

Krzysztof BRODZIK, Joanna FABER

## JAKOŚĆ POWIETRZA W SAMOCHODZIE – AKTUALNE TRENDY W WYMAGANIACH I METODACH BADAŃ

DOI: 10.24136/atest.2018.279

Data zgłoszenia: 30.08.2018. Data akceptacji: 25.09.2018.

*W artykule omówiony został problem jakości powietrza wewnętrznego w kabinach samochodów osobowych. Problematykę przedstawiono w oparciu o dyskusję zjawisk istotnie wpływających na zanieczyszczenie powietrza wewnątrz, głównie nowych, samochodów, metod badawczych stosowanych w motoryzacji w celu oceny obecności tych zanieczyszczeń, a także wskazywania i eliminacji ich źródeł. Podkreślono istotne różnice w działaniach zmierzających do poprawy jakości powietrza we wnętrzu nowych samochodów wprowadzanych na rynek, podejmowanych przez producentów i/lub wymaganych przepisami prawnymi.*

### WSTĘP

Szeroka gama materiałów stosowanych we wnętrzu pojazdów, takich jak: tworzywa sztuczne, skóry, lakiery, środki smarowe, kleje, może być i najczęściej jest źródłem emisji związków chemicznych będących zanieczyszczeniem powietrza wewnętrznego kabiny.

### 1. WYMAGANIA – RYS HISTORYCZNY

Kwestia jakości powietrza wewnątrz samochodów (*ang. Vehicle Interior Air Quality, VIAQ*) przez wiele lat pozostawała w obszarze zainteresowania jedynie koncernów motoryzacyjnych. Z jednej strony motorem podejmowania jakichkolwiek kroków w kierunku ograniczenia obecności zanieczyszczeń we wnętrzu pojazdów było ułatwienie działań marketingowych, chociażby kwestia wyeliminowania nieprzyjemnych zapachów z wnętrza kabiny, które musiały być konsekwencją stosowania z biegiem czasu w motoryzacji coraz większej ilości tworzyw syntetycznych. Z drugiej strony oczywiste zapewnienie bezpieczeństwa użytkownikom, chociażby poprzez zapobieganie ograniczeniu widoczności na skutek zjawiska mgławienia, czy oddziaływania związków toksycznych na zdrowie kie-

rowcy i pasażerów samochodu. Wzrost zamożności i mobilności społeczeństw oraz wynikające z nich, obserwowane od lat, wydłużenie czasu, jaki ludzie spędzają we wnętrzach pojazdów [19] zmuszało producentów do coraz bardziej intensywnych działań w zakresie poprawy VIAQ. Wzrost zamożności społeczeństw niesie za sobą również wzrost wymagań stawianych nabywanym produktom, nie inaczej dzieje się w motoryzacji. Ograniczenia w stosowaniu substancji chemicznych o znanym lub potencjalnym negatywnym oddziaływaniu na zdrowie ludzkie, których doskonałym przykładem jest rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady regulujące kwestie stosowania chemikaliów, tzw. REACH (*ang. Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*) [22] czy też wymagania prawne dotyczące jakości powietrza w środowisku pracy [21] i środowisku wewnętrznym [27], znajdują swe odbicie również w motoryzacji. Poza wewnętrznymi wymaganiami dotyczącymi stężenia wytypowanych, toksycznych substancji lotnych wprowadzonymi przez koncerny motoryzacyjne pierwsze oznaki harmonizacji wymagań pojawiły się w Azji. W 2005 roku Japońskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów (*ang. Japan Automobile Manufacturers Association, JAMA*) na podstawie wytycznych dotyczących poziomu zanieczyszczeń wewnętrznych wskazanych przez japońskie Ministry of Health, Labor i Welfare opracowało wymagania dotyczące dopuszczalnych stężeń trzynastu związków w kabinach nowych samochodów: toluenu, ksylenów, etylobenzenu, styrenu, tetradekanu, formaldehydu, acetaldehydu, p-dichlorobenzenu, ftalanu di-n-butylu, ftalanu di-2-etyloheksylu, diazinonu, chloropiryfosu i fanobucarb [3, 4, 18] odpowiedzialnych za tzw. syndrom chorego budynku (*ang. Sick Building Syndrome, SBS*). Wymagania te nie są jednak prawnie wiążące, a jedynie dobrowolne, pomimo tego zostały zaakceptowane przez japońskich producentów samochodów, którzy zobligowali się do podjęcia kroków zmierzających do ograniczenia stężenia tych związków w kabinach nowych samochodów.

