

Ewelina Sendek-Matysiak

Niski poziom emisji hałasu przez samochody elektryczne BEV - zaleta czy wada?

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.386
Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

Wszystko wskazuje, że przyszłość rynku motoryzacyjnego związana jest z wykorzystaniem techniki silników elektrycznych. Wiąże się to m.in. z wprowadzaniem coraz większych ograniczeń dotyczących emisji CO₂ i hałasu. Ponadto sam rynek paliw (wydobycie i przetwórstwo) ma duże ograniczenia nie tylko ekologiczne ale przede wszystkim ekonomiczne i polityczne. Zasilanie samochodów wyłącznie z baterii jest obecnie mocnym trendem rozwoju propagowanym niemalże przez wszystkich liczących się producentów. Jednym z badanych aspektów wprowadzanych na rynek pojazdów pozostaje kwestia hałasu, którego emisyjność ma zarówno pozytywne ale i negatywne skutki w ruchu drogowym.

Słowa kluczowe: hałas, samochód elektryczny, system AVAS.

Wstęp

Hałas to zbiór dźwięków o nadmiernym natężeniu działającym negatywnie poprzez powierzchnię organizmu na narządy wewnętrzne, a przede wszystkim poprzez narząd słuchu na system nerwowy. Jest to zbiór wprowadzonych w drgania cząsteczek powietrza rozchodzących się wokół ich źródła w postaci fal akustycznych. Hałas opisywany jest za pomocą ciśnienia akustycznego p_{ak} wyrażonego w paskalach (Pa) oraz częstotliwości mierzonej w cyklach na sekundę, czyli hercach (Hz). Ciśnienie akustyczne stanowi zmierzoną chwilową różnicę ciśnienia pomiędzy przechodzącą falą akustyczną, a ciśnieniem atmosferycznym.

$$p_{ak} = p(t) - p_{atm} \quad (1)$$

gdzie: $p(t)$ - chwilowa wartość ciśnienia powietrza [Pa],
 p_{atm} - ciśnienie atmosferyczne [Pa].

Hałasem określa się każde niepożądane zjawisko akustyczne. Stąd zaliczenie jakiegokolwiek z nich, czy to odgłosów ruchu ulicznego, dźwięków wydawanych przez zwierzęta czy przez bawiące się dzieci, jako hałas jest zawsze subiektywne. Ocena stopnia uciążliwości zależy od wrażliwości osobniczej na hałas, odległości od źródła czy miejsca przebywania (na zewnątrz czy wewnątrz pomieszczeń).

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym rósł problem szkodliwego oddziaływania hałasu. Szacuje się, że już w czasach starożytnych udział hałasu wytwarzanego przez ówczesne urządzenia techniczne stanowił 5% udziału w ogólnej puli środowiska akustycznego, w jakim żyli ludzie. Obecnie proporcje te odwróciły się [1].

Niepodważalnym faktem jest, że rozwinięty ruch komunikacyjny niosący ze sobą ogromną ilość korzyści dla rozwoju ludzkości niesie ze sobą również wiele, doskonale opisanych w literaturze, zagrożeń. Jednym z nich jest hałas komunikacyjny, który nabiera rangi jednego z trudniejszych problemów w zagadnieniach ochrony środowiska [2].

Co prawda długotrwała ekspozycja na hałas wywołuje adaptację, co w pewnym zakresie zmniejsza odczucie uciążliwości [3], ale pozostając czynnikiem intruzyjnym pogarsza jakość życia zakłócając aktywności dnia człowieka. Działając, jako stresor przez długi

