

## ANITA ZAPALOWSKA

Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Zakład Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami, e-mail: [azapalowska@ur.edu.pl](mailto:azapalowska@ur.edu.pl)

### INNOWACYJNE PRAKTYKI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W LOGISTYCE

*Zmiana zachowań konsumenckich rewolucjonizuje logistykę, która jest kluczową częścią biznesu we współczesnym świecie. Wzrost zysków, wejście na nowe rynki, zwiększenie skali działalności – to już nie jedyne mierniki sukcesu przedsiębiorstw. Równie istotne okazuje się ograniczanie wpływu na środowisko, współpraca ze społecznością oraz dbałość o pracowników. Rozwój technologii sprawia, że część procesów odbywa się w sposób niemal całkowicie zautomatyzowany. Bez inwestowania w automatyzację i robotyzację firmy przestaną być konkurencyjne. Celem artykułu jest przedstawienie wybranych innowacyjnych praktyk w logistyce w aspekcie zrównoważonego rozwoju.*

**Słowa kluczowe:** łańcuch dostaw, procesy logistyczne, transport, odnawialne źródła energii

#### I. WSTĘP

Współczesna logistyka opiera się na nowoczesnych technologiach, które czynią ją bezpieczniejszą, szybszą i bardziej zrównoważoną. Innowacyjność i wyjątkowość stosowanych rozwiązań polega na tworzeniu szybkich i inteligentnych łańcuchów dostaw, skupiających operacje na zautomatyzowanych i usprawnionych procesach [Klepacki i Gidziński 2015, Dobrzański 2016, Marzantowicz 2019]. Technologie te, przy zapewnieniu skutecznych rozwiązań logistycznych, bardzo często zwiększają wydajność produkcyjną. Jednym z najważniejszych zadań jest usprawnienie i ujednoczenie rozwiązań stosowanych przez przedsiębiorstwa, a w konsekwencji poprawa kooperacji przedsiębiorstw w globalnych łańcuchach dostaw.

Łańcuch dostaw tworzą współdziałające w różnych obszarach firmy (wzrosty, produkcyjne, handlowe, usługowe) oraz ich klienci, między którymi przepływają strumienie produktów, informacji i środków finansowych [Blaik 2001, Witkowski 2010, Budzyńska 2012, Coyle i in. 2010]. Przedsiębiorstwa w dobie wyzwań globalizacji i nasilającej się konkurencyjności, muszą mierzyć się nie tylko ze zmieniającymi się regulacjami prawnymi ale i nieustającym postępem technologicznym. Przedmiotem działań logistycznych jest efektywne wykorzystanie potencjału technologii i poprawa konkurencyjności [Szołtysek 2009, Płaczek 2012, Zimon 2012, Bąk-Sokołowska 2018, Sadowski 2019]. Zauważalny dynamiczny rozwój logistyki przyczynia się do powstania nowoczesnych rozwiązań technologicznych, wśród których istotne znaczenie nabierać zaczyna kwestia ekologii [Jurczak 2019].

Funkcjonowanie logistyki i łańcucha dostaw nie jest możliwe w dzisiejszych czasach bez rozwiniętej technologii. Efektywne zarządzanie procesami w logistyce nie miałoby miejsca bez

takich narzędzi jak informatyka [Zhi-chao i Wang 2004, Koliński i Kolińska 2012], technologie cyfrowe [Ocicka 2017, Korczak i Kijewska 2009], automatyzacja wspierana przez technologie RFiD [Dobrzański 2016, Maksajdowska 2018] czy też niezbędna dla jakości zarządzania wirtualizacja [Kisperska-Moroń 2010, Verdouw i in. 2016].

Coraz częściej w logistyce zauważalne są technologie wspierające zrównoważony rozwój. Mówi się o wdrożeniach z zakresu automatyki i robotyki ale też i o wykorzystywaniu tzw. zielonego transportu, który pozwala na zmniejszenie emisji spalin. Transport zrównoważony spełnia oczekiwania społeczeństwa minimalizując szkodliwy wpływ na środowisko, gospodarkę i urbanistykę. Skupia się zarówno na kontroli emisji szkodliwych występujących w spalinach, jak również na przejściu ze środków transportów spalinowych na energię odnawialną. System ten zaspokaja potrzeby współczesnego pokolenia w zakresie mobilności, gwarantuje poprawę jakości życia mieszkańców oraz przestaje zagrażać ludzkiemu zdrowiu i ekosystemom. Dostępny oraz różnorodny pod względem swych środków, efektywnie wykorzystuje zasoby odnawialne i nieodnawialne. Spełnia normy emisji substancji szkodliwych i hałasu, minimalizuje potrzebę wykorzystania gruntów, jest przystępny cenowo a więc wspiera konkurencyjność regionów i całej gospodarki, oraz jest efektywny ekonomicznie i energooszczędny.