Tab. 1. Wymagania dotyczące maksymalnych dopuszczalnych stężeń związków lotnych w kabinach samochodów [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] [3, 18, 5, 20]

Związek	Japonia – JAMA	Chiny – GB/T/27630-2011	Chiny – GB/T/2760-2017	Korea – MOLIT 2103-549
Formaldehyd	100	100	100	210
Acetaldehyd	48	50	20	-
Benzen	-	110	50	30
Toluen	260	1 100	1 000	1 000
Ksylene	870	1 500	1 000	870
Etylobenzen	3 800	1 500	1 000	1 000
Styren	220	260	260	220
Akroleina	-	50	50	50
p-dichlorobenzen	240	-	-	-
Tetradekan	330	-	-	-
Ftalan di-n-butylu	220	-	-	-
Ftalan di-2-etyloheksylu	120	-	-	-
Diazinon	0,29	-	-	-
Chloropiryfos	1	-	-	-
Fanobucarb	33	-	-	-

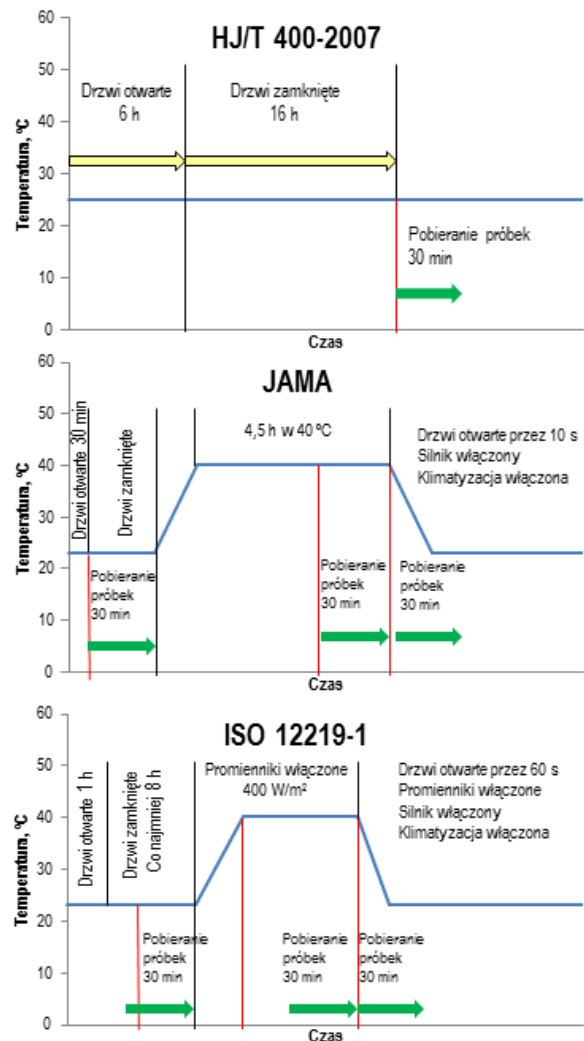
## 2. AKTUALNE METODY BADAŃ

Przedstawione powyżej informacje świadczą o dosyć istotnym rozdrobnieniu wymagań krajowych w odniesieniu do jakości powietrza. W związku z tym działania zmierzające do harmonizacji przepisów w tym zakresie są jak najbardziej uzasadnione i zapewne będą miały pozytywny wpływ nie tylko na poprawę bezpieczeństwa i komfortu użytkowników pojazdów, ale również na ekonomikę produkcji samochodów. Aktualnie problem ze spełnieniem różniących się istotnie wymagań dotyczących dopuszczalnego stężenia substancji lotnych nie opiera się jedynie na oznaczanych wartościach, ale przede wszystkim na bardzo istotnych różnicach w metodyce prowadzenia tych badań. Różnice te zwiększają koszty związane z niezbędnymi działaniami badawczo-rozwojowymi poprzedzającymi wprowadzaniem na rynek nowych pojazdów, szczególnie w przypadku tych, które przeznaczone są na eksport.

