



## Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG

2022, 25(3), 76-87

DOI 10.4467/2543859XPKG.22.017.16611

Otrzymano (Received): 03.07.2022

Otrzymano poprawioną wersję (Received in revised form): 09.09.2022

Zaakceptowano (Accepted): 10.10.2022

Opublikowano (Published): 30.09.2022

---

# EMISJE GAZÓW CIEPLARNIANYCH Z TRANSPORTU OSOBOWEGO W WARSZAWIE NA PODSTAWIE DANYCH Z BAROMETRU WARSZAWSKIEGO

## *GHG emissions of passenger transport in Warsaw based on the Warsaw Barometer data*

Wojciech Szymalski (1), Karolina Bukowicka (2)

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, L. Nabelaka 15, 00-743 Warszawa  
e-mail: w.szymalski@ine-isd.org.pl



<https://orcid.org/0000-0002-5107-0223>

(2) Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym i Zrównoważonym Rozwojem, Uniwersytet Warszawski, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; Regionalne Centrum Ekologiczne na Europę Środkową i Wschodnią, Krajowe Biuro w Polsce, Grójecka 22/24, 02-019 Warszawa

**Cytacja:** Szymalski W., Bukowicka K., 2022, Emisje gazów cieplarnianych z transportu osobowego w Warszawie na podstawie danych z Barometru Warszawskiego, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 25(3), 76–87.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metodę obliczenia emisji gazów cieplarnianych z transportu osobowego w Warszawie na podstawie wyników systematycznie prowadzonego badania ankietowego Barometr Warszawski. Uzyskane wyniki dla roku 2015 porównano do dwóch innych dostępnych oszacowań dla tego okresu. Sumaryczna emisja w przedstawionej metodzie jest bardzo zbliżona do wcześniejszych opracowań i wynosi niewiele ponad 1,4 mln kg CO<sub>2</sub>eq. Znaczne różnice ujawniają się jednak na poziomie rozbitcia na środki transportu – transport indywidualny wydaje się być znacznie przeszacowany, zaś zbiorowy niedoszacowany. W artykule omówiono możliwe źródła różnic oraz przedstawiono rekomendacje mogące prowadzić do zwiększenia wiarygodności prezentowanej metody.

**Słowa kluczowe:** emisja gazów cieplarnianych, środki transportu, Barometr Warszawski

**Abstract:** This paper presents a method for calculating greenhouse gas emissions from passenger transport in Warsaw based on the results of the systematically conducted Warsaw Barometer survey. The results obtained for 2015 were compared to two other available estimates for this period. The total emissions in the presented method are very similar to previous studies and amount to just over 1.4 million kg CO<sub>2</sub>eq. However, significant differences emerge at the level of the breakdown by mode of transport – individual transport appears to be significantly overestimated, while collective transport appears to be underestimated. The article discusses the possible sources of the differences and makes recommendations that could lead to an increase in the reliability of the method presented.

**Keywords:** greenhouse gases emissions, means of transport, The Warsaw Barometer

---

## Wstęp

W 2016 r. ogłoszono tzw. Porozumienie Paryskie, które zaproponowało ambitny cel dla społeczności międzynarodowej w zakresie ograniczenia skali globalnego ocieplenia. Aby wypełnić ten cel potrzebne jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do roku 2050 (UNFCC, 2015). Neutralność klimatyczna zakłada tak dalekie ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (GHG) na świecie, że będzie możliwe ich całkowite pochłanianie przez ziemski ekosystem. Nadal jednak w związku z wysokim (prognoza 36,4 GtCO<sub>2</sub>eq na rok 2021) poziomem emisji gazów cieplarnianych na świecie (GCP, 2022), ograniczenie ich emisji jest konieczne. Dlatego w wielu sektorach i na wielu terytoriach podejmuje się inicjatywy zmierzające do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Jednak, aby takie inicjatywy podejmować, najpierw potrzeba wiedzieć, ile gazów cieplarnianych jest w tych sektorach lub na tych terytoriach emitowane.

Na poziomie krajowym istnieją dobrze znane mechanizmy szacowania emisji gazów cieplarnianych, oparte na instytucjach i zobowiązaniach międzynarodowych, podjętych w ramach wspólnych prac Organizacji Narodów Zjednoczonych (IPCC, 1997-2019). Państwa Sygnatariusze Konwencji o Przeciwdziałaniu Zmianom Klimatu co roku publikują krajowe raporty emisyjne w oparciu o wytyczne Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (UNFCC, 2022). Jednak stopniowo mechanizmy szacowania emisji gazów cieplarnianych przenikają do mniejszych jednostek terytorialnych oraz do niższych poziomów zarządzania, np. do przedsiębiorstw. Nośnikiem takiego mechanizmu na poziomie miast jest organizacja C40 (C40, WRI, ICLEI, 2018), a na poziomie przedsiębiorstw np. GHG Protocol (WRI, 2004). W Unii Europejskiej od 2014 r. podjęto wiele inicjatyw prawnych, które wprowadzają na coraz niższe poziomy zarządzania konieczność szacowania emisji gazów cieplarnianych. Główną taką inicjatywą jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/95/UE z dnia 15 listopada 2014 r. w sprawie ujawniania informacji niefinansowych i informacji dotyczących różnorodności przez niektóre duże jednostki oraz grupy. W ślad za nią pojawiły się w 2019 r. Rozporządzenia nr 2088 w sprawie ujawniania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem w sektorze usług finansowych oraz nr 2089 zmieniające rozporządzenie (UE) 2016/1011 w odniesieniu do unijnych wskaźników referencyjnych transformacji klimatycznej i unijnych wskaźników referencyjnych dostosowanych do porozumienia paryskiego, a także ujawniania informacji dotyczących wskaźników referencyjnych w związku z kwestiami odnoszącymi się do zrównoważonego rozwoju. W związku z tymi rozwiązaniami prawnymi pojawiły się także Wytyczne

dotyczące sprawozdawczości w zakresie informacji niefinansowych (metodyka sprawozdawczości niefinansowej) (2017/C 215/01) oraz Suplement dotyczący zgłaszania informacji związanych z klimatem (2019/C 209/01).

W związku z tymi oczekiwaniami prawnymi obserwowane jest coraz większe zainteresowanie metodami szacowania emisji gazów cieplarnianych na poziomie pojedynczej jednostki samorządu oraz przedsiębiorstwa. Choć ogólna metodyka szacowania emisji gazów cieplarnianych jest znana, to w praktyce oszacowaniu takiej emisji mogą służyć różne metody. Celem niniejszego artykułu jest oszacowanie emisji gazów cieplarnianych w Warszawie dla sektora transportu z wykorzystaniem wyników badań częstości poruszania się po mieście różnymi środkami transportu przez jego mieszkańców. Dodatkowo porównano wyniki badań z innymi dostępnymi szacunkami w badanej tematyce.

Artykuł składa się z pięciu części. Pierwsza część opracowania poświęcona została kwerendzie literatury na temat metod szacowania emisji gazów cieplarnianych pochodzących z transportu w miastach. Druga przedstawia opis metody realizacji wykonanych szacunków i wykorzystane źródła danych. Trzecia część przedstawia wyniki obliczeń. W czwartej części porównano otrzymane wyniki z innymi dostępnymi szacunkami emisji dla miasta Warszawy i przedstawiono wnioski z tych porównań. W ostatniej części zaprezentowano rekomendacje dla poprawy zastosowanej metody i gromadzenia danych potrzebnych do jej wykorzystania.