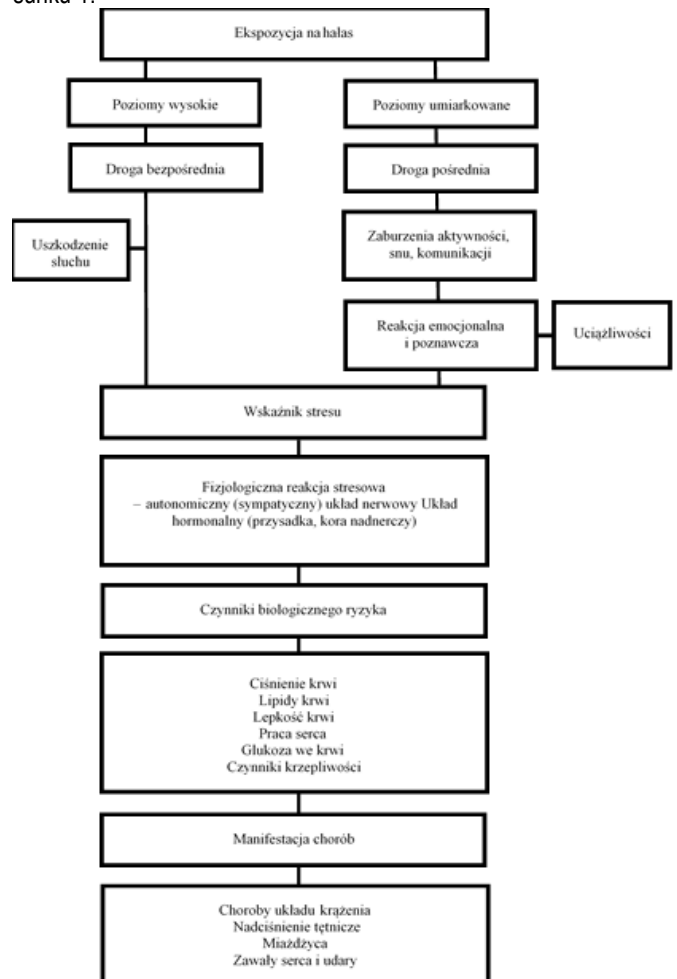
czas, wywołuje różnorakie zmiany w stanie zdrowia, negatywnie odbija się na psychice i zachowaniach. Badania pokazują, że zmiany w fizjologicznych funkcjach mogą być nie tylko chwilowe, ale także trwałe [4].

Nadmierny hałas wpływa więc nie tylko na narząd słuchu, ale też na ogólny stan zdrowia, stan psychiczny i emocjonalny oraz somatyczny, powodując brak poczucia bezpieczeństwa i niezależności, uniemożliwia porozumiewanie się i orientację w środowisku, a także pogarsza komfort pracy i wypoczynku [5].

Wg danych Instytutu Patologii Słuchu [6] hałas rzędu 55 – 75 dB powoduje bezsenność, a co za tym idzie przemęczenie organizmu, bóle głowy, drażliwość, wyższe ciśnienie krwi, mniejszą wydajność pracy i nauki, a u dzieci może nawet przyczynić się do spowolnienia rozwoju intelektualnego.

Hałas przekraczający 120 dB może spowodować trwałe uszkodzenie słuchu, chociaż długotrwałe przebywanie w hałasie powodowanym przez poruszające się samochody ciężarowe może uszkodzić słuch już przy wartościach poniżej 90 dB.

Schemat reakcji i skutków ekspozycji na hałas pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat reakcji na ekspozycję na hałas [4].

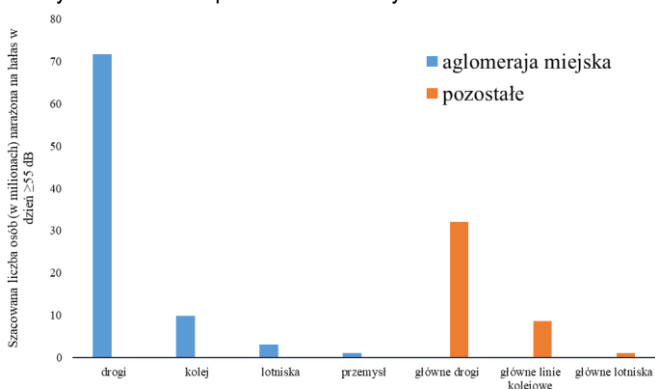
Różne źródła hałasu stanowią różną uciążliwość przy tym samym poziomie ekspozycji.

Za najbardziej uciążliwy oceniany jest hałas generowany przez turbiny wiatrowe, co jest związane z jego specyficznym charakterem, potem kolejno hałas lotniczy, drogowy i kolejowy, aczkolwiek biorąc pod uwagę powszechność występowania i odsetek populacji ekspozowanej największy problem stanowi hałas drogowy [7]. Z tego powodu, hałas jest najpowszechniejszą uciążliwością zwłaszcza mieszkańców miast, a na jego wpływ narażona jest największa liczba osób.