Ujednolicenie wymagań dotyczących jakości powietrza wymaga również ujednolicenia metod badawczych przy uwzględnieniu szeregu parametrów, wśród których najważniejszymi są:

1. Czas, który upłynął od momentu wyprodukowania samochodu
2. Czas i warunki kondycjonowania pojazdu,
3. Czas i warunki podczas pobierania próbek powietrza do analizy,
4. Metody analityczne stosowane do określenia stężeń substancji lotnych,
5. Rodzaj substancji lotnych, których stężenie ma być monitorowane.

W przypadku wymagań koreańskich, zgodnie z którymi badanym poddaje się stężenie siedmiu wyżej wymienionych związków, badania prowadzone są w temperaturze 25 °C, samochód kondycjonowany jest przez 12 godzin, następnie na 30 minut otwierane są wszystkie drzwi i umieszczana jest aparatura i czujniki niezbędne do pobrania próbek powietrza. W kolejnym kroku zamykane są drzwi, a pobieranie próbek odbywa się po 2 godzinach przy zamkniętych drzwiach. Badania prowadzi się w pojazdach wyprodukowanych od 14 do 28 dni wcześniej. Chińska procedura badawcza wymaga prowadzenia badania również w 25 °C jednak pierwszy etap kondycjonowania prowadzony jest przez 6 godzin z drzwiami otwartymi, po czym następuje szesnastogodzinny etap kondycjonowania z drzwiami zamkniętymi, a następnie pobieranie próbek powietrza przez 30 minut. Wiek pojazdu nie jest sprecyzowany, ale musi to być pojazd nowy. W Rosji z kolei bada się nowe samochody oraz pochodzące z pre-serii na potrzeby homologacji, o przebiegu nie większym niż 10 000 km. Procedura badawcza różni się istotnie, gdyż pobieranie próbek powietrza odbywa się podczas ruchu samochodu z prędkością  $50 \pm 5$  km/h oraz w stanie spoczynku z włączonym silnikiem pracującym przy minimalnych obrotach na biegu jałowym. Procedura opracowana przez JAMA opiera się na dwóch trybach pracy pojazdu. W trybie spoczynkowym samochód jest szczelnie zamykany i ogrzewany do stałej temperatury wewnątrz wynoszącej 40 °C, a po 4,5 godzinach w tej temperaturze pobierane są przez 30 minut próbki powietrza w celu oznaczenia stężenia formaldehydu. Następnie uruchamiany jest silnik i klimatyzacja samochodu, a próbki powietrza pobierane są po 15 minutach w celu oznaczenia pozostałych związków. Analogicznie do metody koreańskiej badane samochody powinny być wyprodukowane od 14 do 28 dni przed rozpoczęciem badania.



Rys. 1. Porównanie wybranych metod badania jakości powietrza

Najbardziej wszechstronna wydaje się metoda zaproponowana w normie ISO 12219-1. W tym przypadku badanie składa się z trzech etapów. Pierwszy etap (ambient mode) rozpoczyna godzinne kondycjonowanie w temperaturze  $23 \pm 2$  °C z otwartymi drzwiami, następnie następuje co najmniej ośmiogodzinne kondycjonowanie z drzwiami zamkniętymi, a po tym czasie pobierane są próbki powietrza przeznaczone do analizy LZO i związków karbonylowych. Drugi etap (parking mode) trwa cztery godziny, a samochód ogrzewany jest promiennikami ciepła ( $400 \text{ W/m}^2$ ), w skutek czego temperatura wewnątrz wynosi ok. 40 °C i po raz kolejny pobierane są próbki powietrza. Ostatnim etapem (driving mode) jest pobieranie próbek powietrza przez 30 min, po wcześniejszym otwarciu drzwi na 60 sekund, przy włączonych promiennikach ciepła oraz włączonej klimatyzacji w samochodzie, przy maksymalnej nastawie nawiewu powietrza. W przypadku tej metody określane są stężenia związków karbonylowych i LZO możliwych do oznaczenia zgodnie z normami ISO 16000-3 i ISO 16000-6 [16,17].