## 1. Przegląd literatury

Według dostępnych źródeł (WRI, 2013; IPCC 1997; The Climate Registry, 2018) dla sektora transportu można wyróżnić trzy zasadnicze metody szacowania emisji:

1. Metoda wykorzystująca bezpośrednio dane o zużyciu różnych paliw i rodzajów energii na potrzeby transportu oraz wskaźniki emisyjne odpowiednie dla tych paliw. Metodę tą wykorzystuje się np. w przedsiębiorstwach, gdzie dostępna jest ewidencja zakupionych paliw i energii. W GHG Protocol (2013) jest to tzw. metoda fuel-based, ale zwana jest w literaturze także jako top-down (Wang i in., 2015) albo metoda poziomu pierwszego (IPCC, 1996).
2. Metoda, w której zużycie paliw i energii szacuje się pośrednio na podstawie liczby przejechanych kilometrów przez tabor transportowy i charakterystyki tego taboru, głównie efektywności spalania paliwa oraz wskaźników emisyjnych odpowiednich dla wykorzystanych paliw. Metoda ta w GHG Protocol (2013) nazwana jest activity-based, a w literaturze

zwana także jako bottom-up (Wang i in., 2015) lub jako metoda poziomu drugiego (IPCC, 1996).

3. Metoda wykorzystująca informacje o wykonanej pracy przewozowej i wskaźniki emisyjne odpowiednie dla pracy przewozowej określonego typu transportu, np. towarowego lekkiego, ciężkiego, autobusowego oraz pojazdów osobowych. Przez GHG Protocol (2013) metoda ta nazywana jest distance-based i w dużym uproszczeniu używana jest do szacowania emisji z zakresu 3 (Scope 3) w organizacjach (Ozawa-Meida i in., 2013).

Metody te podano powyżej w kolejności od wykorzystującej najbardziej dokładne do wykorzystującej najmniej dokładne dane wyjściowe o zużyciu paliw energii w transporcie. Warto jednak zwrócić uwagę, że porównania szacunków emisji otrzymanych różnymi metodami dla transportu na poziomie jednostek samorządu są bardzo rzadko spotykane w literaturze przedmiotu. Można odnaleźć porównania obliczeń dla produktów (Barnett i in., 2012; Dias, Arroja, 2012) lub przedsiębiorstw (Lee i in., 2014), ale dla jednostki samorządu autorzy opracowania nie odnaleźli takiego porównania. K. Ki-Dong i in. (2011) dokonali takiego porównania pomiędzy metodami poziomu pierwszego, drugiego i trzeciego (w tym miejscu nie omawianymi) dla transportu dotyczącego całego kraju – Korei Południowej, stwierdzając, że najbardziej właściwa w ich ocenie okazała się metoda activity-based (poziomu drugiego). Arioli i in. (2020) porównali natomiast metody obliczeniowe gazów cieplarnianych dla różnych miast, ze szczególnym uwzględnieniem transportu i stwierdzili, że dotychczas nie wypracowano jednej metody, która umożliwiłaby uzyskanie porównywalnych wyników dla różnych miast. Takie stwierdzenia na poziomie inwentaryzacji emisji GHG dla miast padały już w literaturze naukowej wcześniej, np. w opracowaniu N. Ibrahim i in. (2012) lub N. Bader i R. Belischwitz (2009).

W literaturze można także znaleźć obszerną dyskusję dotyczącą różnic pomiędzy obliczeniami emisji gazów cieplarnianych dla metod consumption-based oraz production-based (Hoornweg i in., 2011; Mi i in., 2019; Lenk i in., 2021). Różnica pomiędzy nimi dotyczy jednak tego, czy uwzględniać w kalkulacjach jedynie źródła emisji na terenie miasta, czy także poza nim, jeśli emisje pochodzą z działalności prowadzonej na rzecz tego miasta i nie wydają się mieć znaczenia dla prezentowanej w tym artykule treści. Dla porządku warto odnotować, że emisje analizowane w tym artykule należy zaliczyć do sposobu obliczenia emisji production-based.

W określonych warunkach każda z przytoczonych trzech metod szacowania emisji może zostać zastosowana. Jednym z głównych warunków jest dostępność danych możliwych do wykorzystania. O ile w przedsiębiorstwach mogą być dostępne dokładne dane o ilości wykorzystanego paliwa we własnej flocie pojazdów, zdadne do wykorzystania w metodzie pierwszej, o tyle np. w obliczeniach emisji dla jednostki samorządu terytorialnego tego typu informacje zwykle nie są dostępne. Dlatego dla wielu jednostek samorządu terytorialnego szacuje się emisje za pomocą drugiej z przedstawionych metod. Dane potrzebne do takiego obliczenia są dla licznych jednostek samorządu dostępne i pochodzą z pomiarów ruchu drogowego oraz zawartych w statystykach publicznych informacji o flocie pojazdów poruszających się po drogach określonej jednostki samorządu. Przykłady takiego obliczenia zostały w sposób obszerny zebrane w artykule W. Szymalskiego (2021). Realizowali je np. także V. M. Chester (2008), M. Gonzales (2007), H. Kalenoja (1996), P. Moriarty i S. J. Wang (2015), M. Zambrini (2016), M. Lenzen (1999), A. Ramaswami i T. Hillman (2010), Y. Trofimenko i in. (2020), T. Lin i in. (2013). Tabela 1 przedstawia podstawowe dane dla cytowanych artykułów.

Tab. 1. Opracowania zawierające szacunki emisji gazów cieplarnianych dla systemów transportowych miast.

Opracowanie	Obszar	Okres szacowania
Chester, 2008	San Francisco, Chicago, Nowy Jork	2007 i lata wcześniejsze
Gonzales, 2007	Madryt	1998-2001
Kalenoja, 1996	Helsinki	1993
Moriarty, Wang, 2015	Houston, Tokio	1990
Zambrini, 2016	Szwajcaria (średnia dla miast)	2010
Lenzen, 1999	Australia (średnia dla miast)	1994-1996
Ramaswami, Hillman, 2010	Denver, Boulder, Arvada, Fort Collins (Kolorado), Portland (Oregon), Seattle (Waszyngton), Minneapolis (Minnesota), Austin (Teksas)	2005-2007
Trofimenko i in., 2020	Rosja	2015
Lin i in., 2013	Xianmen (Chiny)	2009-2010

Źródło: opracowanie własne.

Bywają jednak także przypadki, w których ze względu na brak danych wskazane byłoby oszacowanie emisji za pomocą trzeciej metody. Szczególnie w średnich i małych miastach dane o ruchu drogowym mogą nie być dostępne. Także w wielu przedsiębiorstwach metoda trzecia jest wskazana ze względu na wykorzystywanie usług zewnętrznych w prowadzeniu działalności transportowej, w tym usług transportu publicznego. Możliwe jest w takich przedsiębiorstwach stosunkowo łatwe oszacowanie pracy przewozowej, a obliczenie wymaga jedynie dobrania właściwego wskaźnika emisyjnego. Wskaźniki emisyjne dla pracy przewozowej określonego typu pojazdów są dostępne, co pokazuje artykuł W. Szymalskiego (2021), a także niektóre opracowania instytucji publicznych z Wielkiej Brytanii (UK DfB, 2020), Niemiec (UBA, 2018), Stanów Zjednoczonych (U.S. DoT, 1962-2020), Niderlandów (CE Delft, 2014), Francji (SNCF, 2018).