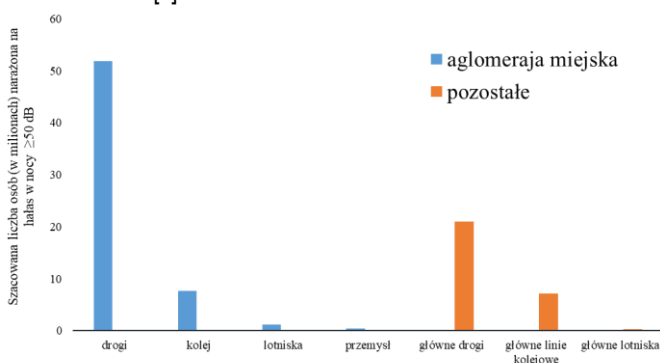
W Europie głównym źródłem zanieczyszczenia środowiska hałasem jest właśnie transport drogowy.

Według raportu Unii Europejskiej [8] około 40% mieszkańców Europy jest narażonych na hałas powodowany przez ruch drogowy na poziomie przekraczającym 55 decybeli, natomiast 20-30% na poziomie powyżej 65 decybeli w ciągu dnia i 55 decybeli w nocy.

Na rysunku 2 i 3 zademonstrowano przybliżoną liczbę osób narażonych na hałas na poziomie szkodliwym.



Rys. 2. Liczba osób narażonych na hałas w dzień (Lden) ≥ 55 dB w UE-28 w 2017r. [9].



Rys. 3. Liczba osób narażonych na hałas w nocy (Lnight) ≥ 50 dB w UE-28 w 2017r. [9].

Obecnie w efekcie nadmiernego hałasu na organizm ludzki co najmniej 10 tys. Europejczyków przedwcześnie umiera [10], a koszty wynikające z wpływu hałasu drogowego na zdrowie publiczne szacowane są na 40 mld euro rocznie [11].

Hałas oddziałuje również na dziką przyrodę. Dalszych badań wymaga zakres długookresowych następstw tego zjawiska, np. zmian szlaków migracji zwierząt z ich preferowanych terytoriów żerowiskowych i lęgowych.

1. Samochody elektryczne zasilane z baterii i generowany przez nie hałas

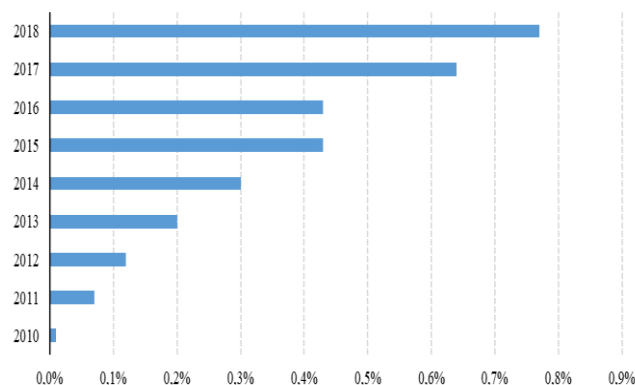
Zdając sobie sprawę z poważnych następstw znacznych uciążliwości akustycznych szczególnie w miastach, w których jak najszybciej należy rozwiązać problemy związane z hałasem wynikające ze zmasowanego transportu [12, 13], już dzisiaj wiele krajów w tym również Polska podejmuje szereg różnorodnych działań mają-

cych wpłynąć na ich zmniejszenie. Jednym z nich jest upowszechnianie na szeroką skalę pojazdów z napędem elektrycznym w tym zasilanych wyłącznie z baterii (BEV – ang. Battery Electric Vehicle).

