiedzę<sup>2</sup>.
2. Włączenie głosu, gestów i innych biomechanicznych wskazań do wykonywania zadań cyfrowych (**naturalny interfejs**)<sup>3</sup>.
3. **Przetwarzanie globalne** – zdolność bycia obecnym w uprzednio dyskretnych transakcjach, obiektach, maszynach<sup>4</sup> etc. Skłania to do stwierdzenia, iż podstawą przyszłego biznesu ma być **inteligentna cyfrowa sieć** (ang. *Intelligent Digital Mesh*).

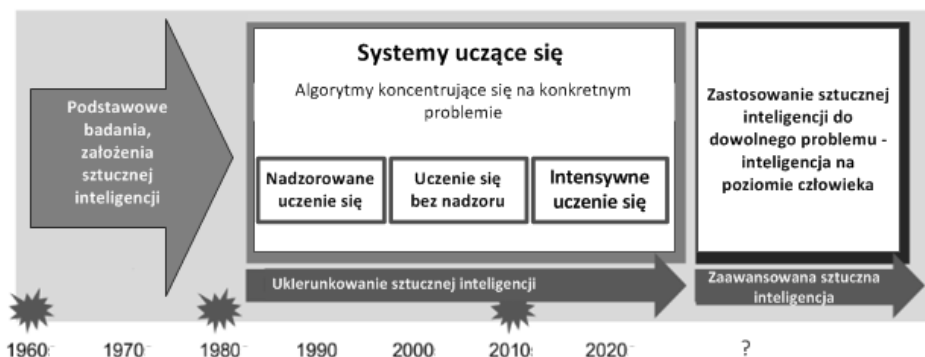
## 1. Inteligentna cyfrowa sieć – implementacja sztucznej inteligencji

Określenie „inteligentna cyfrowa sieć” może przywołać na myśl futurystyczną wizję maszyn przejmujących kontrolę nad światem i niszczących ludzkość. W rzeczywistości oznacza powstawanie oprogramowania, które potrafi się uczyć i reagować na zachowania użytkowników [McIlwraith, Marmanis, Babenko, 2017]. Oznacza zatem projektowanie i implementację sztucznej inteligencji (por. rys. 1), określając sposób, w jaki przenika ona do praktycznie każdej istniejącej technologii i tworzy całkowicie nowe kategorie technologii (uczenie maszynowe), łącząc ludzi z narzędziami i usługami, których rolą jest wspomaganie różnorodnych procesów na styku maszyna-człowiek [Biedrzycki, 2017].

<sup>2</sup> Tworzenie inteligentnych systemów, które się uczą (przy czym uczeniem się systemu jest każda autonomiczna zmiana w systemie zachodząca na podstawie doświadczeń, która prowadzi do poprawy jakości jego działania), adaptują i działają autonomicznie, a nie tylko wykonują wstępnie zdefiniowane instrukcje – to przede wszystkim zadanie dla dostawców technologii.

<sup>3</sup> Systemy konwersacyjne zmieniają się z modelu, w którym ludzie dostosowują się do komputerów, na takie, w których komputer „słyszy” i dostosowuje się do pożądanego rezultatu. Systemy konwersacyjne nie wykorzystują tekstu/głosu jako wyłącznego interfejsu, ale umożliwiają ludziom i komputerom korzystanie z wielu modalności (np. wzrok, dźwięk, dotyk itp.) w celu komunikowania się za pośrednictwem sieci urządzeń cyfrowych (np. czujników, urządzeń, systemów IoT).

<sup>4</sup> Technologię globalnego przetwarzania (ang. *pervasive computing*), będącą zdaniem badaczy z MIT motorem istotnych zmian [Segars, 2018], charakteryzuje rozległa sieć mikroprocesorów wbudowanych w obiekty codziennego użytku, co sprawia, że sieci komputerowe są „niewidoczne, wszędzie i zawsze dostępne”. Niewątpliwie technologia *pervasive computing* zmienia ustaloną logikę biznesową. Dotyczy to w szczególności logiki tworzenia wartości, relacji między przekonaniami i oczekiwaniami klientów a produktami i praktykami firm. Współcześni konsumenci wyposażeni w informację wymuszają zarówno przyspieszenie procesu decyzyjnego w firmach, jak i zapewnienie odpowiedniej jakości oferowanych przez nie produktów i usług. W tym znaczeniu technologia *pervasive computing* wspomaga tworzenie/udokonalanie produktów/usług przy aktywnym udziale klientów, wpływając przede wszystkim na jakość produktów.



