

## **HAŁAS W AUTOBUSIE STAREGO TYPU WYKORZYSTYWANYM W KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ**

### *Streszczenie*

*Problem niekorzystnego działania hałasu na człowieka szczególnie wyraźny jest w zurbanizowanych zakątkach świata. Niewątpliwie do jednego z największych jego źródeł należy ruch drogowy. Na całym świecie od lat prowadzi się liczne badania mające na celu ograniczenie hałasu oraz jego niekorzystnych skutków działania. W artykule podjęto próbę sprawdzenia jaki jest poziom hałasu we wnętrzu autobusu komunikacji miejskiej. W badaniach wykorzystano dwa autobusy starszej generacji, z którymi można się jeszcze spotkać na niektórych liniach w Polsce.*

### **WSTĘP**

Hałas jest jednym z bardziej dokuczliwych elementów zakłócających środowisko człowieka. W ciągu ostatnich lat zaczęto bardziej zdawać sobie sprawę z tego, że nie są to tylko subiektywne odczucia osób przeczulonych lub bardziej wrażliwych, ale że hałas może oddziaływać szkodliwie na człowieka.

Poprzez hałas rozumie się dźwięki o dowolnym charakterze akustycznym, niepożądane w danych warunkach i dla danej osoby. Szkodliwość, dokuczliwość, a także uciążliwość hałasu zależą od jego cech fizycznych oraz czynników charakteryzujących te zmiany w czasie, takich jak charakterystyka widmowa, wartość poziomu hałasu, częstość występowania, długość odcinków oddziaływania hałasu i jego charakter. Szkodliwe oddziaływanie hałasu powoduje skutki zdrowotne i funkcjonalne. Nadmierny hałas nie tylko wpływa na narząd słuchu, lecz również na ogólny stan zdrowia, stan psychiczny i emocjonalny oraz somatyczny.

W hałasie oprócz drgań słyszalnych (20–20000 [Hz]) występują również drgania o częstotliwościach wyższych, nazywane drganiami ultraakustycznymi (zwanymi również drganiami ultradźwiękowymi lub ultradźwiękami), jak i o częstotliwościach poniżej 20 [Hz], nazywane drganiami infraakustycznymi (znane także jako infradźwięki).

Powszechnym a jednocześnie najbardziej uciążliwymi źródłami hałasów są trasy komunikacji samo-chodowo-tramwajowej, kolejowej i lotniczej, obiekty komunikacyjne i przemysłowe.

Spełnianie przez samochody wszelkich norm ochrony środowiska to od lat priorytetowe zagadnienie w koncernach motoryzacyjnych. Tendencja stworzenia samochodów komfortowych oraz prawodawstwo dotyczące ochrony środowiska zmuszają do podejmowania wysiłków mających na celu obniżanie wewnętrznego i zewnętrznego poziomu hałasu samochodów. Perspektywiczne przepisy dotyczące hałasu zewnętrznego będą w pierwszym rzędzie zakładać zmniejszenie hałaśliwości silnika poprzez lepszą izolację dźwiękową. Przyniesie to, jako pożądaną efekt uboczny, obniżenie poziomu hałaśliwości silnika słyszalnej we wnętrzu pojazdu. Następstwem tego będzie fakt, że zjawiska hałaśliwości opon i opływu, przy swym porównywalnym poziomie ciśnienia akustycznego, staną się bardziej odczuwalne.

Jednym z kryteriów oceny poziomu hałasu jest poziom ciśnienia akustycznego, czyli natężenie hałasu. Poziom hałasu zmierzony w przedziale pasażerskim zależy nie tylko od intensywności jego wytwarzania, lecz także od charakterystyki przewodzenia dźwięku oraz od charakterystyki rezonansowej samochodu.

Dopuszczalny poziom hałasu wyznaczają przepisy Unii Europejskiej. Niektórzy producenci na obecnym etapie projektowania

i produkcji uczynili jeszcze większy krok do przodu, obniżając poziom hałasu o 3 [dB(A)] w stosunku do normy. Oznacza to zmniejszenie o 50 procent efektów akustycznych uciążliwych dla środowiska. Aby to osiągnąć należy wziąć pod uwagę docelowy poziom hałasu i przydzielić limit dla każdego głównego źródła hałasu emitowanego przez pojazd (ogumienie, silnik, układ wydechowy, wlot powietrza, itp.) w ogólnym poziomie wytwarzanego hałasu. Następnie pozostaje realizować po-szczególne cele jednostkowe osiągając możliwie najlepszą relację pomiędzy kosztami a korzyściami.

Zjawiska związane z hałasem i drganiami są od wielu lat na całym świecie przedmiotem licznych badań [1-29].

W artykule przedstawiono analizę hałasu działającego na kierowcę i pasażerów w autobusach komunikacji miejskiej. Analiz dokonano dla dwóch typów autobusów poruszających się z różnymi prędkościami.

### **1. OPIS BADAŃ**

Celem przeprowadzonych badań była analiza hałasu występującego wewnątrz autobusu. Badania zostały zrealizowane zgodnie z normą PN-90/S-04052.

Do badań użyty został całkujący miernik poziomu dźwięku SON-50. Miernik ten zgodnie z normami IEC 651 i IEC 804 jest przyrządem klasy dokładności 1. Umożliwia pomiar wielkości określających narażenie pracownika na hałas na stanowisku pracy zgodnie z normą PN-94 N-01307.

Do kalibracji miernika używano kalibratora akustycznego KA-10.

Pomiar przeprowadzono na krzywej korekcyjnej A i przy charakterystyce dynamicznej FAST.

Mikrofon pomiarowy umieszczony był przy siedzeniu kierowcy, na wysokości jego głowy.

Wszystkie pomiary zostały przeprowadzone na drodze asfaltowej, twardej, prostej, bez pofałdowań, suchej, wolnej od zanieczyszczeń.

Jako obiekt badań posłużyły dwa autobusy:

- Ikarus 280.26,
- Jelcz M121M.

Autobus marki Ikarus 280.26 jest autobusem przegubowym, wyposażonym w pięciobiegową manualną skrzynię biegów.

Pomiarów hałasu dokonano dla następujących warunków:

- 40 [km/h] dla biegu trzeciego,
- 60 [km/h] dla biegu czwartego,
- 80 [km/h] dla biegu piątego,
- 80 [km/h] na biegu jałowym,

- dla biegu jałowego na postoju.

Badania wykonano w autobusie Ikarus 280.20, podczas obsługi przez niego linii komunikacyjnej kursującej na trasie Tychy Dworzec PKP – Katowice ulica Korfantego. Pomiar tła wykonano w Tychach, na przystanku Dworzec PKP oraz w Katowicach na ulicy Korfantego. Wyniki były zbieżne. Pomiar na biegu jałowym wykonano także w Katowicach. Natomiast pomiary w ruchu zostały wykonane na ulicy Beskidzkiej oraz Górnośląskiej w Katowicach.

Zgodnie z normą PN-90/S-04052 autobusy komunikacji miejskiej nie mogą przekroczyć 85 [dB(A)]. Jak się okazało na podstawie uzyskanych wyników, pomiar dla tak starego i wysłużonego autobusu nie wypadł najgorzej.

Autobus Ikarus 280.20 wyposażony był w kabinę dla kierowcy, dlatego też badania wykonano pod kątem szkodliwości warunków pracy kierowcy autobusu na stanowisku pracy. Badania wykonano jednym punkcie pomiarowym, znajdującym się obok kierowcy przy zamkniętej kabinie. W czasie badań liczba pasażerów w autobusie była zmienna i wahała się w granicach 35 – 45 osób.

Dane badanego pojazdu:

- pojemność silnika: 10350 [cm<sup>3</sup>],
- paliwo: olej napędowy,
- dopuszczalna masa całkowita: 22500 [kg],
- liczba osi: 3,
- rok produkcji: 1989,
- ciśnienie w ogumieniu: 7 [bar],
- liczba miejsc: 35 siedzących oraz 107 stojących.

Kolejnym przebadanym autobusem był autobus niskopodłogowy Jelcz M121M. Autobus wyposażony był w automatyczną skrzynię biegów.

Badania przeprowadzono podczas obsługi linii pomiędzy Dworcem PKP w Tychach, a Katowicką Specjalną Strefą Ekonomiczną na Terenach Przemysłowych w Tychach. Pomiary wykonano na ulicy Towarowej, Przemysłowej oraz na ulicy Beskidzkiej. Ze względu na fakt poruszania się autobusu ściśle w ruchu ulicznym miejskim nie było możliwe wykonanie badań dokładnie w ten sposób, jak przewiduje to norma.

Wykonano pomiary na postoju oraz przy prędkości jazdy wynoszącej:

- 20 [km/h],
- 40 [km/h],
- 60 [km/h],
- 80 [km/h],

Pomiary, podobnie jak w autobusie Ikarus, wykonane zostały pod kątem szkodliwości hałasu dla kierowcy. Miernik umieszczony był obok fotela kierowcy z tą różnicą, że autobus Jelcz nie był wyposażony w kabinę. Podczas pomiarów w autobusie przebywało zmiennie około 10 – 15 osób.

Dane badanego pojazdu:

- pojemność silnika: 6871 [cm<sup>3</sup>],
- paliwo: olej napędowy,
- dopuszczalna masa całkowita: 16000 [kg],
- liczba osi: 2,
- rok produkcji: 1996,
- przebieg: 580000 [km],
- liczba miejsc: 34 siedzących oraz 66 stojących.

Przed przeprowadzaniem pomiarów hałasu w pojazdach, dokonano pomiarów tła (zakłóceń), podczas postoju przy wyłączonym silniku oraz zamkniętych oknach i drzwiach. We wszystkich przypadkach, zgodnie z normą PN-90/S-04052, uzyskane wyniki były niższe o co najmniej 10 [dB(A)] od najmniejszych wartości poziomu hałasu zmierzonych podczas badań.

## 2. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badania autobusu marki Ikarus 280.26 zestawiono w tabeli 1 oraz na rysunku 1.

W tabeli zastosowano następujące skróty:

- $L_{Aeq}$  – równoważny poziom dźwięku charakterystyki A [dB(A)],
- $L_{AFmx}$  – wartość maksymalna przebiegu w mierzonym przedziale czasowym [dB(A)],
- $L_{AFmn}$  – wartość minimalna przebiegu w mierzonym przedziale czasowym [dB(A)].

Tab. 1. Wyniki pomiarów hałasu dla autobusu Ikarus 280.20 [dB(A)]

	0 [km/h] – bieg jałowy	40 [km/h]	60 [km/h]	80 [km/h]	80 [km/h] – bieg jałowy
$L_{Aeq}$	67,5	73,2	79,9	81,3	75,3
	67,9	73,6	80,0	82,0	76,9
	67,3	73,3	80,2	81,7	76,3
Średnia	67,6	73,4	80,0	81,7	76,2
$L_{AFmx}$	69,1	74,1	80,9	82,2	76,6
	70,0	74,4	81,5	87,1	77,9
	69,6	74,5	81,3	84,2	78,1
Średnia	69,6	74,3	81,2	84,5	77,5
$L_{AFmn}$	67,8	73,7	80,2	81,5	75,6
	67,6	73,8	80,4	81,9	77,0
	67,2	74,0	80,3	81,1	76,4
Średnia	67,5	73,8	80,3	81,5	76,3

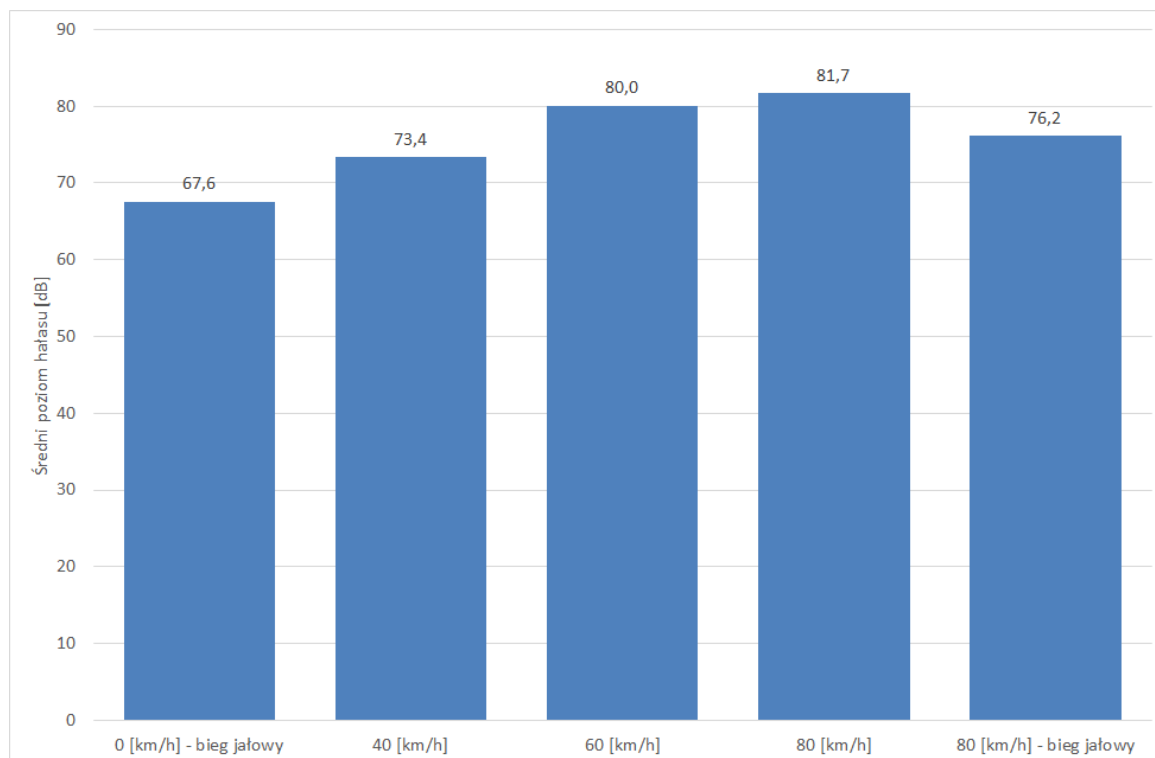
Wyniki pomiaru tła są następujące:

- $L_{Aeq}$ : 46,1 [dB(A)],
- $L_{AFmx}$ : 49,3 [dB(A)],
- $L_{AFmn}$ : 43,0 [dB(A)].

Badany autobus był autobusem starym, z dużym przebiegiem, eksploatowanym bardzo mocno. Jednakże uzyskane wyniki są zdecydowanie pozytywne, bowiem wyniki zarejestrowanego hałasu mieściły się w normie, co należy uznać za duży sukces. Gorzej natomiast przedstawia się sytuacja w przestrzeni pasażerskiej,

gdzie hałas pochodzący z różnych źródeł, takich jak trzaskające szyby, rozmowy pasażerów, dmuchawy nagrzewania jest znacznie wyższy. Ze względów technicznych wykonanie pomiarów w przestrzeni pasażerskiej było jednak niemożliwe. Niemniej jednak uzyskane wyniki są zadowalające i sukcesem jest fakt, że można zaryzykować stwierdzenie, że nie wszystkie wysłużone pojazdy komunikacji miejskiej powinny zostać jak najszybciej wyzłomowane.

Wyniki badania autobusu marki Jelcz M121M zestawiono w tabeli 2 oraz na rysunku 2.



Rys. 1. Wyniki pomiarów hałasu przeprowadzonych w autobusie Ikarus 280.20

Tab. 2. Wyniki pomiarów hałasu dla autobusu Jelcz M121M [dB(A)]

	0 [km/h] – bieg jałowy	20 [km/h]	40 [km/h]	60 [km/h]	80 [km/h]
$L_{Aeq}$	64,9	67,3	74,6	81,2	82,4
	65,3	70,7	72,2	80,0	82,3
	65,4	69,5	72,5	80,6	83,0
Średnia	65,2	69,1	73,1	80,6	82,56
$L_{AFmx}$	66,1	69,3	79,2	83,0	83,5
	66,5	72,8	74,2	83,0	83,4
	66,8	70,1	74,8	82,9	83,6
Średnia	66,46	70,73	76,06	82,96	83,5
$L_{AFmn}$	64,3	67,8	73,2	81,4	82,1
	64,7	70,5	72,2	79,1	82,0
	64,7	69,1	72,1	79,2	81,9
Średnia	64,56	69,13	72,5	79,9	82,0

Wyniki pomiaru tła są następujące:

- $L_{Aeq}$ : 42,6 [dB(A)],
- $L_{Afmx}$ : 44,5 [dB(A)],
- $L_{Afmn}$ : 42,5 [dB(A)].

W przeciwieństwie do badanego wcześniej autobusu Ikarus, Jelcz M121M należy jeszcze do nowego taboru w komunikacji miejskiej. Jest przystosowany do przewozu osób niepełnosprawnych, a silnik Diesla wspomagany jest turbosprężarką. Uzyskane wyniki poziomu hałasu mieściły się w normie z zachowaniem pewnego zapasu do jej przekroczenia. Wyniki z pewnością byłyby niższe w sytuacji, gdyby autobus wyposażony był w kabinę dla kierowcy. W tym przypadku uzyskane wyniki można więc potraktować także jako wyniki dla przestrzeni pasażerskiej.

Wykonane pomiary dla obu autobusów pokazały, iż hałas w autobusach komunikacji miejskiej mieści się w normach dotyczących hałasu wewnątrz pojazdu.

## PODSUMOWANIE

Hałas jest nieodłącznym towarzyszem działalności ludzkiej. Ma on szkodliwe, a niekiedy bardzo szkodliwe działanie na człowieka, szczególnie przy długotrwałym oddziaływaniu. Ponieważ na obszarach silnie zurbanizowanych hałas wynikający z ruchu drogowego dominuje nad hałasem pochodzącym z innych źródeł, konieczne jest podejmowanie działań zmierzających do jego redukcji. W świetle obowiązujących przepisów podczas badań technicznych powinny być wychwytywane pojazdy o nadmiernie hałaśliwych układach wydechowych. Co prawda układy wydechowe to tylko jedno z licznych źródeł hałasu samochodu, ale ich zły stan techniczny odbija się w najbardziej wyraźny sposób na hałasie pojazdu. Można stwierdzić, że stan techniczny w jakim znajduje się pojazd, wysilenie silnika, wartości ciśnień w ogumieniu, a także nieszczelności, mają ogromny wpływ na hałas wewnętrzny w pojeździe. Nawet naj-

drobniejsza usterka może być przyczyną uciążliwych szmerów lub stuków.

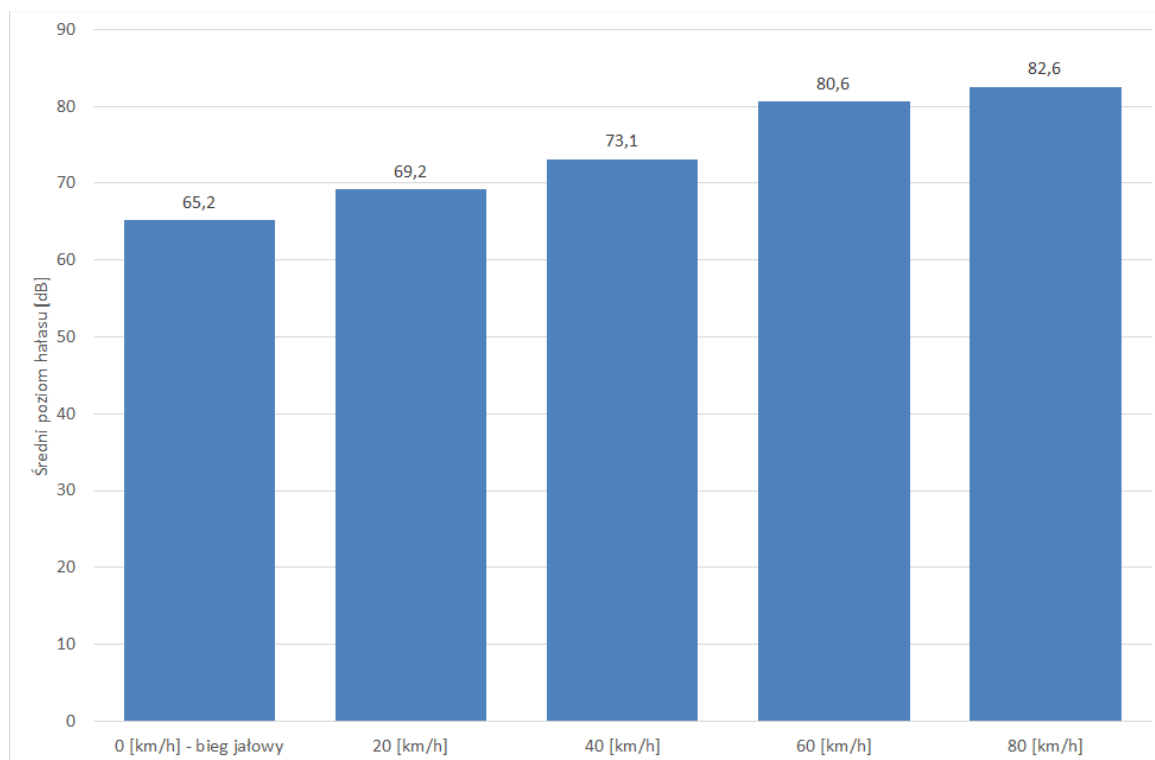
Obecne przepisy bardzo rygorystycznie egzekwują od producentów pojazdów przestrzeganie podstawowych norm. Dąży się do wielu zmian i unowocześnień, pracuje się nad silnikami, układami wydechowymi, a wszystkie te prace mają także uwarunkowanie akustyczne.

Walka z hałasem to nie tylko etap produkcji pojazdu. Należy wsłuchiwać się w samochody także w cyklu ich życia. Gwarantuje to, że wszystkie usprawnienia dokonywane w cyklu życia pojazdu służą interesom zarówno klienta jak i producenta. Poza tym rozmaite instytucje odpowiedzialne za przestrzeganie standardów dokonują wyrzutowych kontroli pojazdów zjeżdżających z taśmy, aby zbadać ich zgodność z normami.

Podsumowując wszystkie przeanalizowane aspekty można stwierdzić, że na przestrzeni kilku minionych lat zrobiono ogromny krok naprzód w walce z hałasem, a optymistycznie nastawia fakt, że prace te trwają ze zdwojoną intensywnością.

Możliwości ograniczenia hałasu i tłumienia drgań emitowanych przez pojazdy samochodowe istnieje wiele, problem w tym, że nie wszyscy jeszcze zdają sprawę z konieczności ich stosowania. Eliminacja hałasu jest możliwa poprzez nawet prozaiczne zabiegi – kontrole ciśnienia w ogumieniu, dbałości o silnik i inne podzespoły, unikanie sytuacji nieszczelnych układów wydechowych. Producenci natomiast mają o wiele szerszy wachlarz możliwości. Akustycy i konstruktorzy pracują nad poprawą kształtu pojazdu, który powinien być możliwie opływowy i pozbawiony ostrych krawędzi, nad silnikami i układami wtryskowymi, które powinny pracować jak najciszej i najpłynniej, bez gwałtownych szarpnięć.

Metody walki z hałasem więc istnieją i należy mieć nadzieję, że niedługo dopuszczalny poziom hałasu ulegnie obniżeniu, a samochody poruszające się po naszych drogach będą bez problemu spełniały rygorystyczne normy.



Rys. 2. Wyniki pomiarów hałasu przeprowadzonych w autobusie Jelcz M121M

## BIBLIOGRAFIA

1. Basztura C., Źródła, sygnały i obrazy akustyczne. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1988.
2. Cempel C., Wibroakustyka stosowana. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1989.
3. Chłopek Z., Ochrona środowiska naturalnego. Warszawa 2002.
4. Czajka J., Pomiary drgań i hałasu na stanowiskach pracy w transporcie. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2002.
5. Czeskin M.S., Człowiek i hałas. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1996.
6. Engel Z., Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. Warszawa 2001.
7. Engel Z., Kowal J., Sterowanie procesami wibroakustycznymi. Wydawnictwo AGH. Kraków 1995.
8. Engel Z., Pleban D., Hałas maszyn i urządzeń - źródła, ocena. Wydawnictwo CIOP. Warszawa 2001.
9. Giergiel J., Drgania układów mechanicznych. Kraków 1980.
10. Giergiel J., Tłumienie drgań mechanicznych. Warszawa 1990.
11. Grega R., Homišin J., Kaššay P., Krajňák J., The analyse of vibrations after changing shaft coupling in drive belt conveyer. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2011. Vol. 72.
12. Grzegorzczak L., Walaszek M., Drgania i ich oddziaływanie na organizm ludzki. Warszawa 1996.
13. Harachová D., Medvecká-Beňová S., Applying the modularity principle in design of drive systems in mechanotherapeutic devices. Grant Journal. 2013. Vol. 2, no. 2.
14. Harazin B., Narażenia na wibracje i zasady postępowania profilaktycznego. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego Sosnowiec 1997.
15. Harazin B., Hałas i wibracje występujące jednocześnie w środowisku pracy. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego. Sosnowiec 1997.
16. Homišin J., Dostrajanie układów mechanicznych drgających skrętnie przy pomocy sprzęgieł pneumatycznych: kompendium wyników pracy naukowo-badawczych. Wydawnictwo ATH. Bielsko-Biała 2008.
17. Koton J., Drgania mechaniczne. Warszawa 1998.
18. Koton J., Harazin B., Skutki zdrowotne zawodowego narażenia na drgania miejscowe. Warszawa 2000.
19. Kucharski R.J., Hałas drogowy. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 1979.
20. Łączkowski R., Wibroakustyka maszyn i urządzeń. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1983.
21. Makarewicz R., Dźwięk w środowisku. OWN. Poznań 1994.
22. Makarewicz G., Matuszewski G., Morzyński L., Wybrane praktyczne zastosowania metod aktywnych do redukcji hałasu. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa 2003.
23. Medvecká-Beňová S., Vojtková J., Analysis of asymmetric tooth stiffness in eccentric elliptical gearing. Technológ. 2013. Roč. 5, č. 4.
24. Merkiš J., Wpływ motoryzacji na skażenie środowiska naturalnego. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 1994.
25. Piechna J., Podstawy aerodynamiki pojazdów. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2000.
26. Puškár M., Bigoš P., Puškárová P., Accurate measurements of output characteristics and detonations of motorbike high-speed racing engine and their optimization at actual atmospheric conditions and combusted mixture composition. Measurement. 2012. Vol. 45.
27. Pużyna C., Ochrona środowiska przed hałasem. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1982.
28. Urbanský M., Homišin J., Krajňák J., Analysis of the causes of gaseous medium pressure changes in compression space of pneumatic coupling. Transactions of the Universities of Košice. 2011. Vol. 2.
29. Zuber N., Bajrić R., Šostakov R., Gearbox faults identification using vibration signal analysis and artificial intelligence methods. Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability. 2014. No 16(1).

## THE NOISE IN THE OLD TYPE BUS USED IN URBAN TRANSPORT

### Abstract

*The problem of adverse effects of noise on humans is particularly visible in urban parts of the world. Undoubtedly one of the biggest sources is traffic. All over the world for many years are being carried out numerous studies aimed at reducing noise and its adverse effects. This article attempts to verify what is the noise level in the interior of the bus in urban transport. The study used two buses of the older generation, which can be still find on some lines in Poland.*

### Autorzy:

inż. **Wojciech Świertnia** – Politechnika Śląska  
 prof. dr hab. inż. **Bogusław Łazarz** – Politechnika Śląska  
 dr hab. inż. **Piotr Czech** prof. nadzw. PŚ – Politechnika Śląska  
 dr inż. **Adam Mańka** – Politechnika Śląska  
 dr inż. **Mirosław Witaszek** – Politechnika Śląska