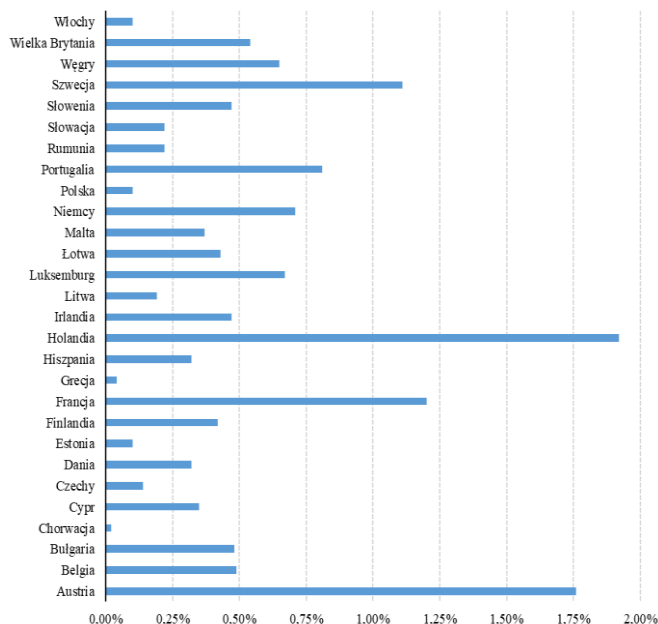
Niewątpliwie inwestycje w ekologicznie czysty transport mogą przynieść szereg korzyści takich jak poprawa jakości powietrza czy ograniczenie negatywnych skutków nadmiernego hałasu.

Oczekuje się, że w przyszłości, zgodnie z realizowaną przez Unię Europejską polityką transportową w zakresie minimalizacji emisji szkodliwych substancji i hałasu, samochody elektryczne mają być jednym z najważniejszych środków transportu publicznego i indywidualnego w aglomeracjach miejskich, a w roku 2030 mają stanowić połowę użytkowanych samochodów osobowych.

W 2018 roku w Europie wg [14] udział samochodów elektrycznych BEV w rynku motoryzacyjnym jest nieznaczący i wynosi 0,77% (Rys. 4), z czego w Polsce 0,1% (Rys. 5).



Rys. 4. Udział samochodów BEV (M1) w rynku motoryzacyjnym w Unii Europejskiej, 2010-18 (stan na 06.2018) [15]

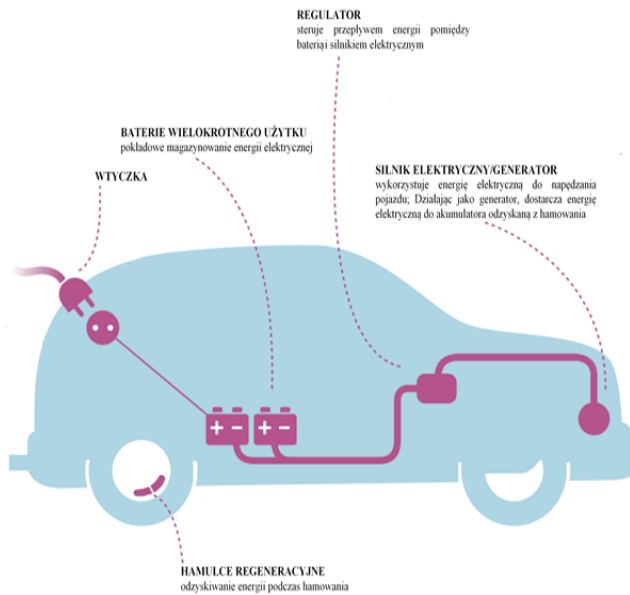


Rys. 5. Udział samochodów zasilanych z baterii (M1) w rynku w Unii Europejskiej (stan na 06.2018) [15]

Samochody elektryczne wykorzystywane do jazdy szczególnie w miastach, mogą rozwiązać szereg problemów ekologicznych. Są ciche i praktycznie bezemisyjne [16].

Samochody typu BEV są najprostszą konstrukcją spośród samochodów elektrycznych. W pojeździe znajdują się akumulatory jako źródło energii oraz silnik elektryczny jako jednostka napędowa.

Znacznie prostsze niż w pojeździe spalinowym są również urządzenia powiązane z silnikami; na przykład silnik elektryczny nie wymaga systemu chłodzenia (Rys. 6).