## 3. PERSPEKTYWY

Na podstawie dostępnych informacji z posiedzeń VIAQ IWG najbardziej prawdopodobnym scenariuszem jest wykorzystanie normy ISO 12219 jako podstawy do stworzenia nowego regulaminu ONZ w zakresie badań jakości powietrza wewnątrz nowych samo-

chodów. Metody opisane tą normą wraz z korespondującymi z nimi normatywnymi metodykami analitycznymi są aktualnie najbardziej jednolitym i kompletnym zestawem narzędzi pozwalających na osiągnięcie zamierzonego celu. Za takim rozwiązaniem optuje OICA (fr. *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*) - największe stowarzyszenie zrzeszające producentów samochodów z różnych krajów. Dodatkowym atutem przemawiającym za wyborem norm ISO jest fakt, że ISO 12219 zawiera również metodyki dotyczące prowadzenia badań emisji z materiałów i/lub części wyposażenia kabiny samochodów. Zastosowanie tych samych procedur analitycznych w przypadku badania próbek powietrza pobieranych z wnętrza kondycjonowanego samochodu oraz z różnej wielkości komór do badania emisji z materiałów jest znaczącym ułatwieniem dla laboratoriów świadczących usługi dla przemysłu motoryzacyjnego. Jest to o tyle istotne, że wprowadzenie przez ONZ wymagań dotyczących zharmonizowanych metod badawczych jest pierwszym, ale i niezbędnym krokiem do uregulowania dopuszczalnych limitów stężeń substancji lotnych w powietrzu wewnętrznym samochodów. Bez względu na to jak rygorystyczne okażą się te wymagania, niewątpliwie pociągną za sobą konieczność ograniczenia emisji lotnych związków organicznych ze stosowanych materiałów. Osiągnięcie tego celu wymaga współpracy całego łańcucha dostaw, od podmiotów dostarczających surowce, przez producentów materiałów, elementów i gotowych części do producentów samochodów. Nie bez znaczenia jest również fakt, że normy ISO tworzone były przy współdziałaniu tych ostatnich i dodatkowo bazowały na pracach VDA (niem. *Verband der Automobilindustrie*), której procedury badawcze są od lat wykorzystywane tak przez Niemców, jak Francuzów i Szwedów producentów samochodów jedynie z niewielkimi modyfikacjami.

