
Julia Zarczuk[✉], Bogdan Klepacki^{1✉}

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Powstawanie śladu węglowego w branży transportowej*

The formation of the carbon footprint in transport industry

Synopsis. Celem artykułu było zaprezentowanie problematyki śladu węglowego (CF) w odniesieniu do sektora transportowego. Omówione zostały negatywne aspekty transportu dotyczące środowiska, ludzi i ich zdrowia. Przedstawiono wielkość emisji gazów cieplarnianych (GHG) zarówno w całym sektorze, jak i w poszczególnych gałęziach i środkach transportu oraz prognozy do 2035 roku. Wskazane zostały możliwości redukcji śladu węglowego – proekologiczne rozwiązania transportowe. Opisano program środowiskowy Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel, którego głównym celem jest redukcowanie pozostawionego śladu węglowego.

Słowa kluczowe: ślad węglowy, branża transportowa, Net Zero Carbon, Kuehne+Nagel

Abstract. The aim of the article was to present the carbon footprint (CF) in relation to the transport sector. Negative aspects of transport concerning the environment, people and their health were discussed. The volume of greenhouse gas (GHG) emissions in the entire sector as well as in individual branches and means of transport as well as forecasts until 2035 are presented. The possibilities of reducing the carbon footprint have been indicated – environmentally friendly transport solutions. The Kuehne+Nagel Net Zero Carbon environmental program is described, the main purpose of which is to reduce the carbon footprint.

Key words: carbon footprint, transport industry, Net Zero Carbon, Kuehne+Nagel

JEL kody: L91, L92, L93, Q53

Wstęp

Od wydajności i dostępności transportu zależy jakość życia miliardów ludzi na świecie. Jego rola w gospodarce jest znacząca, gdyż warunkuje rozwój i różne przemiany życia społecznego. Jednak nie jest on pozbawiony negatywnych aspektów. Sektor transportowy przyczynia się do zmian klimatu, emitując do atmosfery znaczne ilości gazów cieplarnianych.

✉ Julia Zarczuk – e-mail: s185701@sggw.edu.pl

✉ Bogdan Klepacki – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów; Katedra Logistyki Instytut Ekonomii i Finansów; e-mail: bogdan_klepacki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

* Problematykę pomiaru śladu węglowego autorzy przedstawili w opracowaniu: [Zarczuk i Klepacki 2021].

Ponadto generuje nadmierny hałas i charakteryzuje się dużą chłonnością terenu. W obliczu zagrożeń, jakie stwarza, zasadne jest dążenie, aby każda podróż odbywała się nie tylko w bezpieczny sposób, ale i przyjazny dla środowiska. Określone przedsiębiorstwa podejmują się tego wyzwania i redukują emisje CO₂ pochodzącą z transportu. Nie jest to łatwe, ale dzięki proekologicznym rozwiązaniom transportowym staje się to możliwe¹.

Cel i metoda badań

Jako główny cel badawczy przyjęto ukazanie problematyki powstawania śladu węglowego w sektorze transportowym oraz możliwości jego redukcji. W opracowaniu zostały wykorzystane różne metody badawcze. W zakresie zbierania materiału badawczego zastosowano metodę studiów literaturowych, studiów zasobów sieci internetowej, dokumentacyjną oraz analizy danych z wybranego przedsiębiorstwa.

Do badań, w sposób celowy, przyjęto firmę Kuehne+Nagel – przedsiębiorstwo transportowo-logistyczne, które działa na całym świecie. Badania empiryczne przeprowadzono w 2021 roku, a uzyskane informacje w przedsiębiorstwie objęły lata 2012–2019 [Zarczuk 2021].

Negatywne aspekty transportu

Rola transportu w gospodarce oraz w społeczeństwie jest bardzo istotna. Ma on bezpośredni wpływ na rozwój gospodarczy w skali mikroekonomicznej i globalnej, a także na przemiany w życiu społecznym. Pomimo wielu pozytywnych aspektów sektor ten również niekorzystnie oddziałuje na środowisko, przyczyniając się m.in. do zmian klimatu, zanieczyszczenia powietrza oraz nadmiernego hałasu. Negatywne skutki dotyczą także społeczeństwa i zdrowia ludności.

Sektor transportowy emituje znaczne ilości gazów cieplarnianych (GHG). W 2018 roku jego udział w całkowitej emisji tych gazów w Europie wyniósł 21% [European Commission 2021]. Jak podano w Krajowym raporcie inwentaryzacyjnym 2020, w tym roku w Polsce odsetek ten wynosił 15,8%. Szacuje się, że przeważająca część (powyżej 70%) wszystkich gazów cieplarnianych emitowanych przez sektor transportowy jest wytwarzana w transporcie drogowym, głównie przez samochody osobowe, ale także dostawcze, ciężarowe, ciągniki siodłowe i autobusy. Za pozostałe emisje odpowiada transport kolejowy, morski i lotniczy. Taki poziom i struktura emisji wynika z wykorzystywania do zasilania pojazdów energii pochodzącej z kopalni, a nie ze źródeł odnawialnych oraz ze struktury usług przewozowych.

Problem zanieczyszczenia powietrza przez transport w największym stopniu dotyczy wielkich aglomeracji i innych jednostek miejskich. Funkcjonowanie sektora transportowego powoduje, iż w powietrzu obecne są m.in. takie związki jak cząstki stałe – pył zawieszony, dwutlenek azotu (NO₂), czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które wchodząc w reakcje z innymi związkami, przyczyniają się do powstania bardzo szkodliwego

¹ Szerzej problematykę tę zaprezentowano w dwóch monografiach: [Zych-Lewandowska 2020, Zych-Lewandowska i in. 2020].

smogu. Istnieje wiele badań, które potwierdzają silne związki między obecnością w powietrzu substancji zanieczyszczających a występowaniem określonych chorób czy zjawisk, takich jak skrócenie długości życia oraz wysoka umieralność. Polska w szczególności powinna zainteresować się tym problemem, gdyż zajmuje wysokie miejsce w rankingu najbardziej zanieczyszczonych krajów UE [Jędrak i in. 2017].

W ostatnich latach zanieczyszczenie powietrza powodowane przez transport się zmniejszyło. Jest to rezultat wykorzystania mniej emisyjnych technologii i wdrożenia odpowiednich norm w zakresie jakości paliw/emitowania spalin przez dane pojazdy. Jednak niepokojący jest fakt, iż normy dotyczące dozwolonych stężeń zanieczyszczeń zawartych w powietrzu wciąż są wysokie.

Kolejny problem w obrębie sektora transportowego dotyczy generowania nadmiernego hałasu. Największy udział w jego wytwarzaniu przypisuje się ruchowi drogowemu, a nieco mniejsze źródła to ruch lotniczy i kolejowy oraz źródła przemysłowe. Europejska Agencja Ochrony Środowiska podaje, że ok. 82 milionów ludzi zamieszkujących obszary miejskie jest dotkniętych problemem nadmiernego hałasu drogowego na poziomie min. 55 dB, przyjmując porę dziennie-wieczorno-nocną. Z kolei w przypadku obszarów poza miastowych takich osób jest ok. 31 milionów. Stąd wynika, iż łącznie aż ok. 113 milionów mieszkańców Europy w ciągu dnia i nocy jest narażonych na hałas o wysokim poziomie, który pochodzi z ruchu drogowego. Dla Polski oszacowano, że około 11,6% wszystkich osób zamieszkujących miasta oraz 5,7% mieszkańców obszarów pozamiejskich doświadcza tego problemu. Zanieczyszczenie hałasem jest szkodliwe zarówno dla ludzi, jak i dla zwierząt dziko żyjących. W tabeli 1 zostały ukazane wybrane skutki zdrowotne długotrwałego narażenia na wysoki poziom hałasu występujące wśród określonej liczby mieszkańców Europy w 2019 roku [EEA 2019].

Tabela 1. Negatywne aspekty długotrwałej ekspozycji na wysoki poziom hałasu w 2019 roku
Table 1. Negative aspects of long-term exposure to high noise levels in 2019

Rodzaj oddziaływania	Liczba osób [tysiąc]
Przedwczesne zgony	12
Zakłócenia snu	8 000
Dokuczliwość	22 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2019].

W kwestii zagrożeń jakie stwarza sektor transportowy, ważne jest podejmowanie działań, które zapobiegą ich wystąpieniu lub zminimalizują skalę/zasięg oddziaływań [Badyda 2010]. Warto także pamiętać, iż z funkcjonowaniem transportu związane są koszty zewnętrzne – koszty negatywnych skutków działania sektora transportowego, za które musi „płacić” środowisko i społeczeństwo [Cieślakowski 2011]. Dlatego jego rozwój powinien przebiegać w sposób zrównoważony. Szczególną uwagę należy zwrócić na transport drogowy – najmniej ekologiczną i w największym stopniu eksploatowaną gałąź transportu [Orczyk i Tomaszewski 2017]. Unia Europejska w swojej polityce przyjęła za istotny cel ograniczenie niekorzystnych skutków funkcjonowania sektora transportowego [European Council 2021].

Carbon footprint w poszczególnych gałęziach transportu²

Jedną z podkategorii źródeł emisji GHG jest sektor transportowy, który jako jedyny sektor gospodarki od 1990 roku odnotował wzrost emisji GHG (Polska i Europa). Trend ten wciąż się na ogół utrzymuje. Biorąc pod uwagę wielkość emisji GHG w podziale na źródła pochodzenia, transport zajmuje drugie miejsce po energetyce [Szymalski 2017]. Szacuje się, że transport w Polsce jest odpowiedzialny za około 16% całkowitej emisji GHG i 20% w przypadku emisji CO₂ [KOBiZE 2020]. Zbliżone wartości występują w skali europejskiej i globalnej.

Emisje GHG w sektorze transportowym w UE od 1990 roku wykazują tendencje wzrostowe. Cieszy fakt, że od 2014 roku stopy wzrostu emisji są wolniejsze. W prognozie do 2035 roku przyjmuje się dwa scenariusze – „z istniejącymi środkami” oraz „z dodatkowymi środkami”. Pierwszy z nich stanowi odzwierciedlenie obecnej polityki i środków, a drugi dotyczy dalszych planów i działań państw członkowskich w tym zakresie. Według prognoz emisje z sektora transportowego w badanym okresie zwiększą się o około 32% (pierwszy scenariusz) i 17% (drugi) w stosunku do stanu w 1990 roku. Z prognoz krajowych wynika, że do 2030 roku spadek emisji GHG będzie niewielki i utrzyma się na poziomie wyższym niż w 1990 roku [EEA 2020].

Od lat największy udział w całkowitej emisji GHG w sektorze transportowym przypisuje się transportowi drogowemu. W 2018 roku w UE wyniósł on ponad 70%. Z kolei najniższy udział miała żegluga krajowa oraz transport kolejowy (z wyłączeniem kolei zasilanych elektrycznie) – kolejno poniżej 2 i 1% [EEA, 2020]. Podobny rozkład występuje również w skali globalnej [Ritchie et al. 2020]. Wśród gazów cieplarnianych szczególną rolę odgrywa CO₂, a dominującą pozycję w rozkładzie jego emisji ma transport drogowy, gdyż jest to najszybsza, najpopularniejsza i najbardziej niezawodna gałąź transportu. Stale rośnie liczba samochodów osobowych, które stanowią główne źródło zanieczyszczeń [Gis 2017]. W 2016 roku udział samochodów osobowych w całkowitej emisji CO₂ w transporcie drogowym w UE wyniósł 60,7%. Kolejne były samochody ciężarowe ciężkie i lekkie – odpowiednio 26,2% oraz 11,9%. Najmniejszy zaś udział wykazały motocykle – 1,2% [Parlament Europejski 2019a].

Każde przemieszczanie się osób czy ładunków wymaga zużycia energii, a najbardziej szkodliwa dla środowiska jest taka, która powstaje na skutek spalania paliw kopalnych. Zatem należy wybierać najmniej energochłonne sposoby podróży, które pozwolą zredukować emisje. Oznacza to, iż najkorzystniejsza jest podróż piesza, bądź rowerowa, w dalszej kolejności komunikacja zbiorowa, a najbardziej szkodliwa – podróż indywidualnie samochodami czy samolotami [Szymalski 2017].

Wybór roweru pozwala zmniejszyć ślad węglowy, na skutek redukcji emisji CO₂, o 36,7 g na przejechany kilometr, czyli ekwiwalent 0,6 drzewa, aktywność rowerowa wydłuża życie o jedną minutę i pozwala zaoszczędzić 0,84 zł, w stosunku do wykorzystania samochodu [Allegra All For Planet].

Najwyższa jest emisja CO₂ podczas przemieszczania ładunków transportem drogowym (samochody ciężarowe), jest ona około trzy razy większa w porównaniu do żeglugi i dziewięć razy w przypadku kolei. Warto też wspomnieć o transporcie lotniczym, który ze

² Szerzej problematykę pomiaru śladu węglowego autorzy przedstawili w [Zarczuk i Klepacki 2021].

względu na najwyższe emisje nie jest używany w transporcie masowym [Witaszek and Witaszek 2015]. Dlatego zasadnym jest inwestowanie w infrastrukturę kolejową oraz rozwój tej gałęzi transportu. W celu zachęcenia obywateli i przedsiębiorstwa, aby eksploatować tę gałąź transportu, 2021 rok został ustanowiony jako „Europejski Rok Kolei” [Parlament Europejski 2021].

Szacuje się, że w najbliższych 15 latach udział transportu drogowego ulegnie zmniejszeniu. Najszybszy wzrost przewidywano w lotnictwie i transporcie morskim [Parlament Europejski 2019b]. Można jednak oczekiwać, że występująca od 2020 roku pandemia COVID-19 i związany z nią kryzys oczekiwania te może zrewidować.

Proekologiczne rozwiązania transportowe

Kwestie dotyczące emisji gazów cieplarnianych są ważnym elementem w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw, stąd pojawiła się koncepcja „Zielonego łańcucha dostaw”, której cechą jest niewielka emisja zanieczyszczeń oraz ochrona środowiska. Wśród elementów składowych pojawia się „zielony transport”, w ramach którego preferowane są środki transportu emitujące niewielką ilość zanieczyszczeń (CO₂), korzystanie z intermodalnych rozwiązań czy optymalizacja wszelkich tras, na których odbywa się przewóz [Witkowski and Pisarek 2017].

Nowością, która łączy „Zielony łańcuch dostaw” z technologiami cyfrowymi jest „Zielony łańcuch dostaw 4.0”. Dzięki technologicznemu wsparciu i sterowaniu takiego łańcucha informacjami, znacznie łatwiej przebiega jednoczesne realizowanie celów ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Wdrożenie takiego rozwiązania jest spójne z realizowaniem różnych rodzajów polityki klimatycznej.

Kolejnym działaniem proekologicznym jest zastosowanie paliw alternatywnych, takich jak: wodór, energia elektryczna, biopaliwa, czy paliwa syntetyczne/parafinowe [Goodloading, 2020]. Jest to szczególnie ważne, gdyż w transporcie drogowym około 94% wszystkich pojazdów jest zasilana substancjami ropopochodnymi. Jeszcze wyższy poziom tego wskaźnika (niemalże 100%) występuje w transporcie morskim oraz lotniczym [IEA 2018].

W Polsce Ministerstwo Klimatu podjęło działania nad opracowaniem strategii, aby w przyszłości wodór był wykorzystywany jako paliwo transportowe. Pierwiastek ten jest alternatywą dla paliw kopalnych, a także tworzy szansę dla Polski na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego i większą niezależność³. Na świecie już są produkowane samochody wodorowe, w skrócie FCV (Fuel Cell Vehicle), a należą do nich Toyota Mirai czy Hyundai Nexo [Budzik bd].

Poza paliwami alternatywnymi, ograniczenie emisji jest możliwe dzięki zmniejszeniu liczby przewozów towarów transportem drogowym. W tym celu konieczne jest ich konsolidowanie – wskazany transport multimodalny na długich trasach [Dyr 2011, Rokicki 2018]. Jednak wymaga to odpowiedniego planowania i optymalizacji tras, a pomocne w tym są systemy inteligentne, które ułatwiają zarządzanie ruchem i efektywniejsze użytkowanie infrastruktury.

Zmniejszenie wpływu transportu na środowisko jest zależne od opracowania i wdrożenia właściwych proekologicznych regulacji transportowych przez władze. Można stymulować

³ Otrzymywanie czystego wodoru jest jednak kosztowne i są kłopoty z bezpiecznym jego transportem.

korzystanie z pojazdów ekologicznych oraz komunikacji miejskiej, rowerowej czy pieszej, zamiast indywidualnego użytkownika pojazdów [Pyza 2017].

Interesująca jest też idea „Auto 2.0”, zamiennie określana jako „Pojazd CASE” (akronim słów: *connected* – sieciowy, *autonomous* – autonomiczny, *shared* – współdzielony oraz *electric* – elektryczny). Głównym założeniem tej koncepcji jest zmiana funkcjonalności aut w takich jak obszarach: usieciowienie, autonomizacja, współdzielenie oraz elektryfikacja.

Największy potencjał w redukcji emisji mają pojazdy elektryczne, które umożliwiają obniżenie emisji dwutlenku węgla około 3-krotnie [Transport & Environment 2020]. Aby wzrosło znaczenie pojazdów elektrycznych konieczne jest wprowadzenie systemu zachęt do ich zakupu⁴. W Polsce w tym celu została opracowana i przyjęta w 2017 roku polityka – „Energia do przyszłości”, czyli Plan rozwoju elektromobilności [Jeszke 2019].

Poza ochroną środowiska, korzyści ekonomiczne oraz skrócenie czasu jazdy i większy poziom bezpieczeństwa dostarcza też tzw. *ecodriving*. Ten płynny oraz przemyślany styl jazdy staje coraz bardziej popularny w Polsce. Stosując się do zasad *ecodrivingu*, możliwa jest redukcja spalania paliwa od 8 do 25% [EFL 2020]. Warto także poruszyć kwestie opakowań w transporcie, gdyż pośrednio one także wpływają na stan środowiska. Częstym problemem jest duża obecność powietrza (aż 25% zawartości całości) w przesyłkach. W wyniku transportu „zbędnego” powietrza każdego roku do atmosfery trafia około 122 miliony tCO₂ [Kosiak 2020].

Program Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel

Kuehne+Nagel International AG jest to globalny partner logistyczny, który oferuje wysoko wyspecjalizowane rozwiązania dopasowane do potrzeb określonych branż w skali światowej. Przedsiębiorstwo założyli Augusta Kühne oraz Fredrich Nagel w Bremie w 1890 roku. Główna siedziba znajduje się w Szwajcarii – w Schindellegi. W Polsce rozpoczęcie działalności nastąpiło w Poznaniu z 19 kwietnia 1992 roku. Kuehne+Nagel to numer 1., jeśli chodzi o spedycję morską na świecie oraz nr 2. – w spedycji lotniczej i logistyce kontraktowej oraz nr 5. – spedycji drogowej w Europie [O Kuehne+Nagel...].

W działalności Kuehne+Nagel dąży do zapewnienia jak najwyższych standardów w zakresie QSHE, czyli jakości (ang. *quality*), bezpieczeństwa (ang. *safety*), zdrowia i ochrony środowiska (ang. *health and environmental standards*), co wynika z przyjętej koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu. W obliczu wyzwań klimatycznych i tego, iż około 7–8% całkowitej emisji CO₂ na świecie jest powodowana przez branżę logistyczną, Kuehne+Nagel troszczy się o środowisko, koncentrując się w na redukowaniu CO₂ [Sustainability...].

W 2019 roku uruchomiono program środowiskowy Net Zero Carbon o globalnym zasięgu, którego głównym założeniem jest redukowanie pozostawianego śladu węglowego. Dotyczy to wszystkich usług świadczonych przez przedsiębiorstwo. Program ten to integralna część zobowiązania przedsiębiorstwa, aby oferować zrównoważone i innowacyjne rozwiązania łańcuchów dostaw. Jest to także kontynuacja akcji minimalizowania negatywnych oddziaływań na środowisko. Na główny cel Net Zero Carbon składają się dwa cele pośrednie:

⁴ Przy zastosowaniu energii elektrycznej podkreślane są zwykle jej zalety. Warto jest jednak wskazać na wady, a mianowicie „brudne” ekologicznie jest zarówno wytwarzanie akumulatorów, jak i ich utylizacja.

- 1) od 2020 roku pełna neutralność węglowa (pełna kompensacja nieuniknionych emisji) – strefa bezpośredniego wpływu (Protokół GHG – 1 i 2 zakres),
- 2) do 2030 roku neutralność węglowa – dostawcy i klienci (Protokół GHG – 3 zakres).

Kuehne+Nagel zakłada trzy główne obszary działań: widoczność/przejrzystość, redukcja oraz kompensowanie [Net Zero...]. Każdego roku publikowany jest Raport zrównoważonego rozwoju, w którym zawiera się przegląd wyników, w tym przegląd emisji CO₂. W 2010 roku Kuehne+Nagel ustanowiło globalne cele, zakładając iż do 2020 roku nastąpi redukcja emisji CO₂ w przeliczeniu na jeden etat oraz na 100 m² powierzchni obiektów o 15%. Cele te na koniec 2019 roku zostały osiągnięte, redukcja wyniosła kolejno 27% oraz 21%. Cele środowiskowe również zostały zrealizowane.

W tabeli 2 przedstawiono zbiorcze zestawienie emisji CO₂ za lata 2012–2019.

Tabela 2. Emisja dwutlenku węgla w Kuehne+Nagel w latach 2012–2019
Table 2. Carbon dioxide emissions at Kuehne+Nagel in 2012–2019

Lata	Emisja CO ₂		
	ogółem [tysiąc t]	w przeliczeniu na osobę [t]	w przeliczeniu na 100 m ² [t]
2012	229	4287	2930
2013	215	3808	2652
2014	201	3584	2575
2015	204	3394	2327
2016	208	3134	2420
2017	202	2907	1971
2018	209	2813	2011
2019	201	2689	2323

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport CSR...].

W 2019 roku firma Kuehne+Nagel zredukowała emisję CO₂ na osobę o około 4% w porównaniu do roku poprzedniego. Z kolei emisja CO₂ przeliczona na 100 m² uległa zwiększeniu o 16% r/r, co wynikało otwarcia nowych obiektów. Skala zmian w poszczególnych działaniach nieco różniła się (tabela 2).

W 2019 roku w stosunku do poprzedniego dla każdego zakresu odnotowano ogólny spadek wielkości emisji. W niektórych kategoriach, zarówno dla Zakresu 1, 2 i 3 nastąpił wzrost emisji CO₂, jednak był on niewielki lub utrzymano taki sam poziom.

Tabela 3. Porównanie wielkości emisji CO₂ w okresie 2018–2019 w zależności od zakresu emisji według protokołu GHG

Table 3. Comparison of CO₂ emissions in the period 2018–2019 depending on the Emission Scope according to the GHG Protocol

Rodzaj działalności	Poziom emisji w roku [milion t]	
	2018	2019
	Zakres 1 i 2	
Biura i magazyny	0,209	0,201
Logistyka drogowa (ciężarówki)	0,069	0,083
Samochody służbowe	0,036	0,027
Ogółem	0,314	0,311
	Zakres 3	
Logistyka lotnicza	9,9	9,3
Logistyka drogowa	2,5	4,5
Logistyka morska	4,9	2,8
Podróże służbowe	1,1	1,2
Dojazdy pracownicze	0,3	0,3
Ogółem w grupie	18,7	18,1
Ogółem	19,0	18,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport CSR...].

Wnioski

1. W Polsce i Europie sektor transportowy jako jedyny z sektorów gospodarki od 1990 roku wykazuje stały wzrost poziomu emisji gazów cieplarnianych. Zgodnie z prognozami do 2035 ta tendencja będzie się utrzymywać. Przeważająca część wszystkich emisji (ok. 70%) pochodzi z transportu drogowego, zwłaszcza z samochodów osobowych. Wynika to z charakteru tej gałęzi transportu oraz liczby pojazdów, które są zasilane energią powstającą na skutek spalania paliw kopalnych.
2. Poszczególne rodzaje i środki transportu różną się wielkością generowanego śladu węglowego. Pod tym względem najkorzystniejsza jest podróż piesza bądź rowerowa (zerowa emisja CO₂ w przeliczeniu na pasażerokilometr). W przewozie towarów największe emisje powodują samochody ciężarowe – kilkukrotnie większe emisje w porównaniu do kolei i żeglugi. W pojedynczym rozrachunku (jednorazowe emisje) największym emitentem CO₂ ze wszystkich środków transportu jest samolot.
3. Współcześnie wiele przedsiębiorstw opracowuje strategie środowiskowe, zmierzające do osiągnięcia neutralności węglowej. Przykładem skutecznych działań w tym względzie jest program Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel, która traktuje redukcję emisji GHG w sposób priorytetowy, wyznacza ambitne cele i konsekwentnie dąży do ich realizacji. Z powodzeniem realizuje inicjatywę środowiskową, która zakłada całkowitą węglową neutralność. Świadczą o tym uzyskane wyniki, czyli redukcja wielkości emisji CO₂ w badanym okresie.

Bibliografia

- Allegrò All For Planet, Kręcimy kilometry, Ślad węglowy, [źródło elektroniczne] <https://krecekilometry.pl/slady-weglowy> [dostęp: 16.02.2021].
- Badyda A.J., 2010: Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu, *Nauka* 4, 115–125.
- Budzik T., bd: Ministerstwo Klimatu stawia na wodór. To on może być polskim paliwem przyszłości, *Autokult.pl*, [źródło elektroniczne] <https://e.autokult.pl/38036,ministerstwo-klimatu-stawia-na-wodor-to-bedzie-polskie-paliwo-przyszlosci> [dostęp: 17.02.2021].
- Cieślakowski S.J., 2011: Ekologia w transporcie samochodowym, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 12, 78–83.
- Dyr T., 2011: Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 10, 20–29.
- EEA, 2019: Environmental noise in Europe – 2020. Report No 22/2019, Louxemburg, [źródło elektroniczne] <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> [dostęp: 20.12.2020].
- EEA, 2020: Greenhouse gas emissions from transport in Europe, [źródło elektroniczne] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment> [dostęp: 10.02.2021].
- EFL, 2020: Ecodriving, czyli jak wprowadzić ekonomiczną jazdę w nawyk?, [źródło elektroniczne] <https://efl.pl/pl/biznes-i-ty/artykuly/ecodriving-czyli-jazda-ekonomiczna/> [dostęp: 19.02.2021].
- European Commission, 2021: EU Climate Action Progress Report 2020.
- European Council, 2021: 5 facts about the EU's goal of climate neutrality, [źródło elektroniczne] <https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/> [dostęp: 04.01.2021].
- Gis M., 2017: Emisja dwutlenku węgla z transportu drogowego, cz. 1 samochody klasy LDV, *Transport Samochodowy* 4, 67–76.
- Goodloading, 2020: Ekologiczne rozwiązania w transporcie towarów, [źródło elektroniczne] <https://www.goodloading.com/pl/blog/nowe-technologie-blog/ekologiczne-rozwiazania-w-transporcie-towarow/> [dostęp: 17.02.2021].
- Jeszke R., 2019: Klimat dla Polski. Polska dla klimatu 1988 – 2018 – 2050, IOŚ-PIB, Warszawa [źródło elektroniczne] http://ios.edu.pl/wp-content/uploads/2019/03/Klimat-dla-Polski-Polska-dla-Klimatu_PL-1.pdf [dostęp: 19.02.2021 r.]
- IEA, 2018: World Energy Outlook (WEO), [źródło elektroniczne] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> [dostęp: 17.02.2021].
- Jędrak J., Konduracka E., Badyda A.J., Dąbrowiecki P., 2017: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, *Krakowski Alarm Smogowy*, Kraków.
- KOBIZE, 2020: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988–2018 (raport syntetyczny), Warszawa, [źródło elektroniczne] <https://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji> [dostęp: 09.02.2021].
- Kosiak A., 2020: Ekologiczne opakowania do pakowania dla firm i e-commerce, *Furgonetka*, [źródło elektroniczne] <https://furgonetka.pl/blog/ekologiczne-opakowania-do-pakowania-dla-firm-i-e-commerce/> [dostęp: 20.02.2021].
- Net Zero Carbon – Globalny program Kuehne+Nagel, który zakłada redukcję pozostawianego śladu węglowego, *Kuehne+Nagel*, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/-/firma/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu/kompensacja-emisji-dwutlenku-wegla> [dostęp: 02.03.2021 r.]
- O Kuehne+Nagel, Kucha + Nagel, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/company/about> [dostęp: 24.02.2021].
- Orczyk M., Tomaszewski F., 2017: Wybrane zagadnienia oddziaływania transportu na środowisko, *Zeszyty Naukowe Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego* 74, 331–340.
- Parlament Europejski, 2019a: Emisje CO₂ z samochodów fakty i liczby (infografika), [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190313STO31218/emisje-co2-z-samochodow-fakty-i-liczby-infografika> [dostęp: 15.02.2021].
- Parlament Europejski, 2019b: Emisje z samolotów i statków: fakty i liczby (infografika), [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20191129STO67756/emisje-z-samolotow-i-statkow-fakty-i-liczby-infografika> [dostęp: 16.02.2021].
- Parlament Europejski, 2021: 2021: Europejski Rok Kolei, [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/eu-affairs/20210107STO95106/2021-europejski-rok-kolej> [dostęp: 16.02.2021].
- Pyza D., Gołaszewski A., Jacyna M., Gołębiowski P., 2017: Proekologiczny system transportowy w aspekcie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport* 119, 355–366.

J. Zarczuk, B. Klepacki

- Raport CSR 2019 Kuehne+Nagel w Polsce, Kuehne+Nagel, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/-/raport-csr-2019-kuehne-nagel-w-polsce> [dostęp: 29.04.2021].
- Ritchie H., Roser M., Rosado P., 2020: CO₂ and Greenhouse Gas Emissions, [źródło elektroniczne] <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> [dostęp: 12.02.2021].
- Rokicki T., 2018: Transport intermodalny w łańcuchach dostaw – uwarunkowania organizacyjne, techniczne i ekonomiczne, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Sustainability at Kuehne+Nagel, Kuehne+Nagel, [źródło elektroniczne] <https://home.kuehne-nagel.com/-/company/corporate-social-responsibility> [dostęp: 02.03.2021].
- Szymalski W., 2017: Transport, [w:] Przyjazny rozwój Polski. Ludziom – gospodarce – środowisku. Raport Merytoryczny. Dokument ramowy LIFE_WZROST_PL, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, [źródło elektroniczne] <https://energiaodnowa.pl/wp-content/uploads/2016/02/Dokument-ramowy-LIFE-WZROST-PL.pdf> [dostęp: 09.02.2021].
- Transport & Environment, 2020: How clean are electric cars?, [źródło elektroniczne] <https://www.transportenvironment.org/news/how-clean-are-electric-cars> [dostęp: 19.02.2021].
- Witaszek M., Witaszek W., 2015: Porównanie emisji dwutlenku węgla dla różnych rodzajów transportu, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport 88, 145–153.
- Witkowski J., Pisarek A., 2017: Istota zielonych łańcuchów dostaw – propozycja systematyzacji pojęć, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 9, 315, 11–26.
- Zarczuk J., 2021: Carbon Footprint w sektorze rolno-spożywczym i transportowym oraz jego znaczenie dla społeczeństwa, Katedra Logistyki, Instytut Ekonomii i Finansów, SGGW w Warszawie [praca magisterska].
- Zarczuk J., Klepacki B. 2021: Pojęcie, znaczenie i pomiar śladu węglowego (*carbon footprint*), Zeszyty Naukowe SGGW, Ekonomika i Organizacja Logistyki 1, 85–95.
- Zych-Lewandowska M., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu towarowego w Polsce i metody ich ograniczenia, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Zych-Lewandowska M., Domagała J., Klepacki B., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu w teoriach ekonomicznych oraz metody ich szacowania, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.