Rys. 6. Podstawowe części samochód elektryczny typu BEV [17]

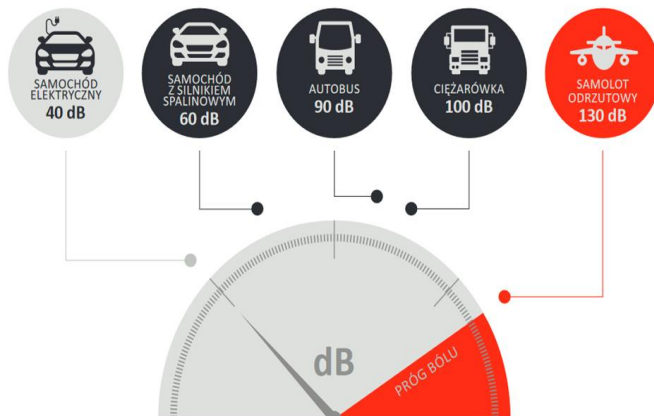
W porównaniu z konwencjonalnymi silnikami spalinowymi charakteryzują się większą sprawnością, trwałością i niższymi kosztami konserwacji.

Poza tym, zastosowanie silnika elektrycznego w pojazdach ma ogromne znaczenie i pozwala uzyskać m.in.:

- istotne ograniczenie hałasu generowanego przez napęd pojazdu, zarówno wewnątrz pojazdu (wyższy komfort podróżowania) jak i na zewnątrz
- brak szkodliwych toksyn, które są zawarte w spalinach pojazdów spalinowych (cecha bardzo istotna w aglomeracjach miejskich).

Hałas, jaki powstaje w wyniku poruszania się samochodu elektrycznego w ruchu miejskim, osiąga poziom 40-60 dB, czyli tyle samo, ile emituje działająca lodówka.

Dla porównania samochód osobowy napędzany spalinowo emituje w ruchu miejskim średnio 60-70 dB, autobus spalinowy – 90 dB, a ciężarówka – 100 dB. Startujący samolot odrzutowy to już 130 dB czyli wartość przyjmowaną jako próg bólu. (Rys. 7) [18].



Rys. 7. Emisje hałasu w ruchu miejskim

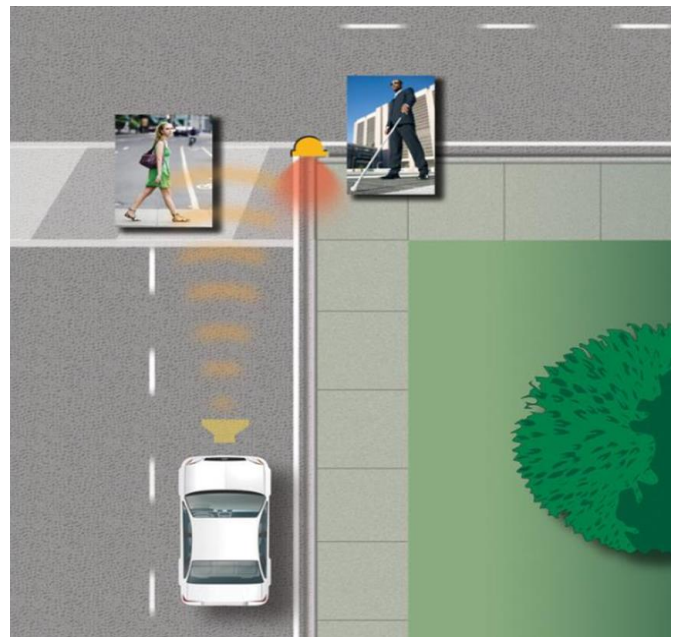
W pracy [19] dowiedziono, że samochody elektryczne generują znacznie niższy poziom hałasu niż ich spalinowe odpowiedniki

szczególnie w zakresie niskich prędkości do 50km/h. Pomiar hałasu dla dwóch identycznych pojazdów różniących się tylko jednostką napędową, wykazał różnice na poziomie od 3 do 7 dB(A) w zależności od prędkości pojazdu. Oznacza to obniżenie poziomu hałasu od 2 do 5 razy,

Niestety cicha praca będąca wielką zaletą z punktu widzenia ochrony przed hałasem ma też ciemną stronę. Zwiększa bowiem prawdopodobieństwo wypadków z udziałem pieszych, ponieważ mogą oni takiego samochodu po prostu nie usłyszeć. Już teraz piesi przyzwyczajeni do hałasu komunikacyjnego, są dziesięć razy bardziej narażeni na śmierć na drodze niż kierowcy, a prawie niesłyszalny samochód elektryczny zwiększy to ryzyko o 40% [20].

