

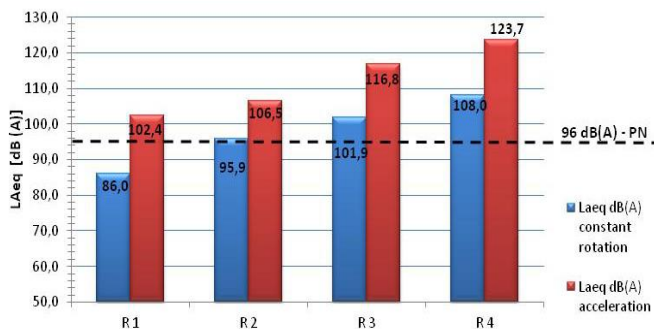
Tomasz FIGLUS, Piotr SZAFRANIEC, Tomáš SKRÚCANÝ

BADANIA STANOWISKOWE WPŁYWU RODZAJU KASKU NA POZIOM DŹWIĘKU DOCIERAJĄCY DO MOTOCYKLISTY

Użytkowanie motocykli powoduje bezpośrednie oddziaływanie drgań i hałasu na ich użytkowników. Jednym z istotnych zagrożeń jest wysoki poziom dźwięku docierający do narządu słuchu motocyklisty i pasażera. Kaski motocyklowe oprócz zapewnienia ochrony głowy, powodują również ograniczenie poziomu dźwięku na który narażeni są użytkownicy motocykli. Jak wynika z badań autorów wybór rodzaj kasku ma istotny wpływ na poziom zagrożenia hałasem. W pracy przedstawiono wyniki badań stanowiskowych, których celem była ocena jak zmienia się poziom i charakterystyka częstotliwościowa dźwięku docierającego do przewodu słuchowego motocyklisty w zależności od rodzaju kasku który wykorzystuje.

WSTĘP

Motocykliści są narażeni na przebywanie w hałasie, którego poziom może wpływać na pogorszenie słuchu motocyklistów oraz obniżenie jakości ich zdrowia. Hałas docierający do motocyklisty jest wytwarzany głównie przez silnik motocykla i układ wylotu spalin oraz turbulencje powietrza, które obmywa motor i motocyklistę. Oba z tych rodzajów hałasu mają charakter nieustalony. Poziom dźwięku w przypadku motocykli sportowych przekracza wartości 80 dB, a w skrajnych przypadkach nawet 100 dB [1]. Przykładowe wyniki badań zmiany poziomu dźwięku w zależności od zastosowanego tłumika wylotu spalin w motocyklu zamieszczono na rys. 1.



Rys. 1. Wpływ rodzaju tłumika (ozn. R1-R4) i prędkości obrotowej silnika motocyklowego na poziom hałasu docierający do obszaru głowy motocyklisty - pomiary stanowiskowe [1]

Tak wysoki poziom dźwięku jest szczególnie niebezpieczny, ponieważ motocyklista w niektórych przypadkach jest poddany hałasowi przez dłuższy czas, np. w przypadkach osób uprawiających tzw. turystykę motocyklową, czy zawodowo np. u policjantów jeżdżących na motocyklach. Oprócz negatywnego wpływu na słuch, hałas wpływa na czas reakcji oraz zmniejszenie koncentracji, co także może być przyczyną kolizji lub wypadków [2-4].

Obecnie projektuje się kaski motocyklowe mając na uwadze przede wszystkim zapewnienie maksymalnej ochrony głowy, ergonomię użytkownika oraz niską masę. Tylko niektórzy producenci biorą pod uwagę aspekty obniżania poziomu dźwięku docierającego do uszu motocyklisty. W danych handlowych nie podaje się także

informacji porównawczych, który kask i w jakim zakresie oraz stopniu tłumi dźwięk.

Użytkownicy próbując zmniejszyć hałas docierający do ich narządów słuchu, stosują dodatkowe ochronniki słuchu w postaci np. stoperów do uszu. Stosowanie takiego rozwiązania niesie za sobą ryzyko nie usłyszenia dźwięków alarmowych lub innych dźwięków ostrzegawczych.

