

Marcin Rabe

Uniwersytet Szczeciński

Andrzej Gawlik

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wpływ pojazdów osobowych z silnikami benzynowymi na występowanie zanieczyszczenia powietrza

Impact of passenger cars with gasoline engines on the occurrence of air pollution

Synopsis. Opracowanie jest poświęcone prezentacji wpływu pojazdów osobowych na występowanie smogu. Głównym celem opracowania jest przedstawienie stanu technicznego pojazdów osobowych z silnikami benzynowymi oraz wpływu tych pojazdów na zanieczyszczenie powietrza. Badania zaprezentowane w opracowaniu wykonano w warunkach rzeczywistych na reprezentatywnej grupie samochodów, w przypadku których główną przyczyną nie spełnienia przez nie limitów emitowanych zanieczyszczeń jest to, że są za długo eksploatowane. Autorzy przeprowadzili także analizę struktury transportu w Polsce. Z analizy wynika że na koniec 2017 roku ogółem było zarejestrowanych 28 678 674 pojazdów, z czego pojazdów osobowych 22 005 578. Średni wiek zarejestrowanego samochodu osobowego w kraju wynosi 13 lat, a najstarszymi samochodami dysponują mieszkańcy Szczecina.

Słowa kluczowe: smog, pojazdy osobowe, zanieczyszczenie powietrza

Abstract. The study is devoted to the presentation of the impact of passenger vehicles on the occurrence of the smog phenomenon. The main objective of the study is to present the age structure of vehicles and emissions of pollutants by passenger vehicles. The studies presented in the study were carried out in real conditions on a representative group of cars, where the main reason for not meeting pollutant limits is the age of vehicles in operation that is too high. The author also carried out an analysis of the transport structure in Poland. The analysis shows that at the end of 2017, a total of 26,678,674 vehicles were registered, including 22,005,578 vehicles. The average age of a registered passenger car in the country is 13 years, and the oldest cars have residents of Szczecin.

Key words: smog, passenger cars, air pollution

Wstęp

Współczesny transportowy samochodowy stoi obecnie przed wyzwaniem, jak stawić czoła zmianom klimatycznym i wyczerpywaniu się surowców. W związku z narastającym stężeniem szkodliwych związków oraz występowania zjawiska smogu w atmosferze wzrasta zainteresowanie ochroną środowiska

Według badań transport samochodowy jest najmniej ekologicznym sposobem przemieszczenia się. Podkreśla się, że używanie kolei elektrycznej przy zastosowaniu energii z elektrowni wodnej pozostaje najczystsza formą przemieszczania się, a korzystanie z autobusów jest bardziej korzystne dla środowiska naturalnego niż przejazdu z kolei tradycyjnej [Witaszek i Witaszek 2015]. Pokazuje to, że problematyka transportu samochodowego oraz związana z tym emisja gazów cieplarnianych powodujących powstanie efektu smogu jest w zasadzie fundamentalna dla zdrowia i życia ludzi.

Celem artykułu jest pokazanie stanu technicznego pojazdów osobowych z silnikami benzynowymi oraz wpływu tych pojazdów na zanieczyszczenie powietrza.

Pojęcie efektu cieplarnianego oraz związanego z nim smogu

Wzrost dużej ilości emisji toksycznych składników do środowiska wytwarzających przez transport samochodowy jest przez wielu uczonych wskazywany jako źródło globalnego zagrożenia ekologicznego Ziemi. Wzrost stężenia tych gazów wzmacnia efekt cieplarniany. Pojęcie efektu cieplarnianego odnosi się także do nasilenia się emisji gazów cieplarnianych w wyniku zmian w atmosferze ziemskiej, co spowodowane jest działalnością człowieka. Miłek definiuje efekt cieplarniany jako zjawisko stopniowego podnoszenia się temperatury na naszej planecie przez wzrost stężenia gazów cieplarnianych [Miłek 2007].