Organizacja charytatywna „Guide Dogs” zwróciła uwagę, że „zielone samochody” z napędem elektrycznym stanowią również zagrożenie dla osób niedowidzących lub niewidomych i ich psów przewodników. Zdarza się, że pies asystent ma trudności z rozpoznaniem takiego zagrożenia.

Pomóc w rozwiązaniu tego problemu ma z kolei wprowadzenie systemu AVAST (ang. Acoustic Vehicle Alerting System). Parlament Europejski 7 marca 2014 roku przyjął ustawę, zgodnie z którą wszystkie samochody elektryczne od 2019 roku będą musiały być wyposażone w taki dźwiękowy system informujący o pojeździe (Rys. 8). W Wielkiej Brytanii dodatkowo uchwalano, że sprzęt wytwarzający hałas ma być nie tylko zainstalowany w BEV, ale zawsze bezwzględnie włączony.



Rys. 8. Działanie systemu AVAS

AVAS automatycznie wytwarza dźwięk przy minimalnym zakresie prędkości pojazdu, od uruchomienia do około 20 km/h, oraz podczas cofania. Powyżej tej prędkości szum wytwarzają opony i opór powietrza i auto przestaje być niesłyszalne.

W przypadku pojazdów wyposażonych w dźwiękowy sygnalizator cofania system AVAS nie musi wytwarzać dźwięku.

Dźwięk emitowany przez ten system powinien być ciągły, stanowiący informację dla pieszych i innych użytkowników drogi o tym, że w pobliżu działa pojazd.

Powinien również charakteryzować stan pojazdu i brzmieć podobnie do pojazdu tej samej kategorii, wyposażonego w silnik spalinowy wewnętrznego spalania.

Ponadto odzwierciedlać stan pojazdu, na przykład poprzez automatyczną zmianę poziomu dźwięku lub charakterystyki w ramach synchronizacji z prędkością pojazdu.

Poziom dźwięku wytwarzany przez system AVAS nie może przekraczać przybliżonego poziomu dźwięku pojazdu kategorii M1 wyposażonego w silnik spalinowy wewnętrznego spalania i działającego w takich samych warunkach [21].

Podsumowanie

Hałas ma istotny wpływ na zdrowie. Przewiduje się, że do 2020 roku około 80% Europejczyków będzie zamieszkiwać obszary miejskie, często w pobliżu uczęszczanych obiektów i węzłów infrastruktury transportowej. Dlatego od wielu już lat poszukuje się rozwiązań przyczyniających się do obniżania poziomu hałasu. Jednym z możliwych sposobów jego redukcji jest wzrost udziału samochodów elektrycznych zasilanych wyłącznie z baterii w ruchu drogowym, które emitują dźwięk na poziomie 40 dB. Takie rozwiązanie wydaje się zasadne, szczególnie kiedy prognozy przewidują stale rosnącą liczbę pojazdów samochodowych. Jednak brak szumu silnika konwencjonalnego sprawia, że może być on niezauważony nie tylko przez osoby niewidome, czy niedowidzące ale również przez pozostałych pieszych. W konsekwencji, taka sytuacja może spowodować wzrost liczby wypadków z udziałem przechodniów. Z tego też powodu Parlament Europejski przyjął ustawę, zgodnie z którą wszystkie europejskie samochody elektryczne, od 2019 roku będą musiały być wyposażone w generatory dźwięku. Samochodowy System Akustycznego Ostrzegania (AVAS) brzmi jak tradycyjny silnik, dzięki czemu niewidomi i niedowidzący i pozostali uczestnicy ruchu drogowego nie powinni mieć problemów z zauważeniem nadjeżdżających pojazdów elektrycznych.

Wprowadzanie coraz większej liczby samochodów elektrycznych w tym BEV związane oczywiście ze stopniowym eliminowaniem z ruchu pojazdów spalinowych to na dziś przyszłość motoryzacji. Niski poziom emisji hałasu to przede wszystkim zalety a „drobne” wady są w łatwy sposób już w tej chwili eliminowane.

