

## ODDZIAŁYWANIE HAŁASU NA KIEROWCĘ I PASAŻERÓW W SAMOCHODACH OSOBOWYCH

### Streszczenie

Jednym z największych niekorzystnych skutków rozwoju cywilizacji jest hałas. Można się z nim spotkać wszędzie, a szczególnie w mocno zurbanizowanych zakątkach świata. Do jednego z największych źródeł hałasu należy ruch drogowy. Chcąc chronić człowieka przed skutkami hałasu komunikacyjnego, opracowano szereg wytycznych jakie musi spełnić pojazd, aby móc się poruszać po drogach. W artykule sprawdzono jaki poziom hałasu we wnętrzu samochodu osobowego działa na kierowcę i pasażera na postoju przy uruchomionym silniku oraz w trakcie jazdy.

### WSTĘP

W dzisiejszych czasach jednym z największych wrogów jest hałas. Spotyka się go na co dzień i jest praktycznie wszędzie, gdzie tylko człowiek się pojawił. Największe spiętrzenie tego problemu występuje w zurbanizowanych skupiskach ludzkiej egzystencji, gdzie można zaobserwować wszelkiego rodzaju źródła hałasu. Dodatkowo dochodzą jeszcze wibracje wywołane nakładaniem się na siebie różnych fal dźwiękowych lub też wadliwą konstrukcją, uderzeniami o siebie elementów konstrukcji, wzajemnym toczeniem się lub obcieraniem, nierównomiernym przepływem cieczy lub gazu w przewodach, itp.

Żeby bardziej uwidocznić problem z jakim dzisiejsza technika spotyka się, trzeba wytłumaczyć niektóre z pojęć związanych z hałasem. Hałas jest wynikiem nakładania się różnych dźwięków, które ulegają zniekształceniu w sposób pozbawiony ładu. Hałasem nazywamy w mowie potocznej każdy przeszkadzający dźwięk. Hałas i wibracja polegają na drganiach mechanicznych. Wibracją nazywa się mechaniczne ruchy drgające ciała twarde, dźwiękiem – drgania powietrza powstałe wskutek drgań wspomnianych ciał.

Obecnie jednym z największych źródeł hałasu oddziałujących bezpośrednio na człowieka jest ruch drogowy. Hałas emitowany przez samochód będący w ruchu może pochodzić od:

- pracy silnika i zespołów napędowych,
- toczenia się kół po nawierzchni drogi,
- innych czynników, takich jak zjawiska aerodynamiczne pochodzące od zawirowań powietrza w czasie ruchu samochodu, hałas od uderzania o siebie elementów nadwozia, itp.

Światowa technika wypowiedziała wojnę tym uciążliwym zjawiskom. Jednym z podstawowych sposobów zwalczania jest umiejscowienie pomiędzy dwa drgające elementy przedmiotu tłumiącego, tj. guma czy specjalne pasty antywibracyjne. Kolejnym rozwiązaniem może być podwyższenie dokładności wykonania elementów maszyn i urządzeń. Niestety tego problemu nie da się w 100% wyeliminować, ale można go zdecydowanie zmniejszać.

Niekorzystny wpływ hałasu i drgań na organizm człowieka jest od wielu lat przedmiotem systematycznych obserwacji i badań [1-29].

W artykule przedstawiono analizę hałasu działającego na kierowcę i pasażerów samochodów osobowych. Analiz dokonano dla różnych prędkości jazdy dla czterech samochodów osobowych. W czasie wykonywania pomiarów samochody poruszały się po nawierzchni typu kostka brukowa.

### 1. OPIS BADAŃ

Celem przeprowadzonych badań była analiza hałasu występującego wewnątrz pojazdu samochodowego. Jako obiekt badań wybrano cztery samochody osobowe:

- Volkswagen Polo,
- Daewoo Tico,
- Fiat Punto,
- Daewoo Lanos.

Pomiary wykonano w dwóch punktach pomiarowych – przy siedzeniu kierowcy oraz przy siedzeniu pasażera w drugim rzędzie siedzeń, najbliższej podłużnej płaszczyznie symetrii samochodu.

Miejsca wykonywania pomiarów zostały pokazane na rysunku 1.

Pomiary zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN-90/S-04052.

Bezpośrednio przed badaniem silnik był rozgrzany do normalnej temperatury eksploatacyjnej. Podczas badań warunki pracy silnika, jak rodzaj paliwa, olejów, ustawienie zapłonu oraz rodzaj ogumienia i ciśnienia w ogumieniu były zgodne z instrukcją fabryczną samochodów.

Podczas pomiarów wszystkie okna i mające zamknięcia wentylacji w oknach były zamknięte.

Regulowane siedzenia, przy których dokonywano pomiarów były ustawione w położeniu odpowiadającym środkowemu zakresowi regulacji. Regulowane oparcia tych siedzeń były ustawione w możliwie pionowym położeniu.

