

ANALIZA W CZASIE RZECZYWISTYM W BIZNESIE

Radosław WOLNIAK^{1*}

¹ Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, rwolniak@polsl.pl

* Korespondencja: rwolniak@polsl.pl; 534538177

Streszczenie. Głównym celem artykułu jest zbadanie korzyści i wad analizy w czasie rzeczywistym. Możliwość przetwarzania i analizowania danych w czasie rzeczywistym umożliwia organizacjom szybkie rozpoznawanie trendów i wzorców, usprawnianie działań oraz efektywniejsze alokowanie zasobów. Ponadto, analiza w czasie rzeczywistym pomaga firmom w identyfikowaniu nowych możliwości generowania przychodów, optymalizacji strategii cenowych, monitorowaniu zachowań użytkowników, wykrywaniu zagrożeń bezpieczeństwa i szybkiej reakcji na nie. Niemniej jednak, istnieją pewne wady, które należy wziąć pod uwagę. Wdrożenie analizy w czasie rzeczywistym może być kosztowne, wymagać specjalistycznej wiedzy technicznej i może prowadzić do fałszywych wyników. Zapewnienie odpowiedniej jakości danych, wdrożenie solidnych środków bezpieczeństwa oraz odpowiednie skalowanie systemu są również kluczowe dla skutecznego wdrożenia. Ponadto, niejednoznaczna definicja czasu rzeczywistego i konieczność zebrania szczegółowych wymagań od wszystkich interesariuszy mogą stanowić wyzwanie dla firm. Celem artykułu jest analiza głównych cech, korzyści i problemów związanych z wykorzystaniem analizy w czasie rzeczywistym.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0; analityka opisowa, analityka biznesowa, analiza danych, analiza w czasie rzeczywistym.

THE USAGE OF REAL-TIME ANALYTICS

Abstract. The main focus of the paper revolves around examining the benefits and drawbacks of real-time analytics. The capability to process and analyze data in real-time empowers organizations to swiftly recognize trends and patterns, streamline their operations, and allocate resources with greater efficiency. Furthermore, real-time analytics aids businesses in identifying novel revenue opportunities, optimizing pricing strategies, monitoring user behavior, detecting security threats, and promptly responding to them. Nonetheless, there are certain drawbacks to consider. Implementing real-time analytics can be costly, demanding technical expertise, and may produce false positives. Ensuring proper data quality, implementing robust security measures, and scaling the system appropriately are also critical for successful implementation. Additionally, the ambiguous definition of real-time and the necessity to gather detailed requirements from all stakeholders can pose challenges for businesses. The goal of the paper is to analyze the main features, benefits and problems with the real-time analytics usage.

Keywords: Industry 4.0; business analytics, data analysis, real-time analytics, predictive analytics

1. Wstęp

Real-time analytics, zwane również analizą w czasie rzeczywistym, odnosi się do praktyki zbierania i analizowania danych w czasie rzeczywistym lub niemal w czasie rzeczywistym, w miarę ich generowania. Taka metoda umożliwia organizacjom monitorowanie i reagowanie na zdarzenia w miarę ich występowania, co pozwala na szybsze i bardziej poinformowane podejmowanie decyzji.

Analiza w czasie rzeczywistym zazwyczaj wiąże się z wykorzystaniem zaawansowanych technologii, takich jak przetwarzanie danych o wysokiej prędkości, kompleksowe przetwarzanie zdarzeń (CEP), algorytmy uczenia maszynowego i sztuczna inteligencja (AI), aby zbierać, przetwarzać i analizować dane tak szybko, jak to możliwe. Taka metoda umożliwia organizacjom uzyskiwanie informacji szybciej, szybsze reagowanie na zdarzenia i podejmowanie lepszych decyzji na podstawie najbardziej aktualnych dostępnych danych.

Celem artykułu jest analiza głównych cech, korzyści i problemów związanych z wykorzystaniem analizy w czasie rzeczywistym.

2. Analiza w czasie rzeczywistym - definicje

Analiza w czasie rzeczywistym stała się coraz ważniejszym narzędziem dla organizacji z różnych branż, ponieważ umożliwia im szybkie i efektywne przetwarzanie oraz analizowanie dużych ilości danych w miarę ich generowania. Taka metoda posiada liczne korzyści, w tym szybsze i bardziej poinformowane podejmowanie decyzji, poprawę efektywności operacyjnej oraz zdolność monitorowania i reagowania na zdarzenia w czasie rzeczywistym (Hwang et al., 2017).

Analiza w czasie rzeczywistym może również pomóc organizacjom poprawić swoją efektywność operacyjną. Poprzez monitorowanie i analizowanie danych w czasie rzeczywistym, organizacje mogą zidentyfikować obszary, w których mogą optymalizować swoje działania, redukować marnotrawstwo i poprawić ogólną efektywność. Na przykład firma logistyczna może wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym do śledzenia ruchu swoich pojazdów, umożliwiając optymalizację tras dostaw i zmniejszenie kosztów paliwa (Hurwitz et al., 2015).

Analiza w czasie rzeczywistym może być zdefiniowana w następujący sposób (Patanjali, 2018; Nourani, 2021; Sharma et al., 2020):

- Analiza w czasie rzeczywistym odnosi się do wykorzystania analizy danych do analizowania danych w czasie rzeczywistym lub niemal w czasie rzeczywistym, umożliwiając organizacjom podejmowanie szybkich decyzji i działań na podstawie bieżących danych.
- Analiza w czasie rzeczywistym to forma analizy danych, która umożliwia przetwarzanie i analizowanie danych zaraz po ich generacji, umożliwiając natychmiastowe wnioski i działania.
- Analiza w czasie rzeczywistym to praktyka analizowania i interpretowania danych w miarę ich generowania, co umożliwia natychmiastową reakcję na zmieniające się warunki lub zdarzenia.
- Analiza w czasie rzeczywistym obejmuje wykorzystanie zaawansowanych algorytmów i technologii obliczeniowych do przetwarzania i analizowania danych w czasie rzeczywistym, zapewniając natychmiastowe wglądy w działania biznesowe i zachowanie klientów.

Analiza w czasie rzeczywistym jest użyteczna dla organizacji w celu monitorowania i reagowania na zdarzenia w miarę ich występowania. Jest to szczególnie przydatne w branżach takich jak opieka zdrowotna, gdzie monitorowanie danych pacjentów w czasie rzeczywistym może pomóc pracownikom medycznym w identyfikacji potencjalnych problemów zdrowotnych i szybkiej reakcji na nie. Analiza w czasie rzeczywistym może również być wykorzystana do wykrywania i reagowania na zagrożenia bezpieczeństwa w czasie rzeczywistym, pomagając organizacjom zapobiegać naruszeniom danych i innym incydentom związanym z cyberbezpieczeństwem (Cam et al., 2021).