Bibliografia:

1. de Hollander A. E., van Kempen E. M., Staatsen B. A., Community noise burden of disease: An impossible choice of endpoints? Assessing and evaluating the health impact of environmental exposures. Deaths, DALYs or Dollars? Universiteit Utrecht 2004: 139-160. : <http://www.dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/315/c6.pdf>
2. Galińska B., Kopania J., Organizacyjne i techniczne metody redukcji hałasu komunikacyjnego w przestrzeni miejskiej, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, vol. 6, pop. 163—167, 2017.
3. Laszlo H. E., McRobie E. S., Stansfeld S. A., et al., Annoyance and other reaction measures to changes in noise exposure — A review. 435–436: 551–562, *Science Total Environ.* 2012.
4. Babisch W., Fromme H., Beyer A., et al., Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise: The role of stress hormones in noise research. *Environ. Intern.*, 26, 7-8: 475-481, 2001.
5. Engel Z., *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
6. Kwiatkowski K., Żółtowski B., *Zagrożone środowisko*. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, 2012.
7. Pedersen E., Wayne K. P., Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. *Occup. Environ. Med.*, 64:480-486, 2007.
8. World Health Organization, Data and statistics, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/data-and-statistics>.
9. European Environment Agency, Data and Maps, 2018.
10. European Environment Agency, Signals 2016 - Towards clean and smart mobility, <https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2016>.
11. Komisja Europejska, Report from the commission to the European Parliament and the Council on the implementation of the Environmental Noise Directive in accordance with Article 11 of Directive 2002/49/EC, COM(2011) 321 final. European Commission, Brussels 2011.
12. Shrink That Footprint, A 10 Step Guide to Understanding, Calculating and Reducing Your Carbon Footprint, „Shrink That Footprint” 2012, <http://shrinkthatfootprint.com/shrink-your-travel-footprint>.
13. Sendek-Matysiak E., Analysis of the electromobility performance in Poland and proposed incentives for its development. *IEEE*, 2018, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8373338/>.
14. Sendek-Matysiak E.: Infrastruktura ładowania jako jeden z elementów rozwoju elektromobilności w Polsce. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, z. XX, Transport, 2018.
15. European Alternative Fuels Observatory <http://www.eafo.eu/eu>.
16. Sendek-Matysiak E., EV infrastructure as the dominant for electromobility progress in the world – analysis for years 2005-2016, *Directions of Development of Transport Networks and Traffic Engineering, Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer 2018.
17. European Environment Agency, Electric Vehicles in Europe, *Electric-vehicles2016_THAL16019ENN-1.pdf*.
18. Żaskalický P., Badanie trajektorii przestrzennego fazora prądu silnika asynchronicznego trójfazowego przy uszkodzeniu jednej fazy http://www.komel.katowice.pl/ZRODLA/FULL/109/ref_24.pdf.
19. Łebkowski A., Samochody elektryczne - dźwięk ciszy, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe Nr 1/2016*.
20. Doughty S., Nearly silent electric or hybrid cars 'are a risk to pedestrians': Walkers 40% more likely to be involved in accident. *The Daily Mail*, 2015, <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3011957/Nearly-silent-electric-hybrid-cars-risk-pedestrians-Walkers-40-likely-involved-accident.html>.
21. Komisja Europejska, Rozporządzenie delegowane komisji (UE) 2017/1576 z dnia 26 czerwca 2017 r. zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 540/2014 w odniesieniu do wymogów dotyczących dźwiękowego systemu informującego o pojeździe na potrzeby homologacji typu UE pojazdu.

Low noise levels of BEV electric cars - an advantage or disadvantage?

Everything indicates that the future of the automotive market is related to the use of electric motors. It is related to, among others with the introduction of increasing restrictions on CO2 emissions and noise. In addition, the fuel market itself (mining and processing) has major limitations not only ecological, but above all economical and political. Supplying cars exclusively from batteries is currently a strong development trend propagated almost by all major manufacturers. One of the researched aspects of vehicles introduced to the market is the issue of noise emission, whose emission has both positive and negative effects on road traffic

Keywords: noise, electric vehicle, AVAS system.

Autorzy:

dr inż. **Ewelina Sendek-Matysiak** – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach