

Seweryn KRAKOWCZYK, Bogusław ŁAZARZ, Piotr CZECH, Adam MAŃKA, Tomasz MATYJA

## WPŁYW WARUNKÓW DROGOWYCH NA DRGANIA OGÓLNE ODCZUWALNE W CZASIE JAZDY SAMOCHODEM OSOBOWYM – CZ. 2

### Streszczenie

Najczęstszą przyczyną niepożądanych drgań w pojazdach samochodowych, poza pracą samego silnika napędowego, są zakłócenia związane z ruchem wzdłuż nierównej drogi, drgania wywołane niewyważeniem kół, czy też oporem przepływu powietrza względem nadwozia. Powstawanie źródeł drgań może być spowodowane przyczynami konstrukcyjnymi, technologicznymi oraz eksploatacyjnymi. Zakresy częstotliwości w jakich występują zjawiska wywołane przez te źródła są różne, różne są też drogi propagacji drgań. Ze względu na bezpieczeństwo w ruchu drogowym, niezwykle istotne wydają się wszelkie inicjatywy zmierzające do redukcji drgań działających na kierowcę, a ze względów zdrowotnych – działających również na pasażerów pojazdów samochodowych. W artykule przedstawiono wyniki mające na celu zidentyfikowanie poziomu drgań ogólnych w samochodzie, działających na kierowcę i pasażerów przy różnych warunkach drogowych. Artykuł stanowi drugą (ostatnią) część.

### WSTĘP

Wiele ośrodków badawczych i naukowych w kraju i zagranicą zajmuje się szeroko pojmowaną tematyką drgań [1-11, 13-18, 21, 24-25]. W literaturze można spotkać opracowania dotyczące zarówno pozytywnych skutków ich oddziaływania (np. w diagnostyce), jak również negatywnych. Szczególnie istotne wydają się opracowania związane z metodami redukcji drgań [1-15, 19-25]. Ważne jest przy tym Niniejszy artykuł stanowi drugą część, w której przedstawiono wyniki badań związanych z analizą drgań o charakterze ogólnym, pojawiających się w trakcie jazdy (i nie tylko) samochodu osobowego w różnych warunkach drogowych.

Obiektem badań były samochody osobowe Citroen Berlingo i Renault Thalia. Samochody były zasilane różnymi paliwami.

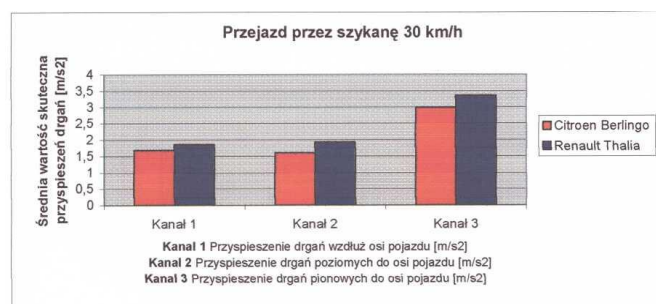
W badaniach rejestrowano przyspieszenia drgań ogólnych oddziaływających na kierowcę samochodu, wykorzystując do tego celu miernik SVAN 912A (AE). Drgania rejestrowano równocześnie w trzech kierunków (wzdłużnym, poprzecznym, pionowym).

### 1. ANALIZA WYNIKÓW

Zestawienie uśrednionych pomiarów drgań zarejestrowanych w czasie pokonywania przez samochody utrudnienia w postaci szukaney (rysunek 10) pokazano na rysunku 11.



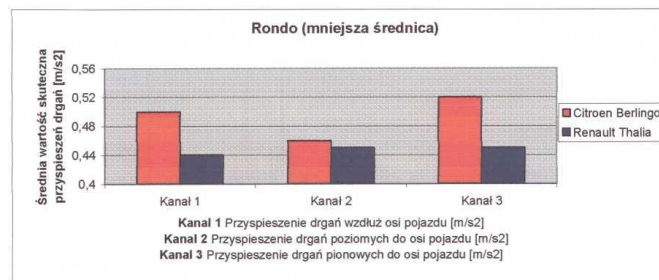
Rys. 10. Przejazd przez szukaney



Rys. 11. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez szukaney

Widać tutaj, że zarejestrowane i uśrednione wyniki pomiarów są bardzo zbliżone dla obu pojazdów. Nieznacznie lepiej wypadł Citroen, którego gabaryty są znacznie większe od porównywanego samochodu Renault.

W badaniu poziomu drgań towarzyszących przejazdowi przez rondo o małej średnicy zarejestrowano niewielkie wartości skuteczne przyspieszeń drgań. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że dla samochodu Renault najwyższą wartość skuteczną przyspieszeń drgań wykazały drgania poziome do osi pojazdu, natomiast w przypadku Citroena średnia wartość przyspieszeń drgań wzdłuż osi pojazdu oraz drgania pionowe są nawet dwukrotnie wyższe niż w Renault (rysunek 12).

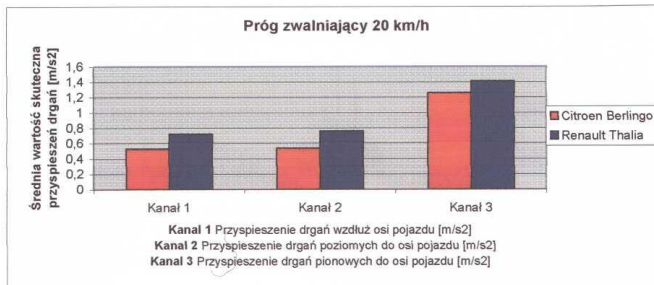


Rys. 12. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez małe rondo

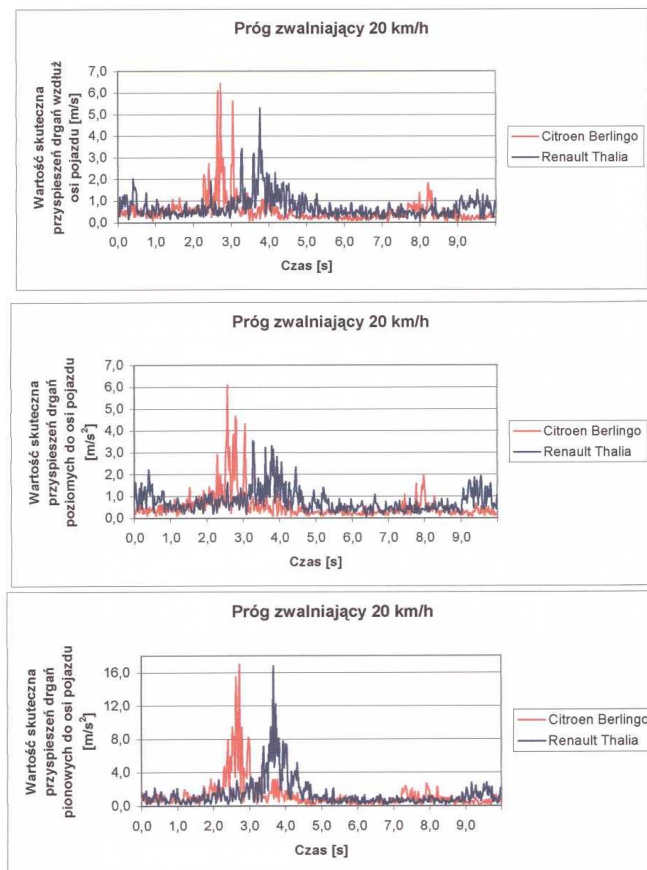
W przypadku zrealizowanych kolejnych badań, dla obu pojazdów wartość skuteczna przyspieszeń drgań wzdłuż osi oraz poziomych do osi pojazdu są porównywalne (rysunki 13 i 14). Wyższą wartość skuteczną przyspieszenia drgań po raz kolejny zarejestrowano dla Renault. Spowodowane przypuszczalnie jest to tym, że ze względu na duże koła i relatywnie wysokie zawieszenie Citroen lepiej radzi sobie z pokonywaniem najazdu na przeszkodę – w tym przypadku progiem zwalniającym (rysunek 15).