Celem artykułu jest przedstawienie innowacyjnych praktyk zrównoważonego rozwoju stosowanych w logistyce.

## II. MATERIAŁ I METODY

W oparciu o tematyczny przegląd literatury, nawiązujący do trendów i stanów współczesnej logistyki, przedstawiono nowoczesne praktyki z branży usług transportu i logistyki w aspekcie tworzenia zrównoważonego rozwoju.

## III. AUTOMATYZACJA PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Wykorzystanie nowoczesnych systemów informatycznych znacząco optymalizuje procesy logistyczne w każdej firmie. Systemy te ułatwiają koordynację, sterowanie przebiegiem procesów logistycznych, sprawują nadzór nad ich poprawnością, nadzorują sprawozdawczość i raportowanie. Technologia ta może odnaleźć zastosowanie w zbieraniu informacji na temat zapotrzebowania na materiały potrzebne w produkcji, nadzorować stany magazynowe, może również ułatwić śledzenie towaru podczas transportu, wspierać planowanie i realizację dostaw *Just In Time*, pozwalać na łatwą obsługę zamówień. Systemy automatycznej identyfikacji (SAI) określane również jako systemy automatycznej identyfikacji i przechowywania danych ADC (ang. *Automatic Data Capture*), lub Auto ID (ang. *Automatic Identification*) pozwalają na przetwarzanie informacji w formie elektronicznej, co pomaga w sprawniejszym zarządzaniu dostępnymi zasobami. Automatyczna identyfikacja stała się niezbędną częścią współczesnych systemów zarządzania (np. Planowanie Zapotrzebowania Materiałowego, ang. *Material Requirements Planning* - MRP), ułatwiając kontrolę kosztów, optymalizację procesów produkcji, magazynowania i transportu. Ponadto, ten sposób pozyskiwania informacji jest niezbędny do prowadzenia elektronicznej wymiany danych (EDI, ang. *Electronic Data Interchange*). W zastosowaniach logistycznych automatyczna identyfikacja może się odbywać z wykorzystaniem kodu kreskowego (ang. *Barcode*), ścieżki magnetycznej (ang. *Magnetic Strip*), rozpoznawania znaków (OCR, ang. *Optical Character Recognition*), obrazu (ang. *Visio System*), głosu (ang. *Voice Solutions*) czy fal radiowych (RFID, ang. *Radio Frequency Identification*). Zastosowanie RFID w logistyce jest coraz powszechniejsze w skutecznym zarządzaniu łańcuchem dostaw i w transporcie.

Przykładowo, automatyzacja i robotyzacja procesów logistycznych, wspierając sektor upraw rolnych, przyczynia się do szybszego i efektywniejszego ekonomicznie zbioru owoców jagodowych. Użyty do tego celu robot jest w stanie zebrać ponad 25 000 owoców dziennie, gdzie człowiek przeciętnie zbiera 15 000 owoców w ciągu standardowego osmiogodzinnego dnia pracy. Urządzenia zaopatrzone w czujniki dokonują selekcji owoców gotowych do zbioru, co oznacza, że można sprzedać wszystko, co zostało zebrane. Kompletacja zamówień jest automatyzowana, wskutek czego czas, jaki świeża żywność przebywa w łańcuchu dostaw jest skracany, a okres przydatności do spożycia wydłużony, a to z kolei wpływa na zmniejszanie ilości powstających odpadów [Anonim a 2022].