Według Davidsona za gazy cieplarniane uważa się gazy cieplarniane, substancje gazowe, których obecność w atmosferze ziemskiej jest główną przyczyną występowania efektu cieplarnianego. Zalicza się do nich: dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4) i podtlenek azotu (N_2O) oraz syntetycznie otrzymane chlorowcowane wielowodory sprzyjające powstaniu smogu [Davidson 1991].

Smog definiuje się jako zanieczyszczenie powietrza wskutek przedostawania się do atmosfery szkodliwych związków, takich jak: tlenki siarki (SO_x), tlenki azotu (NO_x) oraz substancje stałe jak pyły zawieszinowe (PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$) i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. To, co w smogu truje najbardziej, to tlenki siarki i azotu, ozon, a także węglowodory aromatyczne, z których najbardziej szkodliwy jest benzo(a)piren [Dybalski 2017].

Smog mierzy się, sprawdzając w powietrzu stężenie dwóch rodzajów pyłu: $\text{PM}_{2,5}$ oraz PM_{10} . Liczby oznaczają wielkość ziarenek pyłu. Pył PM_{10} ma ziarenkach nie przekraczające rozmiaru $10 \mu\text{m}$, z kolei $\text{PM}_{2,5}$ składa się z cząsteczek czterokrotnie mniejszych. Jedne i drugie mogą wnikać do układu oddechowego i płuc.

W związku z silnym wpływem na zdrowie i życie ludzkie krótkoterminowej ekspozycji na zanieczyszczenia pyłowe zalecenie Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) odnośnie dopuszczalnych stężeń dobowych wynosi $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla $\text{PM}_{2,5}$ oraz $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla PM_{10} . Obowiązujący obecnie w Polsce dla stężeń dobowych pyłu PM_{10} poziom

informowania wynosi $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a poziom alarmowy aż $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli odpowiednio czterokrotnie i aż sześciokrotnie przekraczający wytyczne WHO. Polski poziom informowania dla PM_{10} ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oznacza, że równocześnie występuje stężenie $\text{PM}_{2,5}$ wynoszące $120\text{--}160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli przewyższający od 6 do 8 razy zalecenia WHO. W przypadku poziomu alarmowego dla PM_{10} ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) stężenia $\text{PM}_{2,5}$ mieszczą się w przedziale $180\text{--}240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a więc 7–10-krotnie przekraczają zalecenia WHO [Komunikat Komisji Do Rady i Parlamentu Europejskiego Europejski COM(2017) 339].

Szacuje się jeżeli nic się nie zmieni do 2050 roku, ludzkość będzie wytwarzać do atmosfery ponadpięciokrotnie więcej CO_2 niż obecnie, sto kilkadziesiąt miliardów ton (ekwiwalent 43 mld t C). Emisja taka CO_2 będzie niewyobrażalną katastrofą dla klimatu planety [EUCO 169/14].

W Europie około 12% emisji CO_2 pochodzi od pojazdów samochodowych. Wysoki poziom gospodarczy państw wysoko uprzemysłowionych wymusza wzrost liczby środków transportowych, które powodują zanieczyszczenia środowiska [Kuranc i Wasilewski 2010].

Za smog w Polsce odpowiada przede wszystkim duża emisja 82–92,8%, czyli zanieczyszczenia z sektora bytowo-komunalnego, w tym spalanie śmieci i słabej jakości paliw w domowych, często w przestarzałych piecach. Zanieczyszczenia komunikacyjne to 5,4–7%, z kolei przemysł to 1,8–9% odpowiedzialności [NIK 2017].

Także transport, szczególnie na terenie dużych miast, przyczynia się do pogorszenia jakości powietrza.

Jakość powietrza w Polsce

Opracowane przez WHO statystyki dotyczą 4300 miast na świecie. Ujawniają dane o rocznym średnim poziomie pyłu zawieszonego, który truje nas, doprowadzając do takich chorób, jak: astma, rak płuc czy choroby serca. Dziewięć z dziesięciu osób na całym świecie oddycha zatrutym powietrzem.