Aby skutecznie wdrożyć analizę w czasie rzeczywistym, organizacje muszą mieć odpowiednie narzędzia i infrastrukturę. Wymaga to systemów przetwarzania danych o dużej prędkości, narzędzi do kompleksowego przetwarzania zdarzeń (CEP) oraz algorytmów uczenia maszynowego. Organizacje muszą również solidnie zrozumieć swoje dane i umieć zidentyfikować kluczowe wnioski, które muszą monitorować.

Opisana metoda jest potężnym narzędziem, które może pomóc organizacjom z różnych branż uzyskać cenne wglądy, poprawić efektywność operacyjną i szybciej reagować na

Analiza w czasie...

zdarzenia. Wykorzystując najnowsze technologie i najlepsze praktyki w analizie danych, organizacje mogą wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym, aby utrzymać przewagę konkurencyjną i efektywniej osiągać swoje cele (Greasley, 2019).

Kiedy organizacja chce wdrożyć analizę w czasie rzeczywistym, może to zrobić, stosując następujące kroki (Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023; Scappini, 2016; Peter et al., 2023):

- Zbieranie danych: Analiza w czasie rzeczywistym wymaga zbierania danych z różnych źródeł w czasie rzeczywistym lub niemal w czasie rzeczywistym. Dane te mogą pochodzić z czujników IoT, strumieni mediów społecznościowych, interakcji na stronach internetowych lub innych źródeł.
- Przetwarzanie danych: Po zebraniu danych konieczne jest ich przetworzenie i oczyszczenie, aby usunąć wszelkie zakłócenia lub błędy. Może to obejmować oczyszczanie, normalizację i transformację danych, aby upewnić się, że są one dokładne i spójne.
- Analiza danych w czasie rzeczywistym: Na podstawie przetworzonych danych można zastosować algorytmy i modele analizy w czasie rzeczywistym w celu generowania wniosków i prognoz. Te wnioski mogą być wykorzystane do podejmowania decyzji lub wywoływania automatycznych działań w czasie rzeczywistym.
- Wizualizacja i raportowanie: Wygenerowane przez analizę w czasie rzeczywistym wnioski muszą być przedstawione w łatwo zrozumiałym formacie dla osób podejmujących decyzje. Może to obejmować tworzenie wizualizacji, paneli informacyjnych lub raportów, które wyświetlają najważniejsze informacje i wskaźniki kluczowe.
- Wnioski podlegające działaniu: Ostatnim krokiem w analizie w czasie rzeczywistym jest podjęcie działań na podstawie wygenerowanych wniosków. Może to obejmować wprowadzenie zmian w operacjach biznesowych, interakcjach z klientami lub innych obszarach organizacji w celu poprawy wyników i osiągnięcia celów biznesowych.

Warto również wspomnieć o głównych różnicach między analizą w czasie rzeczywistym a bardziej zaawansowaną metodą analizy biznesowej, zwaną analizą predykcyjną (tabela 1). Główne różnice między nimi to (Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023; Scappini, 2016; Peter et al., 2023):

- Czas: Analiza w czasie rzeczywistym skupia się na analizie danych w czasie rzeczywistym lub niemal w czasie rzeczywistym, podczas gdy analiza predykcyjna wykorzystuje dane historyczne do prognozowania przyszłych wyników.
- Cel: Analiza w czasie rzeczywistym jest zwykle stosowana do monitorowania i optymalizacji bieżących operacji w czasie rzeczywistym, podczas gdy analiza predykcyjna służy do prognozowania przyszłych wyników i podejmowania strategicznych decyzji.
- Źródła danych: Analiza w czasie rzeczywistym opiera się na danych z źródeł czasu rzeczywistego lub niemal w czasie rzeczywistym, takich jak czujniki czy strumienie mediów społecznościowych, podczas gdy analiza predykcyjna wykorzystuje dane historyczne do prognozowania przyszłych wyników.
- Techniki analityczne: Analiza w czasie rzeczywistym opiera się na technikach takich jak analiza strumieniowa, przetwarzanie złożonych zdarzeń i uczenie maszynowe do analizy danych w czasie rzeczywistym, podczas gdy analiza predykcyjna wykorzystuje modele statystyczne i uczenie maszynowe do analizy danych historycznych i prognozowania.
- Wyniki: Analiza w czasie rzeczywistym generuje natychmiastowe wnioski i powiadomienia na podstawie danych w czasie rzeczywistym, podczas gdy analiza predykcyjna generuje prognozy, scenariusze i modele, które można wykorzystać do podejmowania strategicznych decyzji.

Analiza w czasie rzeczywistym i analiza predykcyjna są uzupełniającymi się technikami, które można stosować razem, aby zapewnić kompleksowy obraz operacji biznesowych. Analiza w czasie rzeczywistym dostarcza wniosków na temat bieżących operacji w czasie rzeczywistym, podczas gdy analiza predykcyjna dostarcza strategicznych wniosków i prognoz opartych na danych historycznych. Obie techniki są ważne dla organizacji, które chcą optymalizować operacje, poprawiać wyniki i być krok przed konkurencją.

Tabela 1. Porównanie analizy w czasie rzeczywistym i analizy predykcyjnej

Aspekt	Analiza w czasie rzeczywistym	Analiza predykcyjna
Timing	Rzeczywisty lub niemal w czasie rzeczywistym	Historyczny
Cel	Monitorowanie i optymalizacja bieżących operacji	Prognozowanie przyszłych wyników i podejmowanie strategicznych decyzji
Źródła danych	Źródła w czasie rzeczywistym lub niemal w czasie rzeczywistym, takie jak czujniki lub strumienie mediów społecznościowych	Dane historyczne
Techniki analityczne	Analiza strumieniowa, przetwarzanie złożonych zdarzeń (CEP), uczenie maszynowe	Modele statystyczne i uczenie maszynowe
Wyniki	Natychmiastowe wnioski i powiadomienia oparte na danych w czasie rzeczywistym	Prognozy, scenariusze i modele oparte na danych historycznych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023, Scappini, 2016, Peter et al., 2023).