Rys. 15. Progi zwalniający

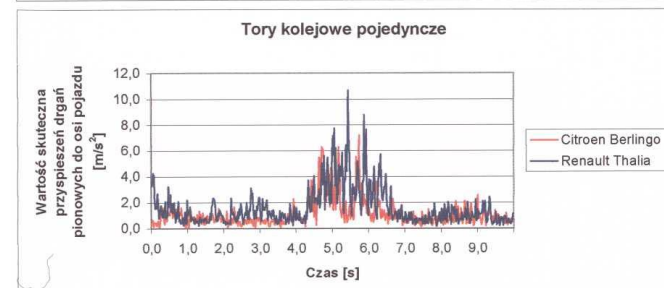
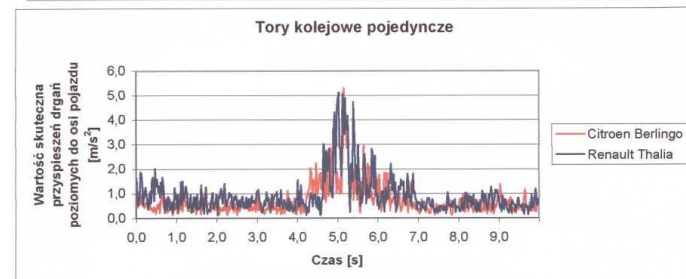
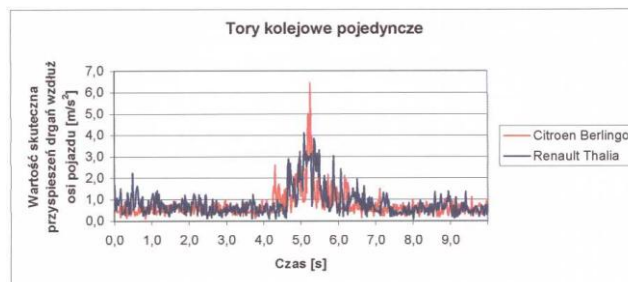


Rys. 13. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez próg zwalniający

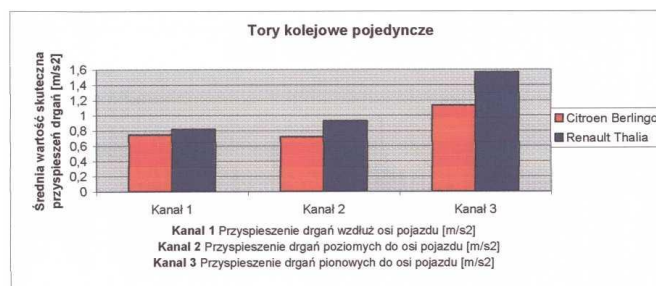


Rys. 14. Wartości skuteczne przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez próg zwalniający

Wyniki kolejnych pomiarów (rysunki 16 i 17), jak i sposób ich przeprowadzenia są bardzo podobne do wcześniejszej sytuacji, gdy pokonywano przeszkodę w postaci progu zwalniającego. W tym przypadku przeszkodę stanowiły pojedyncze tory kolejowe (rysunek 18). Prędkość samochodu w momencie przejazdu przez tory wynosiła około 30 [km/h].



Rys. 16. Wartości skuteczne przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez tory kolejowe



Rys. 17. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas przejazdu przez tory kolejowe