Obecnie 36 z 50 miast najbardziej zanieczyszczonych w UE znajduje się w Polsce. Pozostałe w Bułgarii. Bułgaria ma największy (aż 83%) odsetek miast przekraczających normy jakości powietrza ustalone do 2020 roku, w Polsce to ponad 72%.

Najbardziej zanieczyszczone powietrze w Polsce ma Kraków. Roczne stężenie pyłu zawieszonego sięga aż $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i jest 3,5 razy wyższe niż w Gdańsku.

Z danych Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) wynika, że rocznie z powodu zatrutego powietrza w Polsce umiera ponad 46 tys. ludzi. Osiągnięcie wymaganych poziomów redukcji emisji pyłów i benzo(a)pirenu z sektora komunalno-bytowego, przy obecnym tempie działań, może zająć w skali poszczególnych województw od 24 do niemal 100 lat [NIK 2018].

W województwie zachodniopomorskim w 2017 roku najbardziej zanieczyszczonym miastem pod względem PM_{10} jest Myślibórz. Najwyższe stężenia PM_{10} odnotowywano w Myśliborzu w sezonie zimowym, który pokrywa się z sezonem grzewczym. Występuje wtedy zwiększone zapotrzebowanie na ciepło, a w konsekwencji m.in. wzrost ilości zużywanych paliw stałych w gospodarstwach domowych, co skutkuje wzrostem emisji zanieczyszczeń. W skali roku liczba dni przekroczonym stężenia PM_{10} dobowym w Myśliborzu wynosi 40 dni.

Warto zwrócić uwagę, że powodowany przez samochody smog to nie tylko (a nawet nie głównie) to, co leci z rur wydechowych, w mniej więcej 7% to „dymienie z rury”. Kilkanaście procent to drobinki z opon i klocków hamulcowych. Reszta, czyli około 80%, to pylenie wtórne, czyli to, co leży na jezdni, a przejeżdżające samochody wzbijają w powietrze [Chełmiński 2016].

Analiza transportu samochodowego w Polsce

Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) opublikował w październiku 2018 roku raport dotyczący efektu cieplarnianego i występowania smogu. Transport odpowiada globalnie za 23% emisji CO₂ i pochłania 28% produkowanej energii, co w efekcie przyczynia się do wzrostu temperatury na świecie [IPCC 2018].

W Polsce znaczny udział transportu samochodowego w emisji zanieczyszczeń powietrza ma kilka przyczyn: dynamiczny wzrost liczby samochodów osobowych, wiek pojazdów będących w eksploatacji, ich zły stan techniczny oraz brak odpowiedniej infrastruktury drogowej.

Liczba pojazdów zarejestrowanych w Polsce według Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców (CEPiK) wyniosła na koniec 2017 roku ogółem 28 678 674 pojazdów z czego:

- osobowych: 22 005 578,
- ciężarowych: 3 203 256,
- autobusów: 113 823,
- motocykli: 1 388 809,
- motorowerów: 1 304 014.

Średni wiek zarejestrowanego samochodu osobowego w kraju wynosi 13 lat, a najstarszymi samochodami dysponują mieszkańcy Szczecina. Pojazdy mają średnio 14 lat i 212 000 km przebiegu. W Polsce liczba samochodów osobowych wynosi obecnie 539 sztuk na 1000 mieszkańców [CEPiK 2018].

Największa grupa aut w Polsce to te mające od 10 do 20 lat i stanowią one 40% udział w rynku. Rzadziej niż co dziesiąty samochód spotkany na drodze będzie miał od 5 do 10 lat. Mniej więcej po 5% samochodów to te nie starsze niż dwuletnie i mające od 2 do 5 lat.

Ze względu na rodzaj napędu największą grupę aut w Polsce 53% stanowią auta o napędzie benzynowym. Samochody napędzane dieslem stanowią 31%, a auta z napędem alternatywnym (gaz) stanowią 16%.

Badania emisji spalin samochodów osobowych

Wykonanie badań emisji spalin podjęto we współpracy ze stacją kontroli pojazdów prowadzącą badania techniczne pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 t. Pomiar realizowany był w trakcie kilku dni pracy stacji w okresie letnio-jesiennym (wrzesień, październik), zgodnie z istniejącymi wymaganiami technicznymi podczas badania zawartymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 2003 roku.

Silniki benzynowe pojazdów osobowych w trakcie pomiarów były w stanie termicznym odpowiadającym charakterystycznej temperaturze pracy silnika. Minimalna temperatura oleju silnikowego wynosiła 70°C, a płynu chłodzącego wynosiła 80°C. Dokładnie przed pomiarem każdy silnik przez około 20 s pracował na zwiększonych obrotach (2000–3000). Potem następował pomiar udziałów objętościowych gazowych składników spalin przy zwiększonych obrotach na biegu jałowego. Pomiar powtarzany był kilkakrotnie do uzyskania trzech następujących po sobie wyników, nieróżniących się od siebie.

Badaniom poddano samochody osobowe silnikami benzynowymi, które przyjechały w związku z upływającym okresem ważności okresowego przeglądu technicznego.

Stacja kontroli pojazdów jest wyposażona w specjalistyczne narzędzia i urządzenia, które są stosowane do całościowego skontrolowania stanu technicznego samochodów w zakresie badania toksycznych składników gazów wylotowych z silnika zgodnie z wymogami europejskich standardów emisji spalin (tab.). Standardy te określają dopuszczalną ilość spalin w nowych pojazdach sprzedawanych na terenie UE. Obecnie emisja tlenków azotu, tlenków węgla, węglowodorów oraz cząstek stałych uregulowana jest dla większości pojazdów poruszających się po drogach.

Tabela. Normy emisji spalin dla silników benzynowych

Table. Emission norms for gasoline engines

Emisja [g/km]	Euro 1 (1992 r.)	Euro 2 (1996 r.)	Euro 3 (2000 r.)	Euro 4 (2005 r.)	Euro 5 (2009 r.)	Euro 6 (2014 r.)
CO	2,72	2,2	2,3	1	1	1
NO _x	–	–	0,15	0,08	0,06	0,06
HC	–	–	0,2	0,1	0,1	0,1

Źródło: Europejskie standardy emisji spalin.

Marka, model i silniki pojazdów nie były selekcjonowane. Badaniom poddano 100 pojazdów, które były zasilane silnikiem benzyną.

Wiek pojazdów był wieloraki, rok produkcji wahał się między 1990 a 2014 rokiem. Przebieg pojazdów był różny i był w zakresie 30–425 tys. km.

W wybranej losowo grupie samochodów osobowych sprawdzono wartości zanieczyszczeń gazów wylotowych z silnika, zawartości CO, HC oraz NO_x.

Z przeprowadzonych badań wynika, że pojazdy wyprodukowane przed 1996 rokiem (Euro 1) nie spełniają wymagań emisyjnych CO w 16,4%. Pojazdy wyprodukowane między 1996 a 2004 rokiem w 26,7% nie spełniają wymagań emisyjnych CO oraz 52,8% nie spełniają wymagań emisyjnych NO_x. Pojazdy wyprodukowane po 2004 roku (Euro 4) w 19,5% nie spełniają wymagań emisyjnych CO. Wymagań emisyjnych w zakresie NO_x nie spełnia 37,4% samochodów, które były wyprodukowane po 2004 roku, a o 26,7% z nich nie spełnia norm w zakresie wymagań emisji HC.

Podsumowanie i wnioski

W artykule opisane zostały problemy związane z wpływem pojazdów osobowych z silnikiem benzynowym na globalne ocieplenie klimatu oraz smog. Z opisanych przyczyn zanieczyszczenia atmosfery wynika, że jednym z głównych źródeł jest stan techniczny samochodów osobowych z silnikiem benzynowym.

