

Barbara OCICKA<sup>1</sup>  
Uniwersytet Łódzki

## Dekarbonizacja jako wyzwanie środowiskowe w zarządzaniu procesami logistycznymi

### WSTĘP

Proces dekarbonizacji jest jednym z najważniejszych postulatów w świetle raportów poświęconych globalnym wyzwaniom dla zrównoważonego rozwoju. Obejmuje różnorodne działania zmierzające do redukcji emisji gazów cieplarnianych przede wszystkim w odpowiedzi na problem ocieplenia klimatu. Zgodnie z raportem przygotowanym przez World Economic Forum we współpracy z firmą Accenture, dotyczącym roli dekarbonizacji w zarządzaniu łańcuchem dostaw, ów proces stał się bardzo ważnym wyzwaniem środowiskowym także dla menedżerów logistyki. Oszacowano, że 2 800 Mt, czyli 5,5% światowej emisji gazów cieplarnianych powstaje w sektorze logistyki, w tym ok. 2 500 Mt w transporcie, zaś blisko 300 Mt na skutek funkcjonowania obiektów logistycznych [2, s. 4]. Wśród gałęzi transportu międzynarodowego największy ślad węglowy pozostawiają: transport drogowy (57%) oraz transport morski (17% emisji) [2, s. 8]. Istnieje zatem silny imperatyw dla menedżerów logistyki do oddziaływania na mechanizm i poziom emisji w łańcuchach dostaw. Według A. McKinnona przedsiębiorstwa w ciągu ostatnich lat znalazły się pod ogromną presją redukcji środowiskowego wpływu procesów logistycznych [4, s. 3].

Głównym celem artykułu jest wykazanie znaczenia dekarbonizacji dla rozwoju współczesnych praktyk w zarządzaniu procesami logistycznymi oraz prezentacja ich przykładów jako wzorców godnych naśladowania w łańcuchach dostaw.

### 1. DEKARBONIZACJA JAKO WYZWANIE ŚRODOWISKOWE

Redukcja emisji gazów cieplarnianych w coraz większym zakresie podlega regulacjom globalnym, międzynarodowym i krajowym z uwagi na politykę ochrony i przeciwdziałania zmianom klimatu globalnego. W ramach *Planu utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu* stanowiącego treść Białej Księgi Unii Europejskiej z 2011 r., dekarbonizacja transportu stanowi cel o znaczeniu strategicznym, zgodny z wizją rozwoju konkurencyjnego i zrównoważonego systemu transportowego w Europie. Zakłada się zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w sektorze transportu do 2050 r. o co najmniej 60% w stosunku do 1990 r., zaś o ok. 20% do 2030 r. w porównaniu z 2008 r. [1, s. 4]. W tym kontekście powstała potrzeba wypracowania praktyk pomiaru i monitorowania emisji gazów cieplarnianych, do których odnosi się pojęcie śladu węglowego, ang. *carbon footprint*.

M. Piecyk zdefiniowała ślad węglowy jako całkowitą ilość dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych wyrażoną jako ekwiwalent CO<sub>2</sub> (dalej CO<sub>2</sub>e), emitowaną bezpośrednio lub pośrednio przez dany podmiot [4, s. 49–50]. Można wskazać trzy rodzaje śladu węglowego w zależności od poziomu pomiaru, odpowiednio odnośnie produktu (dobra materialnego lub usługi), pojedynczego przedsiębiorstwa lub całego łańcucha dostaw. Ewaluacja ilości emisji na poziomie łańcucha dostaw lub produktu jest znacznie trudniejsza i bardziej złożona niż w obrębie jednej firmy, ponieważ obejmuje innych uczestników łańcucha dostaw.

Od kilku lat bardzo dynamicznie rozwija się tzw. zielona logistyka, ang. *green logistics*, która koncentruje się na pomiarze i minimalizacji oddziaływania procesów logistycznych na środowisko.

<sup>1</sup> Dr Barbara Ocicka - Uniwersytet Łódzki, Wydział Zarządzania, Katedra Logistyki, Zakład Zarządzania Łańcuchem Dostaw, e-mail: barbara.ocicka@uni.lodz.pl  
Artykuł recenzowany.

Zgodnie z szacunkami World Economic Forum, ilość emisji związanych z logistyką w cyklu życia produktów stanowi średnio od 5 do 15% (dla porównania w produkcji powstaje średnio 25% emisji) [2, s. 9 i 22]. Pomiar emisji w całym cyklu życia produktów umożliwia prezentację tych danych na etykietach środowiskowych.