Rys. 1. Ewolucja sztucznej inteligencji

Źródło: [www 4].

W większości opracowań **sztuczna inteligencja** (*Artificial Intelligence, AI*) jest wiązana z badaniami nad agentami (oprogramowaniem i maszynami), które mają zestaw opcji do wyboru i muszą zrealizować konkretne cele.

**Uczenie maszynowe** jest związane ze zdolnością oprogramowania do wnioskowania na podstawie wcześniejszych doświadczeń, co ma umożliwiać udzielanie odpowiedzi na pytania dotyczące zarówno wcześniej zebranych danych, jak i nowych informacji. W uczeniu maszynowym są rozwiązywane takie problemy, jak rozpoznawanie klas na podstawie danych (klasyfikowanie) i regresja (prognozowanie jednego wyniku na podstawie innego).

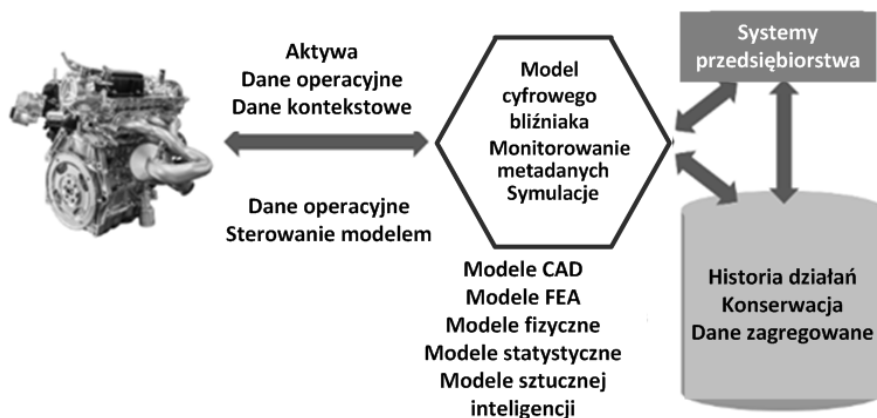
Sztuczna inteligencja, umożliwiając tworzenie nowych modeli biznesowych, zapewnia wzrost wartości każdej branży. Czyni to poprzez wspieranie kluczowych inicjatyw, takich jak: zaangażowanie klientów, produkcja cyfrowa (druk 3D), inteligentne miasta, komputerowa wizualizacja i rozpoznawanie mowy, głównie poprzez tworzenie „inteligentnych”, reagujących w naturalny sposób aplikacji (wirtualny asystent klienta czy doradca biznesowy) oraz „inteligentnych” rzeczy (takich jak roboty, pojazdy autonomiczne, użytkowa elektronika itp.).

**Inteligentne aplikacje** stanowią „pomost” między ludźmi a systemami. Charakteryzują się tym, że posiadają potencjał do dokonania zmiany natury pracy oraz struktury miejsca pracy (jak w przypadku wirtualnego asystenta klienta). Mogą się również przyczynić do poprawy funkcjonowania tradycyjnych aplikacji, takich jak analiza wydajności pracowników, sprzedaż, marketing, bezpieczeństwo. W tym znaczeniu ich stosowanie to sposób na zwiększenie ludzkiej aktywności, choć wydaje się, że może także prowadzić do zastąpienia pracy

ludzkiej [por. Ford, 2016; Maternowska, 2017], tak jak w przypadku „cyfrowych bliźniaków”<sup>5</sup> (por. rys. 2).

Upowszechnienie pojęcia „cyfrowy bliźniak” nastąpiło wraz z falą kształtowania się wizji nowej generacji przemysłu – Przemysłu 4.0. W opisach rozwiązań, które mają funkcjonować w wyniku czwartej rewolucji przemysłowej, „cyfrowy bliźniak” zajmuje kluczowe miejsce.

**Cyfrowy bliźniak** (ang. *digital twin*) jest reprezentacją cyfrową (modelem) rzeczywistego obiektu (procesu, produktu lub usługi). Cyfrowe bliźniaki obejmują kombinację metadanych (np. klasyfikacja, skład i struktura), warunki lub stan (np. lokalizacja i temperatura), dane zdarzeń (np. szeregi czasowe) i analizy (np. algorytmy i reguły). Choć samo pojęcie reprezentacji cyfrowej nie jest nowe, w tym przypadku mówi się o dużej odporności (bezpieczeństwie) tego typu modeli, połączeniu „on line” z realnym światem, zastosowaniu zaawansowanej analityki dużych zbiorów danych (*BiG Data*) oraz sztucznej inteligencji, zdolności do interakcji z nimi i oceny scenariuszy typu „co – jeśli”.