Pomiary poziomu hałasu były przeprowadzone za pomocą cyfrowego analizatora i miernika dźwięku SVANTEK 912A. Jest to miernik klasy 1. Pomiary wykonywano na krzywej korekcyjnej A i przy charakterystyce dynamicznej F (fast).

Bezpośrednio przed i po pomiarach miernik był cechowany za pomocą kalibratora. Wskazania miernika przed pomiarami i po pomiarach nie różniły się o więcej niż 1 [dB].

Pomiary były wykonywane na postoju oraz w trakcie jazdy samochodu z prędkościami 10 [km/h], 20 [km/h], 30 [km/h], 40 [km/h], 50 [km/h], 60 [km/h]. Prędkość jazdy była ustalana z dokładnością ok. 2 [km/h].

Pomiary przeprowadzono na drodze o nawierzchni typu kostka brukowa.

Pomiary dla każdej prędkości jazdy i biegu jałowego został wykonany trzykrotnie oraz uśrednione celem wyeliminowania ewentualnych błędów pomiarowych.

Oprócz wpływu prędkości jazdy na hałas oddziaływający na kierowcę i pasażerów, sprawdzano również wpływ uruchomienia dmuchawy ogrzewania.

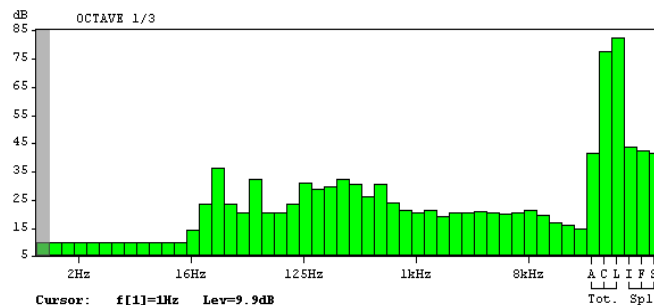
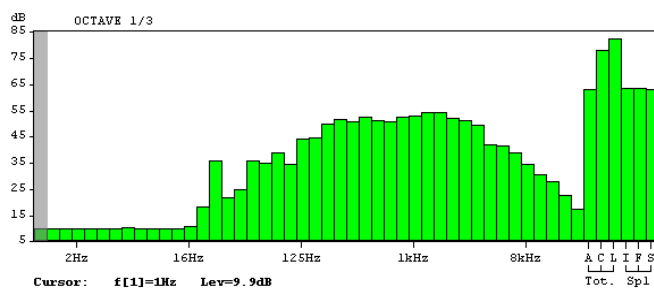


Rys. 1. Miejsca pomiarów hałasu wewnątrz samochodu osobowego, pomiar na miejscu: (a) kierowcy, (b) pasażera

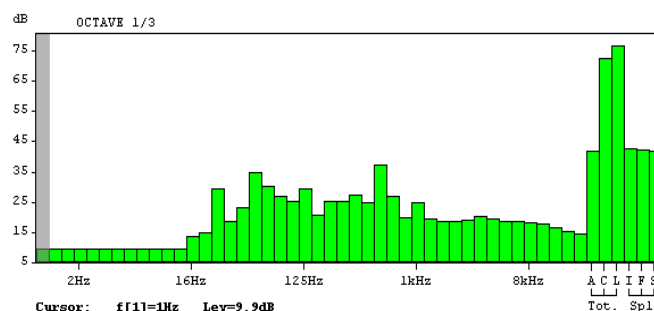
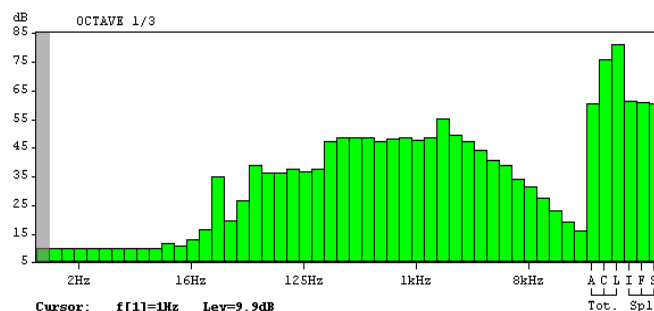
## 2. WYNIKI BADAŃ

Przykładowy wpływ włączenia dmuchawy ogrzewania na hałas w miejscu siedzenia kierowcy i pasażerów w trakcie postoju samochodu pokazano na rysunkach 2 i 3, natomiast dla prędkości jazdy samochodu wynoszącej:

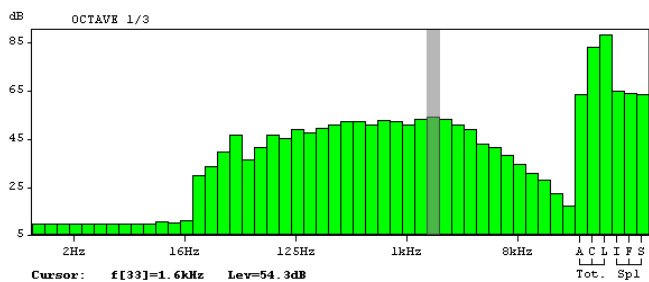
- 10 [km/h] na rysunkach 4 i 5,
- 30 [km/h] na rysunkach 6 i 7,
- 60 [km/h] na rysunkach 8 i 9.



