

Dr Kinga Pawlicka

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

ORCID: 0000-0002-8634-5282

e-mail: kinga.pawlicka@ue.poznan.pl

Mgr Monika Bal

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

ORCID: 0000-0003-3997-5377

e-mail: monika.bal@ue.poznan.pl

# Zastosowanie sztucznej inteligencji i zrównoważonych finansów łańcucha dostaw w obsłudze logistycznej omnichannel

*Application of artificial intelligence and sustainable finance of the supply chain in omnichannel logistics*

## Streszczenie

Przedsiębiorstwa, dążąc do maksymalizacji efektywności funkcjonowania łańcucha dostaw, powinny zmierzać do jego zrównoważenia. Jednak bardzo często dużą barierą dla przedsiębiorstw jest przestrzeganie praktyk zrównoważonego rozwoju przy jednoczesnym zapewnieniu lepszych wyników finansowych. W ostatnich latach wzrosło także znaczenie nowoczesnych rozwiązań zgodnych z ideą zrównoważonego rozwoju i wykorzystujących sztuczną inteligencję do poprawy wydajności zarządzania łańcuchem dostaw. Dlatego w artykule przyjęto dwa cele. Pierwszy, natury teoretycznej, polega na określeniu możliwości wsparcia wdrożenia i rozwoju zarządzania zrównoważonym łańcuchem dostaw przy zastosowaniu technologii sztucznej inteligencji. Drugi, natury praktycznej, dotyczy przedstawienia sposobów poprawy finansów łańcucha dostaw z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań do zarządzania nimi, czyli SSCM (*sustainable supply chain management*, zarządzanie zrównoważonym łańcuchem dostaw) i AI (*artificial intelligence*, sztuczna inteligencja), na przykładzie polskiej firmy odzieżowej stosującej omnichannel. We wnioskach ze studium przypadku stwierdzono, że wdrażając sztuczną inteligencję, liderzy łańcucha dostaw mogą z większą łatwością poprawić wszystkie kluczowe wymiary zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w obszarze strategicznym, poprzez wzmocnienie partnerstwa i współpracy z dostawcami oferującymi materiały o wartości dodanej, które gwarantują przewagę konkurencyjną.

## Słowa kluczowe:

finanse łańcucha dostaw, zrównoważony łańcuch dostaw, sztuczna inteligencja, logistyka omnichannel

## Abstract

Enterprises striving to maximize the efficiency of the supply chain operation should strive to balance it. However, very often a big barrier for enterprises is the observance of sustainable development practices while ensuring better financial results. In recent years, the importance of modern solutions consistent with the idea of sustainable development and using artificial intelligence in increasing the efficiency of supply chain management has also increased. Hence, two goals were adopted. The first one, of a theoretical nature, consists in determining the possibilities of supporting the implementation and development of sustainable supply chain management with the use of artificial intelligence technology. The second, of a practical nature, concerns the presentation of ways to improve the finances of the supply chain achieved with the use of modern solutions for their management — implementation with the use of SSCM (*sustainable supply chain management*) and AI (*artificial intelligence*) on the example of the Polish clothing company using omnichannel. The case study showed that by deploying AI, supply chain leaders can more easily improve all key dimensions of sustainability, especially in the strategic area, based on strengthening partnerships and collaboration with suppliers offering value-added materials that provide a competitive advantage.

## Keywords:

supply chain finance, sustainable supply chain, artificial intelligence, omnichannel logistics

JEL: D24, G32, M21, O32, Q56

## Wprowadzenie

Problematyka badawcza optymalizacji zarządzania finansami łańcucha dostaw jest podejmowana zarówno przez teoretyków z obszaru logistyki, jak i praktyków biznesu. Jednym z dynamicznie rozwijających się zagadnień w ramach tej tematyki są finanse zrównoważonego łańcucha dostaw (SSCF, *sustainable supply chain finance*). Według statystyk serwisu Web of Science<sup>1</sup> prowadzone są istotne badania na temat finansów łańcucha dostaw (SCF, *supply chain finance*) (ponad 5000 rekordów), w tym również związanych ze zrównoważonym rozwojem SSCF (ponad 500 rekordów). Istnieje jednak luka w literaturze na temat finansów zrównoważonego łańcucha dostaw wdrażanych w logistycę omnichannel (tylko 8 rekordów dla kombinacji *supply chain finance* + *omnichannel*; brak rekordów dla *supply chain finance* + *omnichannel* + *sustainable/sustainability*). Stąd w niniejszym opracowaniu przyjęto dwa cele. Pierwszy, natury teoretycznej, polega na określeniu możliwości wsparcia wdrożenia i rozwoju zarządzania zrównoważonym łańcuchem dostaw przy zastosowaniu technologii sztucznej inteligencji. Drugi, natury praktycznej, dotyczy przedstawienia sposobów poprawy finansów łańcucha dostaw z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań do zarządzania nimi — SSCM i AI — na przykładzie polskiej firmy odzieżowej stosującej omnichannel. Sformułowano następujący problem badawczy: jak nowoczesne rozwiązania z zakresu AI wpisujące się w nurt zrównoważonego rozwoju zarządzania przedsiębiorstwem mogą doprowadzić do poprawy zarządzania finansami łańcucha dostaw?

## Zrównoważone finanse łańcucha dostaw

Aspektami zarządzania łańcuchem dostaw, które w ostatnich latach szczególnie przykuwają uwagę zarówno badaczy, jak i biznesu, są finanse łańcucha dostaw (*supply chain finances*, SCF) oraz zarządzanie zrównoważonym łańcuchem dostaw (*sustainable supply chain management*, SSCM). Finanse łańcucha dostaw najczęściej są definiowane jako rozwiązania wdrażane z pomocą instytucji finansowych lub technologii, których ostatecznym celem jest dostosowanie przepływów finansowych do przepływów produktów i informacji w łańcuchu dostaw (Hofmann, 2003; Camerinelli, 2009; Lamoureux i Evans, 2011; Wuttke, Blome i Henke, 2013). M. Steeman (2014) definiuje SCF jako ustalenia finansowe stosowane we współpracy co najmniej dwóch partnerów w łańcuchu dostaw i wspieranie ich przez przedsiębiorstwo-lidera łańcucha w celu

poprawy wyników finansowych i zmniejszenia ogólnego poziomu ryzyka łańcucha dostaw. Pojęcie „zarządzanie zrównoważonym łańcuchem dostaw” (SSCM) definiowane jest natomiast jako zarządzanie łańcuchem dostaw w sposób, który integruje cele i wymagania zrównoważonego rozwoju określone przez firmę, dostawców, klientów i interesariuszy zewnętrznych (np. konsumentów, decydentów, stowarzyszenia). Wśród tych celów wyróżniamy cele ekonomiczne, społeczne, środowiskowe i etyczne, które wszyscy członkowie łańcucha dostaw muszą osiągnąć, aby łańcuch dostaw był zrównoważony (Fritz, 2019, s. 2). Założenia i cele SCF i SSCM łączy koncepcja zrównoważonych finansów łańcucha dostaw (*sustainable supply chain finances*, SSCF). Istotą i głównym wyzwaniem SSCF jest rozwiązanie problemu braku lub utrudnionego dostępu przedsiębiorstw-ogniów łańcucha dostaw, które nie są jego liderami, do zasobów finansowych na sfinansowanie inwestycji w zrównoważone produkty (Karaosman i in., 2017). Zwykle wiąże się to z problemami z dostępem tych firm do kapitału i wynikającymi z tego wysokimi kosztami jego pozyskania, podczas gdy często mali dostawcy z początku łańcucha dostaw są tymi ogniwami, w których przypadku poprawa zrównoważenia przyniosłaby największe korzyści (de Boer i in., 2017). SSCF jest więc wdrożeniem SCF w odniesieniu do produktów podnoszących poziom zrównoważenia przedsiębiorstw.

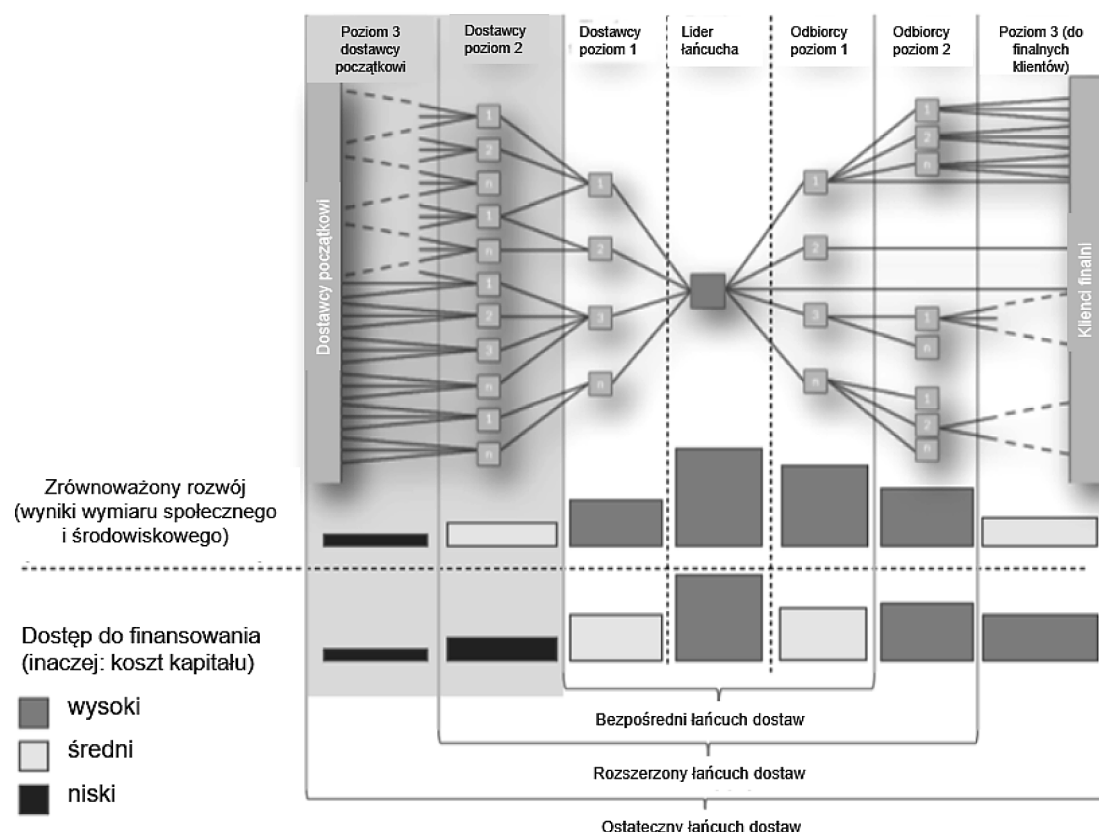
Wdrażanie rozwiązań z obszaru finansów zrównoważonego łańcucha dostaw jest szczególnie ważne dla ogniw na samym początku łańcucha, choć długofalowe korzyści osiąga cały łańcuch dostaw (rysunek 1). Istotnym aspektem przedstawionym na rysunku jest wyróżnienie bezpośredniego i rozszerzonego łańcucha dostaw, ponieważ w praktyce często rozwiązania ułatwiające dostęp do kapitału na wdrożenie innowacyjnych rozwiązań są oferowane przez liderów łańcucha ogniom tworzącym bezpośredni łańcuch, podczas gdy brak takiej pomocy na rzecz dostawców pośrednich powoduje tzw. brakujący środek finansowania MŚP (Milder, 2008; Alibhai, Bell i Conner, 2017).

## Sztuczna inteligencja w zarządzaniu łańcuchem dostaw

Do zarządzania łańcuchem dostaw wykorzystuje się różne narzędzia i technologie, takie jak sztuczna inteligencja (AI), które mogą przyczynić się do osiągnięcia znacznych korzyści, jeśli chodzi o rozwój innowacyjności przedsiębiorstw. Sztuczna inteligencja jest rozumiana jako dziedzina zajmująca się tworzeniem maszyn i algorytmów, których funkcjonowanie

## Rysunek 1

Asymetryczny rozkład zagrożeń związanych ze zrównoważonym rozwojem i dostępem do finansowania w sieci łańcucha dostaw



Źródło: de Boer i in., 2017, s. 2.

opiera się na cechach inteligencji ludzkiej, w tym na zdolności do samodzielnego dostosowywania się do zmiennych warunków, rozumienia abstrakcyjnego i ciągłego uczenia się (Wyskwarowski, 2015; Stawiarz, 2016). AI może funkcjonować jako sprzęt i/lub oprogramowanie w systemie reprezentującym ludzką inteligencję — ten rodzaj reprezentacji jest już widoczny we wszystkich procesach i operacjach biznesowych (Vipul, 2009; Min, 2010). Sztuczna inteligencja wpływa nie tylko na rozwój i praktyczne wdrożenie nowych rozwiązań, ale także na rozwój wiedzy i umiejętności pracowników poprzez ich udział w szkoleniach, który jest niezbędny do wykonywania zadań i obowiązków służbowych (Olan i in., 2021).

Działania w zakresie zarządzania łańcuchem dostaw, w tym jego finansami, wymagają interakcji między pracownikami i maszynami. Sposób interakcji różni się w zależności od złożoności danych i stopnia wykorzystania kapitału ludzkiego. Efekt tej współpracy doprowadził do rozwoju cobotów, czyli robotów wykorzystywanych do interakcji z człowiekiem (El Zaatari, Marei, Li, Usman, 2019). Skutku-

je to zatarciem granic w świecie, gdzie powtarzalne czynności były przypisywane maszynom, natomiast ludzie zajmowali się tym, co wymaga kreatywnego myślenia, przewidywania oraz wrażliwości. Tendencja ta wpisuje się w założenia koncepcji Industry 5.0 (Özdemir, Hekim, 2018).

Teorie sztucznej inteligencji koncentrują na się kreowaniu i wykorzystaniu uczenia maszynowego, które może wspierać działalność biznesową i łańcuch dostaw (Fan i in., 2020; Radhakrishnan i in., 2018; Li i in., 2017). W przypadku łańcucha dostaw zastosowanie AI będzie miało szczególne znaczenie w obszarach związanych z wykorzystaniem i analizą danych, czyli procesem prognozowania i analityką. Sztuczna inteligencja zapewnia narzędzia predykcyjne, które umożliwiają zarządzanie popytem i zapasami w celu usprawnienia procesu decyzyjnego (Huang, Fu, 2019).

Do zarządzania zapasami można wykorzystać nowe techniki uczenia maszynowego, które pozwalają na wykrycie nieprawidłowych danych (wyszukiwanie błędnych danych), automatyzację wykrywania sezonowości czy nadawanie parametrów do inwentaryza-

cji, aby lepiej zrozumieć zmiany zachodzące w łańcuchu dostaw oraz koordynować np. wyprzedaże na poziomie centrum logistycznego i/lub sklepu. Zarządzanie zapasami stanowi wyznacznik prawidłowego funkcjonowania łańcucha dostaw, gdyż zbyt mały zapas może przyczynić się do utraty klientów i zmniejszenia sprzedaży, podczas gdy nadmiar zapasów wymaga większych środków pieniężnych, wydatków na transport czy też większego nakładu pracy. W konsekwencji koordynowanie i kontrolowanie zapasów staje się jednym z najważniejszych kryteriów SSCM, w którym ewidencja zapasów przedsiębiorstwa musi być prowadzona i aktualizowana w sposób optymalny. Ponadto większość surowców i półproduktów, zwłaszcza w branży odzieżowej, jest importowana, dlatego wzmocnienie SSCM przekłada się na poprawę zaopatrzenia w surowce. Na zakup materiałów i surowców mają wpływ wahania kursów walut, stopy procentowe, inflacja, przepisy handlowe, kryzysy (polityczny, środowiskowy), a także zmiany w popycie klientów, postęp technologiczny, siła przetargowa kluczowych dostawców oraz zmiany czasu dostawy i jakości surowców. Dlatego przedsiębiorstwa, w celu utrzymania pozycji konkurencyjnej, powinny opracować skuteczną procedurę zarządzania, która obejmie kontrolę zakupów, przechowywania i transportu surowców, a także opracowanie ekologicznie zrównoważonego procesu zakupów i obniżenia ich kosztów (Tseng i in. 2018).

## Wdrożenie AI dla SSCF na przykładzie firmy odzieżowej

Wyznaczniki AI, takie jak inteligencja ludzka, analiza danych, przewidywanie i optymalizacja, mają istotne znaczenie dla projektowania finansów zrównoważonego łańcucha dostaw (Patnaik, 2015; Zahraee i in., 2016). Jak twierdzą G. Yu, F. Li i Y. Yang (2017) głównym problemem zarządzania łańcuchem dostaw jest kwestia połączenia procesów finansowych z przepływami rzeczowymi. Rozwiązaniem jest AI, która wzmacnia partnerstwo, a także wymianę informacji między odbiorcami i dostawcami w łańcuchu dostaw poprzez dzielenie się dostępnymi zasobami finansowymi (Venkatesh i in., 2019). AI łączy bezpośrednie inwestycje zagraniczne (BIZ) i sieci dostawców w celu udostępniania usług finansowych, zwłaszcza biorąc pod uwagę kryteria finansowania łańcucha dostaw oraz regulacje instytucji finansowych i brokerów (Olan i in., 2021).

Pełna dostępność informacji i danych finansowych w poszczególnych ogniwach łańcucha zapewnia nadzór i optymalizację transakcji. Przedsiębiorstwa funkcjonujące w ramach takich założeń osiągały niezbędną równowagę, równy dostęp do zasobów i ujednolicone środki monitorowania wydajności, co

przyczynia się do generowania korzyści dla wszystkich uczestników sieci.

Na podstawie danych finansowych dla poszczególnych ogniw łańcucha dostaw generowane są wnioski, które wpływają na poprawę jakości usług i obsługi klienta. Celem firm staje się wypracowanie rozszerzonej analityki obejmującej obsługę aktualnych danych i sterowanie zdolnościami analitycznymi poszczególnych ogniw działających w obrębie łańcucha oraz realizacja procesu decyzyjnego dla dynamicznego i nieprzewidywalnego otoczenia. Skrócenie cykli decyzyjnych za pomocą AI dla operacji w ramach finansów łańcucha dostaw umożliwi planowanie w czasie rzeczywistym przy użyciu danych niestrukturalnych. Powoduje to znaczne skrócenie cykli decyzyjnych, co synchronizuje planowanie i wykonywanie zadań.

W ramach realizacji celu drugiego podjęto się teoretycznego opisu wdrożenia AI, który będzie wsparciem dla realizacji idei SSCM w polskiej firmie odzieżowej o zasięgu globalnym. Obecnie firma ta nie wykorzystuje AI do zarządzania finansami łańcucha dostaw (SSCF). Jednakże stosuje sztuczną inteligencję w innych obszarach swojej działalności. Po przeprowadzeniu szczegółowego studium przypadku przedsiębiorstwa zaproponowano wytyczne dotyczące wdrożenia SSCM (z wykorzystaniem AI) oraz sformułowano rekomendacje w postaci potencjalnych korzyści i zagrożeń wynikających z realizacji projektu. Dane wykorzystane do studium przypadku pochodzą ze strony internetowej firmy oraz informacji prasowych i raportów. Przedsiębiorstwo działa w ramach strategii omnichannel, która integruje sprzedaż tradycyjną i internetową w Europie, Azji i na świecie.

Firma ponad 50% przychodów ze sprzedaży generuje w Polsce. W okresie pandemii SARS-CoV-2 odnotowała trzycyfrowy wzrost przychodów ze sklepów internetowych, który jednak nie był w stanie w pełni zrekompensować utraconych możliwości sprzedażowych w sklepach stacjonarnych. Kilukrotnie lockdowny ogłaszane zarówno w Polsce, jak i poza jej granicami spowodowały spadek całościowej sprzedaży o mniej więcej 15% w porównaniu z rokiem poprzednim. Zamknięcie sklepów stacjonarnych, zmniejszenie wolumenu zamówień u dostawców, przeniesienie części kolekcji na kolejne sezony oraz niekorzystny wpływ kursów walut na ceny w wybranych kwartałach spowodowały, że firma odzieżowa uzyskała w pierwszej połowie 2021 r. niższą marżę brutto o 1,5 p.p. w porównaniu z analogicznym okresem roku poprzedniego. Skutki pandemii wpłynęły również na koszty działalności operacyjnej, które w roku finansowym 2020/2021 zmalały o 2,3% r/r. Spadek ten był wynikiem niższych kosztów czynszu dzięki zwolnieniu z obowiązku zapłaty czynszów najmu w galeriach handlowych w okresie obu lockdownów na mocy uchwały rządu polskiego.

W celu wdrożenia AI na potrzeby SSCF w przedsiębiorstwie należy przeanalizować określone działania, które ujęto w czterech punktach stanowiących principia dla realizacji tego projektu. Sformułowane je następująco:

Po pierwsze, warto opracować uzasadnienie biznesowe dla wdrożenia AI. Przedsiębiorstwo powinno zebrać i przedstawić powody, dla których AI jest wdrażane, takie jak stosunek wartości do ceny, do zakresu prac i konieczność podjęcia się projektu w danym momencie. Przygotowanie wartościowego uzasadnienia biznesowego i wpisanie go do strategii firmy zwiększą szanse na osiągnięcie maksymalnych korzyści z wdrożenia AI. Pozwala to na uniknięcie problemów z przeszacowaniem zwrotu z inwestycji i pominięciem potencjalnego ryzyka.

Po drugie, należy stworzyć kompleksową bazę danych. Stosowanie sztucznej inteligencji w jakimkolwiek obszarze bez dostępu do odpowiednich zbiorów informacji jest niemożliwe. Dlatego przedsiębiorstwo powinno znormalizować i skatalogować własne dane, również te zarchiwizowane. Warto też sprawdzić, czy i jak można uzyskać kolejne zbiory, które mogą przynieść przewagę konkurencyjną, np. informacje o nastrojach konsumentów czy lokalizacji różnych wydarzeń w czasie rzeczywistym (McKinsey, 2017). W wielu firmach synchronizacja danych pochodzących z różnych systemów (w przypadku analizowanego przedsiębiorstwa będą to: WMS, system współpracujący z czytnikiem kodów RFID, system alokowania towarów) stanowi duże wyzwanie, dla którego rozwiązaniem jest Big Data Analytics — zestaw narzędzi, algorytmów, symulacji i optymalizacji, które można zastosować do analizy dużych zbiorów danych i wyodrębnienia nieznanych, ukrytych, ważnych i użytecznych relacji, wzorców i informacji (Adams, 2010). Analiza Big Data może wpłynąć na poprawę zrównoważenia łańcucha w takich obszarach jak wspieranie nowoczesnej zrównoważonej produkcji, projektowanie zrównoważonych tras i harmonogramów kursowania statków czy ocena efektywności środowiskowej (Chalmeta, Barqueros-Munoz, 2021).

Po trzecie, warto dokonać oceny zasobów i potencjalnych modeli wdrażania. Przy realizacji każdego projektu niezbędna jest odpowiednia wiedza i doświadczenie, dlatego firma z branży odzieżowej powinna rozważyć skorzystanie z usług eksperckich, np. na zasadach outsourcingu, lub z doświadczenia firm consultingowych. Równie ważne, co pozyskanie właściwego *know-how* na rynku, jest zintegrowanie danych w ramach przedsiębiorstwa. Rozwiązania AI stosuje się najczęściej w pozornie niezależnych od siebie pionach organizacji, jak np. magazynowanie, dystrybucja, finanse i księgowość czy obsługa klienta, tymczasem powinny one być traktowane holistycznie. Bardzo ważnym aspektem jest również wybór modelu zarządzania projektem. W przypadku AI i branży odzieżowej wydaje się, że najwłaści-

szym podejściem będzie *agile*. Dzieli ono projekty na mniejsze zadania i etapy. Podział pracy na mniejsze części daje zwinnym zespołom możliwość analizy wstępnych wyników, ponownej oceny wykonanej pracy i przyjęcia interaktywnego podejścia na każdym etapie projektu (Serrador, Pinto, 2015).

Po czwarte, należy dokonać integracji wszystkich procesów ze szczególnym uwzględnieniem aspektu finansowego. Po rozpatrzeniu wniosków z pilotażowego wdrożenia AI warto zsynchronizować je z podstawowymi procesami biznesowymi firmy. Takie postępowanie pozwoli w pełni osiągnąć korzyści zakładane w uzasadnieniu biznesowym. Integracja powinna mieć charakter całościowy, co wymaga zwykle zmiany procesów — ich automatyzacji lub gruntownego przeprojektowania we współpracy z osobami odpowiedzialnymi za dany obszar (McKinsey, 2017). W przypadku sztucznej inteligencji najważniejsze jest zapewnienie czytelnych standardów współpracy człowieka z maszyną i/lub robotem. Najtrudniejsze zmiany w organizacji dotyczą kapitału ludzkiego, a nie innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Dlatego przedsiębiorstwo powinno przygotować pracowników do wdrożenia AI poprzez szkolenia i pełen dostęp do informacji o stopniu zaawansowania prac projektowych.

Po prawidłowym wdrożeniu AI możliwe jest osiągnięcie szeregu korzyści przejawiających się uzyskaniem trwałej przewagi konkurencyjnej wskutek efektywnego prognozowania popytu i zmniejszenia kosztów operacji w łańcuchu dostaw (Someh i in., 2020). Na tej podstawie można wnioskować, że wykorzystanie AI do realizacji strategii omnichannel jest szczególnie uzasadnione, gdyż pozwala na przewidywanie trendów, optymalizację operacji logistycznych dla dwóch kanałów dystrybucji, synchronizację cen i personalizację promocji. Niektóre z rozwiązań AI przewidują potrzeby klientów, wysyłając im towar bez oczekiwania na potwierdzenie zamówienia. Wśród potencjalnych korzyści wdrożenia AI dla przedsiębiorstwa z branży odzieżowej można wymienić:

- wzrost innowacyjności, w tym rozwój robotyki i automatyzacji, czyli rozwiązań przeznaczonych głównie do wykorzystania w procesach magazynowych;
- możliwość osiągnięcia wyższej marży;
- lepsze prognozowanie potrzeb klientów;
- wzrost sprzedaży;
- skuteczniejsze zarządzanie zaopatrzeniem i kontrolę kosztów.

Rozwój robotyzacji i automatyzacji, który gwarantuje AI, przyczynia się do wzrostu produktywności, co może być wykorzystane przez analizowaną firmę. Dobrym benchmarkiem jest zaadaptowanie przez firmę Amazon robotów KIVA (opartych na sztucznej inteligencji) do sortowania towarów w centrach logistycznych. Wykorzystanie tego typu roz-

wiązań zwiększyło efektywność dziennego poziomu obsługi z 700 tys. do 1,5 mln produktów. W konsekwencji pracownik może w ciągu godziny przygotować do wysyłki 300 wyrobów, czyli trzykrotnie więcej niż pierwotnie, z dokładnością sięgającą 99,99%.

Badania dowodzą (Syam, Sharma, 2018; Kumar i in., 2019, Gao, 2020), że przedsiębiorstwa, które opierają swoją strategię rozwoju na AI, osiągają znacznie wyższe marże niż firmy, które nie realizują takich inwestycji. Automatyzacja procesów (zwłaszcza produkcji i magazynowania) w odniesieniu do towarów z rynku *fast fashion*, gdzie wyroby są często dostarczane do sklepów, zapewnia wzrost efektywności, który jest warunkiem koniecznym zwiększenia marży. Ważne jest podkreślenie, że przedsiębiorstwo uzyska wymierne korzyści tylko wtedy, gdy podejmie decyzję o jej istotnym wdrożeniu. Jeżeli usunie się którykolwiek z kluczowych elementów — solidne fundamenty w postaci wysokiego poziomu cyfryzacji, wdrażanie AI na pełną skalę czy wpisanie AI w kierunek strategicznej działalności — zyski stają się o wiele mniejsze.

AI może pomóc dokładniej prognozować potrzeby klientów w czasie rzeczywistym. Firma odzieżowa może lepiej koordynować procesy w ramach omnichannel, wykorzystując prawidłowości i zależności zidentyfikowane dzięki analizie dużych zbiorów danych. AI czerpie informacje z różnych części przedsiębiorstwa, np. z bazy wcześniejszych transakcji z dostawcami, trendów w mediach społecznościowych, wzorców dokonywania zakupów, historii odwiedzonych stron internetowych, analizy wyrazu twarzy czy prognozy pogody. W przypadku branży odzieżowej algorytm uczenia maszynowego do przewidywania poziomu sprzedaży warto oprzeć na kosztach

zwrotów odpadów (powiązanych z logistyką zwrotną), utraconej sprzedaży oraz wielkości zamówień dostosowanych do popytu.

Według danych McKinsey Global Institute z 2020 r.<sup>2</sup> dla handlu online personalizacja połączona z dynamicznym ustalaniem cen może doprowadzić do wzrostu sprzedaży nawet o 30%. Systemy uczące się, które można by zaproponować firmie odzieżowej, powinny skupiać się na personalizowaniu promocji, dopasowywaniu jej do klientów, sezonu czy trendów. Jednym z prostszych rozwiązań w tym zakresie są beacony przesyłające oferty na smartfony klientów, a zarazem śledzące ich wybory konsumenckie.

Wykorzystywanie AI pozwala na optymalizację kosztów globalnego łańcucha dostaw oraz elastyczne reagowanie w przypadku zmian zachodzących w otoczeniu. Analizowane przedsiębiorstwo może to doskonale wykorzystać w przypadku kolejnego (hipotetycznego) zamknięcia sklepów w galeriach handlowych spowodowanego pandemią i w sposób sprawny przejść do sprzedaży tylko online, bez zbędnych zapasów czy konieczności przesuwania kolekcji w czasie (jak było w przypadku lockdownu w 2020 r.). Integracja cyfrowa systemów producentów z systemami dostawców za pomocą AI będzie dawać pełną informację odnośnie do dostępności mocy produkcyjnych oraz materiałów do produkcji, a także pozwoli na optymalizację dyspozycyjności transportu czy reagowanie na zdarzenia nadzwyczajne i awarie.

Wymienione korzyści dla przedsiębiorstwa branży odzieżowej wynikające z wdrożenia AI mogą zostać wykorzystane do poprawy wszystkich wymiarów zrównoważenia (społecznego, środowiskowego i gospodarczego), czego przykłady przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Implikacje dla zrównoważonego rozwoju wdrożenia AI

Korzyść z wdrożenia AI	Implikacje dla zrównoważonego rozwoju
Wzrost innowacyjności procesów magazynowych	Zastosowanie rozwiązań pozwalających na oszczędność surowców — energii, paliwa, wody itp. Poprawa efektywności i produktywności, jakości obsługi, a także warunków pracy, zwiększenie bezpieczeństwa, np. przez zmniejszenie ryzyka wypadków
Wyższa marża, wzrost sprzedaży	Nadwyżkę marży można wykorzystać na inwestycje w społeczny i środowiskowy wymiar zrównoważonego rozwoju. Poprawa rentowności, korzyści skali z większej sprzedaży
Lepsze prognozowanie potrzeb klientów	Lepsze dopasowanie asortymentu do popytu pozwoli walczyć z problemem nadprodukcji w branży odzieżowej, skutkującej problemem martwych zapasów szkodliwych dla środowiska i stanowiących zbędny koszt. Ograniczenie zwrotów zmniejsza koszt, w tym środowiskowy, ich realizacji i obsługi
Skuteczniejsze zarządzanie zaopatrzeniem i kontrola kosztów	Zmniejszenie kosztów wynikających z zakłóceń w łańcuchu dostaw, np. utrzymywania większych zapasów, organizacji dodatkowego transportu, poprawa stabilności zatrudnienia

Źródło: opracowanie własne.

## Wdrożenie finansów zrównoważonego łańcucha dostaw dla firmy odzieżowej

Dodatkowym uzasadnieniem zastosowania AI w analizowanym przedsiębiorstwie jest wsparcie wdrożenia SCF. Podczas wdrażania SCF firmy wykorzystują zazwyczaj modele analityczne pomagające określić kolejność wprowadzania programu u dostawców. Modele te powstają zwykle z przekształcenia macierzy autorstwa P. Kraljicia, zgodnie z którą segmentacja dostawców jest dokonywana z uwzględnieniem czynników, takich jak względne znaczenie strategiczne dla nabywcy i ryzyko, np. zakłócenia łańcucha dostaw w przypadku zaprzestania działalności dostawcy. Drugi popularny model koncentruje się na potencjalnej wartości, jaką SCF może przynieść zarówno dostawcom, jak i nabywcy. Analizowane kryteria to różnica w ratingu kredytowym poszczególnych dostawców i nabywcy, stopa kosztu kapitału dostawców, łączne wydatki u wszystkich dostawców o określonym ratingu kredytowym (de Boer, van Bergen, Steeman, 2015, s. 33; Chakuu, Masi, Godsell, 2017, s. 753). Wdrożenie finansów zrównoważonego łańcucha dostaw zakłada jednak pewne specyficzne cechy, którymi powinna się kierować firma odzieżowa.

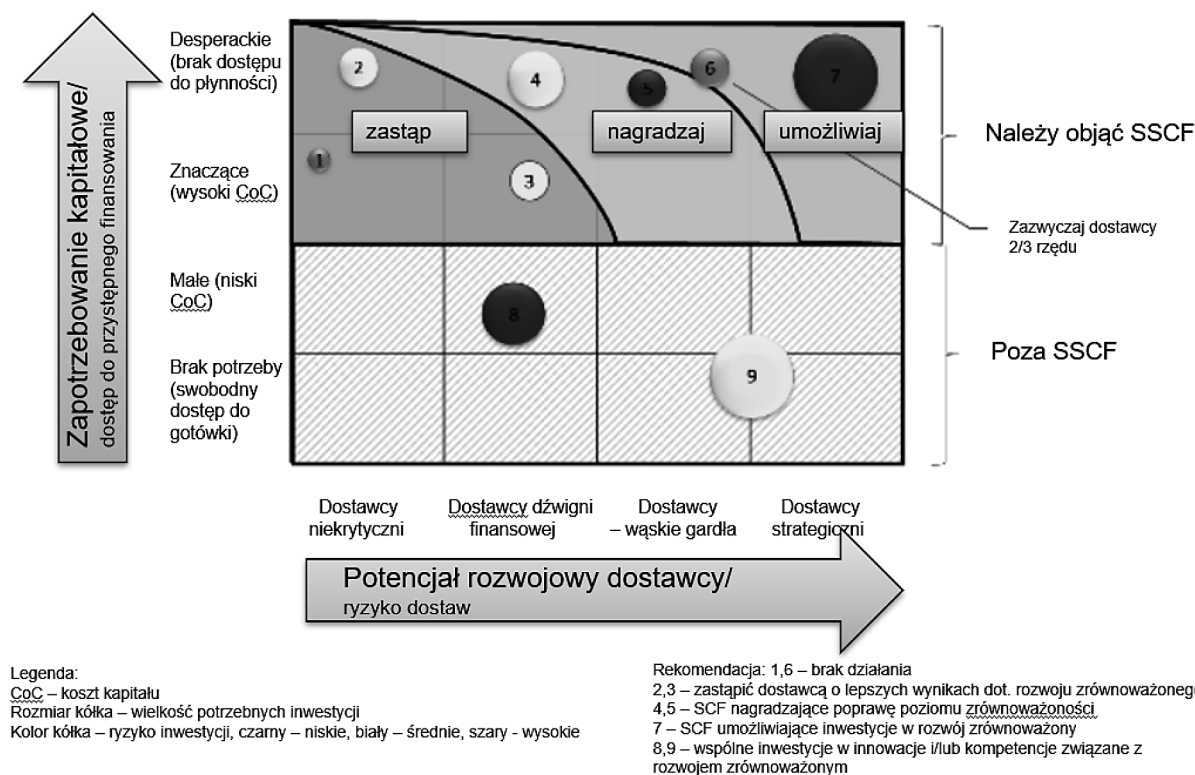
Zdaniem de Boera i in. (2017) należy w tym miejscu dodatkowo określić zarówno możliwości, jak i wymagane zasoby finansowe analizowanych dostawców. W tym celu przedsiębiorstwo będące przedmiotem analizy powinno podzielić swoich dostawców na „nagradzanych”, czyli dostawców o lepszym ratingu i większych zasobach finansowych, oraz „wspieranych”, czyli perspektywicznych dostawców o ograniczonych możliwościach samodzielnego wdrożenia rozwiązań zgodnych z ideą zrównoważenia z powodów takich jak niski rating i ograniczone zasoby. Rozwiązaniem wspierającym SCF może być np. finansowanie środków trwałych lub innowacje kooperacyjne, z kolei przykładem rozwiązania nagradzającego jest selektywny lub oparty na wydajności faktoring odwrotny.

Przedstawiony na rysunku 3 model zaproponowany przez de Boera i in. (2017) łączy wymienione wcześniej popularne metody analizy portfela dostawców uzupełnione o kryteria, takie jak np. łatwość dostępu do kapitału, analizowane w celu określenia, gdzie zastosować mechanizmy nagradzania, gdzie mechanizmy wspomagające, gdzie zastąpić dostawców, a gdzie rozwiązania inne niż SSCF mogą być bardziej odpowiednie.

Zaletą zastosowania przez firmę odzieżową modelu jest dokładniejsze dopasowanie oczekiwanych korzyści z wdrożenia SSCF do specyficznych potrzeb

Rysunek 3

Wdrażanie rozwiązań SSCF u różnych dostawców łańcucha dostaw



Źródło: de Boer i in., 2017, s. 4.

dostawców, wynikających z pozycji zajmowanej w łańcuchu, ratingu, posiadania i łatwości pozyskania różnego rodzaju zasobów. Niezbędne do jego zastosowania będą zatem zgromadzenie dużej liczby wrażliwych informacji o dostawcach oraz ich złożona analiza, co analizowane przedsiębiorstwo może w łatwy sposób osiągnąć, gdyż korzysta ze zintegrowanych systemów typu WMS, czy SAP. Natomiast trudnością związaną z wdrożeniem modelu w łańcuchu dostaw firmy odzieżowej będzie konieczność pozyskania danych z ogniw, takich jak plantacje i przetwórczo bawełny, zakłady chemiczne czy fabryki należące do „rozszerzonego” łańcucha dostaw i zlokalizowane w krajach rozwijających się. Aby zatem proces ten był efektywny, powinien być wsparty rozwiązaniami IT ułatwiającymi gromadzenie i analizę dużych zbiorów danych z uwzględnieniem danych jakościowych.

## Podsumowanie

Odnosząc się do celu empirycznego artykułu, przedsiębiorstwa z branży odzieżowej (współcześnie funkcjonujące głównie w ramach omnichannel) poprzez wdrożenie AI mogą w łatwiejszy sposób dojść

do poprawy każdego z wymiarów zrównoważonego rozwoju (społecznego, środowiskowego i ekonomicznego, w tym finansowego), czego przykłady ujęto w tabeli 1. Przeprowadzona analiza wskazuje, że zastosowanie sztucznej inteligencji w finansach łańcucha dostaw jest szczególnie rekomendowane dla analizowanej firmy z branży odzieżowej. Stosowanie AI ma bezpośredni wpływ na SSCM, którego elementem jest SSCF. Jest to szczególnie widoczne w dwóch obszarach. Po pierwsze, w wykorzystaniu uczenia maszynowego do optymalizacji zarządzania zapasami i ich prognozowania, co jest kluczowe dla *fast fashion* i stanowi warunek konieczny osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju w łańcuchach dostaw. Sukces wdrożenia zależy od jego odpowiedniego przygotowania poprzedzonego wnikliwą analizą. W tym celu należy opracować uzasadnienie biznesowe dla wdrożenia AI, stworzyć kompleksową bazę danych, przeprowadzić wnikliwą ocenę zasobów i potencjalnych modeli wdrażania, w końcu przeprowadzić integrację wszystkich procesów ze szczególnym uwzględnieniem aspektu finansowego. Po drugie, AI jest narzędziem pomocnym przy dokonaniu właściwego podziału dostawców według określonych kryteriów (w tym zwłaszcza metod finansowania) dopasowanych do ich potrzeb, co warunkuje sukces wdrożenia SSCF.

## Przypisy/Notes

<sup>1</sup> Stan na dzień 5.10.2021.

<sup>2</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights> (30.09.2021)

## Bibliografia/References

- Adams, N. M. (2010). Perspectives on data mining. *International Journal of Market Research*, 52(1), 11–19.
- Alibhai, S., Bell, S., Conner, G. (2019). What's happening in the missing middle?: Lessons from financing SMEs. The World Bank.
- Camerinelli, E. (2009). *Measuring the value of the supply chain: Linking financial performance and supply chain decisions*. Routledge.
- Chalmeta, R., Barqueros-Munoz, J. E. (2021). Using big data for sustainability in supply chain management. *Sustainability*, 13(13), 7004, <https://doi.org/10.3390/su13137004>
- Boer, R. de, Bals, L., Tate, W., Gelsomino, L., Steeman, M., Bals, C. (2017). *Exploring the financial flows in sustainable supply chains*. 24th International Conference on Production Research (ICPR). Poznań (Poland).
- El Zaatari, S., Marei, M., Li, W., & Usman, Z. (2019). Cobot programming for collaborative industrial tasks: An overview. *Robotics and Autonomous Systems*, 116, 162–180. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2019.03.003>
- Fan, J., Fang, L., Wu, J., Guo, Y., Dai, Q. (2020). From brain science to artificial intelligence. *Engineering*, 6(3), 248–252, <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.11.012>
- Fritz, M. M. C. (2019). Sustainable supply chain management. Responsible consumption and production. *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71062-4\\_21-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71062-4_21-1)
- Gao, Z. (2020). The application of artificial intelligence in stock investment. *Journal of Physics: Conference Series*, 1453(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1453/1/012069>
- Hofmann, E. (2005). Supply Chain Finance: Some conceptual insights (203–214). W: R. Lasch, C. G. Janker (red.), *Logistik Management – Innovative Logistikkonzepte*. Wiesbaden: University of St. Gallen.
- Huang, Y., Li, J., Fu, J. (2019). Review on application of artificial intelligence in civil engineering. *Computer Modelling in Engineering & Sciences*, 121(3), 845–875. <https://doi.org/10.32604/cmes.2019.07653>
- Karaosman, H., Brun, A., Morales-Alonso, G. (2017). Vogue or vague: sustainability performance appraisal in luxury fashion supply chains. *Sustainable management of luxury*, Singapore: Springer, 301–330.
- Kumar, V., Rajan, B., Venkatesan, R., Lecinski, J. (2019). Understanding the role of artificial intelligence in personalized engagement marketing. *California Management Review*, 61(4), 135–155. <https://doi.org/10.1177/0008125619859317>
- Lamoureux, J. -F., Evans, T. A. (2011). Supply Chain Finance: A new means to support the competitiveness and resilience of global value chains. Rochester, NY: Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2179944>



- Li, R., Dong, Q., Jin, C., Kang, R. (2017). A new resilience measure for supply chain networks. *Sustainability*, 9(1), 144, <https://doi.org/10.3390/su9010144>
- Milder, B. (2008). Closing the gap: Reaching the missing middle and rural poor through value chain finance. *Enterprise Development & Microfinance*, 19(4), 301. <https://doi.org/10.3362/1755-1986.2008.027>
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 13–39. <https://doi.org/10.1080/13675560902736537>
- Olan, F., Liu, S., Suklan, J., Jayawickrama, U., Arakpogun, E. O. (2021). The role of Artificial Intelligence networks in sustainable supply chain finance for food and drink industry. *International Journal of Production Research*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1915510>
- Özdemir, V., Hekim, N. (2018). Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, „the internet of things” and next-generation technology policy. *Omics: A Journal of Integrative Biology*, 22(1), 65–76. <https://doi.org/10.1089/omi.2017.0194>
- Patnaik, D. (2015). Theorizing change in artificial intelligence: Inductivising philosophy from economic cognition processes. *AI & Society*, 30(2), 173–181. <https://doi.org/10.1007/s00146-013-0524-5>
- Radhakrishnan, A., David, D. J., Sridharan, S. V., Davis, J. S. (2018). Re-examining supply chain integration: a resource dependency theory perspective. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 30(1), 1–30. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2018.091444>
- McKinsey (2017). *Rewolucja AI. Jak sztuczna inteligencja zmieni biznes w Polsce* (2017). Raport. McKinsey & Company, Forbes Polska.
- Serrador, P., Pinto, J. K. (2015). Does agile work? A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>
- Someh, I., Wixom, B., Zutavern, A. (2020). Overcoming organizational obstacles to artificial intelligence value creation: propositions for research. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2020.712>
- Stawiarska, E. (2016). Logistyczne systemy informatyczne wykorzystujące sztuczną inteligencję w branży motoryzacyjnej. *Organizacja i Zarządzanie*, (4), 101–119.
- Steeman, M. (2014). *The Power of Supply Chain Finance: How companies can apply collaborative finance models in their supply chain to mitigate risks and reduce costs*. Hogeschool Windesheim.
- Syam, N., Sharma, A. (2018). Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial marketing management*, 69, 135–146. <https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2017.12.019>
- Tseng, M. L., Wu, K. J., Hu, J., Wang, C. H. (2018). Decision-making model for sustainable supply chain finance under uncertainties. *International Journal of Production Economics*, 205, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.024>
- Venkatesh, V. G., Zhang, A., Deakins, E., Luthra, S., Mangla, S. (2019). A fuzzy AHP-TOPSIS approach to supply partner selection in continuous aid humanitarian supply chains. *Annals of Operations Research*, 283(1), 1517–1550. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2981-1>
- Vipul, J., (2009). Editorial note for the special issue on 'Artificial Intelligence Techniques for Supply Chain Management'. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 22(6): 829–831. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2009.01.009>
- Wuttke, D. A., Blome, C., Henke, M. (2013). Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 145, 773–789. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.05.031>
- Wyskarski, M. (2015). Metody sztucznej inteligencji w organizacji inteligentnej. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*, (86). 159–168.
- Yu, G., Li, F., Yang, Y. (2017). Robust supply chain networks design and ambiguous risk preferences. *International Journal of Production Research*, 55(4), 1168–1182, <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1232499>.
- Zahraee, S. M., Assadi, M. K., Saidur, R. (2016). Application of artificial intelligence methods for hybrid energy system optimization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 617–630, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.028>

#### Dr Kinga Pawlicka

Adiunkt w Katedrze Logistyki na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. W 2016 r. uzyskała stopień naukowy doktora nauk ekonomicznych w dyscyplinie naukowej ekonomia. Obecnie jej głównym obszarem badawczym są finanse łańcucha dostaw, centra logistyczne oraz zarządzanie projektami w logistyce. Prowadzi zajęcia ze studentami na kierunku międzynarodowe stosunki gospodarcze. Jej dorobek literaturowy składa się z 22 publikacji.

#### Dr Kinga Pawlicka

Assistant professor at the Department of Logistics at the Poznań University of Economics and Business. In 2016, she obtained a doctoral degree in economics in the scientific discipline: economics. Currently, the main research area is supply chain finance, logistics centers and project management in logistics. She conducts classes with students in the field of international economic relations. Her literature output consists of 22 publications.

#### Mgr Bal Monika

Doktorantka w Katedrze Logistyki na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. Jej głównym obszarem badawczym są finanse łańcucha dostaw oraz logistyka międzynarodowa w kontekście rozwoju Nowego Jedwabnego Szlaku. Prowadzi zajęcia ze studentami na kierunku międzynarodowe stosunki gospodarcze.

#### Mgr Bal Monika

PhD student at the Department of Logistics at the Poznań University of Economics and Business. Her main research area is the finance of the supply chain and international logistics in the context of the development of the New Silk Road. She conducts classes with students in the field of international economic relations.