**Rys. 2.** Cyfrowy bliźniak

Źródło: [www 4].

Modele typu „cyfrowy bliźniak” są używane w celu lepszego poznania stanu (obiektu lub systemu), przyspieszenia reakcji na zmiany, poprawy działań i wzrostu wartości. Wpływają zatem na usprawnienie systemu podejmowania decyzji, umożliwiają rozwój nowych procesów biznesowych sterowanych zadaniami oraz modeli biznesowych i ekosystemów z cyfrowym dostępem.

<sup>5</sup> Model „cyfrowego bliźniaka” stanowi zestaw trzech komponentów: fizycznego obiektu, jego cyfrowego odwzorowania oraz połączenia części fizycznej i wirtualnej poprzez wymianę i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym dla stałej aktualizacji odwzorowania.

W odniesieniu do funkcjonowania łańcuchów dostaw korzyści mogą być zróżnicowane w zależności od czasu.

W krótkim czasie „cyfrowe bliźnięta” są w stanie pomóc w efektywnym zarządzaniu aktywami. Dotyczy to monitorowania, optymalizacji i poprawy komfortu użytkownika. Technologia ta umożliwi zmianę podejścia od zapobiegawczego w kierunku predykcyjnego, co może być źródłem wielu korzyści/oszczędności wiązanych z redukcją czasu przestoju oraz obniżeniem kosztów eksploatacji i konserwacji. Organizacje będą mogły używać cyfrowych bliźniaków, aby aktywnie naprawiać i planować obsługę sprzętu, planować procesy produkcyjne, obsługiwać fabryki, przewidywać awarie sprzętu. Teoretycznie „cyfrowe bliźniaki” mogą w tym zakresie zastąpić wykwalifikowanych ludzi oraz tradycyjne urządzenia monitorujące i kontrolne. Ostatecznie, w dłuższym okresie, oferują wartość w zakresie wzrostu efektywności operacyjnej (predykcja) i wgląd w to, jak produkty są wykorzystywane i jak można je udoskonalić.

**Inteligentne rzeczy** (przedmioty, urządzenia) to rzeczy fizyczne, które dzięki sztucznej inteligencji mogą być wykorzystywane w stopniu wykraczającym poza realizację sztywnych modeli, dzięki czemu bardziej naturalnie wchodzą w interakcje z otoczeniem. Przykładem mogą być drony, roboty czy autonomiczne pojazdy. Autonomiczność to cecha charakterystyczna „inteligentnych” rzeczy, przy czym stopień ich autonomiczności jest zróżnicowany. Pojęcie to nie oznacza, iż ich działania są pozbawione kontroli (np. ze strony człowieka), a jedynie fakt, że mogą działać bez nadzoru przez określony czas, np. do czasu zakończenia zadania.

## **2. Obszary zastosowania sztucznej inteligencji w łańcuchach dostaw**

Sztuczna inteligencja czerpie naukę z danych. Oznacza to, że wszelka nieścisłość informacji będzie odzwierciedlona w wynikach. Dane, które jeszcze nigdy nie odgrywały tak istotnej roli, mogą obecnie stanowić o uzyskaniu przewagi konkurencyjnej, co jest celem funkcjonowania łańcuchów dostaw.

Wydaje się zatem, iż w przypadku łańcuchów dostaw zastosowanie sztucznej inteligencji będzie miało szczególne znaczenie w obszarach związanych z wykorzystaniem i analizą danych, a więc przede wszystkim z realizacją procesów, analityką oraz planowaniem.

## 2.1. Realizacja procesów

Z praktycznego punktu widzenia, wprowadzając sztuczną inteligencję do firmy, powinno się kierować dążeniem do wzrostu wydajności dzięki zastosowaniu automatyzacji procesów w realizacji powtarzalnych, ręcznych i transakcyjnych zadań. Oto przykłady kilku obszarów nadających się już dziś do rozpoczęcia eksploracji:

1. Analiza przyczyn źródłowych – dlaczego zabrakło nam zasobów; dlaczego przegapiliśmy termin dostawy? Odpowiedzi na te pytania wymagają analizy opisowej bazującej na dużej ilości danych.
2. Wykrywanie anomalii w łańcuchu dostaw – wyprzedaje, złe dane itp.
3. Prognozowanie – nie tylko przyszłego popytu, ale także końca życia produktów i wprowadzania nowych produktów.
4. Planowanie zaopatrzenia – zastępowanie intuicji i niektórych powtarzalnych zadań planisty.
5. Czyszczenie danych – istnieją narzędzia, które umożliwiają autonomiczne zarządzanie danymi podstawowymi.
6. Planowanie produkcji – wykorzystanie informacji z czujnika w celu usprawnienia procesów planowania (np. dynamiczne uzupełnianie).
7. Kodyfikacja zachowań klienta – budowanie wiedzy zamiast transferu wiedzy (związanej z etapami promowania, wzorcami kupowania etc.).
8. Poprawa planowania popytu. Potęga uczenia maszynowego w planowaniu popytu to połączenie większej liczby algorytmów do testowania danych z wydajnością i, co istotne, z rozpoznaniem zestawu funkcji, które napędzają sprzedaż w firmie.
9. **Analityka czujnika<sup>6</sup> w planowaniu dostaw i produkcji.** Chodzi o to, aby zapewnić wysoką wydajność i moc z wyprzedzeniem wychwycić potencjalne problemy dzięki konserwacji zapobiegawczej.
10. **Zarządzanie zapasami.** Można zastosować nowe techniki uczenia maszynowego w celu wykrywania nieprawidłowych danych (wyszukiwanie danych „odstających”, automatyczne czyszczenie danych, automatyzacja wykrywania sezonowości i poprawne parametry inwentaryzacji, aby lepiej zrozumieć zmienność w łańcuchu dostaw oraz przewidzieć wyprzedaje na poziomie centrum dystrybucyjnego lub sklepu).

---

<sup>6</sup> Analityka czujnika to analiza statystyczna danych tworzonych przez czujniki przewodowe lub bezprzewodowe. Podstawowym celem analiz czujników jest wykrywanie anomalii. Wgląd uzyskany poprzez zbadanie odchyłeń od ustalonego punktu odniesienia może mieć wiele zastosowań, np. przewidywanie i proaktywne zapobieganie awariom sprzętu.

11. **Automatyzacja analizy przyczyn źródłowych** (ang. *Root Cause Analysis*, RCA). RCA nie jest nową koncepcją, ale uczenie maszynowe zrewolucjonizowało sposób myślenia o niej. Analiza przyczyn źródłowych może znaleźć zastosowanie w takich operacjach łańcucha dostaw, jak: przetwarzanie zamówień, operacje magazynowe, dostawy do klientów i zarządzanie dostawcami, by wymienić tylko kilka.
12. **Segmentacja**. Uczenie bez nadzoru (por. rys. 1 i rys. 5) jest przydatne w sytuacji, gdy jest bardzo dużo danych i poszukuje się wzorców. Moc uczenia maszynowego polega na wykorzystaniu dużej liczby funkcji/kryteriów w procesie segmentacji. Może to znaleźć zastosowanie w zarządzaniu relacjami z dostawcami.

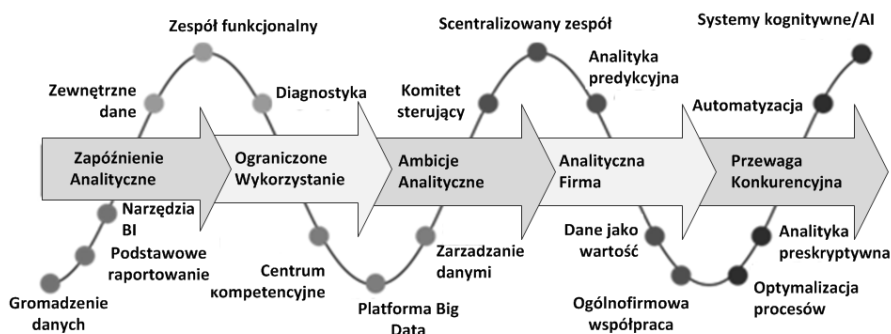
## 2.2. Analityka

Analityka przechodzi przez naturalne stadia rozwoju. Do niedawna analizy umożliwiały organizacjom dostrzeganie wzorców i odpowiadały na pytania dotyczące wydarzeń z przeszłości: „co się stało” i „dlaczego to się stało” (por. rys. 3). Zaawansowane analizy mają do zaoferowania dużo więcej. Pozwalają analizować dane na bieżąco i decydować o tym, jakie działania należy podjąć w przyszłości. Wyróżnia się trzy główne metody zaawansowanej analizy:

1. Analiza predykcyjna: wykorzystuje dane, by przewidzieć, co może się zdarzyć w przyszłości. Jest wykorzystywana głównie do celów prognozowania, testowania hipotez, modelowania ryzyka i zachowań klientów.
2. Analiza preskryptywna: koncentruje się na zrozumieniu tego, co może się zdarzyć na podstawie różnych alternatyw i scenariuszy oraz pomaga organizacjom wybrać najlepszą opcję. Jest wykorzystywana do międzykanałowej optymalizacji klientów, optymalizacji portfela i działalności, a także zarządzania ryzykiem.
3. Analiza kognitywna: w pełni wykorzystuje narzędzia sztucznej inteligencji, uczenie maszynowe i wydajne analizy danych. Pomaga zautomatyzować proces podejmowania decyzji lub podejmuje je wspólnie z ludźmi. Sprzyja temu postęp w rozpoznawaniu obrazów i mowy, w przetwarzaniu języka naturalnego.