Na poziomie miast oszacowanie pracy przewozowej często idzie w parze z wcześniejszym określeniem wielkości ruchu drogowego, ale nie zawsze. Zwłaszcza w transporcie osobowym stosowane są także metody badań ankietowych, które pozwalają w sposób wystarczający do zarządzania transportem określić sposoby poruszania się mieszkańców po mieście. Chodzi o ankiety, które badają częstość poruszania się ankietowanych różnymi środkami transportu w określonym czasie. Taką ankietę zastosowano w gminie Żywiec do opracowania planu transportowego, ale dane nie zostały zagregowane na poziomie środków transportu (REFUNDA, 2016). Ankieta tego typu została także zastosowana do opracowania planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Podkarpacia (Marszałek Województwa Podkarpackiego, 2014). Ankiety sprawdzają się w przypadku przedsiębiorstw i są z powodzeniem wykorzystywane do obliczania pracy przewozowej na potrzeby obliczeń emisji gazów cieplarnianych (Ozawa-Meida i in., 2013). Można znaleźć także opracowania pozyskujące za pomocą tego rodzaju ankiet informacje potrzebne do obliczenia emisji gazów cieplarnianych miasta, np. Xiamen w Chinach (Lin i in., 2013). Taką metodą badana jest też od wielu lat populacja dorosłych warszawian w ramach tzw. Barometru Warszawskiego (Urząd Miasta Warszawy, 2018), choć do tej pory nie próbowano wykorzystać jej do obliczeń emisji gazów cieplarnianych.

Warto zwrócić uwagę na badania Barometru Warszawskiego głównie dlatego, że jest to konsekwentnie realizowane badanie już od ponad 15 lat, co najmniej dwukrotnie w roku, a w zakresie częstości podróżowania po mieście różnymi środkami transportu, zawsze za pomocą tych samych pytań. Tylko w 2020 r. w okresie pandemii badanie zostało zrealizowane jeden raz w ciągu roku. Odróżnia to Barometr Warszawski od

innych badań transportowych, które są realizowane z reguły bardzo rzadko. Ostatnie kompleksowe badania ruchu w Warszawie zostały wykonane w 2015 r. (Kostelecka, 2015), a wcześniej w 2005 r. (Monkiewicz, 2005). Szczególnie w dłuższym okresie po kompleksowych badaniach ruchu wyniki Barometru Warszawskiego mogą okazać się bardziej przydatne niż wykorzystanie danych z badań ruchu sprzed kilku lat. Dlatego w tym artykule postanowiono sprawdzić, czy wyniki Barometru Warszawskiego mogą posłużyć do trafnego oszacowania emisji gazów cieplarnianych z transportu w Warszawie. Obliczenie emisji wykonano dla roku 2015, ponieważ dla tego roku istnieją wiarygodne alternatywne obliczenia emisji GHG, które pozwoliłyby porównać osiągnięty wynik i stwierdzić, czy wykonane obliczenie może być uznane za miarodajne. Jednocześnie podjęto się dyskusji warunków, pod którymi szacowanie z wykorzystaniem tych wyników mogłoby się odbyć oraz zaproponowano rekomendacje, które pozwoliłyby te warunki spełnić.

## 2. Metodyka badań

Obliczenie emisji na podstawie wyników Barometru Warszawskiego wymagało przyjęcia wielu założeń, ze względu na bardzo ogólny charakter pytań dotyczących transportu w nim zawartych. Wykorzystano wyniki badania przeprowadzonego wiosną i jesienią 2015 r., korzystając w szczególności z odpowiedzi na pytania:

„Jak często w ciągu ostatnich 3 miesięcy korzystał(a) Pan(i) w Warszawie z:

- komunikacji miejskiej – autobusów, tramwajów, metra?
- samochodu prywatnego lub służbowego jako pasażer?
- samochodu prywatnego lub służbowego jako kierowca?
- taksówki?
- pociągów (SKM, WKD, KM) wyłącznie w granicach Warszawy?”

Na wszystkie te pytania do wyboru były te same, następujące odpowiedzi:

- „codziennie lub prawie codziennie;
- nie codziennie, ale przynajmniej raz w tygodniu;
- od czasu do czasu, mniej niż raz w tygodniu;
- rzadko, mniej niż raz w miesiącu;
- wcale nie korzystałem(am);
- trudno powiedzieć”.

W pierwszej kolejności należało przełożyć powyższe odpowiedzi na częstotliwość wyrażoną liczbą dni w roku. Ponieważ w pytaniu nie sprecyzowano, czy chodzi o dni robocze, założono, że odnosi się ono do pełnego tygodnia, tj. siedmiu dni. Częstotliwość codziennie lub prawie codziennie zamieniono na



średnio sześć dni w tygodniu, czyli w zaokrągleniu 313 dni w roku. Niecodziennie, ale przynajmniej raz w tygodniu to średnio trzy dni w tygodniu, czyli ok. 156 dni w roku. Od czasu do czasu, mniej niż raz w tygodniu, to trzy dni w miesiącu, czyli 36 dni w roku. Rzadko, mniej niż raz w miesiącu, przetłumaczono na pięć dni w roku.

Tab. 2. Autorskie przeliczenie częstotliwości wskazań w ankiecie Barometr Warszawski na liczbę dni w roku.

Częstotliwość	Liczba dni w roku
codziennie lub prawie codziennie	313
nie codziennie, ale przynajmniej raz w tygodniu	156
od czasu do czasu, mniej niż raz w tygodniu	36
rzadko, mniej niż raz w miesiącu	5
wcale nie korzystałem(am)	0

Źródło: opracowanie własne.

Następnie niezbędne było znalezienie średniej odległości przewozu jednej osoby w podziale na środki transportu. Dane takie zostały zebrane w ramach pracy badawczej pt. „Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce”, wykonanej przez Główny Urząd Statystyczny w 2015 r. (GUS, 2015). Dla samochodu osobowego oraz komunikacji miejskiej (zbiorowej) podane wielkości dotyczą Warszawy, dla pozostałych środków transportu są to dane ogólnopolskie, gdyż bardziej szczegółowe nie były opublikowane.

Tab. 3. Średnia odległość przewozu jednej osoby wg środków transportu (km) w 2015 r.

Środek transportu	Odległość [km]
Samochód osobowy (kierowca i pasażer)	23,1
Taksówka	6,9
Komunikacja miejska (zbiorowa)	10,8
Pociąg	10,8
Rower	5,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie pracy badawczej pt. „Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce”, 2015.

Dla odległości podróżowania pociągiem w województwie mazowieckim badanie GUS podaje 46,9 km dziennie, ale dla potrzeb tego badania wybrano odległość taką jak dla komunikacji miejskiej, tj. 10,8 km. Wynikało to z przyjęcia wcześniejszego założenia, iż wykorzystywane są odpowiedzi na pytanie o podróżę

pociągiem wyłącznie po Warszawie, dla której nie ma jednak odpowiednich danych GUS o odległości podróży.