Badania, które zostały wykonane w warunkach rzeczywistych na reprezentatywnej grupie samochodów, wykazały, że w zależności od badanego związku nawet około 50% z nich nie spełnia limitów wartości określonych przez ustawodawcę. Wnioski wynikające z analizy otrzymanych wyników pokazują, że:

- główną przyczyną niespełnienia limitów zanieczyszczeń jest zbyt zaawansowany wiek pojazdów będących w eksploatacji oraz nadmierne zużycie eksploatacyjne układów i podzespołów,
- wraz z wiekiem pojazdu i jego przebiegiem obserwuje się wzrost poziomu zadymienia oraz emisji szkodliwych składników spalin.

Z przeprowadzonej analizy struktury transportu w Polsce wynika, że na koniec 2017 roku ogółem było zarejestrowanych 28 678 674 pojazdów, z czego pojazdów osobowych 22 005 578. Średni wiek zarejestrowanego samochodu osobowego w kraju wynosi 13 lat, a najstarszymi samochodami dysponują mieszkańcy Szczecina. Pojazdy mają średnio 14 lat i 212 000 km przebiegu. W Polsce liczba samochodów osobowych wynosi obecnie 539 sztuk na 1000 mieszkańców.

Okazuje się, że w województwie zachodniopomorskim w 2017 roku najbardziej zanieczyszczonym miastem pod względem PM10 było miasto Myślibórz.

Literatura

- CEPiK, 2018: Dane kontroli stacji diagnostycznych.
- Chełmiński J., 2016: Smog na peryferiach większy niż w śródmieściu. Najnowsze pomiary zanieczyszczeń, *Gazeta Wyborcza* z 23 listopada.
- Davidson E.A., 1991: Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from terrestrial ecosystem [w:] *Microbial Production and Consumption of Greenhouse Gases: Methane, Nitrogen Oxides and Halomethanes*, J.E. Rogers, W.B. Whitman (red.), American Society for Microbiology, Washington, s. 219–235.
- Dybalski J., 2017: Skąd się bierze smog i jak bardzo winne są auta?, [źródło elektroniczne] <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/skad-sie-bierze-smog-i-jak-bardzo-winne-sa-auta-53970.html> [dostęp: 01.12.2018].
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers, [w:] *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T.F. Stocker i in. (red.), Cambridge University Press, Cambridge, New York, NY.
- Komunikat Komisji Do Rady i Parlamentu Europejskiego Europejski plan działania „Jedno zdrowie” na rzecz zwalczania oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe. COM(2017) 339 final.
- Kuranc A., Wasilewski J., 2010: *Proecological Trends in Development of Piston Combustion Engines, Diesel Engines – New Challenges*, Radom.

- Milek M., 2007: Efekt cieplarniany – CO₂, *Energia* 4, 74–79.
- NIK, 2017: Raport z kontroli jakości powietrza w Polsce.
- NIK, 2018: Dbaj o zdrowie – nie oddychaj, [źródło elektroniczne] <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/dbaj-o-zdrowie-nie-oddychaj.html> [dostęp: 01.12.2018].
- Ramy polityki klimatyczno-energetycznej do roku 2030. Konkluzje 23–24 października 2014 r. Pismo przewodnie Sekretarza Generalnego Rady Europejskiej do delegacji narodowych. EUCO 169/14.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 grudnia 2003 r. w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach. Dz.U. 2003 nr 227, poz. 2250.
- Witaszek M., Witaszek K., 2015: Emisja wybranych, toksycznych składników spalin przez różne środki transportu, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport* 29, 105–112.

Adres do korespondencji:

dr Marcin Rabe

(<https://orcid.org/0000-0002-4817-1971>)

Uniwersytet Szczeciński

Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług

Katedra Logistyki

Centrum Zarządzania w Energetyce

ul. Cukrowa 8, 71-004 Szczecin

e-mail: marcinrabe@wzieu.pl

dr Andrzej Gawlik

(<https://orcid.org/0000-0002-2852-0986>)

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

Katedra Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii

ul. Papieża Pawła VI, 71-549 Szczecin

e-mail: agawlik@zut.edu.pl