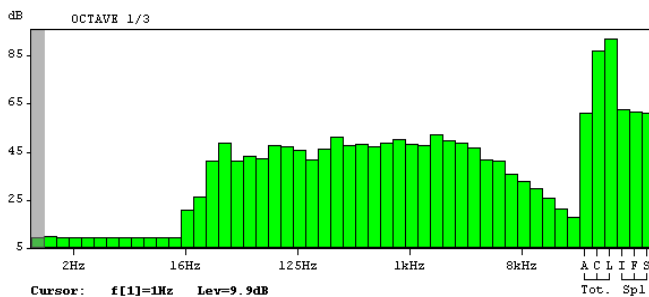
Rys. 2. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu kierowcy, na postoju, z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną



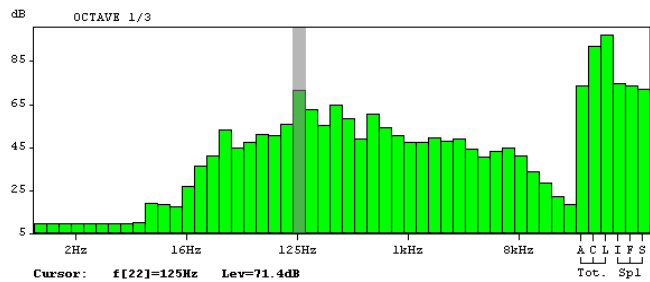
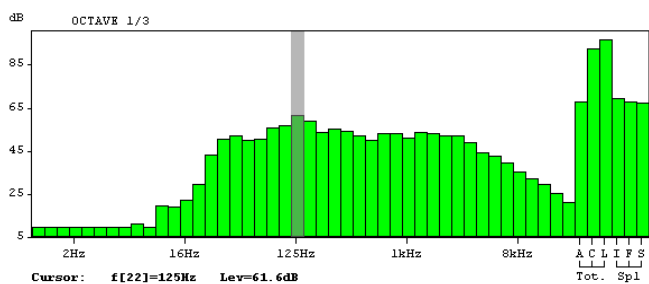
Rys. 3. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu pasażera, na postoju, z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną



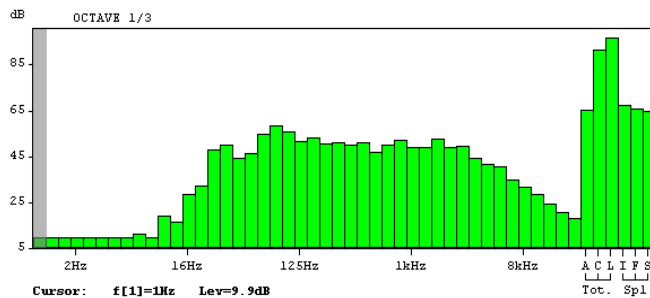
Rys. 4. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu kierowcy, prędkość jazdy samochodu: 10 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną



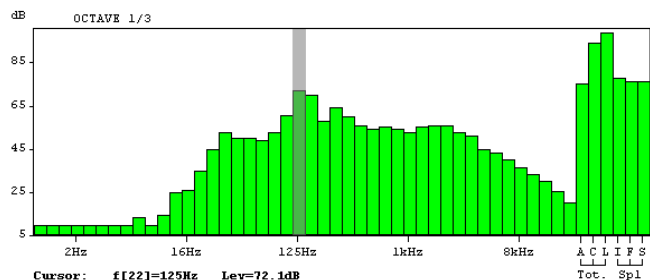
Rys. 5. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu pasażera, prędkość jazdy samochodu: 10 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną



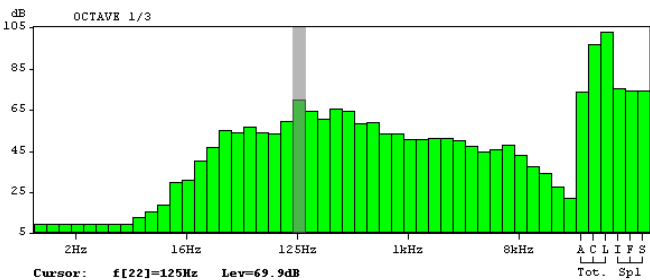
Rys. 6. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu kierowcy, prędkość jazdy samochodu: 30 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną

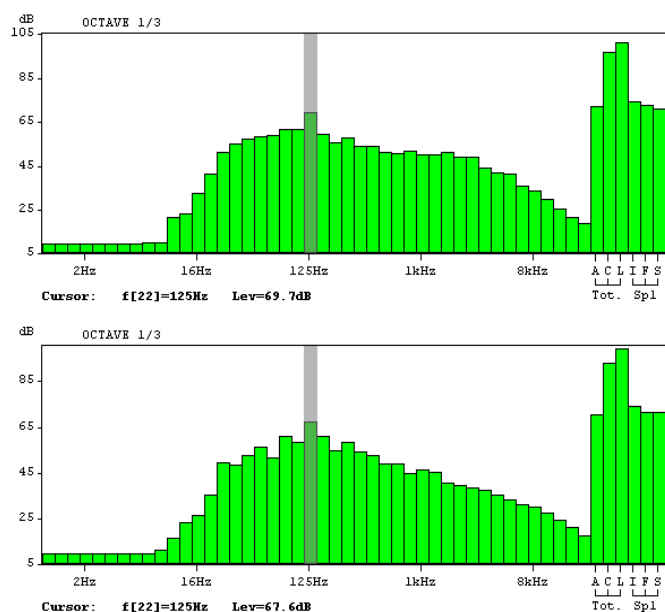


Rys. 7. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu pasażera, prędkość jazdy samochodu: 30 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną



Rys. 8. Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu kierowcy, prędkość jazdy samochodu: 60 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną





**Rys. 9.** Widmo hałasu dla pomiaru w miejscu pasażera, prędkość jazdy samochodu: 60 [km/h], z dmuchawą: (a) włączoną, (b) wyłączoną

Wyniki wszystkich badań zestawiono na rysunkach 10 – 13.

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków dla samochodu:

a) Volkswagen Polo:

- każda niższa prędkość jazdy przy włączonej dmuchawie generuje mniejszy hałas, aniżeli prędkość wyższa bez włączonej dmuchawy;
- im bliżej generatora hałasu jakim jest dmuchawa, tym większy jest hałas;
- można zauważyć, że w części tylnej samochodu dochodzi do rezonansów mechanicznych bądź akustycznych;
- po włączeniu dmuchawy na postoju można zaobserwować wzrost hałasu o około połowę wartości przy nie włączonej dmuchawie;
- po włączeniu dmuchawy na postoju następuje znaczny wzrost poziomu hałasu w zakresie częstotliwości powyżej 125 [Hz];
- dla prędkości powyżej 30 [km/h] włączenie dmuchawy nie powoduje nadmiernych wzrostów poziomu hałasu, co wynika z występowania wzmoczonych drgań związanych z toceniem się opon po nawierzchni drogi;
- uzyskane wyniki nie przekraczają dopuszczalnych wartości według normy.

b) Daewoo Tico:

- po włączeniu dmuchawy w trakcie postoju pojazdu następuje wyraźne zwiększenie poziomu hałasu;
- podczas przyśpieszania samochodu występuje niewielki znikomy wzrost poziomu hałasu;
- włączenie dmuchawy powoduje zwiększenie odczuwalnego hałasu;
- przy jeździe bez włączonej dmuchawy następuje gwałtowny wzrost poziomu hałasu do prędkości 40 [km/h], a następnie łagodny o około 1 – 2 [dB];
- przy jeździe z włączoną dmuchawą, do około 30 [km/h] występuje stały poziom hałasu;
- maksymalne poziomy hałasu występują przy około 125 [Hz] lub 1 [kHz];