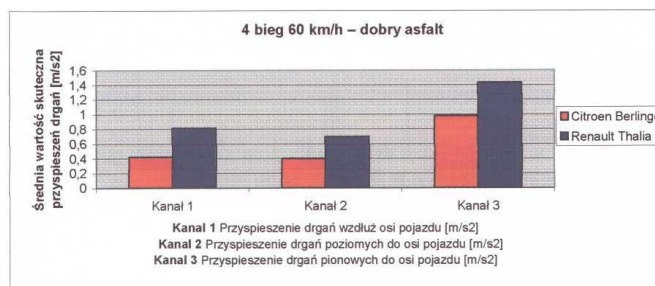


Rys. 18. Przejazd przez tory kolejowe

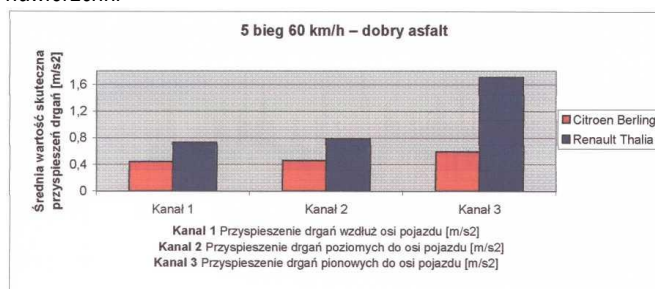
Kolejne badania miały na celu wykazaniu różnic w poziomie tłumienia drgań w zależności od wybranego przełożenia i danej prędkości jazdy przy zachowaniu tego samego rodzaju jezdni, jaką była droga asfaltowa o dobrej nawierzchni (rysunek 19). Z uzyskanych wyników widać, że lepiej radzi sobie z tym Citroen. Przykładowe wyniki pokazano na rysunkach 20 – 23.



Rys. 19. Droga asfaltowa o dobrej nawierzchni



Rys. 22. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas jazdy na biegu 4 ze stałą prędkością 60 [km/h] po asfaltowej drodze o dobrej nawierzchni



Rys. 23. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas jazdy na biegu 5 ze stałą prędkością 60 [km/h] po asfaltowej drodze o dobrej nawierzchni

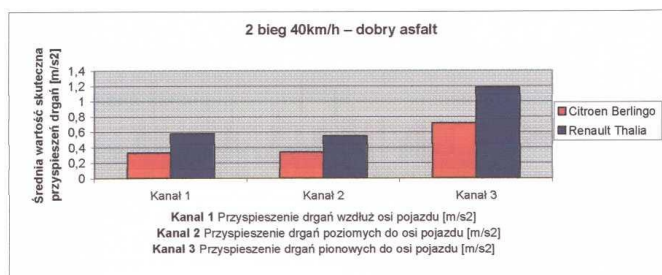
W przypadku przejazdu przez betonowe płyty (rysunek 24), porównując wyniki pomiarów obu pojazdów zauważyć można wyższy poziom przyspieszeń drgań dla Renault. Fakt ten potwierdza większą zdolność Citroena do pokonywania przeszkód oraz dróg o wyboistej i nieregularnej nawierzchni (rysunek 25).

Zarejestrowane wyniki pomiarów w trakcie gwałtownego hamowania pokazano na rysunkach 26 i 27.

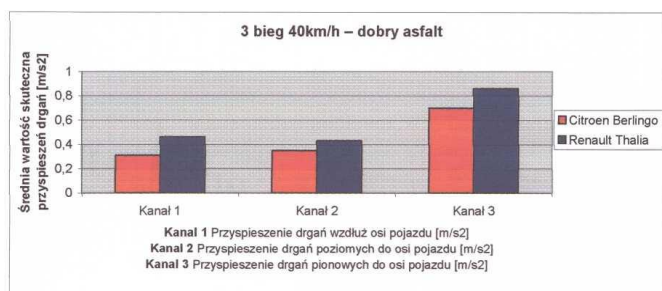
Przyspieszenia drgań wzdłuż osi oraz poziomych do osi pojazdu są bardzo zbliżone i wynosiły około 0,65 [m/s²]. Najwyższe wartości dla obu pojazdów miały drgania pionowe do osi pojazdu.



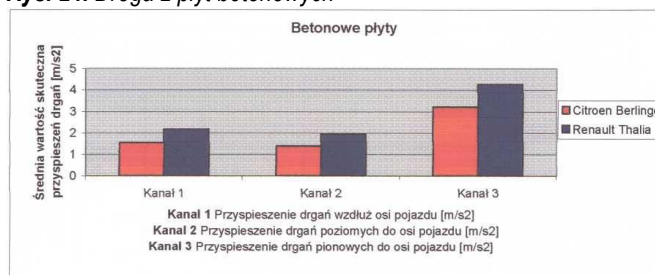
Rys. 24. Droga z płyt betonowych



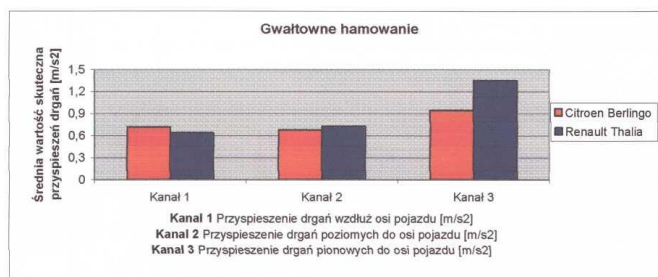
Rys. 20. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas jazdy na biegu 2 ze stałą prędkością 40 [km/h] po asfaltowej drodze o dobrej nawierzchni