Kolejne założenie dotyczyło liczby podróżujących, na którą należało przeliczyć dane zebrane w badaniu ankietowym przeprowadzonym na reprezentatywnej próbie 1100 osób. Osoby pytane są mieszkańcami stolicy w wieku 15 lat i więcej, jednak chcąc oszacować całościowy ruch osobowy należy uwzględnić także osoby młodsze oraz dojeżdżające do stolicy, gdyż one także generują ruch. Jako całościową liczbę przyjęto więc liczbę wszystkich mieszkańców Warszawy w 2015 r. według danych GUS – 1 744 351 osób (BDL, 2015) oraz liczbę przyjeżdżających do pracy do stolicy (251,0 tys.) na podstawie informacji GUS „Gdzie dojeżdżają do pracy mieszkańcy m.st. Warszawy?”, podającej dane za 2016 r. (GUS, 2016). W sumie przyjęto w zaokrągleniu wartość 2 mln osób. Warto tu zaznaczyć, że prawdopodobnie struktura odpowiedzi na pytania zawarte w Barometrze Warszawskim byłaby różna dla osób młodszych niż 15 lat oraz dojeżdżających, od struktury odpowiedzi starszych mieszkańców Warszawy, co może stanowić źródło błędu oszacowania.

Dla poszczególnych środków transportu przyjęto współczynniki emisyjności na podstawie Modelu emisji z transportu dla Warszawy, opracowanego przez Fundację Instytut na rzecz Ekorozwoju i opisanego przez W. Szymalskiego (2020). Wskaźniki obliczone zostały dla 2015 r. Należy zauważyć, że wskaźnik dla pociągu odnosi się jedynie do składów SKM, podczas gdy po stolicy poruszają się także pociągi innych spółek, przede wszystkim Kolei Mazowieckich.

Tab. 4. Wskaźniki emisyjności dla poszczególnych środków transportu.

Środek transportu	Wskaźnik emisyjności [kg/pkm]
Samochód osobowy (kierowca i pasażer)	0,1489
Taksówka	0,1489
Komunikacja zbiorowa	0,0268
Pociąg	0,0923

Źródło: opracowanie własne na podstawie Szymalski, 2021.

W celu obliczenia rocznej emisji CO<sub>2</sub> dla wybranego środka transportu wykorzystano następujący wzór:  $Em = (C_1 * Cp_1 + C_2 * Cp_2 + C_3 * Cp_3 + C_4 * Cp_4 + C_5 * Cp_5) * O * L * W$ , gdzie:

Em – masa (emisja) emitowanego dwutlenku węgla (kg CO<sub>2</sub>);

C<sub>1-5</sub> – udział osób wybierających dany środek transportu ze wskazaną częstotliwością (%);

$C_{p,1-5}$  – przelicznik częstotliwości na dni w roku;  
 $O$  – średnia odległość przewozu 1 osoby wg środków transportu (km);  
 $L$  – liczba podróżujących;  
 $W$  – wskaźnik emisyjności (kg/pkm).

Całościową emisję uzyskano sumując emisje dla poszczególnych środków transportu.

Powyżej opisaną metodę obliczenia emisji zastosowano dla danych z dwóch edycji badania Barometr Warszawski – wiosennej (VI) i jesiennej (XI). W tab. 5 przedstawiono wyniki tych badań.

że wcale nie korzystało z tych środków transportu. Odpowiedzi dla pociągu wskazują zaś na jego większą popularność wiosną i to we wszystkich kategoriach częstotliwości. Częstość korzystania z taksówki była niemal identyczna w obu badaniach.

### 3. Wyniki szacunków emisji gazów cieplarnianych.

Wyniki uzyskane w badaniach Barometru Warszawskiego zostały przeliczone na pasażerokilometry,

Tab. 5. Wyniki badania Barometr Warszawski edycji wiosennej (VI) i jesiennej (XI) 2015 r.

Częstotliwość	Samochód (kierowca)		Samochód (pasażer)		Taksówka		Komunikacja zbiorowa (autobus, tramwaj, metro)		Pociąg	
	VI	XI	VI	XI	VI	XI	VI	XI	VI	XI
codziennie lub prawie codziennie	24%	30%	5%	10%	1%	1%	37%	43%	3%	1%
nie codziennie, ale przynajmniej raz w tygodniu	15%	11%	24%	19%	3%	3%	31%	22%	5%	3%
od czasu do czasu, mniej niż raz w tygodniu	15%	10%	39%	24%	9%	9%	18%	14%	12%	9%
rzadko, mniej niż raz w miesiącu	8%	7%	14%	19%	36%	32%	7%	7%	17%	16%
wcale nie korzystałem(am)	38%	42%	18%	28%	51%	55%	7%	14%	63%	71%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania Barometr Warszawski, VI i XI 2015 r.

Na podstawie przedstawionych wyników można powiedzieć, że transport indywidualny (samochodem jako pasażer lub kierowca) oraz komunikacja zbiorowa były bardziej popularne w codziennych, a więc najistotniejszych dojazdach jesienią niż wiosną. Jednocześnie więcej osób jesienią niż wiosną deklarowało,

a następnie emisje CO<sub>2</sub>eq, zgodnie z opisaną metodą. Poniżej (tab. 6) przedstawiono uzyskane wartości w podziale na środki transportu oraz z wyszczególnieniem dwóch okresów badania.

Tab. 6. Wyniki obliczeń pasażero-kilometrów i emisji CO<sub>2</sub> na podstawie Barometru Warszawskiego w dwóch okresach: VI i XI 2015 r.

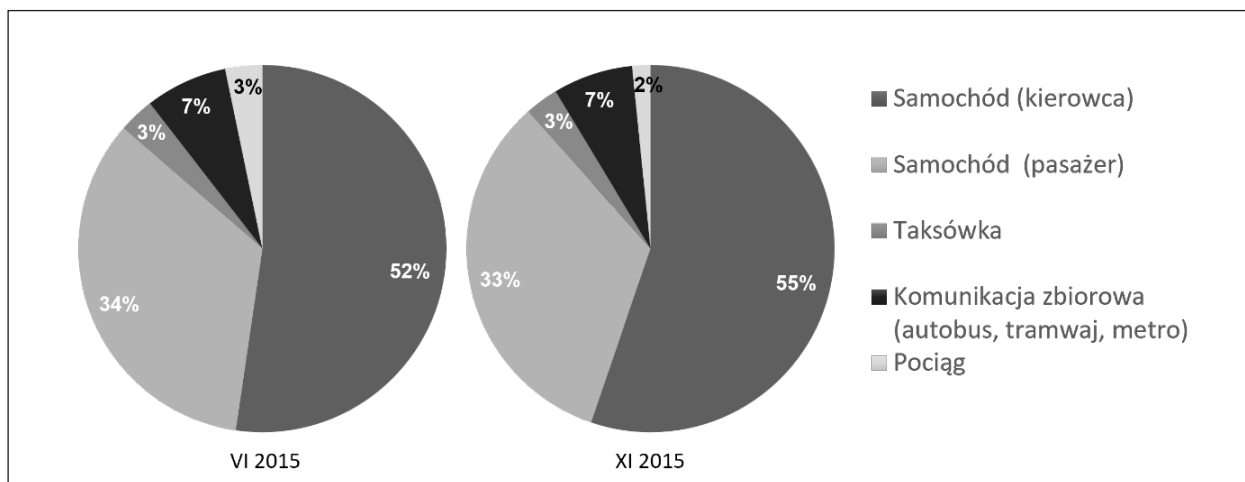
Wyszczególnienie	Samochód (kierowca)		Samochód (pasażer)		Taksówka		Komunikacja zbiorowa (autobus, tramwaj, metro)		Pociąg		Razem	
	VI	XI	VI	XI	VI	XI	VI	XI	VI	XI	VI	XI
Pasażero-kilometry w mln	4821	5314	3138	3189	178	175	3695	3758	483	248	12316	12684
Udział %	39	42	26	25	1	1	30	30	4	2	100	100
Emisje CO <sub>2</sub> w tys. ton	717,8	791,2	467,3	474,9	43,2	42,3	100,8	106,7	44,6	22,9	1372,0	1438,1
Udział %	52	55	34	33	3	3	8	7	3	2	100	100

Źródło: opracowanie własne.

Różnice wskazań częstotliwości w dwóch okresach badań przełożyły się na wartości bezwzględne w badanej jednostce miary (pasażerokilometrów), jednak struktura jest bardzo zbliżona. Dominujący udział ma transport indywidualny (łącznie 64% i 67%), dalej plasuje się komunikacja zbiorowa z wyłączeniem pociągu (30% w obu badaniach), pociąg (4% i 2%), najmniejszy udział mają taksówki (po 1% w obu badaniach). Sumaryczna wartość różni się między badaniami o 368 mln km, czyli o ok. 3%. Podobnie jest

Zrównoważonego wykorzystania energii do roku 2020" (Urząd Miasta Stołecznego Warszawy, 2020). Obliczenia te są realizowane co dwa lata, jedynie w roku parzystym, więc przyjęto do porównania wielkość za rok 2016. Drugie to obliczenie wykonane dla 2015 r. przez W. Szymalskiego (2020). Zestawienie wyników tych obliczeń z otrzymanymi wynikami za pomocą zaprezentowanej metody pokazano w tab. 7.

Przeprowadzona analiza wykazała, że nie zawsze da się zidentyfikować odpowiednie kategorie mogące



Ryc. 1. Udział poszczególnych środków transportu w emisji CO<sub>2</sub> z transportu na podstawie wyników Barometru Warszawskiego, VI i XI 2015 r.

Źródło: opracowanie własne.

z emisjami CO<sub>2</sub>, które w wartościach bezwzględnych różnią się pomiędzy dwoma badaniami, jednak ich struktura pozostaje podobna. Zdecydowaną większość generuje transport indywidualny (łącznie 86% i 88%), transport zbiorowy bez pociągu odpowiada za 7-8%, pociąg 2-3%, taksówki ok. 3%.

#### 4. Dyskusja wyników

Obliczone wartości emisji gazów cieplarnianych z wykorzystaniem danych Barometru Warszawskiego porównano z wynikami innych oszacowań emisji GHG dla 2015 r. Do tego celu zidentyfikowano dwa alternatywne obliczenia. Pierwsze to obliczenia realizowane przez m.st. Warszawa we własnym zakresie na podstawie metodyki spójnej z zaleceniami Porozumienia Burmistrzów<sup>1</sup> na potrzeby monitoringu realizacji „Planu

podlegać porównaniu. Dlatego poniżej wyjaśniono pokazane w tab. 7 kategorie:

1. Łączna emisja – transport to łączna emisja dla sektora transportu lądowego, określona w danym opracowaniu, która dotyczy transportu osobowego i towarowego ujętych razem. Nie jest ona określona analizowaną w tym miejscu metodą, ponieważ Barometr Warszawski nie bada transportu towarowego, ale przytaczane zostały dane z innych źródeł jako jedno z nielicznych punktów wzajemnego odniesienia.
2. Łączna emisja – transport osobowy, czyli emisja obliczona wyłącznie dla transportu osób. Dotyczy ona transportu indywidualnego samochodowego oraz komunikacji zbiorowej.
3. Emisja – komunikacja zbiorowa, która dotyczy wyłącznie autobusów, tramwajów i metra, ale w systemie szerszym niż pojazdy obsługiwane wyłącznie przez przewoźników publicznych. Według kalkulacji W. Szymalskiego (2020) oprócz autobusów, tramwajów i metra, wliczono także autobusy przewoźników spoza systemu komunikacji miejskiej. W przypadku metody z użyciem Barometru Warszawskiego wzięto pod uwagę

<sup>1</sup> Porozumienie Burmistrzów to inicjatywa Unii Europejskiej, do której mogą przystępować samorzady lokalne z całego świata, które realizują aktywną politykę ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Inicjatywie przyświecają cele motywacyjne i edukacyjne. Więcej informacji: <https://www.covenantofmayors.eu/>

Tab. 7. Zestawienie obliczeń emisji gazów cieplarnianych dla Warszawy według różnych metod szacowania.

	Monitoring SEAP	W. Szymalski (2020)	Obliczenia z wykorzystaniem Barometru Warszawskiego	Różnica 1	Różnica 2
	A	B	C	A-C	B-C
Łączna emisja - transport	1 851 268	1 820 620	nd	nd	nd
Łączna emisja – transport osobowy	nd	1 402 849	1 372 000	nd	30 849
			1 438 100	nd	-35 251
Emisja komunikacja zbiorowa (autobus, tramwaj, metro)	nd	339 564	100 800	nd	238 764
			106 700	nd	232 864
Emisja Komunikacja publiczna (autobus, tramwaj, metro, pociąg)	208 785	325 580	145 400	63 385	180 180
			139 600	69 185	185 980
Emisja komunikacja kolejowa (osobowa)	nd	26 645	44 600	nd	-17 955
			22 900	nd	3 745
Emisja komunikacja samochodowa osobowa	nd	1 036 640	1 228 300	nd	-191 660
			1 308 400	nd	-271 760

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Urzędu Miasta Stołecznego Warszawy (2020), Szymalskiego (2020) i badań własnych.

emisję wyłącznie na podstawie częstości podróżowania komunikacją zbiorową.

- Emisja – komunikacja publiczna, która dotyczy autobusów, tramwajów, metra i kolei w systemie zarządzanym przez m.st. Warszawa, gdyż w miejskim monitoringu emisji podano emisje osobno dla kategorii „komunikacja publiczna”, która jednak nie jest dokładnie objaśniona. Do emisji oszacowanej według W. Szymalskiego (2020) wliczono oprócz autobusów, tramwajów i metra, także pociągi. W przypadku metody z użyciem Barometru Warszawskiego wzięto pod uwagę emisję policzoną na podstawie częstotliwości podróżowania komunikacją zbiorową oraz kolejną.
- Emisja – komunikacja kolejowa, dotyczy wyłącznie osobowego transportu kolejowego, dla którego osobno oszacowano emisje zarówno przez W. Szymalskiego (2020), jak i analizowaną w tym artykule metodą.
- Emisja – komunikacja indywidualna samochodowa, która dotyczy wyłącznie podróżowania samochodami, w tym w przypadku metody z użyciem Barometru Warszawskiego, zsumowano emisje dla podróżowania jako kierowca, pasażer samochodu i taksówka. W przypadku obliczeń W. Szymalskiego (2020) wliczono do emisji także podróże motocyklami.

Wyniki obliczeń emisji gazów cieplarnianych różnymi metodami czasem są do siebie bardzo zbliżone, a czasem dość dalece różnią się od siebie. Zbliżone są wyniki ogólne, sumaryczne. Łączna emisja dla transportu osobowego obliczona przez W. Szymalskiego (2020) oraz z użyciem danych Barometru Warszawskiego różnią się w niewielkim przedziale (+-2%). Dla danych BW z IV 2015 r. różnica jest dodatnia, a dla danych BW z XI 2015 r. ujemna w bardzo podobnym zakresie (30-35 tys. ton CO<sub>2</sub>eq). Powoduje to, że średnia z dwóch obliczeń z użyciem danych Barometru Warszawskiego wynosi 1 405 050 kg CO<sub>2</sub>eq i jest tylko o 0,1% różna od obliczeń W. Szymalskiego (2020) – wyższa lub niższa w zależności od wykorzystanego okresu badania.

Bardzo rozbieżne są wyniki dla różnych kategorii transportu. Dla kategorii transport zbiorowy obliczenie z wykorzystaniem Barometru Warszawskiego daje najniższą emisję gazów cieplarnianych wśród analizowanych metod. Różnica względem wyników otrzymanych metodą Szymalskiego (2020) jest nawet trzykrotna – o 235 tys. ton. Dla kategorii transport publiczny także obliczenia uzyskane analizowaną w tym artykule metodą są najniższe, nawet dwukrotnie niższe (o 180-185 tys. ton CO<sub>2</sub>eq) niż w artykule W. Szymalskiego (2020), a ok. 30% niższe (tj. 60 tys. ton CO<sub>2</sub>eq) niż w monitoringu emisji prowadzonym przez m.st. Warszawa. Wyniki obliczone z wykorzystaniem



Barometru Warszawskiego różnią się istotnie na plus lub na minus względem otrzymanych przez W. Szymalskiego (2020) w zależności od okresu. Także średni wynik różniłby się o ok. 30% (tj. 7 tys. ton CO<sub>2</sub>eq). Wreszcie dla indywidualnego transportu samochodowego wyniki otrzymane z wykorzystaniem Barometru Warszawskiego są znacznie wyższe niż otrzymane przez W. Szymalskiego (2020). Przeszacowanie wynosi ok. 20% (tj. o 230 tys. ton CO<sub>2</sub>eq).

Wyniki obliczeń emisji gazów cieplarnianych dla transportu w Warszawie otrzymane różnymi metodami są tożsame jeśli chodzi o wynik ogólny, ale istotnie różnią się, jeżeli zejdziemy na poziom poszczególnych kategorii (rodzajów) transportu. Wyniki szczegółowe uzyskane na podstawie danych pochodzących z Barometru Warszawskiego (dalej „metoda proponowana”) odbiegają istotnie od uzyskanych z wykorzystaniem innych danych (dalej „metody odniesienia”).

Pierwsza istotna różnica, to znacznie wyższy wynik od metod odniesienia w zakresie emisji z samochodów osobowych dla obliczeń metodą proponowaną. Znaczną różnicę w tym zakresie może stanowić zastosowany wskaźnik długości podróży przyjęty według eksperymentalnych badań GUS z roku 2015. Nie ma wątpliwości, że w wartościach podanych z badania powinien on być zastosowany dla kierowców samochodów oraz podróży TAXI. Jednak prawdopodobnie nie jest właściwe zastosowanie wskaźnika dla pasażerów samochodów w wartości takiej samej jak podanej przez GUS dla podróży samochodem. Nie ma jednak źródła, które pozwoliłoby na określenie takiej długości podróży osobno dla kierowców oraz pasażerów. Gdyby wskaźnik dla pasażerów był co najwyżej o 50% niższy niż dla kierowców, obliczona za pomocą Barometru Warszawskiego emisja dla transportu samochodowego byłaby zbliżona do wyników otrzymanych innymi metodami.

Druga istotna różnica w przypadku emisji dla samochodów osobowych, to wykorzystanie w obliczeniu wskaźników emisyjnych w przeliczeniu na pracę przewozową (pkm), wynikających z modelu uwzględniającego zarówno ruch pojazdów prowadzonych przez osoby zamieszkujące Warszawę, jak i osoby przyjezdne. Efektem jest inna wartość wskaźnika w przeliczeniu na pracę przewozową pkm, niż mogłaby być właściwa jedynie dla populacji w wieku >15 lat, która jest ankietowana w Barometrze Warszawskim. Gdyby ten wskaźnik był o ok. 12% niższy, wtedy możliwe byłoby otrzymanie wyników dla samochodów osobowych zbliżonych do uzyskanych metodami odniesienia. Ten sam problem ze wskaźnikami dotyczy komunikacji zbiorowej, z tym, że w jej przypadku emisja obliczona już jest niższa niż obliczona metodami odniesienia, a więc zmiana wskaźnika mogłaby spowodować dalsze obniżenie otrzymanego wyniku w stosunku do metod odniesienia.

Trzecia istotna różnica dotyczy emisji dla komunikacji miejskiej czy też komunikacji publicznej. Emisja ta jest znacznie niższa niż w przypadku obliczeń innymi metodami. Zasadniczo należy upatrywać większości przyczyn tej różnicy w systematycznie innym obliczeniu pracy przewozowej (pkm) niż w pozostałych metodach. Przede wszystkim praca przewozowa na podstawie Barometru Warszawskiego jest obliczana dla wszystkich rodzajów komunikacji miejskiej jednocześnie, ponieważ tak zadawane jest pytanie ankietowe o częstotliwość podróżowania. W efekcie ankieta prawdopodobnie nie odzwierciedla różnic w wykorzystaniu środków transportu miejskiego tak dobrze, jak to czynią inne metody, w których obliczono emisje osobno.

Ponadto występuje także różnica w oszacowaniu emisji dla przewozów kolejną, która wynika z faktu, iż zastosowany wskaźnik emisyjny dotyczy jedynie przewozów jednego przewoźnika kolejowego na terenie Warszawy, tj. spółki Szybka Kolej Miejska. Niestety brak jest na poziomie Warszawy danych o przewozach kolejowych różnymi rodzajami pociągów oraz możliwości uzyskania wskaźnika odzwierciedlającego emisję dla pasażerskiej pracy przewozowej na kolei z terenu miasta. Warto także przypomnieć, że w zakresie obliczeń dla kolei zastosowano wskaźnik odległości przewozu GUS jak dla komunikacji miejskiej, tymczasem GUS opublikował osobny wskaźnik dla przewozu kolejną w skali województwa mazowieckiego. Wskaźnik ten jednak jest tak wysoki, że pojedyncza podróż przewyższa odległość możliwą do pokonania na terenie Warszawy kolejną w jednym kierunku. W związku z powyższym autorzy zdecydowali się go nie zastosować w tym przypadku. Gdyby go zastosowano, emisje dla podróży kolejowych przewyższałyby emisje dla pozostałych środków transportu zbiorowego oraz publicznego, otrzymane tą samą metodą.

## 5. Podsumowanie i rekomendacje

Wykorzystując dane pochodzące z badań ankietowych typu Barometr Warszawski obliczono emisje dla m.st. Warszawy z transportu pasażerskiego. Całkowita emisja dla środków transportu osobowego obliczona z wykorzystaniem tych danych jest zbliżona do wyników uzyskanych innymi metodami dla tego samego roku i wynosi ponad 1,4 mln kg CO<sub>2</sub>eq. Jednak znaczące różnice w emisjach dotyczą obliczeń cząstkowych emisji osobno dla różnych kategorii/rodzajów transportu. Otrzymane obliczenia cząstkowe różnią się istotnie względem obliczeń otrzymanych wcześniej innymi metodami. Przy czym różnice te pokazują znacznie wyższe emisje dla transportu samochodami osobowymi, a znacznie niższe emisje dla transportu komunikacją zbiorową. Na tej podstawie

można wysunąć wnioski, że różne metody szacowania emisji gazów cieplarnianych mogą przynosić bardzo odmienne wyniki, zwłaszcza w zakresie struktury emisji całkowitej, a więc należy podchodzić do tych wyników z dużą ostrożnością.

Mimo oczekiwanych zalet wykorzystania danych typu Barometr Warszawski, tzn. przede wszystkim ich względnej prostoty oraz możliwości wykonywania obliczeń nawet dwa razy do roku, należy zwrócić uwagę, że obliczenie emisji gazów cieplarnianych tą metodą wykorzystuje jednak w swoich wzorach obliczeniowych dane dostępne rzadko na poziomie m.st. Warszawy. Dotyczy to m.in. odległości dziennie pokonywanej różnymi środkami transportu, podanej według GUS eksperymentalnie jedynie dla 2015 r. Możliwe byłoby jednak prawdopodobnie wykorzystywanie tych danych GUS do obliczeń przez kilka kolejnych lat, o ile nie następowałoby drastyczne zmiany komunikacyjne, jak w przypadku pandemii COVID-19. Alternatywą jest zapytanie o tego typu informacje respondentów Barometru Warszawskiego.

Istotną barierą są także wskaźniki emisyjne w przeliczeniu na pracę przewozową ( $\text{gCO}_2/\text{pkm}$ ), które w tym przypadku zostały wykorzystane za modelem emisyjnym przedstawionym w pracy W. Szymalskiego (2021). Model ten wykorzystywał informacje m.in. z kompleksowych badań ruchu wykonywanych w Warszawie co ok. 10 lat. Jednak cały zestaw tych danych jest konieczny do uzyskania wskaźników dla wszystkich rodzajów transportu, głównie transportu samochodowego. Tylko dla komunikacji publicznej mogą wystarczyć dane o pracy przewozowej i stanie taboru komunikacji miejskiej, które są dostępne co roku na poziomie poszczególnych przewoźników i zarządców komunikacji zbiorowej w miastach. Częściowo te dane o komunikacji publicznej gromadzi GUS. Możliwe byłoby jednak, na potrzeby proponowanej metody, wykorzystanie wskaźników emisyjnych obliczonych na podstawie kompleksowych badań przez kilka lat, o ile nie następowałoby drastyczne zmiany komunikacyjne (np. w okresie pandemii COVID-19). Alternatywnie należałoby poszukiwać podobnych wskaźników publikowanych częściej w pracach europejskich (EEA, 2017) lub światowych (IEA, 2019).

Bazując na tych spostrzeżeniach i wcześniej przedstawionej dyskusji wyników można wysunąć następujące rekomendacje (z podziałem dla różnych grup interesariuszy):

1. Dla zespołu realizującego Barometr Warszawski:
  - a. o wprowadzenie do ankiety dla mieszkańców Warszawy pytań umożliwiających uzyskiwanie informacji o odległości podróży odbywanej różnymi środkami transportu na wzór badania GUS,

- b. o wprowadzenie co pewien czas do ankiety dla mieszkańców Warszawy pytań umożliwiających rozdzielenie uzyskanych informacji o częstotliwości podróżowania różnymi środkami transportu publicznego (autobusem, tramwajem, metrem osobno) oraz podawanie bardziej precyzyjnych określeń częstotliwości.

2. Dla zespołu GUS – o wprowadzenie do regularnych badań statystyki publicznej badania ankietowego umożliwiającego uzyskiwanie regularnych informacji o odległości i innych charakterystykach podróży odbywanych różnymi środkami transportu w miastach.
3. Dla przewoźników, szczególnie kolejowych lub zarządców komunikacji zbiorowej – o podjęcie systemowych działań prowadzących do rocznego obliczania wskaźników emisji gazów cieplarnianych w przeliczeniu na pracę przewozową w poszczególnych miastach (lub regionach komunikacyjnych, np. aglomeracjach). Obliczenie powinno być realizowane, jeśli to tylko możliwe, na podstawie danych o rodzaju i zużyciu paliwa przez pojazdy komunikacji publicznej.

## Piśmiennictwo

- Arioli M.S., D'Agosto M.D.A., Amaral F.G., Cybis H.B.B., 2020, The evolution of city-scale GHG emissions inventory methods: A systematic review, *Environmental Impact Assessment Review*, 80, 106316.
- Bader N., Bleischwitz R., 2009, Measuring Urban Greenhouse Gas Emissions: The Challenge of Comparability, *S.A.P.I.EN.S* [Online], 2.3, <http://journals.openedition.org/sapiens/854> [dostęp: 18.07.2022].
- Barnett A., Barraclough R.W., Becerra V., Nasuto S., 2012, A comparison of methods for calculating the carbon footprint of a product, <https://www.semanticscholar.org/paper/A-comparison-of-methods-for-calculating-the-carbon-Barnett-Barraclough/86b715d51daff3edb32519be55c0756fc40d0ba3>.
- BDL, Bank Danych Lokalnych, 2015, *Ludność według jednostek podziału terytorialnego*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- C40, WRI, ICLEI, 2018, *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, Londyn–Waszyngton DC–Bonn.
- CE Delft, 2014, *STREAM passenger transport 2014 Version 1.1*, Delft, <https://cedelft.eu/publications/stream-passenger-transport-2014-version-1-1/>
- Chester V.M., 2008, *Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States*, Institute for Transportation Studies, University of California, Berkeley.
- Dias A. C., Arroja L., 2012, Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper, *Journal of Cleaner Production*, 24, 30-35.

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/95/UE z dnia 15 listopada 2014 r. w sprawie ujawniania informacji niefinansowych i informacji dotyczących różnorodności przez niektóre duże jednostki oraz grupy, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/LSU/?uri=celex:32014L0095>.
- EEA, 2017, *Specific CO<sub>2</sub> emissions per passenger-km and per mode of transport in Europe*, Copenhagen, European Environmental Agency, [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/specific-co2-emissions-per-passenger-3#tab-chart\\_1](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/specific-co2-emissions-per-passenger-3#tab-chart_1)
- GCP – Global Carbon Project, 2022, *Global Carbon Budget 2021*, <https://essd.copernicus.org/articles/14/1917/2022/essd-14-1917-2022.html>
- GHG Protocol, 2013, Technical guidance for calculating scope 3 emissions (version 1.0), Supplement to the Corporate Value Chain (scope 3) Accounting & Reporting Standard, World Resources Institute, [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf)
- Gonzales M., 2007, Los medios de transporte en la ciudad. Un analisis comparative, *Ecologistas en Accion*.
- GUS, 2015, *Badanie pilotażowe zachowań komunikacyjnych ludności w Polsce*, Warszawa.
- GUS, 2016, *Gdzie dojeżdżają do pracy mieszkańcy m.st. Warszawy?*, Warszawa.
- Hoornweg D., Sugar L., Trejos G.C.L., 2011, Cities and greenhouse gas emissions: moving forward, *Environment & Urbanisation*, 23(1), 207-227.
- Ibrahim N., Sugar L., Hoornweg D., Kennedy C., 2012, Greenhouse gas from cities: comparison of international inventory frameworks, *Local Environment*, 17(2), 223-241.
- IEA, 2019, *GHG intensity of passenger transport modes*, Paris: International Energy Agency, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/ghg-intensity-of-passenger-transport-modes-2019>.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997-2019, Revised 1996, *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Genewa.
- Kalenoja H., 1996, *Energy consumption and environmental effects of passenger transport modes – a life cycle study on passenger transport modes – English Summary*, University of Technology, Tampere.
- Ki-Dong K., Hyun-Ki K., Taejung L., Dong-Sool K., 2011, Comparison of Greenhouse Gas Emissions from Road Transportation of Local Government by Calculation Methods, *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment*, 27.
- Komunikat Komisji. Wytyczne dotyczące sprawozdawczości w zakresie informacji niefinansowych (metodyka sprawozdawczości niefinansowej) (2017/C 215/01), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52017XC0705%2801%29>.
- Kostelecka A. (red.), 2015, *Warszawskie Badanie Ruchu 2015 wraz z opracowaniem modelu ruchu. Raport z etapu III*, PBS, Via Vistula, Politechnika Krakowska, Sopot–Kraków–Warszawa.
- Lenk C., Arendt R., Bach V., Finkbeiner M., 2021, Territorial-Based vs. Consumption-Based Carbon Footprint of an Urban District—A Case Study of Berlin-Wedding, *Sustainability*, 13, 7262.
- Lee S., Choi Y., Woo J., Kang W., Jung J., 2014, Estimating and comparing greenhouse gas emissions with their uncertainties using different methods: A case study for an energy supply utility, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 64(10), 1164-1173.
- Lenzen M., 1999, Total Requirements of Energy and Greenhouse Gases for Australian Transport, *Transport Research Part D: Transport and Environment*, 4(4), 265-290.
- Lin T., Yu Y., Bai X., Feng L., Wang J., 2013, *Greenhouse Gas Emissions Accounting of Urban Residential Consumption: A Household Survey Based Approach*, PLOS, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055642>.
- Marszałek Województwa Podkarpackiego, 2014, *Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Województwa Podkarpackiego*, Rzeszów.
- Mi Z., Zheng J., Meng J., Zheng H., Li X., Coffman D., Woltjer J., Wang S., Guan D., 2019, Carbon emissions of cities from a consumption-based perspective, *Applied Energy*, 235, 509-518.
- Monkiewicz S. (red.), 2005, *Warszawskie Badanie Ruchu 2005 wraz z opracowaniem modelu ruchu*, BPRW S.A., Warszawa.
- Moriarty P., Wang, S.J., 2015, Eco-efficiency indicators for urban transport, *Journal for Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 3(2), 183-195.
- Otten M.B.J., 't Hoen M.J.J., den Boer L.C., 2014, *STREAM passenger transport 2014 Version 1.1, Studie naar TransportEmissies van Alle Modaliteiten Emissiekentallen 2011*, CE DELFT.
- Ozawa-Meida L., Brockway P., Letten K., Davies J., Fleming P., 2013, Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study, *Journal of Cleaner Production*, 56, 185-198.
- Ramaswami A., Hillman T., 2010, Greenhouse Gas Emission Footprints and Energy Use Benchmarks for Eight U.S. Cities, *Environmental Science & Technology*, 44(6), 1902-1910.
- REFUNDA, 2016, *Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Miasta Żywca*, Żywiec.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/2088 z dnia 27 listopada 2019 r. w sprawie ujawniania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem w sektorze usług finansowych, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32019R2088>.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/2089 z dnia 27 listopada 2019 r. zmieniające rozporządzenie (UE) 2016/1011 w odniesieniu do unijnych wskaźników referencyjnych transformacji klimatycznej oraz unijnych wskaźników referencyjnych



- dostosowanych do porozumienia paryskiego, a także ujawniania informacji dotyczących wskaźników referencyjnych w związku z kwestiami dotyczącymi zrównoważonego rozwoju.
- SNCF – Direction du developement durable, 2018, *Information sur la quantite de gaz a effet de serre emise a l'occasion d'un presentation de transport – metodologie generale*, Paryż.
- Szymalski W., 2020, Perspektywa ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z transportu w metropolii – przypadek Warszawy, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki (red.), *Polityka klimatyczna i jej realizacja w pierwszej połowie XXI wieku*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot, 158-177.
- Szymalski W., 2021, Energy and CO<sub>2</sub> emissions intensity of passenger transport means in Warsaw, *Transport Problems*, 16(2), 131.
- The Climate Registry, 2018, GHG emissions quantification methods, Los Angeles, <https://www.theclimateregistry.org/protocols/GRP-V3-Quantification-Methods.pdf>.
- Trofimenko Y., Komkov V., Trofimenko K., 2020, Forecast of energy consumption and greenhouse gas emissions by road transport in Russia up to 2050, *Transportation Research Procedia*, 50, 698-707.
- UBA, Umweltbundesamt, 2018, *Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr*, Dessau-Rosslau.
- UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2020, *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019*, <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>
- UNFCC, 2015, *The Paris Agreement*, Bonn.
- UNFCC, 2022, *National inventory Submissions 2022*, Bonn.
- Urząd Miasta Stołecznego Warszawy, 2020, *Szacunki emisji gazów cieplarnianych za lata 2010, 2012, 2014, 2016, 2018* [przekazane pisemnie autorowi artykułu].
- Urząd Miasta Stołecznego Warszawy, 2015, dane serii ankiet Barometr Warszawski udostępnione na stronie internetowej, <http://www.um.warszawa.pl/o-warszawie/warszawa-w-liczbach/barometr-warszawski>
- U.S. Department of Transportation. Bureau of Transportation Statistics, 1962-2020, *Energy Intensity of Passenger Modes*, Waszyngton.
- Wang Z., Chen F., Fujiyama T., 2015, Carbon emission from urban passenger transportation in Beijing, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 217-227.
- WRI, World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2013, *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (ver 1.0)*, Waszyngton DC–Genewa.
- WRI, World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2004, *GHG Protocol Corporate Standard Revised*, Waszyngton DC–Genewa.
- Wytyczne dotyczące sprawozdawczości w zakresie informacji niefinansowych: Suplement dotyczący zgłaszania informacji związanych z klimatem (2019/C 209/01): [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52019XC0620\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52019XC0620(01))
- Zambrini M., 2016, *Il peso sel settore dei trasporti sui cambiamenti climatici e le prospettive di contenimento delle emissioni: gli scenari internazionali ed europei*, <https://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2016/04/MARIO-ZAMBRINI-relazione.pdf>



© 2022 Wojciech Szymalski, Karolina Bukowicka – Open Access Article Covered by Licensed: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)