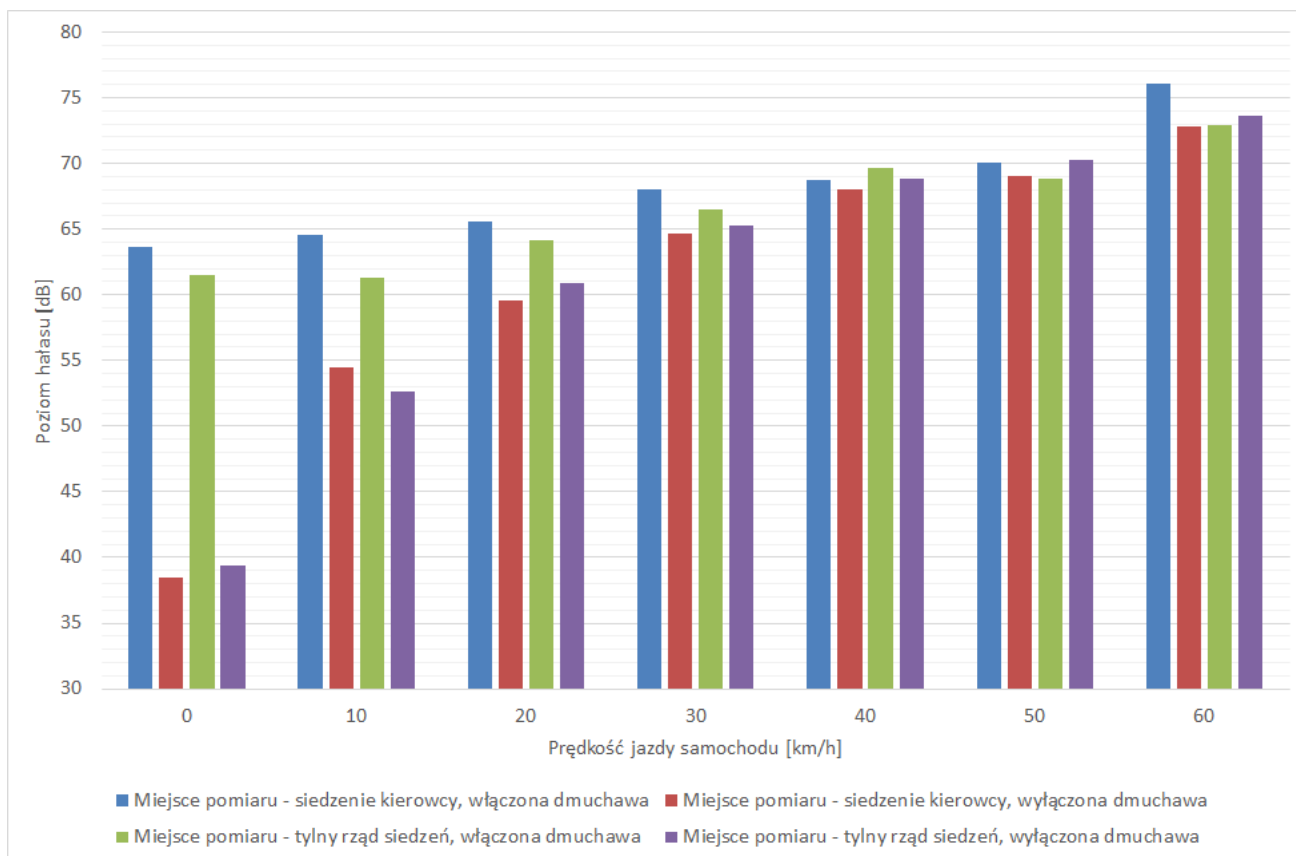
- po włączeniu dmuchawy następuje wzrost poziomu hałasu w zakresie częstotliwości od 50 [Hz] do 8 [kHz];
- uzyskane wyniki nie przekraczają dopuszczalnych wartości według normy.

c) Fiat Punto:

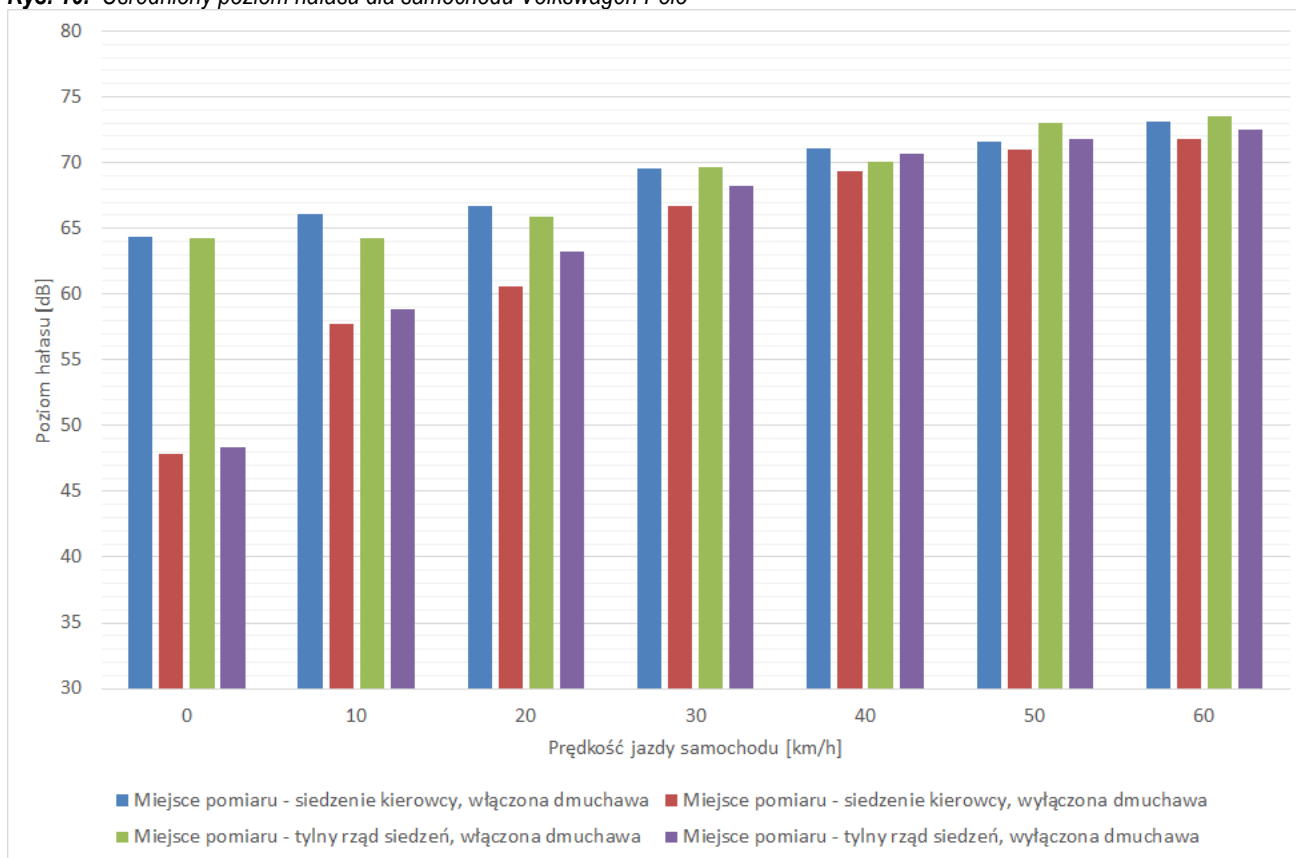
- przy jeździe z włączoną dmuchawą z prędkością do 20 [km/h] poziom hałasu w miejscu kierowcy jest stały;
- przy jeździe z włączoną dmuchawą przy prędkościach od 30 [km/h] do 50 [km/h] poziom hałasu w miejscu kierowcy rośnie o około 1–2 [dB];
- przy jeździe z włączoną dmuchawą zwiększenie prędkości z 50 [km/h] do 60 [km/h] powoduje gwałtowne zwiększenie hałasu;
- ruszenie z miejsca wywołało około 14 decybelowy wzrost poziomu hałasu zarejestrowanego w miejscu siedzenia kierowcy;
- od prędkości 30 [km/h] do 50 [km/h] występuje równomierny wzrost hałasu o 3 [dB] przy pomiarach w miejscu siedzenia kierowcy;
- zwiększenie prędkości od 50 [km/h] do 60 [km/h] wywołuje nagły wzrost hałasu o 6 [dB] przy pomiarach w miejscu siedzenia kierowcy;
- na tylnym siedzeniu przy prędkości 40 [km/h] występuje rezonans;
- występuje mniejszy hałas na tylnym siedzeniu, o 4 – 5 [dB], aniżeli w miejscu siedzenia kierowcy, co jest spowodowane dodatkowymi drganiami pochodzącymi od silnika;
- po włączeniu dmuchawy następuje wyraźny wzrost hałasu w zakresie 125 [Hz] – 10 [kHz];
- maksymalny poziom hałasu występuje w zakresie częstotliwości 50 [Hz] – 500 [Hz].

d) Daewoo Lanos:

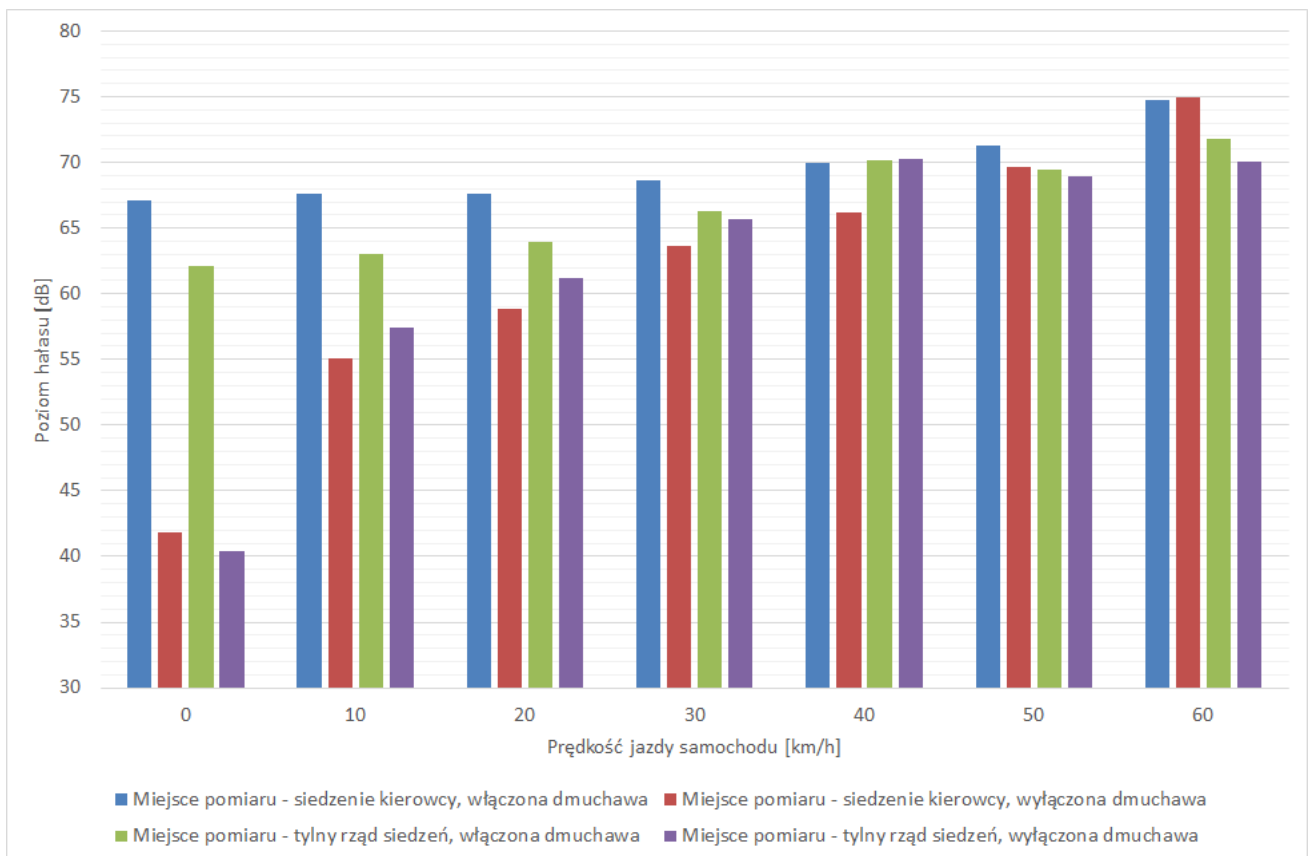
- przy wyłączonej dmuchawie i pomiarze w miejscu siedzenia kierowcy oraz pasażerów, następuje wzrost hałasu o około 50% przy ruszaniu samochodu z miejsca;
- na tylnym siedzeniu, przy prędkości 40 [km/h], występuje rezonans;
- występuje wzrost hałasu o 6 [dB] po zwiększeniu prędkości jazdy od 20 [km/h] do 30 [km/h], dla pomiarów w miejscu siedzenia kierowcy, przy wyłączonej dmuchawie;
- widoczny jest wzrost natężenia dźwięku w zakresie częstotliwości od 50 [Hz] do 8 [kHz];
- maksymalny poziom hałasu występuje przy 125 [Hz] lub w przedziale 50 [Hz] – 500 [Hz].