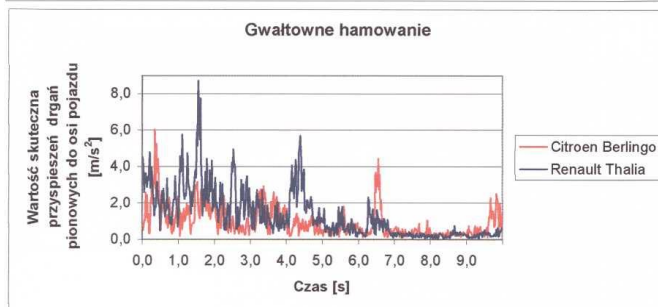
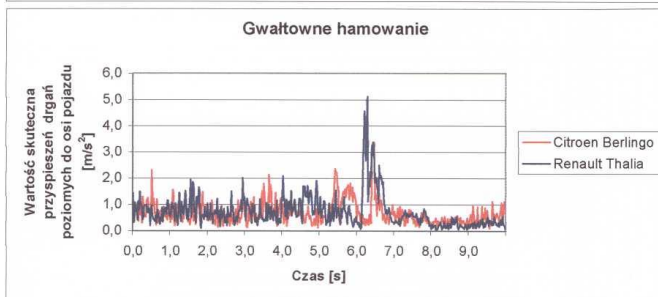
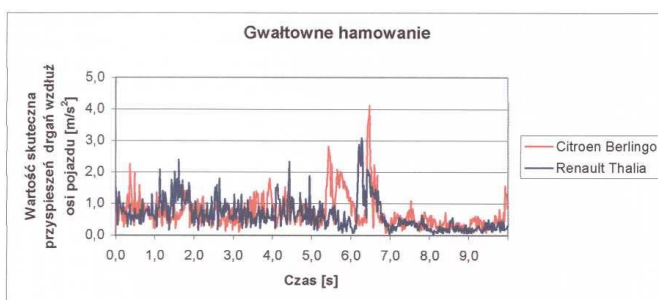
Rys. 21. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas jazdy na biegu 3 ze stałą prędkością 40 [km/h] po asfaltowej drodze o dobrej nawierzchni



Rys. 25. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas jazdy po betonowych płytach

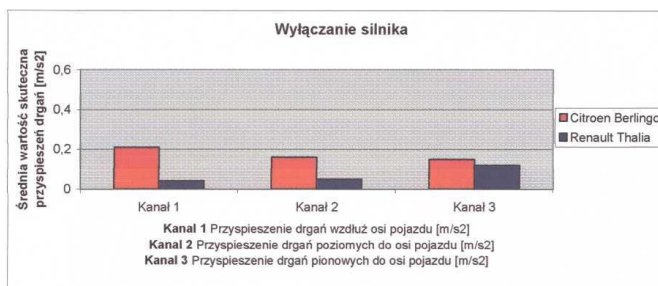


Rys. 26. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas gwałtownego hamowania