Badania w zakresie zmniejszenia uciążliwości hałasu generowanego przez motocykl na jego użytkowników prowadzone są także w różnych ośrodkach naukowo-badawczych. W pracy [2-3] zaprezentowano badania w zakresie odczuwania przez człowieka poziomów dźwięku i ich dokuczliwości. Wpływ rodzaju układu wylotu spalin motocykla na zmianę poziomu dźwięku przedstawiono w [1]. Badania rozpoznawcze w zakresie oceny uciążliwości hałasu występującego w kasku motocyklowym zaprezentowano w [5-8]. Badania te prowadzone na różnych kaskach umożliwiły wyznaczenie poziomów dźwięku jakie docierają do motocyklisty podczas ruchu motocykla. W pracy [9] przebadano jakie metody zmniejszenia hałasu motocyklowego są oczekiwane przez użytkowników, czy stopery czy lepszej jakości kaski motocyklowe. Badania rozpoznawcze tłumienia dźwięku przez kaski z zastosowaniem metod podobnych jakie wykorzystuje się przy badaniach nauszników ochronnych zaprezentowano w [10,11]. Prowadzone dotychczas badania nie rozwiązują problematyki hałasu docierającego do motocyklistów. Na chwilę obecną nie ma żadnych ustalonych norm odnośnie pomiaru hałasu panującego w kasku.

W pracy przedstawiono wyniki badań stanowiskowych, których celem była ocena zmiany poziomu dźwięku docierającego do przewodu słuchowego motocyklisty oraz jego charakterystyki częstotliwościowej, w zależności od rodzaju kasku który wykorzystuje. W badaniach przeprowadzono analizy 8 kasków, znacznie różniących się budową i reprezentujących typowe rozwiązania stosowane przez motocyklistów.

1. OBIEKT I METODA BADAŃ

Badania poziomu dźwięku docierającego do przewodu słuchowego motocyklisty oraz jego charakterystyki częstotliwościowej wykonano na kilku kaskach o różnej budowie, które oznaczane są jako kaski otwarte, integralne i szczękowe (tab. 1).

Tab. 1. Kaski użyte do badań

Nazwa kasku	Rodzaj kasku
AGV planet	Kask otwarty
HJC FL-22	Kask otwarty
Lazer Orlando	Kask otwarty
AWINA TN-8661	Kask otwarty
Heldblack bob	Kask otwarty
Schuberth r1	Kask integralny
HJC cl-max	Kask szczękowy
HJC rpha 10 plus	Kask integralny

Pomiary tłumienia dźwięku przez kaski zostały przeprowadzone w pomieszczeniu o rozmiarach około 3,5x6,5m. W pobliżu głowy manekina badawczego (rys.2) nie były ustawione żadne przedmioty powodujące odbicie dźwięku. Sygnałem kontrolnym był szum różowy generowany z komputera, poddawany wzmocnieniu przez wzmacniacz i odtwarzany przy pomocy źródła dźwięku. Źródło dźwięku zostało ustawione w odległości pół metra od głowy manekina. Podczas badań ustalono poziom ciśnienia akustycznego odniesienia, tzn. mierzony dla manekina bez kasku, na wartość 92,8 dB(A).

Na rys. 3-4 przedstawiono dwa przykładowe kaski montowane podczas pomiarów.



Rys. 2. Manekin pomiarowy



Rys. 3. Przykład kasku otwartego AGV planet zamontowanego na manekinie pomiarowym



Rys. 4. Przykład kasku zintegrowanego Schuberth r1 zamontowanego na manekinie pomiarowym

Do rejestrowania dźwięku został użyty cyfrowy analizator dźwięku firmy Sonopan model DSA-50, zaprezentowany na rysunku 5. Pomiary wykonano w pasmach 1/3 oktawy o częstotliwościach środkowych od 25 Hz do 16 kHz. Pomiary były wykonywane z krzywą korekcyjną A.