Kolejnym przykładem, obrazującym sytuację, w której gospodarkę leśną wspiera automatyzacja procesów logistycznych, jest platforma *Wood Chain Manager*, wykorzystywana w podejmowaniu decyzji dotyczących procesów technologicznych, maszyn i urządzeń do produkcji drewna okrągłego i zrębków. Rozwiązania, które oferuje ta platforma, pozwalają na wizualizację całego łańcucha i kalkulację kosztów różnych jego wariantów. Wspierając przepływ informacji, narzędzia te znacznie wspomagają optymalizację całego procesu logistycznego nie tylko pod kątem kosztów ale i ponoszonego ryzyka. Na rynku istnieją rozwiązania śledzące przepływ i pochodzenie surowca drzewnego, które dotyczą kwestii certyfikacji oraz zapobiegania nielegalnemu pozyskaniu drewna. Certyfikaty gospodarki leśnej oraz leśnych łańcuchów dostaw PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*) i FSC (*Forest Stewardship Council*) są bardzo popularne wśród właścicieli lasów i przedsiębiorstw drzewnych ze względu na wymagania dotyczące materiałów i wyrobów finalnych. Za pomocą wymienionych programów śledzi się, czy surowiec pochodzi z legalnych źródeł, a na każdym etapie produkcji spełnione są normy dotyczące bezpieczeństwa i jakości produkcji. Przykładowym narzędziem z zakresu monitorowania przepływu i pochodzenia drewna jest system *Tim Flow* oferujący możliwość śledzenia transportu drewna (wraz z dokumentami transportowymi, zdjęciami ładunku i trasami przejazdu) czy też *Electronic Timber Tracking*, który zajmuje się elektronicznym rejestrem surowca pozyskiwanego na terenie Ukrainy.

Za pomocą programu Platforma Synenergy, opracowanej przez firmę Biocontrol, oferowana jest analiza jakości biomasy. Odbywa się to na podstawie zdjęć satelitarnych. Narzędzie to umożliwia monitorowanie biomasy pochodzącej z upraw energetycznych, dzięki czemu może ona zostać zweryfikowana na polu, jeszcze zanim trafi jako paliwo do jednostki wytwórczej OZE. Za pomocą aktualnych danych satelitarnych Platforma ta umożliwia analizę biomasy zarówno przestrzenną jak i czasową. Umożliwia weryfikację podstawowych parametrów jak lokalizacja pozyskania, rodzaj biomasy, jej status, czyli kondycja w okresie przed pozyskaniem, czas pozyskania, procentowa ilość pozyskanej biomasy, potwierdzenie likwidacji sadu czy też plantacji. Ponadto, pozwala też na określenie parametrów pozyskanej biomasy (wydajność w Mg/ha) i sąsiedztwo danej lokalizacji w stosunku do obszarów chronionych lub tych, które nie mają statusu gruntów rolnych (dowody zrównoważonego pozyskania).

#### **IV. ZIELONA LOGISTYKA W TRANSPORCIE**

Problem związany z nadmierną emisją substancji szkodliwych, generowaną przez ciężki transport drogowy, jest ogromnym wyzwaniem dla rynku. Transport negatywnie oddziałuje na klimat i środowisko. Stare pojazdy spalinowe, wyposażone w silniki diesla, wytwarzają znaczne ilości zanieczyszczeń, a hałas, który jest emitowany, często przekracza 60 dB w dzień i 55 dB w nocy. Zastąpienie benzyny czy diesla biopaliwami, gazem, energią elektryczną, oraz

wodorem, to ekologiczna koncepcja, której zastosowanie ma prowadzić do ochrony zasobów nieodnawialnych, do których należy ropa naftowa. Europejski standard emisji spalin, określa dopuszczalny poziom produkowanych spalin przez samochody sprzedawane na terenie Unii Europejskiej. Rozporządzenie 2019/1242 ustanawiające normy emisji CO<sub>2</sub> dla pojazdów ciężkich, oraz zmiany zaadresowane w zmiany klimatyczne Fit for 55, ma w tym pomóc. Nadzrędnym celem polityki środowiskowej jest dążenie do ograniczenia emisji, co z kolei wiąże się z wprowadzeniem zakazu wjazdu samochodów, które nie spełniają określonych kryteriów norm ekologicznych i zastąpienia ich pojazdami niskoemisyjnymi. Powstają Strefy Czystego Transportu określane jako wydzielone, odpowiednio oznakowane obszary obejmujące drogi, po których mogą poruszać się pojazdy z napędem elektrycznym, wodorowym lub gazowym.