Analiza w czasie rzeczywistym odgrywa kluczową rolę w Przemysłu 4.0, który charakteryzuje się coraz większą cyfryzacją i automatyzacją procesów przemysłowych (Sułkowski, Wolniak, 2015, 2016, 2018; Wolniak, Skotnicka-Zasadzień, 2008, 2010, 2014, 2018, 2019, 2022; Wolniak, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022; Gajdzik, Wolniak, 2023). Możemy wyróżnić kilka metod, w jakich analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystywana w Przemysłu 4.0 (Jonek-Kowalska, Wolniak, 2021, 2022; Jonek-Kowalska et al., 2022; Kordel, Wolniak, 2021, 2023; Rosak-Szyrocka et al., 2023; Gajdzik et al., 2023, Orzeł, Wolniak, 2021, 2022; Ponomarenko et al., 2016; Stawiarska et al., 2020, 2021; Stecuła, Wolniak, 2022; Olkiewicz et al., 2021):

- **Predykcyjne utrzymanie:** Analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystana do monitorowania maszyn i urządzeń w czasie rzeczywistym, umożliwiając organizacjom identyfikację potencjalnych problemów przed ich wystąpieniem. Poprzez gromadzenie i analizowanie danych dotyczących wydajności maszyn, organizacje mogą identyfikować wzorce i anomalie, które mogą wskazywać na zbliżające się awarie lub potrzeby konserwacji.
- **Kontrola jakości:** Analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystana do monitorowania i analizy procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym, umożliwiając organizacjom szybkie wykrywanie i rozwiązywanie problemów jakościowych. Poprzez analizę danych dotyczących jakości produktu i parametrów produkcji, organizacje mogą identyfikować wzorce i tendencje, które mogą wskazywać na problemy jakościowe, umożliwiając podjęcie działań korygujących przed wysyłką produktów.
- **Optymalizacja łańcucha dostaw:** Analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystana do monitorowania i optymalizacji procesów łańcucha dostaw, umożliwiając organizacjom szybką reakcję na zmiany w popycie i podaży. Poprzez analizę danych dotyczących poziomów zapasów, harmonogramów produkcji i popytu klientów, organizacje mogą identyfikować potencjalne wąskie gardła lub zakłócenia w łańcuchu dostaw i podejmować korygujące działania w czasie rzeczywistym.
- **Zarządzanie energią:** Analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystana do monitorowania i optymalizacji zużycia energii w procesach przemysłowych, umożliwiając organizacjom obniżenie kosztów energii i poprawę zrównoważonego rozwoju. Poprzez analizę danych dotyczących zużycia energii i procesów produkcji, organizacje mogą identyfikować możliwości optymalizacji wykorzystania energii i redukcji marnotrawstwa.
- **Bezpieczeństwo i ochrona:** Analiza w czasie rzeczywistym może być wykorzystana do monitorowania i wykrywania potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa w procesach przemysłowych. Poprzez analizę danych dotyczących wydajności maszyn, zachowania pracowników i warunków środowiskowych, organizacje mogą identyfikować potencjalne problemy związane z bezpieczeństwem i podejmować działania korygujące w czasie rzeczywistym.

Analiza w czasie rzeczywistym jest kluczowym narzędziem Przemysłu 4.0, pozwalającym organizacjom optymalizować procesy przemysłowe, poprawiać efektywność i redukować

Analiza w czasie...

koszty. Wykorzystując najnowsze technologie i najlepsze praktyki analizy danych, organizacje mogą wykorzystywać analizę w czasie rzeczywistym do uzyskiwania cennych wniosków i skuteczniejszego osiągnięcia celów.

3. Korzyści i problemy wykorzystania analityki w czasie rzeczywistym

Bardzo ważnymi korzyściami z wykorzystania analizy w czasie rzeczywistym jest jej zdolność do dostarczania organizacjom aktualnych informacji na temat ich działalności. Dzięki zbieraniu i przetwarzaniu danych w czasie rzeczywistym organizacje mogą szybko identyfikować trendy i wzorce, co pozwala na szybszą i skuteczniejszą reakcję na wydarzenia. Jest to szczególnie przydatne w branżach takich jak finanse, gdzie nawet niewielkie opóźnienia w podejmowaniu decyzji mogą mieć poważne konsekwencje (Sharma et al., 2020, Wolniak, 2013, 2016; Hys, Wolniak, 2018). Analiza w czasie rzeczywistym oferuje liczne korzyści dla organizacji we wszystkich branżach. Dzięki wykorzystaniu najnowszych technologii i najlepszych praktyk w analizie danych, organizacje mogą korzystać z analizy w czasie rzeczywistym, aby uzyskać cenne wnioski, poprawić efektywność i skutecznie osiągnąć swoje cele.

Na podstawie analizy literatury można wyróżnić następujące korzyści z wykorzystania analizy w czasie rzeczywistym (Hwang et al., 2017; Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023, Scappini, 2016, Peter et al., 2023; Tucci, 2019):

- Analiza w czasie rzeczywistym pozwala organizacjom przetwarzać i analizować dane w miarę ich generowania, dostarczając im aktualnych informacji na temat swojej działalności. Umożliwia to szybsze i bardziej poinformowane podejmowanie decyzji, pozwalając organizacjom szybko i skutecznie reagować na wydarzenia.
- Opisane podejście może pomóc organizacjom zidentyfikować obszary, w których mogą zoptymalizować swoje działania, zredukować marnotrawstwo i poprawić ogólną efektywność. Na przykład firma produkcyjna może wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym do monitorowania wydajności swoich maszyn, co pozwoli jej identyfikować potencjalne problemy i wprowadzać korekty w czasie rzeczywistym.
- Analiza w czasie rzeczywistym może pomóc organizacjom lepiej zrozumieć swoich klientów i ich potrzeby, umożliwiając im świadczenie bardziej spersonalizowanych i skutecznych usług. Na przykład firma e-commerce może wykorzystać analizę w czasie

rzeczywistym do śledzenia zachowania klientów na swojej stronie internetowej, co pozwoli jej na udzielanie ukierunkowanych rekomendacji i promocji na podstawie ich zainteresowań i preferencji.

- Opisana metoda może pomóc organizacjom zidentyfikować nowe możliwości generowania przychodów i zoptymalizować strategie cenowe. Na przykład sprzedawca detaliczny może wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym do monitorowania popytu na określone produkty i dostosowywania cen w czasie rzeczywistym w celu maksymalizacji przychodów.
- Tego rodzaju analiza może pomóc organizacjom efektywniej alokować zasoby, umożliwiając im lepsze wykorzystanie czasu, pieniędzy i personelu. Na przykład dostawca usług medycznych może wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym do monitorowania danych pacjentów i efektywniejszego przydzielania zasobów na podstawie potrzeb pacjenta.
- Analiza w czasie rzeczywistym może pomóc organizacjom wykrywać i reagować na zagrożenia dla bezpieczeństwa w czasie rzeczywistym, umożliwiając im zapobieganie naruszeniom danych i innym incydentom związanym z cyberbezpieczeństwem. Na przykład instytucja finansowa może wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym do monitorowania transakcji i wykrywania potencjalnych oszustw w czasie rzeczywistym.
- Analiza w czasie rzeczywistym umożliwia firmom natychmiastową reakcję, szybkie wykrywanie i reagowanie na wzorce zachowań użytkowników, wykorzystywanie możliwości, które w przeciwnym razie mogłyby zostać przegapione oraz zapobieganie problemom przed ich wystąpieniem.
- Firmy korzystające z analizy w czasie rzeczywistym znacznie redukują ryzyko w całej firmie, ponieważ system wykorzystuje dane do przewidywania wyników i sugerowania alternatywnych rozwiązań, zamiast polegać na zbieraniu spekulacji opartych na przeszłych wydarzeniach lub najnowszych skanach - jak ma to miejsce w przypadku analizy danych historycznych.
- Analiza w czasie rzeczywistym dostarcza informacji o tym, co dzieje się w danym momencie.