Rys. 5. Analizator dźwięku – „Sonopan DSA – 50” z zamontowanym mikrofonem

2. WYNIKI BADAŃ

W tab. 1 zamieszczono zarejestrowane podczas badań poziomy dźwięku L_{Aeq} dla stosowanych w badaniach kasków.

Tab. 1. Porównanie zarejestrowanego poziomu dźwięku w kaskach

Rodzaj kasku	Poziomy dźwięku L_{Aeq} [dB(A)]
Bez kasku	92,8
HJC FL-22	89
AWINA TN-8661	82,2
Lazer Orlando	81,9
HJC cl-max	81,4
AGV TF	81,1
Held black bob	81
HJC rpha 10 plus	81
Schuberth r1	79,8

Jak wynika z obliczeń wartości tłumienia dźwięku przez kaski wynosiły od 3,8 do 13 dB(A). Wartość tłumienia mocno zależy od indywidualnej ochrony małżowiny usznej występującej w kaskach. Najmniejsze tłumienie występuje dla kasku HJC FL-22, który nie posiada osłony małżowiny usznej skorupą kasku, a jedynie materiałem zewnętrznym zamontowanym do paska. Kask Schuberth r1

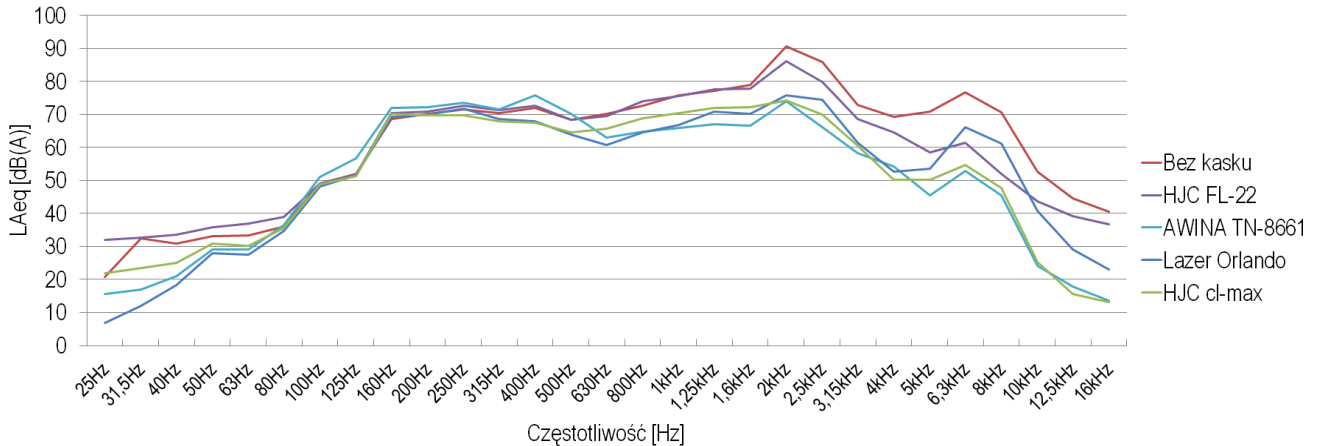
potwierdził w pomiarach subiektywne opinie jego użytkowników o największym tłumieniu hałasu.

W dalszej części badań dokonano porównania zarejestrowanych poziomów dźwięku w pasmach 1/3 oktaowych dla badanych kasków.