Coraz częściej podejmowane są próby wiązania przyszłości motoryzacji z wodorem. W Europie dostępne są już pojazdy zasilane tym nośnikiem energii. Transport komunikacji miejskiej oferuje podobne rozwiązania. Ocenia się, że w horyzoncie czasowym do 5 lat zapotrzebowanie na wodór w sektorze transportu w Polsce wyniesie około 2933,5 ton, z czego aż 1764 tony na potrzeby tankowania autobusów zeroemisyjnych. Obsługa takiego popytu zakłada budowę 32 stacji tankowania wodoru pod ciśnieniem 350 i 700 bar. W perspektywie 10 lat zapotrzebowanie na wodór w sektorze transportu wzrośnie do 22510,7 ton rocznie. Polska jest na trzeciej pozycji wśród europejskich producentów wodoru (za Niemcami i Holandią). Liderem produkcji jest Grupa Kapitałowa Grupa Azoty S.A, gdzie rocznie wytwarza się około 420 tys. ton tego surowca. Udział tej spółki w rynku sięga 32,3%. Następne w kolejności są Koksownie Zdzeszowice oraz Przyjaźń, z udziałem około 11,5%, produkcja około 149 tys. ton/rok; PKN Orlen, z udziałem około 10,7%, produkcja około 140 tys. ton/rok; Grupa Lotos, z udziałem 4,5%, produkcja około 59 tys. ton/rok [Anonim b 2022].

Wykorzystanie biometanu w transporcie ciężkim jest niezbędne do przeprowadzenia jego skutecznej dekarbonizacji. Kluczowym rozwiązaniem w kontekście osiągnięcia ujemnych emisji ditlenku węgla jest technologia *bioenergy with carbon capture and storage* (BECCS), zakładająca produkcję energii z biomasy przy jednoczesnym pochłanianiu i magazynowaniu generowanych jego emisji. Biometan, w porównaniu do paliw kopalnych, charakteryzuje się niższym poziomem emisji gazów cieplarnianych, a w związku z tym, jest w stanie osiągnąć emisję ujemną. Argumentem przemawiającym na korzyść tego surowca jest zgodność istniejącej infrastruktury do tankowania. Należy tu zaznaczyć, że pojazdy zasilane wodorem, lub elektryczne, wymagają specjalnej infrastruktury, która umożliwi ich ładowanie.

Najbardziej skutecznym narzędziem przyczyniającym się do ograniczenia emisji z transportu drogowego jest popularyzacja samochodów całkowicie elektrycznych (BEV). Elektromobilność to kierunek, o którym mówi się przede wszystkim w kontekście samochodów osobowych i dostawczych. Obecnie park pojazdów tego typu w Polsce jest jeszcze bardzo niewielki. Na podstawie prowadzonego przez Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego i Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych Licznika Elektromobilności, według danych z końca lipca 2022 roku, w Polsce było zarejestrowane łącznie 52 881 osobowych i użytkowych samochodów z napędem elektrycznym. Przez pierwsze siedem miesięcy 2022 r. ich liczba zwiększyła się o 14 098 sztuk, co oznacza 44% wzrost w porównaniu do analogicznego okresu w 2021 roku. Na wszystkie te pojazdy przypada obecnie 2293 publicznie dostępnych stacji ładowania [Anonim c 2022].

Jedną z istotnych zmian jest rozwój elektromobilności również w sektorze pojazdów wielkotonażowych. Polscy eksperci dążyć będą do budowy w pełni funkcjonalnego hubu do ładowania dedykowanego elektrycznym pojazdom ciężarowym. Działania te mają stanowić impuls do rozwoju całego sektora elektromobilności oraz utrzymać

konkurencyjność polskiego rynku transportowego na arenie międzynarodowej. Volvo Trucks i Grupa Deutsche Post DHL podpisały już umowę o współpracy w celu przyspieszenia przejścia na pojazdy o zerowej emisji spalin. DHL zamierza zintensyfikować przejście na ciężkie samochody ciężarowe z napędem elektrycznym poprzez wprowadzenie łącznie 44 nowych elektrycznych samochodów ciężarowych Volvo na trasy w Europie. Planowane zamówienie obejmuje 40 elektrycznych samochodów ciężarowych Volvo FE i Volvo FL, które będą wykorzystywane do dostarczania przesyłek w transporcie miejskim. DHL zdecydował się również na wykorzystanie samochodów ciężarowych Volvo do przewozów regionalnych, zaczynając od czterech samochodów ciężarowych Volvo FM Electric w Wielkiej Brytanii [Anonim d 2022].

Samochody, głównie osobowe oraz niewielkie dostawcze, kupują przedsiębiorcy z małych i średnich firm, korzystając z dofinansowania, m.in. w ramach programu *Mój Elektryk*. Są to przeważnie firmy kurierskie, gdzie codzienne dystanse wynoszą od 100 do 200 km, samorządy, które realizują transport publiczny, służby komunalne czy np. piekarnie. Zdaniem ekspertów samochody elektryczne mają w Polsce przyszłość, również ze względu na powstające w centrach miast strefy czystego transportu, a także dlatego, że system rządowych zachęt daje elektrykom m.in. preferencje w parkowaniu i umożliwia im poruszanie się po buspasach.

## V. FULFILLMENT I ZIELONA OSTATNIA MILA

Realizowanie zamówień internetowych generuje trzy razy mniej CO<sub>2</sub> w porównaniu do wizyt i zakupów w fizycznym sklepie. Im krótsza trasa transportu, tym mniejsza emisja zanieczyszczeń. Dlatego firmy prowadzące działalność z poszanowaniem środowiska naturalnego inwestują w sieć dystrybucji. Do najnowszych trendów w tej kategorii należy strategia fulfillment, czyli wykorzystanie centr logistycznych usytuowanych w pobliżu miejsc zamieszkania klientów, najczęściej w okolicach wielkich miast. Największą zaletą takiego rozwiązania jest możliwość szybkiej dostawy zamówień dzięki skróceniu odległości przewozu, co przekłada się na mniejszą ilość zanieczyszczeń.

Tym, co kończy proces fulfillmentu i realizację zamówienia jest dostawa produktu do klienta końcowego. Podkreślenia wymaga nie tylko ekologiczna forma transportu czy rola lokalizacji magazynu. Logistyka ostatniej mili, często jest opisywana jako najdroższy, najbardziej nieefektywny i generujący najwięcej zanieczyszczeń etap w ramach łańcucha dostaw. Szacuje się, że koszty tego odcinka wynoszą 13-75% całości kosztów logistycznych [Gevaers i in. 2011, Lim i in. 2018].

Drony, inaczej bezzałogowe statki powietrzne (*Unmanned Aerial Vehicle*- UAV) lub bezzałogowe systemy powietrzne (*Unmanned Aerial Systems*- UAS), to latające roboty, które pilotowane zdalnie lub zaprogramowane wykonują lot autonomicznie. Możliwość wykorzystania tej innowacji do obsługi ostatniej mili jest intensywnie rozważane przez segment żywności do dostaw cateringu i produktów spożywczych zakupionych on-line, czy transport leków i produktów medycznych [Szymczak 2017, Cichosz 2019, 2020, Tucker 2017]. Na podkreślenie zasługuje wpływ, jaki drony mają na zrównoważoną logistykę ostatniej mili, gdzie efektywność ekonomiczna, ekologiczna i społeczna przekłada się wymiar zrównoważonego rozwoju.

Ze względu na znaczne możliwości związane z szybkim przemieszczaniem się, mobilność oraz możliwość pracy bez nadzoru człowieka, zastosowanie dronów znalazło uzasadnienie w pracach inwentaryzacyjnych w magazynach. Zastosowanie autonomicznych pojazdów latających usprawnia bowiem takie prace, prowadząc do znacznej redukcji kosztów i wykorzystania personelu w efektywniejszy sposób.

## VI. PAKOWANIE PRZYJAZNE NATURZE

Odpowiednio dobrane opakowania to podstawowy element całego łańcucha logistycznego. Pełnią one ważne funkcje na każdym z jego etapów, od linii produkcyjnej, po magazynowanie i dostawę do klienta. Kształt, wymiary, materiał oraz cechy funkcjonalne muszą być dopasowane do specyficznych warunków linii produkcyjnej, zawartości i sposobu transportu. Proces pakowania produktu do wysyłki polega na odpowiednim przygotowaniu do transportu i zabezpieczeniu przed ewentualnymi uszkodzeniami. Dynamicznie rozwijający się rynek usług logistycznych, zarówno dużych przesyłek (liczonych w ilościach sztuk), jak i rynek detaliczny (obejmujący sprzedaż do indywidualnego klienta), generuje ogromne ilości odpadów. Są to produkty opakowaniowe, które wycofane z użycia, stanowią odpad w rozumieniu przepisów ustawy o odpadach [Dz.U 2020 poz. 797]. Według danych GUS [2022], w Unii Europejskiej w roku 2019 wytworzono 178,1 kg odpadów opakowaniowych na mieszkańca. Ilość wprowadzonych w 2020 r. na polski rynek opakowań wyniosła 6,5 mln ton. Od 2021 r. obowiązuje dyrektywa Komisji Europejskiej o zakazie stosowania jednorazowego plastiku, co oznacza, że wszystkie tworzywa muszą być poddane procesowi recyklingu [Dyrektywa Parlamentu Europejskiego I Rady (UE) 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019]. Rośnie zatem rola projektowania opakowań ekologicznych, oszczędnych i uczciwych, czyli zawierających prawdziwe informacje na temat produktu i samego opakowania. Na rynku pojawiła się już duża grupa eco-produktów przeznaczonych do pakowania - kartonów, foliopaków, wypełniaczy, papierowych taśm czy etykiet wykonanych najczęściej z materiałów biodegradowalnych, nadających się do recyklingu i zapobiegających gromadzeniu ogromnych ilości odpadów. Mimo, że etykiety stanowią niewielką część opakowania, odgrywają istotną rolę w utrzymaniu możliwie najmniejszego wpływu na środowisko przyrodnicze. Ponowne wykorzystanie opakowania ma zasadnicze znaczenie dla gospodarki obiegu zamkniętego. Obserwowany intensywny proces odzysku opakowań, które podążają ścieżką od producenta do klienta końcowego i z powrotem w sposób ciągły, to priorytetowe zadanie logistyki zwrotnej. Branża logistyczna próbuje nadążyć za dynamicznym rozwojem przesyłania i sprzedaży produktów do klienta. Nie tylko odpowiednie opakowania służą poprawie efektywności ekologicznej i materiałowej, ale i możliwości jakie dają paczkomaty. Rozwiązania takie, coraz powszechniej wdrażane, potwierdzają swoją zasadność. Przykładem tego jest między innymi Firma In Post. Dzięki autorskiemu kalkulatorowi śladu węglowego obliczyła, że przy 11 tys. istniejących paczkomatów, rocznie oszczędza 154 tys. ton ditlenku węgla wobec tradycyjnej dostawy do domu [Anonim 2020].

## PODSUMOWANIE

Logistyka jest jedną z tych gałęzi funkcjonowania przedsiębiorstwa, której optymalizacja przekłada się na usprawnienie pracy, podnoszenie efektywności i minimalizowanie kosztów. Wykorzystanie nowoczesnych technologii systemów informatycznych optymalizuje procesy logistyczne w każdej firmie. Informatyzacja i digitalizacja usprawniają funkcjonowanie i zarządzanie firmą. Dotyczy to głównie obszarów magazynowania, dystrybucji towarów i ładunków, obsługi zamówień, gromadzenia, udostępniania i przechowywania informacji. Korzyści, jakie przynosi zastosowanie technologii informatycznej, pozwalają na optymalne wykorzystanie czasu, zwiększenie kontroli nad prowadzonymi procesami, optymalizację procesów i badanie rynku. Pozwalają też lepiej wykorzystać przestrzeń magazynową, skracają czas

komplementacji towarów, redukują liczbę błędów, ograniczają ilość dokumentów w wersji papierowej i usprawniają prace wielu działów. Technologia informatyczna umożliwia monitorowanie świadczonych usług, statusu przesyłek track and trace, stanów magazynów, czy lokalizowanie pojazdów. Pozwala na zautomatyzowanie i monitorowanie wszystkich czynności, co przekłada się na szybszą obsługę zamówień i lepszą wymianę informacji. Korzystając z robotów i automatyzacji, przedsiębiorstwa usprawniają operacje logistyczne oraz łatwiej skalują swoją działalność. Aby zmniejszyć wpływ emisji zanieczyszczeń na środowisko, większość firm logistycznych stosuje wszelkiego rodzaju technologie: od specjalnego oprogramowania, które oblicza trasę z najmniejszym udziałem emisji zanieczyszczeń do powietrza, po samochody elektryczne i pojazdy spełniające odpowiednie normy ekologiczne. Operatorzy zmiernają w kierunku zerowej emisji netto, dlatego kluczową rolę odgrywają pojazdy bezemisyjne, z napędem elektrycznym i wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Logistyka generuje określone korzyści ekonomiczne, ale także efekty związane z zagrożeniem dla środowiska. Wymiar tych efektów można przybliżyć poprzez szacowanie kosztów i korzyści. Działania logistyczne oddziałują na środowisko nie tylko poprzez procesy transportowe, magazynowania, ale i zarządzanie opakowaniami. Zrównoważona logistyka ma na celu redukcję śladu węglowego na każdym etapie – począwszy od produkcji, poprzez magazynowanie i przygotowywanie zamówień, aż po dostawę towarów do klientów. Ekologiczne wartości wyróżniają marki i zwiększają ich reputację. Zdecydowanie duży odsetek klientów chętniej dokonuje zakupu od firm cieszących się pozytywną reputacją w zakresie zrównoważonego rozwoju. Oprócz środków transportu, na ekologię wpływ ma rodzaj opakowania. Wdrożenie ekologicznych instrumentów ostatniej mili, pozwala na osiągnięcie ambitnych celów zrównoważonego rozwoju.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Anonim 2020. In Post: Wybór dostaw do Paczkomatów może zredukować emisję CO2 do 75%. [dok. elektr.: <https://www.money.pl/gielda/inpost-wybor-dostaw-do-paczkomatow-moze-zredukowac-emisje-co2-do-75-6559952029198465a.html>, dostęp w dniu 01.12.2022].
2. Anonim a 2022. Autonomiczne roboty do zbierania malin. [dok. elektr.: <https://www.podoslonami.pl/przeglad-informacji/autonomiczne-roboty-do-zbierania-malin/>, dostęp w dniu 01.12.2022].
3. Anonim 2022 b. Dachser wprowadza pierwsze ciężarówki na wodór. [dok. elektr.: <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/92948>, dostęp w dniu 04.12.2022].
4. Anonim 2022 c. Potencjał rynku ładowania pojazdów elektrycznych. [dok. elektr.: <https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/93087-potencjal-rynku-ladowania-pojazdow-elektrycznych>, dostęp w dniu 04.12.2022].
5. Anonim 2022 d. DHL zamawia 44 elektryczne samochody ciężarowe od Volvo Trucks. [dok. elektr.: <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/92726>, dostęp w dniu 04.12.2022].
6. Bąk-Sokołowska M. 2018. Zrównoważona logistyka jako strategia biznesowa. Prace naukowe UE we Wrocławiu. Nr 505. DOI 10.15611/pn.2018.505.14.
7. Błaik P. 2001. Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania. PWE. Warszawa.
8. Budzyńska K. 2012. Outsourcing usług logistycznych w przemyśle spożywczym. Logistyka. 4. 71-877.

