

Justyna SORDYL, Krzysztof BRZOZOWSKI

PROPOZYCJA DEFINICJI INDEKSU JAKOŚCI KLIMATU AKUSTYCZNEGO DO OCENY STOPNIA ODDZIAŁYWANIA RUCHU DROGOWEGO W OBSZARZE SKRZYŻOWANIA

W artykule przedstawiono propozycję definicji indeksu jakości klimatu akustycznego. Indeks stanowi miarę umożliwiającą ocenę negatywnego oddziaływania ruchu drogowego na klimat akustyczny w najbliższym otoczeniu infrastruktury drogowej. Miara ta będzie przydatna w systemach, których zadaniem jest ocena stopnia oddziaływania transportu drogowego w krótkich okresach czasu. Zaproponowany indeks zastosowano do oceny klimatu akustycznego w obszarze skrzyżowania monitorowanego ze względu na hałas komunikacyjny w czasie bliskim rzeczywistemu.

WSTĘP

Hałas, obok zanieczyszczenia powietrza, jest jednym z najważniejszych zanieczyszczeń środowiska. Głównymi źródłami powstawania hałasu w pojeździe jest układ napędowy oraz układ opona-nawierzchnia, jednak na poziom hałasu generowanego przez transport drogowy wpływ ma wiele czynników, takich jak: liczba i struktura rodzajowa pojazdów, infrastruktura, warunki ruchu, lokalna zabudowa, warunki meteorologiczne.

Nadmierne obciążenie ruchem staje się coraz istotniejszym zagadnieniem w aglomeracjach miejskich, często determinując jakość klimatu akustycznego. Jak podaje EUROSTAT (Statistical office of the EU) w okresie od roku 1996 do roku 2015 Polska odnotowała największy średni roczny wzrost liczby pojazdów na mieszkańca spośród krajów Unijnych (EU28), na poziomie 5,21% [1]. Według szacunków Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów ACEA Polska w 2015 roku plasowała się na 4. miejscu w Unii pod względem wskaźnika motoryzacji (628 pojazdy/1000 mieszkańców) przewyższając tym samym średnią unijną (573 pojazdy/1000 mieszkańców) [2].

Konieczność realizacji zadań transportowych wobec rosnącego potoku pasażerów i towarów stoi jednak w konflikcie ze zdrowiem publicznym. Nadmierny hałas poważnie szkodzi ludzkiemu zdrowiu i zakłóca życie codzienne. Do skutków oddziaływania hałasu zaliczyć można m.in. zaburzenia snu, choroby sercowo-naczyniowe i psychofizjologiczne, zmniejszoną efektywność pracy, zmęczenie, irytację i zmiany zachowań społecznych.

Według szacunków Unii Europejskiej [3]:

- około 40% ludności w krajach UE jest narażonych na hałas powodowany przez ruch drogowy na poziomie przekraczającym 55 dB (A);
- 20% jest narażonych na poziomy przekraczające 65 dB (A) w ciągu dnia;
- więcej niż 30% jest narażonych na poziomy przekraczające 55 dB (A) w nocy.

Ponieważ obecnie nie ma możliwości całkowitego wyeliminowania ruchu drogowego i jego skutków z centrów miast, kluczowym wydaje się wprowadzenie monitoringu oddziaływania transportu drogowego na jakość środowiska. Potrzebę tę dostrzegły organy Unii Europejskiej wydając Dyrektywę 2002/49/WE Parlamentu

Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnoszącą się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku. Jednym z jej głównych założeń jest ustalenie stopnia narażenia na hałas w środowisku metodami oceny wspólnymi dla państw członkowskich poprzez sporządzenie map hałasu aktualizowanych co 5 lat [4]. Dyrektywa ta definiuje także zalecane wskaźniki hałasu jako L_{AeqD} dla pory dnia i L_{AeqN} dla nocy, jednocześnie jednak zezwala na stosowanie innych.

W Polsce, zgodnie z art. 112 ustawy Prawo Ochrony Środowiska [5] ochrona przed hałasem polegać ma na zapewnieniu jak najlepszego stanu akustycznego środowiska, w szczególności poprzez:

- utrzymanie poziomu hałasu poniżej dopuszczalnego lub co najmniej na tym poziomie,
- zmniejszanie poziomu hałasu co najmniej do dopuszczalnego, gdy nie jest on dotrzymany.