Kluczowymi uwarunkowaniami w realizacji koncepcji odtworzenia świata fizycznego w warstwie wirtualnej i – co się z tym wiąże – wykorzystania nowoczesnych technologii (sztucznej inteligencji) w procesie rozwoju łańcuchów dostaw są: (1) zapewnienie dostępu w czasie rzeczywistym do pełnego spektrum danych o odpowiedniej jakości oraz (2) możliwość „nauczenia się” przez świat wirtualny zachowań świata fizycznego [por. Soldaty, 2018].

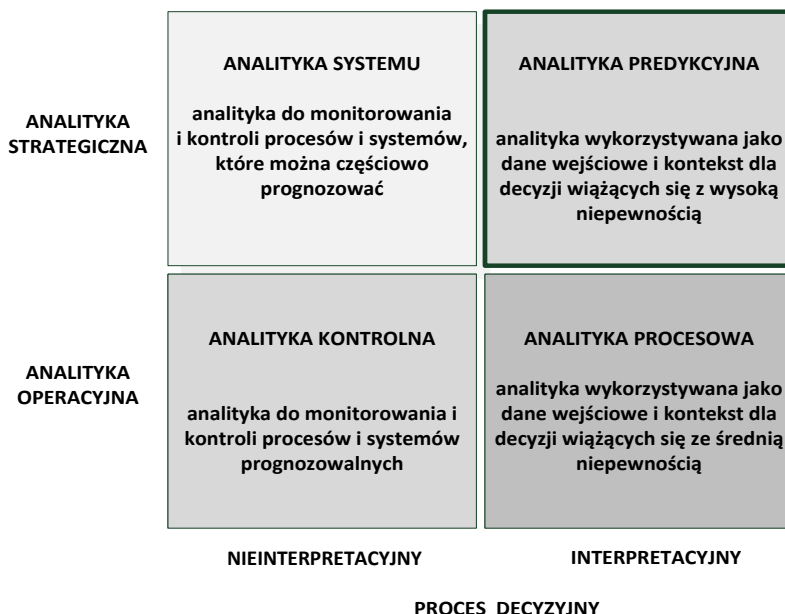




Rys. 3. Analityczna ścieżka rozwoju

Źródło: Wiecka [2016].

Ma to oczywisty związek z implementacją rozwiązań analitycznych w przedsiębiorstwach – ogniwach łańcuchów dostaw. Na podstawie danych są bowiem generowane wnioski, które wpływają na poprawę jakości usług i obsługi klienta w praktycznie każdym sektorze, od bankowości, po sprzedaż detaliczną. Celem staje się zatem wprowadzenie rozszerzonej analityki w stopniu uwzględniającym obecnie obsługiwane dane i możliwości analityczne firm funkcjonujących w obrębie łańcuchów dostaw oraz realizacja procesu decyzyjnego w warunkach dynamicznych i nieprzewidywalnych (por. rys. 4).



Rys. 4. Analityka – strategiczne portfolio

Źródło: Segars [2018].

Firmy zakotwiczone w analityce kontrolnej są narażone na ryzyko konkurencyjne, szczególnie w niestabilnych, konkurencyjnych branżach. Natomiast te, które wykorzystają moc uczenia się maszynowego i rozszerzą te możliwości na systemy, procesy i analizy predykcyjne, mogą osiągnąć skrócenie cyklu podejmowania decyzji i dzięki temu konkurować z powodzeniem<sup>7</sup>.

Z pewnością wymaga to wzrostu inwestycji w podnoszenie kwalifikacji pracowników w zakresie umiejętności rozumienia i obsługi danych. Wraz z coraz intensywniejszym wykorzystaniem danych firmy muszą stawić czoła problemowi nieautentycznych, zmanipulowanych i tendencyjnych informacji. W nowym, cyfrowym świecie wiarygodność danych staje się jednym z podstawowych warunków budowania relacji w ramach łańcucha dostaw. Należy uwzględnić, iż obecnie takie cechy, jak intuicja, zdolność odróżniania dobra od zła, interpretowanie zachowań innych są tradycyjnie zarezerwowane dla człowieka. Brak tych umiejętności – w przypadku maszyn – sprawia, że systemami sztucznej inteligencji można manipulować, wprowadzając celowo nieprawdziwe dane<sup>8</sup>.