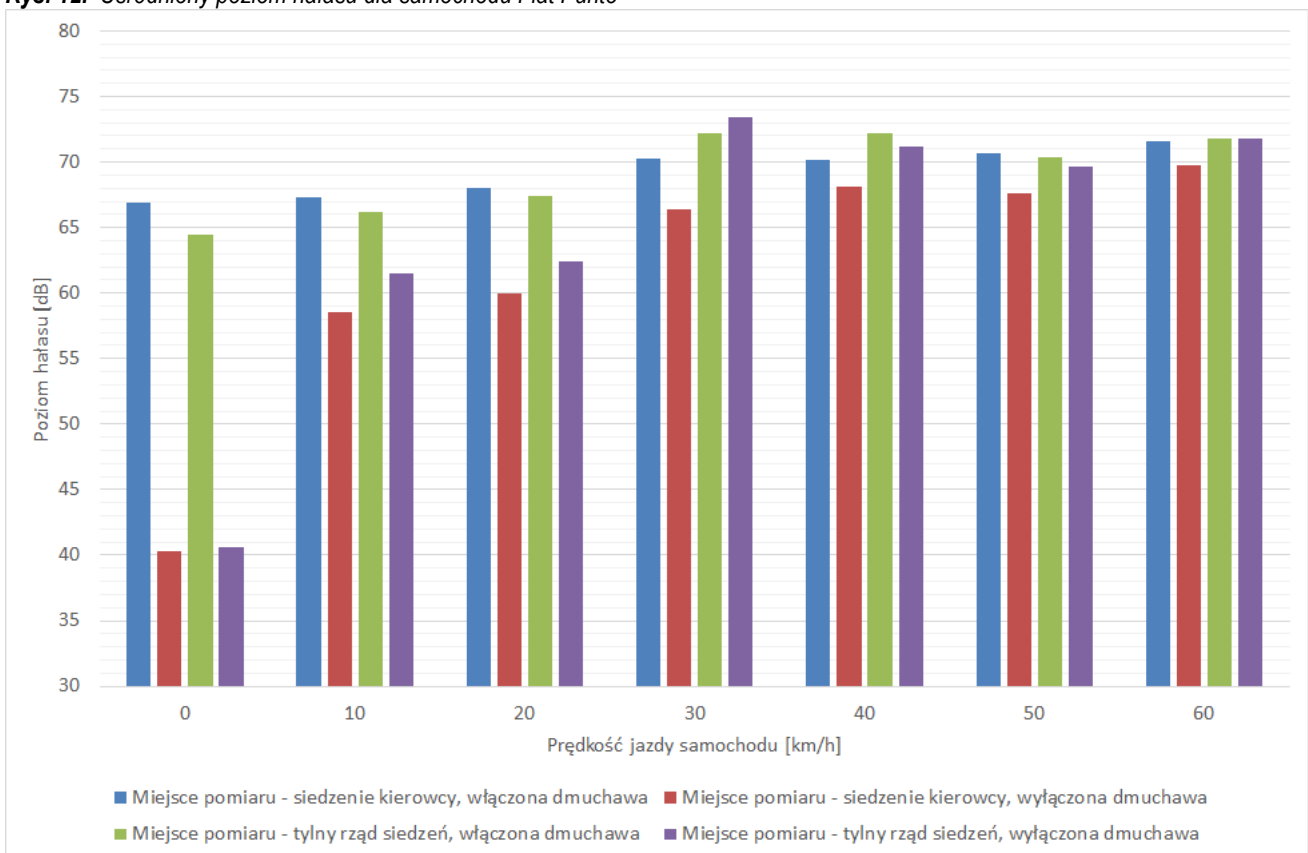
Rys. 10. Usredniony poziom hałasu dla samochodu Volkswagen Polo



Rys. 11. Usredniony poziom hałasu dla samochodu Daewoo Tico



Rys. 12. Uśredniony poziom hałasu dla samochodu Fiat Punto



Rys. 13. Uśredniony poziom hałasu dla samochodu Daewoo Lanos

## WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

- im dalej od źródeł hałasu jakimi są silnik oraz dmuchawa ogrzewania, tym odczuwalne są mniejsze wartości poziomu hałasu;
- odczuwalne są rezonanse występujące dla określonych prędkości jazdy samochodu;

- praca dmuchawy jest odczuwalna dla zakresu częstotliwości od 50 [Hz] do 8 [kHz];
- maksymalne natężenie hałasu występuje w zakresie częstotliwości od 50 [Hz] do 1 [kHz];
- występowanie dużej liczby wybojów na drodze, przy wyższych prędkościach jazdy, powoduje gwałtowny wzrost poziomu hałasu bliski dopuszczalnym wartością wg normy PN-90/S-0452;
- zawieszenia sztywne, tj. w Fiacie Punto oraz Volkswagencie Polo, powodują osiągnięcie wyższych wartości natężenia dźwięku przy wyższych prędkościach;
- można zauważyć lekkie wytłumienie hałasu dla jazdy samochodu po kostce brukowej ośnieżonej i suchej;
- zauważalny jest poziom wykonania zawieszenia samochodów różnej klasy tego samego producenta i jego wpływ na odczuwalny poziom hałasu.

## 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 skrzętnie 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. Technol. 2013. Roč. 5, č. 4.
24. Merkisz 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. Puzyna 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).
30. PN-92-S-04051. Pojazdy samochodowe i motorowery. Dopuszczalny poziom hałasu zewnętrznego.
31. PN-90-S-04052. Dopuszczalny poziom hałasu wewnątrz pojazdu.

## THE IMPACT OF NOISE ON THE DRIVER AND PASSENGERS IN CARS

### Abstract

*One of the biggest negative impacts of a civilization is noise. It can be found everywhere, especially in highly urbanized parts of the world. One of the largest sources of noise is traffic. In order to protect human beings against the effects of traffic noise, it was developed a set of guidelines that must be met by the vehicle to be able to navigate the roads. In this article was checked how the noise level inside the car works on the driver and passenger at a standstill with the engine running and while driving.*

Autorzy,  
inż. **Wojciech Jędrisko** – Politechnika Śląska  
prof. dr hab. inż. **Bogusław Łazarz** – Politechnika Śląska  
dr hab. inż. **Piotr Czech** prof. nadzw. PŚ – Politechnika Śląska  
dr inż. **Tomasz Matyja** – Politechnika Śląska  
dr inż. **Kazimierz Witaszek** – Politechnika Śląska