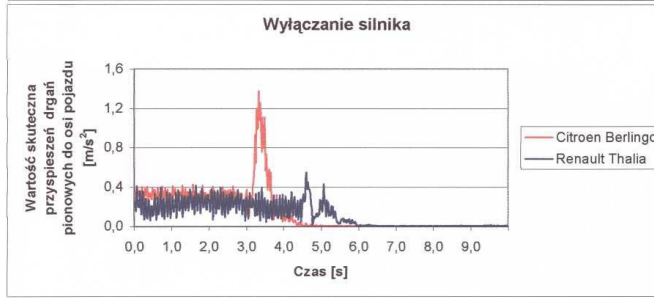
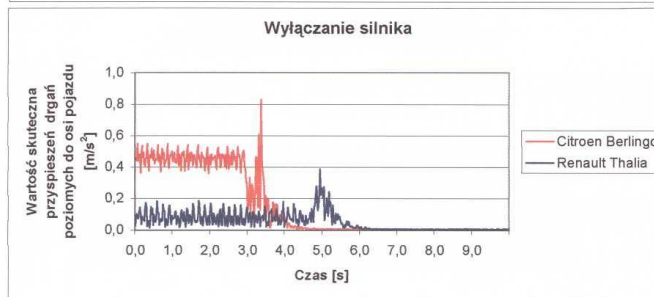
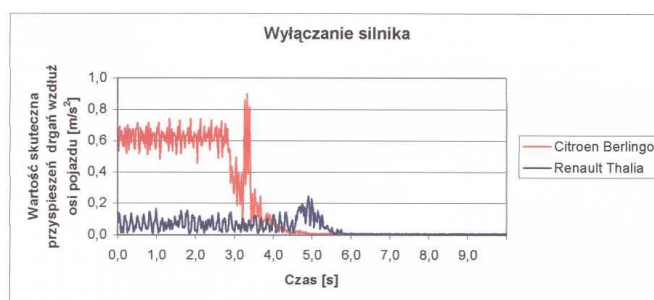


Rys. 27. Wartości skuteczne przyspieszeń drgań podczas gwałtownego hamowania

Kolejne badania polegały na pomiarze pracy rozgrzanego silnika pracującego na wolnych obrotach, momentu wyłączenia zapłonu oraz poziomu drgań w samochodzie zaraz po ustaniu pracy silnika. Podobnie jak w przypadku pomiaru rozruchu silnika, większe wartości przyspieszeń drgań zarejestrowano dla Citroena ze względu na mniej równomierną pracę silnika wysokoprężnego (rysunki 28 i 29).



Rys. 28. Średnia wartość przyspieszeń drgań podczas wyłączenia silnika



Rys. 29. Wartości skuteczne przyspieszeń drgań podczas wyłączenia silnika

## PODSUMOWANIE

Drgania mechaniczne w wielu przypadkach są czynnikiem ro boczym celowo wprowadzanym przez konstruktorów do maszyn czy urządzeń jako niezbędny element do realizacji zadanych procesów techno-logicznych. Drgania mechaniczne są też często bezcennym źródłem informacji, gdyż na podstawie analizy sygnału drganiowego można dokonać oceny stanu technicznego maszyny i jakości jej wykonania. Jednak-że drgania mechaniczne mogą również powodować zakłócenia w prawidłowym działaniu maszyn i innych urządzeń, zmniejszać ich trwałość i niezawodność oraz niekorzystnie wpływać na jej konstrukcję. Przenieszone drogą bezpośredniego kontaktu z drgającym źródłem do organizmu człowieka mogą też wywierać ujemny wpływ na zdrowie i doprowadzać niejednokrotnie do trwałych zmian chorobowych. Zatem z tego punktu widzenia, drgania mechaniczne są szkodliwym czynnikiem fizycznym, który należy eliminować lub przynajmniej ograniczać.

W każdym samochodzie znajduje się wiele części obracających się w czasie jazdy, jak również na postoju, gdy tylko pracuje silnik napędowy. Gdy pojawiają się drgania o dużych amplitudach, należy zaobserwować, czy narastają one wraz ze wzrostem prędkości jazdy samochodu, czy też ze wzrostem prędkości obrotowej wału silnika. Jeżeli zachodzi ten drugi przypadek, najprawdopodobniej winne jest elastyczne zawieszenie układu napędowego. W przypadku, gdy drgania zależą od prędkości jazdy i pojawiają się tylko w jej określonych zakresach, zazwyczaj jest to skutkiem złego wyważenia kół, czasami ma na to wpływ niewyważenie wału lub półosi napędowych spowodowane przykładowo uszkodzeniem przegubów. Niewyważenie kół czasami pojawia się tylko dlatego, że do obręczy dostało się zbyt dużo zanieczyszczeń – piasku i błota. Koła tracą wyważenie także na skutek odpadnięcia ciężarka

wyważającego, gdy pojawi się minimalne odkształcenie obręczy po najechaniu na krawężnik oraz gdy w niewidoczny sposób pęknie konstrukcja opony. Wszystkie te wymienione przyczyny mogą powodować zwiększenie drgań odczuwalnych przez kierowcę i pasażerów.