### 2.3. Planowanie

Światowy lider w dziedzinie sztucznej inteligencji, Andrew Ng (Stanford), na konferencji AI Frontiers powiedział, że sztuczna inteligencja (AI) to nowa energia elektryczna [www 1]. Tak jak wykorzystanie energii elektrycznej diametralnie zmieniło świat, tak zastosowanie sztucznej inteligencji w procesach realizowanych w ramach łańcuchów dostaw, szczególnie w tych, które są związane z przepływem informacji i bazują na dużej ilości danych, zmieni sposoby ich realizacji.

Techniki uczenia maszynowego mają za zadanie pomóc określić i zrozumieć strukturę oraz relacje w zbiorze danych. Na rysunku 5 przedstawiono wykorzystanie określonych technik uczenia maszynowego w działalności planistycznej. I tak:

---

<sup>7</sup> W analityce predykcyjnej ważne jest generowanie ocen, rankingów i prognoz dotyczących przyszłych trendów (często w środowisku biznesowym lub operacyjnym). Oznacza to tworzenie modeli, które na podstawie informacji potrafią reagować szybko i wydajnie, generując przydatne dane wyjściowe prognozujące przyszłe zjawiska.

<sup>8</sup> Przekonali się o tym twórcy chińskiego bota z firmy Turing Robot, który miał uczyć się sztuki rozmowy na podstawie interakcji z użytkownikami. Projekt zamknięto po tym, jak maszyna zapytana o znaczenie używanego przez władze hasła „chiński sen”, jako określenia postępów krajowej gospodarki, odpowiedziała, że chodzi o wyemigrowanie do Stanów Zjednoczonych (co oczywiście nie spodobało się rządzącym).

1. Nadzorowany algorytm uczenia się bazuje na danych oznaczonych. Dla przykładu dostępne są informacje o danych wejściowych (np. prognoza) i znanych wynikach (np. wielkość zapasu). Algorytm stosuje się w celu określenia relacji między nimi. Jak pokazano na rys. 5, znajduje szerokie zastosowanie w procesach planistycznych realizowanych w łańcuchach dostaw.
2. Niewymagający nadzoru algorytm uczenia się jest używany dla danych, które nie są oznaczone (dane niestrukturalne<sup>9</sup>), a to oznacza, że istnieje niepewność co do tego, co reprezentują. Praktycy mogą zastosować ten algorytm do znalezienia ukrytych relacji w danych w celu wyróżnienia nowych wzorców i wykorzystać m.in. w planowaniu dostaw.
3. Algorytm intensywnego uczenia się, znany również jako głębokie sztuczne sieci neuronowe, próbuje naśladować nieliniowe połączenia neuronów w ludzkim mózgu, aby rozpoznawać wzorce w obrazach, dźwiękach i innych danych. Algorytmy tego typu zostały zaprojektowane w celu optymalizacji decyzji skutkujących w przyszłości. Wąskie gardła w połączonych operacjach łańcucha dostaw mogą być trudne zarówno do identyfikacji, jak i likwidacji poprzez planowanie zmian. Algorytmy głębokiego uczenia się doskonale nadają się do zastosowania w obu tych trudnych zadaniach.

		UCZENIE MASZYNOWE		
		Uczenie bez nadzoru	Uczenie nadzorowane	Uczenie intensywne
PLANOWANIE	Planowanie zapotrzebowania	✓	✓	✓
	Planowanie dostaw	✓	✓	✓
	Planowanie produkcji		✓	
	Planowanie wdrożenia	✓	✓	
	Operacyjny plan sprzedaży i produkcji	✓	✓	✓

**Rys. 5.** Wykorzystanie sztucznej inteligencji w procesach planowania

Źródło: Daihes, Ramakrishna [2017].

<sup>9</sup> Dane (zwykle tekstowe lub graficzne), których struktura (typ, format, schemat) nie jest określona i nie może być w prosty sposób rozpoznana przez system. To dane niepoddające się zapisowi w postaci tabel i kolumn (np. dokumenty, przepisy prawne, pliki video, zdjęcia).

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w obszarze planowania w łańcuchach dostaw (por. rys. 5) prowadzi zatem do:

1. **Zmiany tradycyjnych sposobów planowania.** Niektóre organizacje zrezygnowały już z planowania funkcjonalnego na rzecz planowania sieciowego, podczas którego planiści badają scenariusze „co – jeśli”, korzystając z przetwarzania w chmurze (ang. *Cloud Computing*)<sup>10</sup> i projektowania współbieżnego<sup>11</sup>.
2. **Skrócenia cykli decyzyjnych.** Obserwuje się odejście od tradycyjnych operacji typu *Just-in-Time* do planowania w czasie rzeczywistym przy użyciu danych niestrukturalnych. Powoduje to znaczne skrócenie cykli decyzyjnych, co zaciera granice między planowaniem i wykonaniem.
3. **Przejrzystości informacji.** Sztuczna inteligencja może pomóc pozbyć się uprzedzeń i brakujących wzorców (przykładowa sytuacja: zawyżone prognozy sprzedaży – winna obsługa klienta). Wykorzystując dane, można ten problem przedstawić w bardziej rzeczowy i obiektywny sposób, twierdząc np.: „83% zamówień nie zostało zrealizowanych w założonym czasie”.

## Podsumowanie

Do tej pory, pisząc o sztucznej inteligencji i jej wpływie na funkcjonowanie łańcuchów dostaw, dano wyraz przekonaniu, że stwarza ona ogromne możliwości dla rozwoju łańcuchów dostaw, gdyż m.in.:

1. Umożliwia realizację coraz bardziej złożonych projektów, wykorzystując zdalne wsparcie cyfrowych ekspertów i pozwalając tym samym lepiej zrozumieć konsekwencje podejmowanych decyzji.

---

<sup>10</sup> Przetwarzanie (danych) w chmurze (ang. *cloud computing*) to model umożliwiający dostęp na żądanie do wspólnej puli konfigurowalnych zasobów obliczeniowych (np. sieci komputerowych, serwerów, pamięci masowych, aplikacji i usług), które mogą być szybko dostarczone lub zwalniane przy minimalnym nakładzie na zarządzanie nimi [Grance, Mell, 1979]. Przykładem aplikacji może być SaaS (Software as a Service): dostawca usługi zapewnia dostęp do oprogramowania przez Internet, umożliwiając wzajemne połączenie, a tym samym integrację różnych narzędzi (system zarządzania magazynem, aplikacja do obsługi sprzedaży internetowej, system ERP itp.).

<sup>11</sup> Projektowanie współbieżne można zdefiniować jako strategię biznesu, która zastępuje tradycyjny proces rozwoju (np. wyrobu) procesem, w którym zadania są wykonywane równolegle do siebie, z wczesnym rozważaniem każdego aspektu. Ta strategia jest skupiona na optymalizacji i rozdysponowaniu zasobów przedsiębiorstwa w celu zapewnienia skutecznego i wydajnego procesu. Za jedną z głównych cech tej metody należy uznać m.in. częściowe nakładanie się prac konstrukcyjnych, technologicznych i planistycznych.

2. Powoduje wzrost znaczenia zaufania, co ma związek z jakością danych. Wiarogodne dane pozwalają na podejmowanie trafnych decyzji oraz stanowią zabezpieczenie przed potencjalnymi zagrożeniami.
3. Jest w założeniu otwarta na współpracę. Przyszłymi liderami rynku zostaną firmy, które już dziś potrafią budować partnerstwa na dużą skalę.

Punktem wyjścia do dalszych badań mogą być poniższe refleksje:

1. Upowszechnienie niektórych technicznych aplikacji sztucznej inteligencji, takich jak roboty, drony, autonomiczne pojazdy, „cyfrowe bliźniaki” i inne oprócz niewątpliwych korzyści niesie także wyzwania związane przede wszystkim z problematyką ustanawiania reguł ich funkcjonowania w obrębie łańcuchów dostaw. Pojawia się kwestia odpowiedzialności, która w przypadku urządzeń opartych na sztucznej inteligencji musi dotyczyć również ich aktywności [Soldaty, 2018].
2. Rozwiązania technologiczne nie są wystarczającą odpowiedzią na wyzwanie cyfrowej transformacji (Przemysł 4.0). Ta rewolucja różni się od poprzednich tym, że wielką wagę przykładają do zmian w kulturze organizacyjnej i zarządzaniu<sup>12</sup>. Zatem wykorzystanie technologii musi iść w parze i być zgodne ze zmianami procesów biznesowych obejmującymi wszystkie aspekty funkcjonowania organizacji, co pozwoli na skuteczne konkurowanie na rynkach. Dotyczy to m.in. całego spektrum działań opartych na danych, które, zdaniem M. Jagielskiej [2017, s 101], „będą traktowane jako nowy zasób w takim znaczeniu, w jakim mówi się o zasobach naturalnych (a więc „wydobywane”, „rafinowane” i „aplikowane”), stanowiąc nową klasę zadań dla menedżerów”, także w łańcuchach dostaw.

## Literatura

- Biedrzycki N., *Trwale połączenie technologii z człowieczeństwem – czyli co w 2017*, <https://norbertbiedrzycki.pl/trwale-polaczenie-technologii-czlowiechenstwem-czyli-czego-mozemy-sie-spodziewac-2017-czesc-3-4/> (dostęp: 10.05.2018).
- Daihes K., Ramakrishna G., *AI Is Already Transforming Supply Chain Planning – Are You on Board?* <http://www.opexanalytics.com/ai-already-transforming-supply-chain-planning-board/> (dostęp: 20.05.2018).
- Ford M. (2016), *Świt robotów*, cdp.pl, Warszawa.

---

<sup>12</sup> Więcej na ten temat w publikacji Maternowska [2017].

- Grance T., Mell P., *The NIST Definition of Cloud Computing*, National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce. Special Publication 800-145, <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> (dostęp: 31.03.2019).
- Jagielska M. (2017), *Sztuczna inteligencja w zarządzaniu – stan aktualny a perspektywy*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XVIII, z. 2, cz. II, s. 9-19.
- Maternowska M. (2017), *Wpływ nowoczesnych technologii na zmiany w sposobie zarządzania*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 5, s. 394-403.
- McIlwraight D., Marmanis H., Babenko D. (2017), *Inteligentna sieć. Algorytmy przyszłości*. Wydanie II. Helion, Gliwice.
- Schwab K. (2018), *Czwarta rewolucja przemysłowa*, Studio Emka, Warszawa.
- Segars A.H., *Seven Technologies Remaking the World*, <https://sloanreview.mit.edu/projects/seven-technologies-remaking-the-world/> (dostęp: 15.05.2018).
- Soldaty A., *Cyfrowy bliźniak – jeszcze wizja czy już rzeczywistość?* <https://www.controlengineering.pl/cyfrowy-blizniak-jeszcze-wizja-czy-juz-rzeczywistosc/> (dostęp: 30.03.2019).
- Ustundag A., Cevikcan E. (2018), *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, Springer Series in Advanced Manufacturing.
- Wiecka A. (2016), *Dokąd zmierza analityka w biznesie*, Harvard Business Review Polska, <https://www.hbrp.pl/b/dokad-zmierza-analytyka-w-biznesie/PiWBab13H> (dostęp: 10.05.2018).
- [www 1] <https://www.wsj.com/video/andrew-ng-ai-is-the-new-electricity/56CF4056-4324-4AD2-AD2C-93CD5D32610A.html> (dostęp: 10.05.2018).
- [www 2] <https://businessinsider.com.pl/technologie/jak-panowac-nad-maszynami-zasady-hawkinga-i-muska/g9jk0dt> (dostęp: 10.05.2018).
- [www 3] <https://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html> (dostęp: 25.05.2018).
- [www 4] The impact of the 2018 strategic technology trends on unified work group communications [http://docs.media.bitpipe.com/io\\_14x/io\\_140261/item\\_1626375/Motorola-Solutions-Unified-Workgroup-Communications-Gartner-Brief.pdf](http://docs.media.bitpipe.com/io_14x/io_140261/item_1626375/Motorola-Solutions-Unified-Workgroup-Communications-Gartner-Brief.pdf) (dostęp: 30.04.2018).

## NEW TECHNOLOGIES AND THEIR INFLUENCE ON SUPPLY CHAINS. ARTIFICIAL INTELLIGENCE

**Summary:** The starting point for the considerations on the future of business contained in the article is the report from the survey conducted by MIT among the management of companies representing various economic sectors. Report points to seven basic technol-

ogies that will change the world. These are: sequential processing, wireless networks, biotechnology, 3D printing, artificial intelligence, nanotechnology and robotics. Each of these technologies has three characteristic properties that distinguish them from technologies that are the engine of previous revolutions. They are intelligence (artificial intelligence), “natural interface” and universality and ubiquity. This indicates an intelligent digital network as a model for future business. The aim of this study is to identify selected areas within the supply chain, in which – according to the author – the use of artificial intelligence will be of particular importance.

**Keywords:** intelligent digital network, artificial intelligence, supply chains.