9. Cichosz M. 2019. Logistics Start-ups: Competitors or Partners of Logistics Service Providers in Exploration. [w:] Modern Research on Transport Systems and Urban Mobility. TranSopot. Conference. M. Suchanek (Ed.). Springer International Publishing. 2020. 5-16.
10. Cichosz M. 2020. Drony w logistyce ostatniej mili- innowacja wspierająca zrównoważoną logistykę. [W:] Zagrajek P. / red. Sektor lotniczy w erze transformacji społecznej i technologicznej: monografia dedykowana prof. Elżbiecie Marciszewskiej. Warszawa 2020. 415-430.
11. Coyle J.J., Bardi E.J.C., Langley J. 2010. Zarządzanie logistyczne. PWE. Warszawa.
12. Dobrzański P. 2016. Wykorzystanie robotów w procesach logistycznych. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie. Politechnika Śląska. 77-88.
13. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019.
14. Dz.U 2020 poz 797. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach.
15. Gevaers R., Van de Voorde E., Vanelslander T. 2011. Characteristics and Typology of Last-Mile Logistics from an Innovation Perspective in an Urban Context. [W:] City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives. C. Macharis, S. Melo Ed. Edward Elgar Publishing. 56 -71.
16. GUS 2022. Ochrona środowiska 2022.Odpady opakowaniowe.[ dok. elektr.: [https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5484/1/23/1/ochrona\\_srodowiska\\_2022.pdf](https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5484/1/23/1/ochrona_srodowiska_2022.pdf), dostęp w dniu 01.12.2022].
17. Jurczak M. 2019. Koncepcje zrównoważonej logistyki miejskiej w wybranych polskich miastach. *Ekonomika i Organizacja Logistyki*. 4 (2). 13-17. DOI 10.22630/EIOL.2019.4.2.11.
18. Kisperska-Moroń D. 2010. Kompetencje logistyczne firm polskich jako czynnik rozwoju wirtualnych łańcuchów dostaw. *LogForum*. ISSN 1734-459X. 6.1.
19. Klepacki B., Gidziński M. 2015. Inteligentna logistyka jako element kreowania wartości dodanej dla klienta. *Studies and Proceedings of Polish Association for Knowledge Management*. 73. 58-66.
20. Koliński A., Kolińska K. 2012. Wykorzystanie informatycznych narzędzi wspomagających ocenę efektywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. *E-mentor*. 82-87.
21. Korczak J., Kijewska K. 2009. Automatyczna identyfikacja w logistyce – szanse i zagrożenia. [W:] *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*. pod red. Knosala R. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. Opole.
22. Lim S.F.W., Jin X., Srari J.S. 2018. Consumer - Driven E-commerce. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 48. 3. 308-332.
23. Maksajdowska K. 2018. Automatyczna identyfikacja danych dotyczących przebiegu produkcji jako atrybut współczesnego przedsiębiorstwa. *Journal of TransLogistics*. 4. 1. 129-138.
24. Marzantowicz Ł. 2019. Inteligentna technologia w zarządzaniu logistycznym i łańcuchem dostaw. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*. 1. 62-71.
25. Ocicka B. 2017. Wprowadzenie do logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw w obliczu trendów XXI w. [W] Ocicka B [red.], *Technologie mobilne w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
26. Płaczek E. 2012. Zrównoważony rozwój - nowym wyzwaniem dla współczesnych operatorów logistycznych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*. Nr 84.Transport. 79-92.



27. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2019/1242 z dnia 20 czerwca 2019 r. określające normy emisji CO<sub>2</sub> dla nowych pojazdów ciężkich oraz zmieniające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 i (UE) 2018/956 oraz dyrektywę Rady 96/53/WE.
28. Sadowski A. 2019. Logistyka zrównoważona - główne kierunki rozwoju. *Material Economy and Logistics Journal*. 12. ISSN 1231-2037. DOI 10.33226/1231-2037.2019.12.3.
29. Szołtysek J. 2009. Transport komodalny w realizacji celów zrównoważonej logistyki. *Logistyka*. 2. 50.
30. Szymczak M. 2017. Perspektywy rozwoju technologii i rynku dronów. [w:] *E-mobilność: wizje i scenariusze*. J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.). Europejski Kongres Finansowy. Sopot. 92-119.
31. Tucker J. 2017. A Role for Drones in Healthcare. [dok. elektr.: <https://www.dronesinhealthcare.com/home>. dostęp w dniu 04.12.2022].
32. Verdouw C.N., Wolfert, J., Beulens, A.J.M., Rialland A. 2016. Virtualization of food supply chains with the internet of things. *Journal of Food Engineering*. 176. 128-136. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.009>.
33. Witkowski J. 2010. Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia. PWE. Warszawa. 19.
34. Zhi-chao, Wang G. 2004. Logistic informatization – the merging road of logistics and information flow under the condition of modern logistic. *Northern Economy and Trade*. 9. 0310.
35. Zimon D. 2012. Znaczenie jakości w zrównoważonej logistyce. *Logistyka*. nr 2. 22.

## INNOVATIVE SUSTAINABLE SOLUTIONS IN LOGISTICS

### Summary

*Changing consumer behavior is an important part of doing business in the modern world. Profits, entering new markets, increasing the scale of operations - these are not the only measures of business success nowadays. At least as important is reducing the impact on the environment, working with the community and caring for employees. Due to the development of technology, some processes are almost completely automated. Without investments in automation and intelligent robotization companies are no longer competitive. The purpose of the article is to present innovative practices in logistics in terms of sustainable development.*

**Key words:** supply chain, logistic processes, transport, renewable energies