Analiza w czasie...

- Wizualizacja danych. Dane w czasie rzeczywistym można wizualizować i odzwierciedlać zdarzenia w całej firmie w miarę ich występowania, podczas gdy dane historyczne można tylko przedstawić na wykresie, aby przekazać ogólną ideę.
- Zwiększona konkurencyjność. Firmy korzystające z analizy w czasie rzeczywistym mogą identyfikować trendy i wskaźniki szybciej niż konkurencja, która nadal korzysta z danych historycznych. Analiza w czasie rzeczywistym pozwala również firmom natychmiastowo oceniać raporty dotyczące wyników ich partnerów i konkurentów.
- Dokładne informacje. Analiza w czasie rzeczywistym koncentruje się na natychmiastowych analizach, które są stale przydatne przy tworzeniu skupionych wyników, pomagając zapobiec marnowaniu czasu na zbieranie bezużytecznych danych.
- Niższe koszty. Choć technologie w czasie rzeczywistym mogą być kosztowne, ich liczne i stałe korzyści sprawiają, że są bardziej opłacalne w długoterminowej perspektywie. Ponadto, technologie te pomagają uniknąć opóźnień w wykorzystywaniu zasobów lub otrzymywaniu informacji.
- Szybsze wyniki. Możliwość natychmiastowej klasyfikacji surowych danych umożliwia bardziej efektywne gromadzenie odpowiednich danych i szybkie ich przetwarzanie. Dzięki temu można szybciej i bardziej efektywnie przewidywać trendy i podejmować decyzje.

Oprócz wielu korzyści, związane z wykorzystaniem analizy w czasie rzeczywistym istnieją również pewne wady i problemy. Wśród najważniejszych można wymienić (Hwang et al., 2017; Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023, Scappini, 2016, Peter et al., 2023; Tucci, 2019):

- Wdrożenie analizy w czasie rzeczywistym może być kosztowne, ponieważ wymaga specjalistycznego sprzętu i oprogramowania, a także wysoko wykwalifikowanych specjalistów ds. danych i inżynierów. Organizacje muszą być gotowe zainwestować w te zasoby, aby osiągnąć korzyści z analizy w czasie rzeczywistym.
- Analiza w czasie rzeczywistym wymaga wysokiego poziomu wiedzy technicznej, ponieważ wiąże się z złożonym przetwarzaniem i analizą danych. Organizacje muszą mieć odpowiednie umiejętności i zasoby, aby skutecznie wdrożyć i utrzymywać analizę w czasie rzeczywistym. Ta metoda polega na dokładnych i wiarygodnych danych, a jeśli jakość danych jest niska, może prowadzić do nieprawidłowych wniosków i decyzji.

Organizacje muszą mieć wdrożone procesy zapewniające dokładność i aktualność danych oraz odpowiednie zintegrowanie źródeł danych.

- Systemy analizy w czasie rzeczywistym muszą być skalowalne, aby obsłużyć duże ilości danych i użytkowników. Organizacje muszą mieć plan skalowania swoich systemów w miarę wzrostu ich działalności.
- Kwestie związane z bezpieczeństwem danych są ważne, szczególnie w przypadku analizy w czasie rzeczywistym. Konieczne jest zapewnienie odpowiednich środków bezpieczeństwa, takich jak uwierzytelnianie, szyfrowanie i monitorowanie, aby chronić poufne informacje przed nieuprawnionym dostępem i naruszeniami.
- Analiza w czasie rzeczywistym może być wymagająca pod względem obciążenia systemu i wydajności, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z dużymi ilościami danych. Organizacje muszą zapewnić wystarczającą moc obliczeniową i przepustowość sieci, aby obsłużyć przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym.
- Analiza w czasie rzeczywistym może być podatna na błędy i fałszywe alarmy. Jeśli algorytmy i modele analizy nie są odpowiednio skonfigurowane, mogą generować niewłaściwe wyniki i powodować niewłaściwe decyzje. Konieczne jest regularne monitorowanie i ocena wyników analizy w celu zapewnienia ich dokładności i wiarygodności.
- Jednym z głównych wyzwań, z jakimi spotyka się analiza w czasie rzeczywistym, jest niejasne zdefiniowanie terminu "czas rzeczywisty" i niekonsekwentne wymagania wynikające z różnych interpretacji tego terminu.
- W rezultacie firmy muszą zainwestować znaczną ilość czasu i wysiłku, aby zebranie konkretnych i szczegółowych wymagań od wszystkich interesariuszy w celu uzgodnienia konkretnych definicji czasu rzeczywistego, tego, czego potrzebują oraz jakie źródła danych należy wykorzystać.
- Wdrożenie systemu analizy w czasie rzeczywistym może również stanowić wyzwanie dla wewnętrznych procesów firmy.
- Zadania techniczne związane z uruchomieniem analizy w czasie rzeczywistym, takie jak tworzenie architektury, często powodują, że firmy pomijają zmiany, które powinny zostać wprowadzone w wewnętrznych procesach.

Analiza w czasie...

- Przedsiębiorstwa powinny postrzegać analizę w czasie rzeczywistym jako narzędzie i punkt wyjścia do doskonalenia wewnętrznych procesów, a nie jako ostateczny cel działalności.
- Firmy mogą napotkać opór ze strony pracowników podczas wdrażania analizy w czasie rzeczywistym.

Podsumowując, analiza w czasie rzeczywistym oferuje liczne korzyści dla organizacji we wszystkich branżach. Pozwala na szybsze podejmowanie decyzji, identyfikowanie trendów i wzorców, optymalizację działań, personalizację usług, wykrywanie zagrożeń i wiele więcej. Jednak wdrożenie analizy w czasie rzeczywistym wymaga odpowiednich zasobów, umiejętności technicznych i świadomości związanych z bezpieczeństwem danych. Organizacje powinny dobrze zrozumieć swoje cele i potrzeby, aby skutecznie wdrożyć i wykorzystać analizę w czasie rzeczywistym.

4. Przykład wykorzystania analizy w czasie rzeczywistym w biznesie

Analiza w czasie rzeczywistym może być stosowana w różnych branżach i przypadkach użycia, takich jak (Hwang et al., 2017; Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023, Scappini, 2016, Peter et al., 2023):

- E-commerce - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w e-commerce do śledzenia ruchu na stronach internetowych, monitorowania zachowań zakupowych oraz optymalizacji promocji i cenników w czasie rzeczywistym. Na przykład sprzedawcy internetowi mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania ruchu na stronach internetowych, analizowania zachowań klientów i udzielania rekomendacji produktów na podstawie historii przeglądania.
- Usługi finansowe - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w usługach finansowych do monitorowania transakcji finansowych, wykrywania oszustw oraz identyfikowania anomalii w działalności handlowej. Na przykład banki i inne instytucje finansowe mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do wykrywania oszustw w czasie rzeczywistym i szybkiej reakcji na nie.
- Ochrona zdrowia - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w ochronie zdrowia do monitorowania danych zdrowotnych pacjentów w czasie rzeczywistym,

informując personel medyczny o potencjalnych problemach zdrowotnych i umożliwiając szybsze interwencje. Na przykład szpitale mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania parametrów życiowych pacjentów i wykrywania zmian w stanie zdrowia, umożliwiając świadczenie odpowiednich interwencji i poprawę wyników leczenia pacjentów.