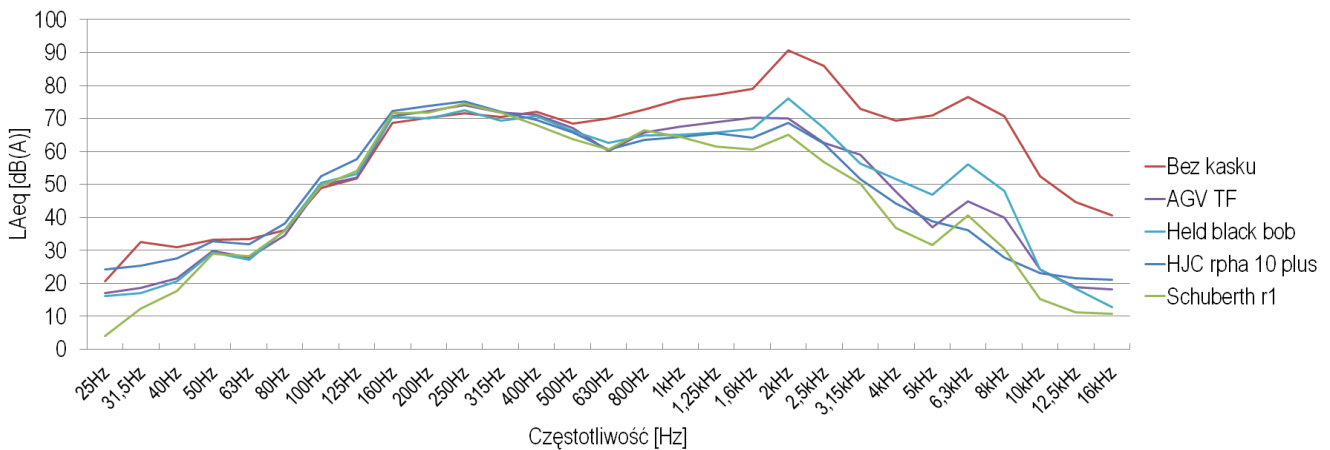
Zarejestrowane w 1/3 oktaowych pasmach częstotliwości poziomy dźwięku (rys. 5 i 6) oraz wyznaczone poziomy tłumienia (rys. 7 i 8) pozwalają stwierdzić, że w zakresie częstotliwości do ok. 80 Hz i powyżej 400 Hz występuje wyraźne tłumienie generowanego dźwięku niezależnie od badanego kasku. W zakresie niskich często-

tliwości - do ok. 80 Hz - wartości tłumienia zwiększają się do ok. 20 dB(A) wraz ze zmniejszaniem częstotliwości dźwięku. Wartości tłumienia w paśmie 400-1600 Hz wynoszą od ok. 5 do ok. 10 dB(A), zwiększając się wraz ze wzrostem częstotliwości. W paśmie powyżej 1,6 kHz obserwuje się znaczące zwiększenie tłumienia dźwięku wynoszące ponad 15 dB(A).

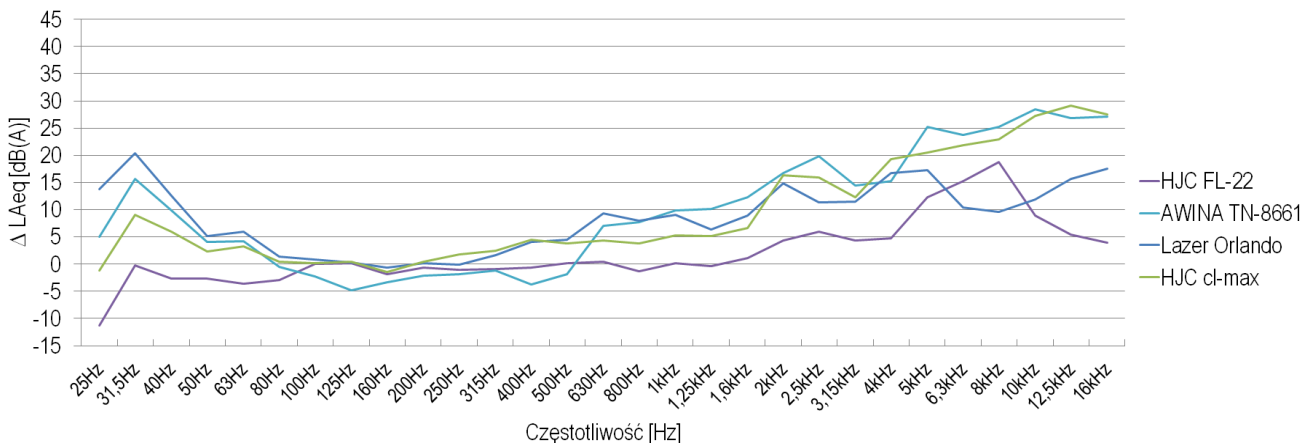
W zakresie częstotliwości od 100 do 315 Hz wpływ kasku na tłumienie dźwięku jest nieznaczny, a nawet dla niektórych kasków poziom dźwięku wzrastał w tym zakresie.