## PODSUMOWANIE

W ostatnich latach wyraźnie widoczna jest intensyfikacja działań zmierzających do ograniczenia obecności zanieczyszczeń w powietrzu wewnętrznym kabin samochodów. Oprócz przykładów płynących z prawodawstwa poszczególnych państw, które odgórnie narzucają dopuszczalne limity stężeń wybranych substancji lotnych, bardzo pozytywnym kierunkiem widocznym od roku 2015 są działania podejmowane przez ONZ. Jednoznacznie wskazuje to, że świadomość producentów, użytkowników jak i ustawodawców w zakresie jakości powietrza wewnętrznego w pojazdach znacząco wzrosła. Harmonizacja wymagań dotyczących metod badawczych pozwoli w rezultacie na wprowadzenie ogólnościowych wymagań dotyczących obecności substancji lotnych w samochodach. Spodziewanym rezultatem takich działań będzie z pewnością poprawa bezpieczeństwa i komfortu użytkowników pojazdów i będzie silnym pozytywnym bodźcem do dalszego rozwoju materiałów, głównie tworzyw syntetycznych stosowanych w motoryzacji. Nie można również pominąć faktu, że jakość powietrza w samochodzie przestaje pozostawać jedynie w zakresie zainteresowania koncernów motoryzacyjnych, a coraz częściej interesuje również użytkowników. Harmonizacja przepisów umożliwi również niezależną ocenę jakości powietrza i istotnie poprawi pozycję użytkowników w trakcie potencjalnych konfliktów z producentami, wynikających chociażby z żądań reklamacyjnych dotyczących niezapewnienia odpowiedniej jakości powietrza w kabinie samochodu, które może być wynikiem chociażby nieodpowiedniej kontroli jakości stosowanych we wnętrzach materiałów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Brodzik, K., Faber J., *Metody badań emisji lotnych związków organicznych z materiałów wykorzystywanych w motoryzacji*, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2017, nr 6.
2. Bulcheva Z., *Pollutants content in the interior of driver's cab and passenger compartment. Technical Requirements and test methods.*, UNECE VIAQ Session 8 proceedings, 2017.
3. Faber J., Brodzik K., *Air quality inside passenger cars*, "AIMS Environmental Science" 2017, nr 4 (1), 112-133.
4. Faber J., Brodzik, K., *Źródła narażenia użytkowników pojazdów na lotne związki organiczne*, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2016, nr 6.
5. GB/T 27630-2011: *Guideline for air quality assessment of passenger cars*, 2012.
6. Ge Y., *Current status of China VIAQ Regulations*, UNECE VIAQ Session 8 proceedings, 2017.
7. GOST 33554-15, *Motor vehicles content of pollutants in air driver's cabin and passenger compartment requirements and test methods*, 2015.
8. HJT 400-07 *Determination of Volatile Organic Compounds and Carbonyl Compounds in Cabins of Vehicles*, 2007.
9. ISO 12219-1, *Interior air of road vehicles. Part 1: Whole vehicle test chamber. Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors*, 2012.
10. ISO 12219-2, *Interior air of road vehicles. Part 2: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Bag method*, 2012.
11. ISO 12219-3, *Interior air of road vehicles. Part 3: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Micro-scale chamber method*, 2012.
12. ISO 12219-4, *Interior air of road vehicles. Part 4: Method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Small chamber method*, 2013.
13. ISO 12219-5, *Interior air of road vehicles. Part 5: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Static chamber method*, 2014.
14. ISO 12219-6, *Interior air of road vehicles. Part 6: Method for the determination of the emissions of semi-volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials at higher temperature. Small chamber method*, 2017.
15. ISO 12219-7, *Interior air of road vehicles. Part 7: Odour determination in interior air of road vehicles and test chamber air of trim components by olfactory measurements*, 2017.
16. ISO 16000-3, *Indoor air. Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air. Active sampling method*, 2011.
17. ISO 16000-6, *Indoor air. Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID*, 2011.
18. JAMA Japan, *JAMA Announces voluntary guidelines for reducing vehicle cabin VOC concentrations levels*. 2006. <http://www.jama-english.jp/release/release/2005/050214.html>
19. Larsen P.B. ed. *Risk assessment of hazardous substances in the indoor environment of cars – a pilot study*, The Danish Environmental Protection Agency, ISBN 978-87-93529-60-1, 2017.
20. Ministry of Land, Infrastructure and Transport MOLIT, Korea *MOLIT Notification No. 2013-549, Newly manufactured vehicle indoor air quality management standard.*, 2013.
21. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 sierpnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyż-*

- szych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, Dz. U. 2007 nr 161 poz. 1142.
22. Rozporządzenie WE Nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady, 2006.
  23. Salthammer T., Uhde E., *Organic indoor air pollutants*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2009.
  24. UNECE VIAQ Session 1 proceedings, 2015.
  25. Werheimer A., *ISO 12219 Interior air of road vehicles and overview*, UNECE VIAQ Session 1 proceedings, 2015.
  26. [www.jdpower.com](http://www.jdpower.com)
  27. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, M.P. 1996 nr 19 poz. 231.

---

### In-vehicle air quality – recent trends in requirements and testing methods

*In-vehicle air quality in passengers' cars is discussed in present paper. The discussion is based on factors influencing substantially interior air pollution in vehicles, mainly new ones, on test methods used in automotive sector for air quality assessment, and for elimination of pollution sources. Various approaches to control and to improve in-vehicle air quality was presented with regard to probable directions applied by the automotive industry.*

---

Autorzy:

dr inż. **Krzysztof Brodzik** – Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o., [krzysztof.brodzik@bosmal.com.pl](mailto:krzysztof.brodzik@bosmal.com.pl)

dr inż. **Joanna Faber** – Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o.