- Transport - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w transporcie do śledzenia ruchu pojazdów, optymalizacji planowania tras oraz monitorowania zachowań kierowców w czasie rzeczywistym. Na przykład firmy logistyczne mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania lokalizacji swoich pojazdów, optymalizacji tras dostaw i redukcji kosztów paliwa.
- Produkcja - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w produkcji do monitorowania wydajności maszyn i optymalizacji procesów produkcyjnych. Na przykład fabryki mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do wykrywania potencjalnych problemów z maszynami i wprowadzania dostosowań w czasie rzeczywistym, aby zminimalizować czas przestoju i poprawić efektywność.
- Marketing - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w marketingu do śledzenia zachowań klientów i optymalizacji kampanii reklamowych w czasie rzeczywistym. Na przykład marketerzy mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania skuteczności swoich kampanii i dokonywania dostosowań w czasie rzeczywistym, aby maksymalizować zwrot z inwestycji.
- Energia - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w sektorze energetycznym do monitorowania zużycia energii, prognozowania popytu i optymalizacji produkcji energii. Na przykład dostawcy usług publicznych mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania zużycia energii w czasie rzeczywistym oraz prognozowania przyszłego popytu na podstawie danych historycznych, wzorców pogodowych i innych czynników.
- Sport - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w sporcie do monitorowania wyników zawodników, śledzenia statystyk meczowych i dostarczania w czasie rzeczywistym informacji dla trenerów i zawodników. Na przykład zespoły sportowe mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do śledzenia ruchu zawodników na boisku,

Analiza w czasie...

monitorowania ich tętna i innych danych biometrycznych oraz dokonywania dostosowań w czasie rzeczywistym w celu poprawy wyników.

- Telekomunikacja - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w branży telekomunikacyjnej do monitorowania wydajności sieci, wykrywania anomalii i optymalizacji pojemności sieci. Na przykład firmy telekomunikacyjne mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania ruchu sieciowego i identyfikowania potencjalnych problemów, takich jak zerwane połączenia, przed ich wpływem na klientów.
- Rolnictwo - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w rolnictwie do monitorowania zdrowia roślin, prognozowania plonów oraz optymalizacji nawadniania i nawożenia. Na przykład rolnicy mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania poziomu wilgotności gleby, wykrywania chorób roślin i dokonywania dostosowań nawadniania i nawożenia w czasie rzeczywistym w celu maksymalizacji plonów.
- Gry - analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w branży gier do monitorowania zachowań graczy, śledzenia wydajności gry oraz optymalizacji doświadczeń w grze. Na przykład deweloperzy gier mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania zachowań graczy w czasie rzeczywistym, dostosowywania poziomów trudności gry oraz udzielania spersonalizowanych rekomendacji w celu poprawy zaangażowania graczy.

Analiza w czasie rzeczywistym może być również wykorzystana w wielu obszarach organizacji. Szczególnie wiele potencjalnych zastosowań tej metody można znaleźć w zarządzaniu jakością. Możemy wspomnieć o następujących potencjalnych zastosowaniach tego typu analizy w zarządzaniu jakością (Hwang et al., 2017; Hurwitz et al., 2015; Lawton, 2019; Charles et al., 2023, Scappini, 2016, Peter et al., 2023; Cam et al., 2021):

- Analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w produkcji do monitorowania jakości produktu i wykrywania defektów w momencie ich występowania. Na przykład na liniach produkcyjnych mogą być umieszczone sensory do monitorowania temperatury, ciśnienia i innych czynników, które mogą wpływać na jakość produktu. Analiza w czasie rzeczywistym może być następnie używana do identyfikowania wzorców w danych i alarmowania zespołów kontroli jakości o potencjalnych problemach.

- Ten rodzaj analizy jest wykorzystywany w branży spożywczej do monitorowania jakości i bezpieczeństwa produktów. Na przykład sensory temperatury mogą być używane do monitorowania temperatury produktów spożywczych podczas transportu i przechowywania. Analiza w czasie rzeczywistym może być następnie używana do identyfikowania potencjalnych problemów jakościowych i podejmowania działań naprawczych przed wysyłką produktów do klientów.
- Analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w ochronie zdrowia do monitorowania wyników pacjentów i poprawy jakości opieki. Na przykład szpitale mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania parametrów życiowych pacjentów i wykrywania zmian w stanie zdrowia. Analiza w czasie rzeczywistym może być następnie używana do alarmowania zespołów medycznych o potencjalnych problemach i świadczenia odpowiednich interwencji w celu poprawy wyników leczenia pacjentów.
- Analiza w czasie rzeczywistym jest wykorzystywana w rozwoju oprogramowania do monitorowania jakości kodu i wykrywania defektów we wczesnym etapie procesu tworzenia. Na przykład zespoły tworzenia oprogramowania mogą używać analizy w czasie rzeczywistym do monitorowania zmian w kodzie, śledzenia raportów o błędach i identyfikowania potencjalnych problemów, zanim zostaną one wprowadzone do produkcji.

5. Podsumowanie

Artykuł omawia analizę w czasie rzeczywistym, która jest formą analizy danych, pozwalającą organizacjom przetwarzać i analizować dane w miarę ich generowania. Zapewnia ona natychmiastowe wglądy, umożliwia szybsze podejmowanie decyzji, poprawia efektywność operacyjną i pomaga w monitorowaniu i reagowaniu na zdarzenia w czasie rzeczywistym. Aby wdrożyć analizę w czasie rzeczywistym, organizacje potrzebują odpowiednich narzędzi i infrastruktury, w tym systemów przetwarzania danych o dużej prędkości, narzędzi do przetwarzania złożonych zdarzeń oraz algorytmów uczenia maszynowego. Proces ten obejmuje zbieranie danych, przetwarzanie, analizę danych w czasie rzeczywistym, wizualizację i raportowanie oraz generowanie praktycznych wniosków.

Analiza w czasie...

Analiza w czasie rzeczywistym różni się od analizy predykcyjnej pod względem czasu, celu, źródeł danych, technik analitycznych i wyników. Analiza w czasie rzeczywistym służy do bieżących operacji, podczas gdy analiza predykcyjna służy do prognozowania przyszłych wyników i podejmowania strategicznych decyzji. Oba podejścia są uzupełniające i można je stosować równocześnie, aby zapewnić wszechstronny widok działalności biznesowej.