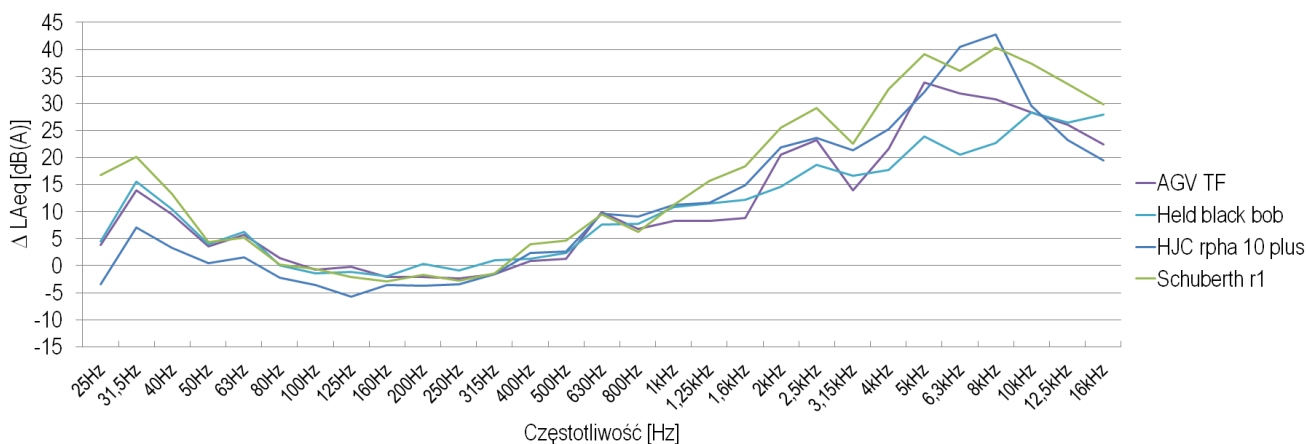
Rys. 6. Zarejestrowane rozkłady 1/3 oktaowe poziomów dźwięku docierającego do przewodu słuchowego motocyklisty cz.1.



Rys. 7. Zarejestrowane rozkłady 1/3 oktaowe poziomów dźwięku docierającego do przewodu słuchowego motocyklisty cz.2.



Rys. 8. Obliczone tłumienie dźwięku w kaskach - w pasmach 1/3 oktaowych - w stosunku do poziomu odniesienia cz.1.



Rys. 9. Obliczone tłumienie dźwięku w kaskach - w pasmach 1/3 oktawowych - w stosunku do poziomu odniesienia cz.2.

PODSUMOWANIE

W pracy zbadano wpływu rodzaju kasku na poziom hałasu docierający do motocyklisty. Badania wykazały, że zastosowana budowa kasków ma wpływ na tłumienie dźwięków docierających do przewodu słuchowego motocyklisty. Biorąc pod uwagę, że hałas motocykla może wynosić nawet 100 dB a tłumienie najlepszego kasku wynosi do 13 dB(A), to poziom dźwięku odbierany przez motocyklistę znacznie przekracza wartości 80 dB(A). Tak duża wartość może prowadzić do częściowej utraty słuchu, ale również zmniejszenia koncentracji, opóźnienia reakcji, zaburzenia układu krążenia, bólów głowy i innych. Wykonane pomiary tłumienia dźwięku w pasmach 1/3 oktawowych wykazały, że tłumienie kasków znacznie różni się w całym paśmie rejestrowanego dźwięku. Zaobserwowano znaczne tłumienie dźwięku w zakresie niskich i wysokich częstotliwości, w zakresie częstotliwości od 100 do 315 Hz wpływ tłumienia dźwięku jest nieznaczny lub nawet występuje jego wzmocnienie.

Możliwymi przyczynami małego tłumienia kasków motocyklowych jest fakt, że producenci zwracają największą uwagę na aspekty bezpieczeństwa głowy motocyklisty w razie wypadku. Kolejną przyczyną jest fakt, że często w kaskach wokół ucha stosuje się zmniejszoną grubość materiału wygłuszającego. Różnice w tłumieniu kasków motocyklowych wynikają z ich budowy oraz z tego, jakie materiały zostały użyte do wyprodukowania danego egzemplarzu.

Wykonane badania wskazały na ważny problem zmniejszenia uciążliwości hałasu docierającego do motocyklistów.

BIBLIOGRAFIA

1. Figlus T., Wilk A., Liščák Š., Kalafarski M., The influence of muffler type of the exhaust system in the sports motorcycle on the level of the emitted noise, ACTA Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Tome VI, 2013.
2. Engel Z., Wiktor M.Z., *Hałas i drgania w procesach pracy. Źródła, ocena, zagrożenia*, Warszawa, Wydawnictwo Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, 2010.
3. Engel Z., *Człowiek a hałas*, Kielce, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2012.
4. Bochenek A., Reicher M., *Anatomia człowieka*, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2010.
5. Harold D. Harvey, J. Oliver Hetherington, Noise induced hearing loss in motorcyclists, Environment Health Protection and Safety Centre, University of Ulster, 2002.

6. Brown Charles H., Gordon Michael S., Motorcycle Helmet Noise and Active Noise Reduction, The Open Acoustics Journal, 2011, 4, 14-24.
7. Kennedy J., Carley M., Walker I., Holt N., On-road and wind-tunnel measurement of motorcycle helmet noise, Acoustical Society of America, 2013, Pages: 2004–2010.
8. Skale S. R., Sharp B. H., Control of motorcycle noise volume: technology and cost information, The University of Michigan, 1974.
9. McCombe A. W., Binnington J., Nash D., Two solutions to the problem of noise exposure for motorcyclists, Butterworth-Heinemann Ltd for the Society of Occupational Medicine, 1994.
10. Młyński R., Kozłowski R., Żera J., Attenuation of Noise by Motorcycle Safety Helmets, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2009, Vol. 15, No. 3, 287–293.
11. Toivonen M., Pääkkönen R., Savolainen S., Lehtomäki K., Noise Attenuation and Proper Insertion of Earplugs into Ear Canals, British Occupational Hygiene Society, 2002, Vol. 46, No. 6, pp. 527–530.

Stand tests of the influence of helmet type on the noise reaching the motorcyclist

The use of motorcycles directly affects their users through vibration and noise. One of the major threats is the high level of sound that reaches the hearing organ of the motorcyclist and the passenger. Motorcycle helmets, in addition to protecting the head, also reduce the level of noise that motorcyclists are exposed to. As results from the authors' research, the choice of the type of helmet has a significant impact on noise exposure levels. The paper presents the results of stand tests which aimed at assessing how the level and frequency characteristics of the sound reaching the motorcyclist's ear canal change depending on the type of helmet they are using.

Autorzy:

dr hab. inż. **Tomasz Figlus**, prof. nzw. w Pol.Śl. – Politechnika Śląska, Wydział Transportu, e-mail: tomasz.figlus@polsl.pl.
mgr inż. **Piotr Szafraniec** – Politechnika Śląska.
dr inż. **Tomáš Skrúcaný** – Uniwersytet w Żylinie.