Należy pamiętać, że długotrwała jazda w warunkach oddziaływania nadmiernego poziomu drgań może skutkować zmniejszeniem komfortu, jak również w konsekwencji długotrwałego działania doprowadzić do uszczerbku na zdrowiu.

## BIBLIOGRAFIA

- Cempel C., *Wibroakustyka stosowana*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1989.
- Chłopek Z., *Ochrona środowiska naturalnego*. Warszawa 2002.
- Czajka J., *Pomiary drgań i hałasu na stanowiskach pracy w transporcie*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2002.
- Engel Z., *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*. Warszawa 2001.
- Engel Z., Kowal J., *Sterowanie procesami wibroakustycznymi*. Wydawnictwo AGH. Kraków 1995.
- Giergiel J., *Drgania układów mechanicznych*. Kraków 1980.
- Giergiel J., *Tłumienie drgań mechanicznych*. Warszawa 1990.
- Grajnert J., *Izolacja drgań w maszynach i pojazdach*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
- 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.
- Grzegorzczak L., Walaszek M., *Drgania i ich oddziaływanie na organizm ludzki*. Warszawa 1996.
- Gutowski R., Swietlicki W., *Dynamika i drgania układów mechanicznych*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1986.
- Harachová D., Medvecká-Beňová S., *Applying the modularity principle in design of drive systems in mechanotherapeutic devices*. Grant Journal. 2013. Vol. 2, no. 2.
- Harazin B., *Narażenia na wibracje i zasady postępowania profilaktycznego*. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego Sosnowiec 1997.
- Harazin B., *Hałas i wibracje występujące jednocześnie w środowisku pracy*. Instytut Medycyny i Zdrowia Środowiskowego. Sosnowiec 1997.
- Homišin J., *Dostrajanie układów mechanicznych drgających skrętnie przy pomocy sprzęgieł pneumatycznych: kompendium wyników pracy naukowo-badawczych*. Wydawnictwo ATH. Bielsko-Biała 2008.
- Koton J., *Drgania mechaniczne*. Centralny Instytut Ochrony Pracy. Warszawa 1998.
- Koton J., Harazin B., *Skutki zdrowotne zawodowego narażenia na drgania miejscowe*. Warszawa 2000.
- Kucharski T., *System pomiaru drgań mechanicznych*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 2002.
- Łączkowski R., *Wibroakustyka maszyn i urządzeń*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa 1983.
- Medvecká-Beňová S., Vojtková J., *Analysis of asymmetric tooth stiffness in eccentric elliptical gearing*. Technológ. 2013. Roč. 5, č. 4.
- Osiński Z., *Tłumienie drgań*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1997.
- Pušár 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.
- 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.
- 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).
- Żukowski P., *Hałas i wibracje w aspekcie zdrowia człowieka*. Wydawnictwo Oświatowe FOSZE. Rzeszów 1996.

## INFLUENCE OF ROAD CONDITIONS ON GENERAL VIBRATION FELT WHILE DRIVING THE PASSENGER CAR – P. 2

### Abstract

*The most common cause of undesirable vibrations in automotive vehicles, in addition to the operation of the drive motor are interference associated with the movement along a uneven road, vibration caused by unbalance of the wheels, or the air flow resistance relative to the body. The formation of vibration sources may be imposed by structural, technological and operational circumstances. The frequency ranges in which phenomena are caused by these sources are different, there are also different vibration propagation path. Because of the road safety, essential seem to be any initiatives to reduce the vibration on the driver, and for health reasons - also acting on the passengers of motor vehicles. The article presents the results intended to identify the level of overall vibration in the car, acting on the driver and passengers with different road conditions.*

Autorzy:

mgr inż. **Seweryn Krakowczyk** – 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. **Tomasz Matyja** – Politechnika Śląska