Artykuł skupia się również na zaletach i wadach analizy w czasie rzeczywistym. Możliwość przetwarzania i analizowania danych w czasie rzeczywistym pozwala organizacjom szybko identyfikować trendy i wzorce, optymalizować swoje operacje oraz efektywniej alokować zasoby. Dodatkowo, analiza w czasie rzeczywistym pomaga firmom identyfikować nowe możliwości generowania przychodów i optymalizować strategie cenowe, monitorować zachowanie użytkowników, wykrywać zagrożenia dla bezpieczeństwa i reagować bez zwłoki. Jednak analiza w czasie rzeczywistym może być kosztowna w wdrożeniu, wymagać wiedzy technicznej i generować fałszywe alarmy. Właściwa jakość danych, środki bezpieczeństwa i skalowanie systemu są również istotne dla skutecznego wdrożenia. Niejasne określenie czasu rzeczywistego oraz konieczność gromadzenia szczegółowych wymagań od wszystkich interesariuszy mogą również stanowić wyzwanie dla firm.

Literatura:

1. Cam J.D. Cochran, J.J., Ohlmann, M.J.F. (2021). *Business analytics : descriptive, predictive, prescriptive*, Boston: Cengage.
2. Charles, V., Garg, P., Gupta, N., Agrawal, M. (2023). *Data Analytics and Business Intelligence: Computational Frameworks, Practices, and Applications*, New York: CRS Press.
3. Drozd, R, Wolniak, R. (2021). Metrisable assessment of the course of stream-systemic processes in vector form in industry 4.0. *Quality and Quantity*, 1-16, DOI: 10.1007/s11135-021-01106-w.
4. Drozd, R., Wolniak, R. (2021). Systematic assessment of product quality. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(4), 1-12.
5. Fortino, A. (2023). *Data Mining and Predictive Analytics for Business Decisions*, New York: Mercury Learning and Information.
6. Gajdzik, B., Grebski, M., Grebski, W., Wolniak, R. (2022). *Human factor activity in lean management and quality management*. Toruń: Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa. Dom Organizatora.
7. Gajdzik, B., Jaciow, M., Wolniak, R., Wolny R., Grebski, W.W. Energy Behaviors of Prosumers in Example of Polish Households, *Energies* 2023, 16(7), 3186; <https://doi.org/10.3390/en16073186>.
8. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2021). Digitalisation and innovation in the steel industry in Poland - selected tools of ICT in an analysis of statistical data and a case study. *Energies*, 14(11), 1-25.
9. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2021). Influence of the COVID-19 crisis on steel production in Poland compared to the financial crisis of 2009 and to boom periods in the market. *Resources*, 10(1), 1-17.
10. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2021). Transitioning of steel producers to the steelworks 4.0 - literature review with case studies. *Energies*, 14(14), 1-22.
11. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2022). Framework for R&D&I Activities in the Steel Industry in Popularizing the Idea of Industry 4.0. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 133.
12. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2022). Influence of Industry 4.0 Projects on Business Operations: literature and empirical pilot studies based on case studies in Poland. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 1-20.
13. Gajdzik, B., Wolniak, R. (2022). Smart Production Workers in Terms of Creativity and Innovation: The Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovations: Technology, Market and Complexity*, 8(1), 68.
14. Gajdzik, B., Wolniak, R. Grebski, W. (2023). *Process of Transformation to Net Zero Steelmaking: Decarbonisation Scenarios Based on the Analysis of the Polish Steel Industry*, *Energies* 2023, 16(8), 3384; <https://doi.org/10.3390/en16083384>.
15. Gajdzik, B., Wolniak, R., Grebski W.W. (2023). Electricity and heat demand in steel industry technological processes in Industry 4.0 conditions, *Energies*, 16(2), 1-29.
16. Gajdzik, B., Wolniak, R., Grebski, W.W. (2022). An econometric model of the operation of the steel industry in Poland in the context of process heat and energy consumption, *Energies*, 15(21), 1-26, 7909.
17. Gębczyńska, A., Wolniak, R. (2018). *Process management level in local government*. Philadelphia: CreativeSpace.
18. Grabowska S., Saniuk S., Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0, *Scientometrics*, 127 (6), 3117-3144, <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04370-1>.
19. Grabowska, S., Grebski, M., Grebski, W., Saniuk, S., Wolniak, R. (2021). *Inżynier w gospodarce 4.0*, Toruń: Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa – Stowarzyszenie Wyższej Użyteczności "Dom Organizatora".

20. Grabowska, S., Grebski, M., Grebski, W., Wolniak, R. (2019). *Introduction to engineering concepts from a creativity and innovativeness perspective*. New York: KDP Publishing.
21. Grabowska, S., Grebski, M., Grebski, W., Wolniak, R. (2020). *Inżynier – zawód przyszłości. Umiejętności i kompetencje inżynierskie w erze Przemysłu 4.0*. Warszawa: CeDeWu.
22. Greasley, A. (2019). *Simulating Business Processes for Descriptive, Predictive, and Prescriptive Analytics*, Boston: deGruyter.
23. Hąbek, P., Wolniak, R. (2013). Analysis of approaches to CSR reporting in selected European Union countries. *International Journal of Economics and Research*, 4(6), 79-95.
24. Hąbek, P., Wolniak, R. (2016). Assessing the quality of corporate social responsibility reports: the case of reporting practices in selected European Union member states. *Quality & Quantity*, 50(1), 339-420.
25. Hąbek, P., Wolniak, R. (2016). Factors influencing the development of CSR reporting practices: experts' versus preparers' points of view. *Engineering Economy*, 26(5), 560-570.
26. Hąbek, P., Wolniak, R. (2016). Relationship between management practices and quality of CSR reports. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 220, 115-123.
27. Hurwitz, J., Kaufman, M., Bowles, A. (2015). *Cognitive Computing and Big Data Analytics*, New York: Wiley.
28. Hwang, K., Chen, M. (2017). *Big-Data Analytics for Cloud, IoT and Cognitive Computing*, New York: Wiley.
29. Hys, K., Wolniak, R. (2018). Praktyki przedsiębiorstw przemysłu chemicznego w Polsce w zakresie CSR. *Przemysł Chemiczny*, 9, 1000-1002.
30. Jonek-Kowalska, I., Wolniak, R. (2021). Economic opportunities for creating smart cities in Poland. Does wealth matter? *Cities*, 114, 1-6.
31. Jonek-Kowalska, I., Wolniak, R. (2021). The influence of local economic conditions on start-ups and local open innovation system. *Journal of Open Innovations: Technology, Market and Complexity*, 7(2), 1-19.
32. Jonek-Kowalska, I., Wolniak, R. (2022). Sharing economies' initiatives in municipal authorities' perspective: research evidence from Poland in the context of smart cities' development. *Sustainability*, 14(4), 1-23.
33. Jonek-Kowalska, I., Wolniak, R., Marinina, O.A., Ponomarenko, T.V. (2022). *Stakeholders, Sustainable Development Policies and the Coal Mining Industry. Perspectives from Europe and the Commonwealth of Independent States*. London: Routledge.
34. Kordel, P., Wolniak, R. (2021). Technology entrepreneurship and the performance of enterprises in the conditions of Covid-19 pandemic: the fuzzy set analysis of waste to energy enterprises in Poland. *Energies*, 14(13), 1-22.
35. Kwiotkowska, A., Gajdzik, B., Wolniak, R., Vveinhardt, J., Gębczyńska, M. (2021). Leadership competencies in making Industry 4.0 effective: the case of Polish heat and power industry. *Energies*, 14(14), 1-22.
36. Kwiotkowska, A., Wolniak, R., Gajdzik, B., Gębczyńska, M. (2022). Configurational paths of leadership competency shortages and 4.0 leadership effectiveness: an fs/QCA study. *Sustainability*, 14(5), 1-21.
37. Laskowska, A., Laskowski, J.F. (2023). "Silver" Generation at Work—Implications for Sustainable Human Capital Management in the Industry 5.0 Era, *Sustainability (Switzerland)*, 15(1),194.
38. Lawton, G. (2019). *Descriptive analytics*, <https://www.techtarget.com/whatis/definition/descriptive-analytics>, (access data: 14.04.2023).
39. Nourani, C.F. (2021). *Artificial Intelligence and Computing Logic: Cognitive Technology for AI Business Analytics (Innovation Management and Computing)*, New York: CRC Press.