Warto wyróżnić zewnętrzne i wewnętrzne czynniki determinujące rozwój zarządzania zielonym czy zrównoważonym łańcuchem dostaw (ang. *green or sustainable supply chain management*). Zdaniem autorki niniejszego artykułu wzmacniają one także potrzebę dekarbonizacji, będącej jednym z aspektów zrównoważonego rozwoju.

Wśród najważniejszych determinant zewnętrznych należy odnotować: uwarunkowania prawne, zmienność i wzrost cen paliw ropopochodnych, presję konkurentów rynkowych oraz wymagania i oczekiwania innych interesariuszy przedsiębiorstw, m.in. inwestorów, partnerów biznesowych czy konsumentów [5, s. 119; 6, s. 942; 11, s. 55–57]. Uwarunkowania prawne obejmują zarówno regulacje krajowe, regionalne, jak i globalne, które mają wpływ na zakres społecznej i środowiskowej odpowiedzialności biznesu. Respektując postulaty społeczne i środowiskowe, przedsiębiorstwa tworzą nowe modele biznesowe, w których orężem walki z konkurentami stają się najlepsze praktyki biznesowe<sup>2</sup>. Dodatkowo konsumenci, wykazujący coraz większą świadomość ekologiczną, mają wysokie oczekiwania i wymagania wobec przedsiębiorstw. Wśród czynników zewnętrznych, oddziałujących pozytywnie na rozwój procesu dekarbonizacji należy także odnotować zmienność i wzrost cen paliw ropopochodnych, zwłaszcza w świetle zjawiska *peak oil*<sup>3</sup>, które znacząco wpływają na konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł energii po stronie podaży, zaś po stronie popytu, wywołują silną potrzebę inteligentnego zarządzania energią, m.in. w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw [10, s. 96–110].

Natomiast wśród kluczowych determinant wewnętrznych dla rozwoju zarządzania łańcuchem dostaw w sposób zrównoważony wymienia się: wyznaczanie i realizację strategicznych celów o charakterze środowiskowym, rozwój odpowiedniej kultury organizacyjnej wśród pracowników oraz wdrażanie systemów i standardów zarządzania środowiskowego, np. ISO 14001 czy EMAS [6, s. 942; 11, s. 55–57]. Z jednej strony, wiodące przedsiębiorstwa wyróżniają się poprzez strategie i praktyki zgodne z koncepcją *Triple Bottom Line*. Z drugiej, pracownicy stają się ambasadorami założeń i zasad zrównoważonego rozwoju wewnątrz firm, jak również w relacjach z ich otoczeniem.

Jako kluczowe czynniki sukcesu, wspierające dekarbonizację, wskazuje się:

- a) udział menedżerów wysokiego szczebla oraz przeznaczenie odpowiednich zasobów na tworzenie i realizację strategii środowiskowej,
- b) wypracowanie dobrych praktyk zarządzania projektami dekarbonizacji z metodami pomiaru i monitorowania osiągnięć, np. z wykorzystaniem kalkulatorów środowiskowych,
- c) zaangażowanie uczestników łańcucha dostaw i rozwój współpracy między nimi,
- d) zrozumienie środowiskowego wpływu programu dekarbonizacji i znaczenia jego realizacji przez pracowników firm tworzących łańcuch dostaw [4, s. 59–60].

Należy także dostrzec potencjalną rolę lidera łańcucha dostaw we wdrażaniu procesu dekarbonizacji, którego strategia zarządzania łańcuchem dostaw w zakresie redukcji śladu węglowego wyznacza cele, zaś siła determinuje efektywność i skuteczność ich realizacji.

W projektach dekarbonizacji w zarządzaniu procesami logistycznymi ważne znaczenie mogą również odgrywać operatorzy logistyczni, zarówno poprzez doradztwo, jak również świadczenie innych usług. Ich rolę podkreśla się w szczególności w: inicjowaniu i implementacji projektów dekarbonizacji czy standardów środowiskowych w łańcuchach dostaw klientów, pomiarze i raportowaniu kluczowych mierników oraz prowadzeniu audytów, wykorzystaniu ekologicznych technologii transportu i magazynowania, zapewnianiu transferu wiedzy między partnerami biznesowymi [12, s. 234].

<sup>2</sup> Zgodnie z koncepcją *Triple Bottom Line*, mianem najlepszych praktyk biznesowych określa się praktyki spełniające jednocześnie trzy kryteria ewaluacji: ekonomiczne, społeczne i środowiskowe.

<sup>3</sup> *Peak Oil* oznacza punkt maksymalnej produkcji ropy naftowej zanim wielkość ta zacznie spadać.

## 2. POTENCJAŁ DEKARBONIZACJI W ZARZĄDZANIU PROCESAMI LOGISTYCZNYMI W ŁAŃCUCHACH DOSTAW

Dekarbonizacja dotyczy różnorodnych obszarów oraz decyzji menedżerów logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw. Warto wskazać, że potencjał poprawy w sektorze logistyki w średnim okresie wynosi ok. 1 400 Mt CO<sub>2</sub>e, z czego 60% tkwi bezpośrednio w zarządzaniu procesami logistycznymi, a pozostała część wynika z ich powiązań z innymi funkcjami i procesami w łańcuchach dostaw [2, s. 4]. Największe efekty pozwala osiągnąć stosowanie komplementarnych rozwiązań z uwzględnieniem poziomów strategicznego, taktycznego i operacyjnego zarządzania. Spójność powiązań między poszczególnymi poziomami decyzji ma istotne znaczenie dla finalnego efektu dekarbonizacji [8, s. 42]. Strategia zarządzania łańcuchem dostaw, którego przedsiębiorstwo jest ogniwem, wyznacza strategię logistyczną i cele dla projektowania nowego bądź rekonfiguracji dotychczasowego systemu logistycznego. Z kolei, funkcjonowanie danego systemu logistycznego obejmuje wiele decyzji taktycznych i operacyjnych związanych z zarządzaniem przepływami fizycznymi, w którym szczególną rolę odgrywa zarządzanie transportem. Dodatkowo, by odkryć potencjał dekarbonizacji w łańcuchach dostaw, należy zwrócić uwagę na powiązania między funkcjami i procesami zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i w relacjach z partnerami zewnętrznymi.

W tabeli 1 przedstawiono przykłady rozwiązań służących dekarbonizacji w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw, zgodnie z raportem przygotowanym przez World Economic Forum we współpracy z firmą Accenture.

**Tab. 1.** Możliwości dekarbonizacji w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw [2, s. 14]

Rozwiązanie	Opis
Nowoczesne technologie w transporcie	Zastosowanie wydajnych środowiskowo technologii w transporcie
Spowolnienie łańcucha dostaw	Zmniejszenie prędkości w transporcie i zwiększenie stopnia wypełnienia środków transportu
Optymalizacja sieci dostaw	Doskonalenie w planowaniu i projektowaniu sieci dostaw z potencjalnymi projektami rekonfiguracji
Wydajne energetycznie obiekty logistyczne	Minimalizacja zużycia energii i emisji w działalności operacyjnej
Wykorzystanie niskoemisyjnych źródeł dostaw zasobów zewnętrznych	Dobór lokalizacji pozyskiwania zasobów, np. rolnych czy produkcyjnych, według kryterium środowiskowego
Zmiana projektów opakowań produktów	Redukowanie wagi i rozmiarów opakowań lub ich eliminacja
Transfer wiedzy i komunikacja w łańcuchu dostaw	Szkolenia i treningi m.in. dla przewoźników drogowych i operatorów pracujących w obiektach logistycznych
Zmiana i łączenie gałęzi transportu	Dobór gałęzi transportu według wydajności środowiskowej oraz rozwój przewozów intermodalnych
Rozwój recyklingu i logistyki zwrotnej	Zwiększenie skali recyklingu w łańcuchu dostaw i efektywności logistyki zwrotnej
Wybór bliskich geograficznie źródeł dostaw	Nearshoring i możliwości zmiany i/lub łączenia gałęzi transportu
Zwiększenie znaczenia dostaw bezpośrednich	Wykorzystywanie zewnętrznych usług transportowych w realizacji dostaw bezpośrednich zamiast własnego transportu
Redukcja zjawiska kongestii	Zastosowanie systemów zarządzania ruchem

Zwiększenie wydajności środowiskowej transportu ma na celu znaczącą redukcję emisji CO<sub>2</sub>e. W świetle wspomnianego raportu należy zwrócić uwagę, m.in. na możliwości wykorzystywania w większym stopniu tzw. czystych technologii transportowych. Podkreśla się potrzebę stosowania alternatywnych źródeł napędu (np. napęd hybrydowy, biopaliwa). Jednak z uwagi na wciąż silnie ograniczoną dystrybucję, potencjał ich wykorzystania istnieje przede wszystkim w logistyce miejskiej, w szczególności w transporcie drogowym. Ważnym celem polityki transportowej UE pozostaje w tym kontekście zmniejszenie o połowę liczby samochodów o napędzie konwencjonalnym w transporcie miejskim do 2030 r., zaś ich całkowite wyeliminowanie z miast do 2050 r. [1, s. 10].

Dobór gałęzi transportu ma szczególne znaczenie dla tworzenia efektywnych i ekologicznych korytarzy transportowych. Pod względem wydajności mierzonej poziomem emisji CO<sub>2</sub>e w kg na tkm, najbardziej korzystny jest transport kolejowy i morski, a najmniej – lotniczy i samochodowy [2, s. 8]. Biała Księga Unii Europejskiej z 2011 r. wprowadziła cel, jakim jest przeniesienie 30% do 2030 r., zaś ponad 50% do 2050 r. przewozów drogowych towarów na odległościach większych niż 300 km do innych gałęzi transportu, np. kolejowego lub wodnego [1, s. 11]. Hamowaniu dynamiki rozwoju transportu samochodowego w Europie ma służyć wprowadzanie powszechnych opłat za korzystanie z infrastruktury drogowej przy jednoczesnym poprawianiu jej stanu technicznego, zwiększaniu bezpieczeństwa na drogach, unowocześnianiu konstrukcji pojazdów ciężarowych czy wprowadzaniu norm EURO w zakresie czystości spalin. Kształtowanie norm EURO na przestrzeni lat 1992–2014 świadczy o ciągłym zaostrzaniu tych regulacji.

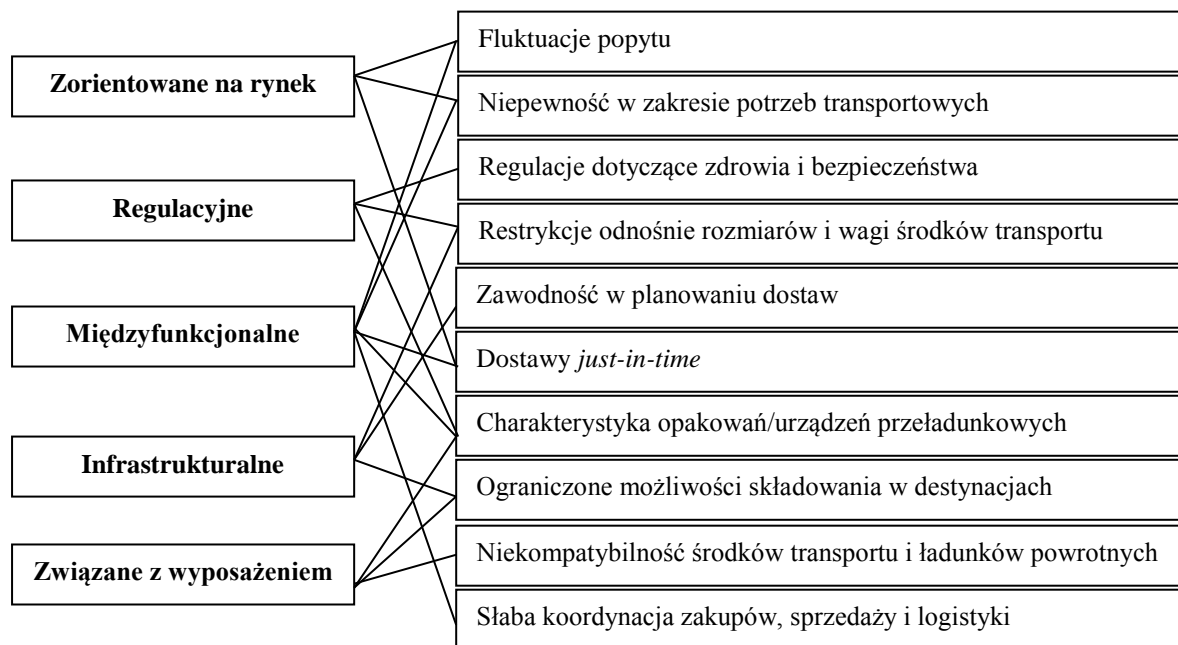
Zbudowaniu bardziej zrównoważonych relacji między gałęziami transportu w Europie powinny także sprzyjać pozostałe zasady unijnej polityki transportowej, jak np. rewitalizacja transportu kolejowego, zdynamizowanie żeglugi morskiej bliskiego zasięgu i żeglugi śródlądowej czy wspieranie rozwoju transportu intermodalnego. Istotnym etapem będzie także stworzenie do 2030 r. w pełni funkcjonalnej sieci korytarzy transportowych TEN-T, zaś do 2050 r. osiągnięcie jej wysokiej jakości i przepustowości [1, s. 11]. W doborze gałęzi transportu zaleca się m.in. zmianę długodystansowego transportu drogowego na transport kolejowy lub wodny czy krótkodystansowego transportu lotniczego na drogowy lub długodystansowego transportu lotniczego na morski [2, s. 24]. Operatorzy rynku TSL udostępniają narzędzia pomocne w podejmowaniu decyzji o zmianie gałęzi transportu. Są nimi tzw. elektroniczne kalkulatory środowiskowe, pozwalające oszacować i porównać ślad węglowy różnych wariantów transportu. Jako przykład można wskazać eko-kalkulator firmy DB Schenker, który pozwala precyzyjnie wyliczyć (z uwzględnieniem trasy, rodzaju transportu i wagi przesyłki) ilości energii oraz emisji dwutlenku węgla, tlenków azotu, węglowodorów, dwutlenku siarki i pyłów, również przy korzystaniu z kilku rodzajów transportu dla jednej przesyłki [13].

Warto także odnotować, iż istotne znaczenie dla dekarbonizacji ma właściwy dobór środków transportu, np. o zwiększonych wymiarach, umożliwiających załadunek o większym ciężarze. Na rynku usług transportowych są dostępne różnorodne środki transportu drogowego. Jednak rzeczywisty potencjał ich wykorzystania zależy od dostępności infrastruktury drogowej i urządzeń zapewniających jednolite możliwości przeładunku w destynacjach, potrzeby kompletacji ładunków o różnych cechach fizycznych czy ofert przewoźników w danym regionie geograficznym. Dążenie do efektywnego wykorzystania środków transportu wiąże się ściśle z planowaniem tras przewozu. Należy zwrócić uwagę na dodatkowy problem związany z kongestią i wyzwaniem unikania zatorów transportowych. Wsparciem są inteligentne systemy kierowania ruchem oraz nowoczesne technologie nawigacyjne.

Wśród inicjatyw środowiskowych w łańcuchach dostaw pojawił się postulat spowolnienia przepływów fizycznych. Szybkość dostaw pozwala wprawdzie zaspokajać w możliwie krótkim czasie potrzeby klientów, lecz pozostaje zwykle w stosunku *trade-off* ze wzrostem emisji. Największy potencjał dekarbonizacji stwarza zmniejszenie prędkości w transporcie morskim i drogowym [2, s. 17]. Konkurowanie szybkością wiąże się zwykle ze skracaniem cykli realizacji zamówień, wyznaczaniem bliskich terminów lub krótkich okienek czasowych dla dostaw produktów. W konsekwencji zwiększa się ich liczba i częstotliwość, używa się mniej wydajne środowiskowo gałęzie oraz środki transportu, a dodatkowo ich ładowność nie jest efektywnie wykorzystana. W branży usług transportowych, spedycyjnych i logistycznych zauważa się obecnie zmniejszanie presji na szybkość i kierowanie coraz większej uwagi klientów na niezawodność w czasie obsługi logistycznej. Zmiany w zarządzaniu szybkością przepływów fizycznych w łańcuchach dostaw oddziałują pozytywnie na redukcję śladu węglowego, zwłaszcza gdy wydłużenie cyklu dostaw pozwala skonsolidować ładunki i zwiększyć wypełnienie środków transportu.

Należy w tym miejscu odnotować, iż w europejskim transporcie od dekady nie osiągnięto poprawy przeciętnego stopnia wykorzystania przestrzeni ładownej środków transportu. Średni poziom jej wypełnienia wynosi obecnie ok. 57%, zaś ok. 20% km w drogowych przewozach europejskich stanowią tzw. puste przewozy, bez ładunków [7, s. 65]. Koszty braku efektywności w tym zakresie są znaczące i wynoszą w wymiarze finansowym 160 mld EUR, natomiast w wymiarze środowiskowym

1,3% CO<sub>2</sub> [7, s. 65]. Istnieje wiele przyczyn tego problemu, wśród których A. McKinnon wskazał: fluktuacje popytu powodujące zakłócenia w zarządzaniu potrzebami transportowymi, regulacje dotyczące bezpieczeństwa przewozów związane z ograniczeniami wielkości i wagi ładunków, częste zmiany i brak niezawodności w planowaniu dostaw, rozwój systemów dostaw *just-in-time*, ograniczone możliwości składowania towarów w niektórych destynacjach, charakterystyki opakowań produktów i cechy urządzeń przeładunkowych, niekompatybilność środków transportu i produktów na trasach docelowych i powrotnych oraz zbyt małą koordynację logistyki z innymi funkcjami, m.in. sprzedażą i zakupami (por. rysunek 1).



**Rys. 1.** Przyczyny ograniczonej efektywności w wykorzystaniu przestrzeni ładownej środków transportu [8, s. 25]

Zwiększenie efektywności wykorzystania przestrzeni ładownej środków transportu jest jednym z kluczowych priorytetów w Europie. Z jednej strony, można w większym stopniu eksploatować potencjał tkwiący w każdym łańcuchu dostaw, np. we współpracy między poszczególnymi ogniwami integrującymi swe potrzeby przewozowe czy w zwiększaniu efektywności logistyki zwrotnej. Z drugiej, warto aktywnie wykorzystywać funkcjonalność elektronicznych giełd transportowych, których zasięg geograficzny obsługi rozszerza się, zaś jakość usług wzrasta.

Stopień wypełnienia środków transportu zależy także od charakterystyk przewożonych produktów zarówno w przewozach jednorodnych, jak i zróżnicowanych ładunków, czyli całopojazdowych i zbiorowych. Po pierwsze, należy stosować najkorzystniejsze sposoby przygotowania ładunku do wysyłki – od odpowiedniej kompletacji jednostek transportowych do optymalnych metod załadunku. Istnieją także możliwości eliminowania tradycyjnych nośników, np. palet drewnianych i stosowania załadunku produktów bezpośrednio na środki transportu albo ich zastępowania lżejszymi i mającymi mniejsze wymiary nośnikami. Interesującym i bardzo ważnym pod względem środowiskowym rozwiązaniem jest użycie jednorazowych palet papierowych, które podlegają pełnemu recyklingowi. Po drugie, warto zapewnić efekty synergii logistyki z innymi funkcjami i procesami. Szczególne znaczenie dla zwiększenia stopnia wypełnienia środków transportu odgrywają zmiany w projektach produktów i ich opakowań służące, np. zmniejszeniu wagi lub rozmiarów opakowanych produktów. Efekty synergii istnieją także w możliwościach łączenia produktów o różnych cechach, m.in. lekkich z ciężkimi bądź o małej i dużej objętości. Trzeba także odkryć możliwości łączenia ładunków danego przedsiębiorstwa z ładunkami różnych firm zarówno współpracujących, jak i konkurujących ze sobą na rynku. Współdzielenie zasobów w łańcuchu dostaw stanowi najlepszą praktykę biznesową, która

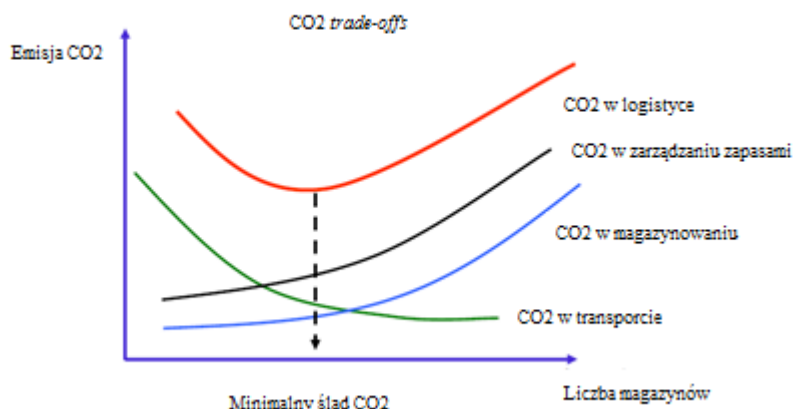
oprócz jednoznacznych korzyści środowiskowych, pozwala generować oszczędności. Usługa jest oferowana przez operatorów logistycznych, którzy łączą ładunki różnych klientów, np. przez FM Logistic. Wspomniany *sharing* wymaga wymiany informacji o wolumenach i punktach dostaw zaangażowanych firm w celu osiągnięcia efektów synergii w zarządzaniu procesami logistycznymi.

Wyzwanie dekarbonizacji należy odnieść do szerszego kontekstu związanego z projektowaniem sieci logistycznych, które obejmują punkty konsolidacji i dekonsolidacji ładunków, terminale *cross-dockingowe* czy magazyny centralne, regionalne lub lokalne. Uwzględnienie kosztu środowiskowego w ich konfiguracji czy rekonfiguracji zyskuje szczególnie na znaczeniu, gdy mają one międzynarodowy lub globalny charakter.

Jako przykład można wskazać sieci zaopatrzenia przedsiębiorstw, które w związku ze wzrostem konkurencyjności tzw. rynków niskokosztowych w ostatnich latach, zaczęły obejmować, m.in. rynki azjatyckie. Wydłużenie łańcuchów dostaw spowodowało wzrost kosztów transportu zasobów z dalekich lokalizacji, potęgowany dodatkowo przez rosnące ceny paliw ropopochodnych, a z drugiej strony – zwiększenie śladu węglowego po stronie zaopatrzenia. Analizy World Economic Forum i Accenture doprowadziły do konstatacji, iż w wielu branżach obserwuje się obecnie tendencję powrotu do regionalnych lub lokalnych źródeł dostaw, ang. *nearshoring*, co oddziałuje pozytywnie na ograniczenie emisji przede wszystkim w transporcie.

Z drugiej strony, w konfiguracji sieci fizycznej dystrybucji można zwrócić uwagę na potencjał środowiskowy dostaw bezpośrednich z punktów sprzedaży detalicznej, realizowanych przez zewnętrznych operatorów w porównaniu z własnym transportem konsumentów. Tej tendencji sprzyja dynamiczny rozwój detalicznego handlu elektronicznego. Można porównać ślad węglowy powstający w różnych scenariuszach realizacji zamówienia klienta indywidualnego: wizyta klienta w punkcie sprzedaży detalicznej i przewóz produktów własnym transportem do domu, alternatywnie z wykorzystaniem komunikacji miejskiej, a także złożenie zamówienia *online* i dostarczenie przez zewnętrznego operatora usług kurierskich, ekspresowych i paczkowych. W wielu przypadkach najkorzystniejszą opcją transportu z uwagi na ślad węglowy jest wykorzystanie systemu dostaw *door-to-door* dostępnej na rynku usług KEP w systemie kompleksowej obsługi wszystkich klientów *e-commerce* [3].

W dążeniu do obniżenia emisji, istotnym obszarem decyzji jest projektowanie scentralizowanych bądź zdecentralizowanych systemów magazynowania. Współzależność między liczbą magazynów a poziomem emisji CO<sub>2</sub> zaprezentowano na rysunku 2.



**Rys. 2.** Optymalizacja liczby magazynów w systemie logistycznym w odniesieniu do emisji CO<sub>2</sub> [9, s. 3]

W podejmowaniu trafnych decyzji należy uwzględnić całkowity koszt środowiskowy w świetle współzależności występujących między procesami logistycznymi, jak również unikać zagrożenia suboptymalizacji. Sprawdzają się zatem zasady systemowego podejścia w zarządzaniu procesami

logistycznymi, które najczęściej są wykorzystywane w ewaluacji globalnych kosztów logistycznych w wymiarze ekonomicznym. Z jednej strony, mniejsza przestrzeń magazynowa generuje niższe poziomy emisji związane z jej wybudowaniem, utrzymaniem i działalnością operacyjną. Z drugiej, większy magazyn pozwala osiągać wyższą wydajność energetyczną w przeliczeniu na jednostkę powierzchni, kubatury czy względem mierników przepustowości obiektu. Warto także odnieść się do kosztów środowiskowych zarządzania zapasami, które mają zawsze niższy poziom wraz z mniejszymi poziomami ich utrzymywania.

Należy także zwrócić uwagę na efektywność środowiskową już istniejących i nowo powstających obiektów logistycznych z uwzględnieniem, m.in. wyposażenia technicznego, urządzeń, instalacji oświetleniowych, systemów ogrzewania czy pozyskiwania energii z lokalnych źródeł odnawialnych, jak np. turbiny wiatrowe, panele słoneczne lub geotermie. Dodatkowo ważnym aspektem zarządzania środowiskowego w obiektach jest zmiana przyzwyczajzeń i zachowań pracowników. Przyjazne środowisku rozwiązania pozwalają średnio zaoszczędzić minimum od 10 do 15% energii [2, s. 20]. Wspomniany czynnik behawioralny w zarządzaniu procesami logistycznymi ma szersze znaczenie. Odnosi się również do potrzeby szkoleń kierowców do pracy zgodnie ze standardami ekologicznej jazdy, ang. *eco-driving*.

## WNIOSKI

Proces dekarbonizacji stanowi jedno z najważniejszych współczesnych wyzwań środowiskowych w zarządzaniu procesami logistycznymi w łańcuchach dostaw. Ma na celu przede wszystkim redukcję poziomu emisji gazów cieplarnianych w odpowiedzi na postulat przeciwdziałania ocieplaniu klimatu. Rosnącej potrzebie dekarbonizacji sprzyjają zjawiska i uwarunkowania zarówno zewnętrzne, np. regulacje prawne, wzrost cen paliw ropopochodnych, oczekiwania i wymagania interesariuszy, jak i wewnętrzne, m.in. rozwój standardów i systemów zarządzania środowiskowego, strategii biznesowych uwzględniających odpowiedzialność środowiskową czy postawy pracowników przedsiębiorstw. Zarządzanie procesami logistycznymi stwarza znaczący potencjał dekarbonizacji poprzez różnorodność praktyk zarządzania przepływami fizycznymi, jak również w szerszym kontekście – poprzez powiązania z innymi funkcjami i procesami w łańcuchach dostaw. Wdrażanie najlepszych praktyk dekarbonizacji w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw stanowi ważne wyzwanie dla menedżerów logistyki.

## Streszczenie

*Głównym celem artykułu jest wykazanie roli dekarbonizacji dla rozwoju współczesnych praktyk w zarządzaniu procesami logistycznymi oraz prezentacja ich przykładów jako wzorców godnych naśladowania w łańcuchach dostaw. W pierwszej części opracowania autorka nakreśliła istotność dekarbonizacji w logistyce w świetle środowiskowej odpowiedzialności biznesu. Zidentyfikowała zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne uwarunkowania wzmacniające wyzwanie dekarbonizacji nakierowanej na redukcję emisji gazów cieplarnianych, zwłaszcza dwutlenku węgla. W drugiej części rozważań skoncentrowała uwagę na decyzjach i praktykach biznesowych, rozwijających i dostarczających potencjał dekarbonizacji w łańcuchach dostaw, jak np. zmiany gałęzi transportu, wykorzystanie przestrzeni ładownej w transporcie, projektowanie opakowań produktów czy rozwój wydajnych energetycznie obiektów logistycznych. Ich wdrażanie stanowi ważne wyzwanie dla menedżerów logistyki, zarówno w obszarze zarządzania procesami logistycznymi, jak również w szerszym kontekście zarządzania łańcuchami dostaw.*

## Decarbonisation as the environmental challenge in logistics processes management

### Abstract

*The main aim of the article is to indicate the role of decarbonisation for the development of contemporary practices in logistics processes management and to present their examples that are worth following in supply*

*chains. Firstly, the author outlined the significance of decarbonisation in logistics in the light of the corporate environmental responsibility. She identified external as well as internal drivers that enhance decarbonisation challenge towards reduction of greenhouse gas emissions, especially carbon intensity. Secondly, she focused her attention on different decisions and business practices developing and providing potential for decarbonisation in supply chains, e.g. modal switches, utilisation of loading capacity in transport, design of products packaging or development of energy efficient logistics buildings. Their implementation creates important challenge for logistics managers, both in logistics processes management and broader in supply chain management.*

**BIBLIOGRAFIA**

1. Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Komisja Europejska, Bruksela 28.03.2011.
2. Doherty S., Hoyle S., Supply chain decarbonization. The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions. World Economic Forum, Geneva 2009.
3. Edwards J.B., McKinnon A.C., Cullinane S.L., Comparative analysis of the carbon footprints of conventional and online retailing. A “last mile” perspective. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 2010, No. 1/2.
4. Green Logistics. Improving the environmental sustainability of logistics, edited by A. McKinnon, S. Cullinane, M. Browne, A. Whiteing. Kogan Page, 2010.
5. Haigh M., Shapiro M.A., Carbon reporting: does it matter? Accounting, Auditing & Accountability Journal 2012, No. 1.
6. Holt D., Ghobadian A., An empirical study of green supply chain management practices amongst UK manufacturers. Journal of Manufacturing Technology Management 2009, No. 7.
7. Marinus J., European Logistics Association. A platform for cooperation and communication of European Logisticians. Polski Kongres Logistyczny Logistics 2014, Poznań 2014.
8. McKinnon A., Green Logistics: Global Trends and Issues. Decoding Sustainable Logistics Trends. World Bank, Washington 26.06.2012.
9. McKinnon A., Green Logistics: the Carbon Agenda. Electronic Scientific Journal of Logistics 2010, No. 1.
10. Rutkowski K., Wpływ megatrendów na zarządzanie łańcuchem dostaw – przykład Peak Oil. Strategie i logistyka w sektorze usług. Logistyka w nietypowych zastosowaniach. Prace Naukowe UE we Wrocławiu 2011, Wydawnictwo UE we Wrocławiu, No. 234.
11. Tacken J., Rodrigues V.S., Mason R., Examining CO<sub>2</sub>e reduction within the German logistics sector. The International Journal of Logistics Management 2014, No. 1.
12. Wong E.Y.C., Lau H.Y.K., Chong J.S.C., Supply Chain Decarbonisation in Shipping and Logistics Transportation. Journal of Traffic and Logistics Engineering 2013, No. 2.
13. Zielona logistyka, czyli nasz ECO2 PHANT, <http://dbschenker-csr.pl/pl/wyzwania-logistyki/zielona-logistyka> (dostęp: 24.07.2014 r.).