40. Olkiewicz, M., Olkiewicz, A., Wolniak, R., Wyszomirski, A. (2021). Effects of pro-ecological investments on an example of the heating industry - case study, *Energies*, 14(18), 1-24, 5959.
41. Orzeł, B., Wolniak, R. (2021). Clusters of elements for quality assurance of health worker protection measures in times of COVID-19 pandemic. *Administrative Science*, 11(2), 1-14, 46.
42. Orzeł, B., Wolniak, R. (2022). Digitization in the design and construction industry - remote work in the context of sustainability: a study from Poland. *Sustainability*, 14(3), 1-25.
43. Patanjali, K. (2018). *Machine Learning for Decision Makers: In the Age of Iot, Big Data Analytics, the Cloud, and Cognitive Computing*, Berkeley: Apres.
44. Peter, G.S., Amit, C.B., Deokar, V., Patel, N.R. (2023). *Machine Learning for Business Analytics: Concepts, Techniques and Applications in RapidMiner*, New York: Wiley.
45. Ponomarenko, T.V., Wolniak, R., Marinina, O.A. (2016). Corporate Social responsibility in coal industry (Practices of russian and european companies). *Journal of Mining Institute*, 222, 882-891.
46. Rosak-Szyrocka, J., Żywiołek J., Wolniak, R. (2023). Main reasons for religious tourism - from a quantitative analysis to a model, *International Journal for Quality Research*, 1(17), 109-120.
47. Scappini, A. (2016). *80 Fundamental Models for Business Analysts: Descriptive, Predictive, and Prescriptive Analytics Models with Ready-to-Use Excel Templates*, New York: Create Space.
48. Sharma, S., Rahman, V. Sinha, G.R. *Big Data Analytics in Cognitive Social Media and Literary Texts: Theory and Praxis*, Berlin: Springer.
49. Stawiarska, E., Szwajca, D., Matusek, M., Wolniak, R. (2020). *Wdrażanie rozwiązań przemysłu 4.0 w wybranych funkcjonalnych obszarach zarządzania przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej: próba diagnozy*. Warszawa: CeDeWu.
50. Stawiarska, E., Szwajca, D., Matusek, M., Wolniak, R. (2021). Diagnosis of the maturity level of implementing Industry 4.0 solutions in selected functional areas of management of automotive companies in Poland. *Sustainability*, 13(9), 1-38.
51. Stecuła, K., Wolniak, R. (2022). Advantages and Disadvantages of E-Learning Innovations during COVID-19 Pandemic in Higher Education in Poland. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 159.
52. Stecuła, K., Wolniak, R. (2022). Influence of COVID-19 Pandemic on Dissemination of Innovative E-Learning Tools in Higher Education in Poland. *Journal of Open Innovations: Technology, Market and Complexity*, 8(1), 89.
53. Sułkowski, M., Wolniak, R. (2016). Przegląd stosowanych metod oceny skuteczności i efektywności organizacji zorientowanych na ciągłe doskonalenie. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, 67, 63-74.
54. Sułkowski, M., Wolniak, R. (2018). *Poziom wdrożenia instrumentów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach branży obróbki metali*. Częstochowa: Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Produkcji i Jakości.
55. Tucci, L. (2019). *What is predictive analytics? An enterprise guide*, <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/definition/predictive-analytics>, (access data: 14.04.2023).
56. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B. (2014). The use of value stream mapping to introduction of organizational innovation in industry. *Metalurgija*, 53(4), 709-713.
57. Wolniak, R. (2011). *Parametryzacja kryteriów oceny poziomu dojrzałości systemu zarządzania jakością*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
58. Wolniak, R. (2013). A typology of organizational cultures in terms of improvement of the quality management. *Manager*, 17(1), 7-21.
59. Wolniak, R. (2013). Projakościowa typologia kultur organizacyjnych. *Przegląd Organizacji*, 3, 13-17.
60. Wolniak, R. (2014). Korzyści doskonalenia systemów zarządzania jakością opartych o wymagania normy ISO 9001:2009. *Problemy Jakości*, 3, 20-25.
61. Wolniak, R. (2016). Kulturowe aspekty zarządzania jakością. *Etyka biznesu i zrównoważony rozwój. Interdyscyplinarne studia teoretyczno-empiryczne*, 1, 109-122.

62. Wolniak, R. (2016). *Metoda QFD w zarządzaniu jakością. Teoria i praktyka*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
63. Wolniak, R. (2016). Relations between corporate social responsibility reporting and the concept of greenwashing. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*, 87, 443-453.
64. Wolniak, R. (2016). The role of QFD method in creating innovation. *Systemy Wspomagania Inżynierii Produkcji*, 3, 127-134.
65. Wolniak, R. (2017). Analiza relacji pomiędzy wskaźnikiem innowacyjności a nasyceciem kraju certyfikatami ISO 9001, ISO 14001 oraz ISO/TS 16949. *Kwartalnik Organizacja i Kierowanie*, 2, 139-150.
66. Wolniak, R. (2017). Analiza wskaźników nasycecia certyfikatami ISO 9001, ISO 14001 oraz ISO/TS 16949 oraz zależności pomiędzy nimi. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*, 108, 421-430.
67. Wolniak, R. (2017). The Corporate Social Responsibility practices in mining sector in Spain and in Poland – similarities and differences. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*, 111, 111-120.
68. Wolniak, R. (2017). The Design Thinking method and its stages. *Systemy Wspomagania Inżynierii Produkcji*, 6, 247-255.
69. Wolniak, R. (2017). The use of constraint theory to improve organization of work. 4th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts. SGEM 2017, 24-30 August 2017, Albena, Bulgaria. Conference proceedings. Book 1, *Modern science. Vol. 5, Business and management*. Sofia: STEF92 Technology, 1093-1100.
70. Wolniak, R. (2018). Functioning of social welfare on the example of the city of Łazy. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły, Humanitas. Zarządzanie*, 3, 159-176.
71. Wolniak, R. (2018). Methods of recruitment and selection of employees on the example of the automotive industry. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, 128, 475-483.
72. Wolniak, R. (2019). Context of the organization in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 133, 121-136.
73. Wolniak, R. (2019). Downtime in the automotive industry production process - cause analysis. *Quality, Innovation, Prosperity*, 2, 101-118.
74. Wolniak, R. (2019). Leadership in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 133, 137-150.
75. Wolniak, R. (2019). Support in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 137, 247-261.
76. Wolniak, R. (2019). The level of maturity of quality management systems in Poland-results of empirical research. *Sustainability*, 15, 1-17.
77. Wolniak, R. (2020). Design in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 148, 769-781.
78. Wolniak, R. (2020). Operations in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 148, 783-794.
79. Wolniak, R. (2020). Quantitative relations between the implementation of industry management systems in European Union countries. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 142, 33-44.
80. Wolniak, R. (2021). Internal audit and management review in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 151, 724-608.
81. Wolniak, R. (2021). Performance evaluation in ISO 9001:2015. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 151, 725-734.
82. Wolniak, R. (2022). Engineering ethics – main principles. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 155, 579-594.

83. Wolniak, R. (2022). Individual innovations. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 166, 861-876.
84. Wolniak, R. (2022). Management of engineering teams. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 157, 667-674.
85. Wolniak, R. (2022). Problems of Covid-19 influence on small and medium enterprises activities – organizing function. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 167, 599-608.
86. Wolniak, R. (2022). Project management in engineering. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 157, 685-698.
87. Wolniak, R. (2022). Project management standards, *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 160, 639-654.
88. Wolniak, R. (2022). Sustainable engineering, *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 160, 655-667.
89. Wolniak, R. (2022). The role of the engineering profession in developing and implementing sustainable development principles. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 155, 595-608.
90. Wolniak, R. (2022). Traits of highly innovative people. *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 166, 877-892.
91. Wolniak, R. (2023). Analysis of the Bicycle Roads System as an Element of a Smart Mobility on the Example of Poland Provinces, *Smart Cities*, 2023, 6(1), 368-391; <https://doi.org/10.3390/smartcities6010018>.
92. Wolniak, R. (2023). European Union Smart Mobility - aspects connected with bike road systems extension and dissemination. *Smart Cities*, 6, 1-32.
93. Wolniak, R. (2023). European Union Smart Mobility–Aspects Connected with Bike Road System’s Extension and Dissemination, *Smart Cities* 2023, 6(2), 1009-1042; <https://doi.org/10.3390/smartcities6020049>.
94. Wolniak, R. (2023). Innovations in industry 4.0 conditions, *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 169, 725-742.
95. Wolniak, R. (2023). Smart mobility jako element koncepcji smart city, *Zarządzanie i Jakość*, 1(5), 208-222.
96. Wolniak, R. (2023). Team innovations, *Silesian University of Technology Scientific Papers. Organization and Management Series*, 169, 773-758.
97. Wolniak, R., Sułkowski, M. (2015). Rozpowszechnienie stosowania Systemów Zarządzania Jakością w Europie na świecie – lata 2010-2012. *Problemy Jakości*, 5, 29-34.
98. Wolniak, R., Grebski, M.E. (2018). Innovativeness and creativity as factors in workforce development – perspective of psychology. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, 116, 203-214.
99. Wolniak, R., Grebski, M.E. (2018). Innovativeness and creativity as nature and nurture. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, 116, 215-226.
100. Wolniak, R., Grebski, M.E. (2018). Innovativeness and Creativity of the Workforce as Factors Stimulating Economic Growth in Modern Economies. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i Zarządzanie*, 116, 227-240.
101. Wolniak, R., Grebski, M.E., Skotnicka-Zasadzień, B. (2019). Comparative analysis of the level of satisfaction with the services received at the business incubators (Hazleton, PA, USA and Gliwice, Poland). *Sustainability*, 10, 1-22.
102. Wolniak, R., Hąbek, P. (2015). Quality management and corporate social responsibility. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 1, 139-149.
103. Wolniak, R., Hąbek, P. (2016). Quality assessment of CSR reports – factor analysis. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 220, 541-547.

104. Wolniak, R., Jonek-Kowalska, I. (2021). The level of the quality of life in the city and its monitoring. *Innovation (Abingdon)*, 34(3), 376-398.
105. Wolniak, R., Jonek-Kowalska, I. (2021). The quality of service to residents by public administration on the example of municipal offices in Poland. *Administration Management Public*, 37, 132-150.
106. Wolniak, R., Jonek-Kowalska, I. (2022). The creative services sector in Polish cities. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 1-23.
107. Wolniak, R., Saniuk, S., Grabowska, S., Gajdzik, B. (2020). Identification of energy efficiency trends in the context of the development of industry 4.0 using the Polish steel sector as an example. *Energies*, 13(11), 1-16.
108. Wolniak, R., Skotnicka, B. (2011).: *Metody i narzędzia zarządzania jakością – Teoria i praktyka, cz. 1*. Gliwice: Wydawnictwo Naukowe Politechniki Śląskiej.
109. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B. (2008). *Wybrane metody badania satysfakcji klienta i oceny dostawców w organizacjach*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
110. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B. (2010). *Zarządzanie jakością dla inżynierów*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
111. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B. (2018). Developing a model of factors influencing the quality of service for disabled customers in the conditions of sustainable development, illustrated by an example of the Silesian Voivodeship public administration. *Sustainability*, 7, 1-17.
112. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B. (2022). Development of photovoltaic energy in EU countries as an alternative to fossil fuels. *Energies*, 15(2), 1-23.
113. Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B., Zasadzień, M. (2019). Problems of the functioning of e-administration in the Silesian region of Poland from the perspective of a person with disabilities. *Transylvanian Review of Public Administration*, 57E, 137-155.
114. Wolniak, R., Sułkowski, M. (2015). Motywy wdrażanie certyfikowanych Systemów Zarządzania Jakością. *Problemy Jakości*, 9, 4-9.
115. Wolniak, R., Sułkowski, M. (2016). The reasons for the implementation of quality management systems in organizations. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*, 92, 443-455.
116. Wolniak, R., Wyszomirski, A., Olkiewicz, M., Olkiewicz, A. (2021). Environmental corporate social responsibility activities in heating industry - case study. *Energies*, 14(7), 1-19, 1930.