Ustawodawca definiuje również podwójny system oceny hałasu w zależności od jego zastosowania:

1. do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony środowiska przed hałasem, w szczególności do sporządzania map akustycznych zastosowanie mają wskaźniki L_{DWN} i L_N , rozumiane jako:

L_{DWN} – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach, wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem:

- pory dnia, rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00,
- pory wieczoru, rozumianej jako przedział czasu od godz. 18.00 do godz. 22.00,
- pory nocy, rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00,

L_N – długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach, wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku, rozumianych jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00,

2. do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska stosuje się wskaźniki L_{AeqD} i L_{AeqN} , gdzie:

L_{AeqD} – równoważny poziom hałasu dla pory dnia, rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 22.00,

L_{AeqN} – równoważny poziom hałasu dla pory nocy, rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do godz. 6.00.

Dla potrzeb oceny oddziaływania ruchu drogowego zastosowanie mają zatem wskaźniki L_{AeqD} i L_{AeqN} . Dopuszczalne wartości tych wskaźników zdefiniowane zostały w odpowiednim rozporządzeniu [6].

Obecnie, aby ograniczyć poziom hałasu i realizować postanowienia Dyrektywy, implementowane są zaawansowane systemy monitoringu środowiska mające wspomagać aktywację krótkoterminowych działań i strategii zarządzania. Dla potrzeb takich systemów konieczne jest opracowanie odpowiednich wskaźników będących miarą negatywnego oddziaływania ruchu drogowego dla horyzontu czasu nieprzekraczającego 1 godziny. W przeciwieństwie do oceny negatywnego oddziaływania ruchu drogowego na jakość powietrza atmosferycznego, w której można wykorzystywać w tym celu komunikacyjny indeks jakości powietrza, w odniesieniu do oceny oddziaływania w zakresie emisji hałasu nie można odnieść się do indeksu klimatu akustycznego, gdyż taki nie został wypracowany. W związku z powyższym, w ramach prac nad prototypową instalacją systemu oceny oddziaływania ruchu drogowego na jakość powietrza atmosferycznego oraz klimat akustyczny zaproponowano przyjęcie sześciostopniowego indeksu jakości klimatu akustycznego.

1. INDEKS JAKOŚCI KLIMATU AKUSTYCZNEGO

W Polsce, a także w innych państwach świata, poziomy dopuszczalny hałasu uzależniono od przeznaczenia terenu. Ponieważ jednak ruch drogowy jest najbardziej rozpowszechnionym źródłem hałasu w obszarach miejskich, istniejące rozwiązania legislacyjne w przypadku niektórych państw europejskich definiują docelowe bądź dopuszczalne poziomy hałasu generowane bezpośrednio w wyniku ruchu drogowego. Przykładowe wartości zestawiono w formie tabeli 1.

Tab. 1. Limity i wartości docelowe poziomu hałasu generowanego przez ruch drogowy w wybranych państwach europejskich [7]

Kraj	Wskaźnik	Rodzaj wskaźnika	Dzień	Noc
Austria	L_{Aeq}	wartość docelowa na nowych drogach	55	45
		wartość dopuszczalna	60	50
Niemcy	L_{Aeq}	wartość docelowa na nowych drogach	55	45
		wartość na drogach odnawianych	59	49
Wielka Brytania	L_{Aeq}	wartość docelowa na nowych drogach	55	42
		limit na istniejących drogach	63	57
Francja	L_{Aeq}	limit na nowych drogach	65	57
Irlandia	L_{10}	limit na nowych drogach	68	
Portugalia	L_{50}	limit na nowych drogach	65	55
Hiszpania	L_{Aeq}	limit na nowych drogach	60	50
		limit na istniejących drogach	65	55
Szwajcaria	L_{Aeq}	wartość docelowa na nowych drogach	55	45
Holandia	L_{Aeq}		50	40

Przyjmowanie obniżonych dopuszczalnych poziomów w porze nocnej ma mocne uzasadnienie. Basner i współautorzy [8] wskazują, że ekspozycja na hałas nocny, ze względu na wywoływanie zaburzeń snu, ma większy wpływ na zdrowie niż ekspozycja na hałas w ciągu dnia. Również Światowa Organizacja Zdrowia zwraca szczególną uwagę na hałas nocny i jego oddziaływanie na człowieka [9].

W literaturze krajowej informacje o szkodliwym wpływie hałasu na środowisko znaleźć można m. in. w materiałach Państwowej Inspekcji Pracy z kampanii „Bezpieczeństwo pracy zależy od Ciebie”. Również Główny Inspektor Ochrony Środowiska w Raporcie o stanie akustycznym środowiska [10] przytacza negatywne skutki ekspozycji na hałas, które zestawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Ogólne kryteria oceny ryzyka zdrowotnego w populacji na skutek oddziaływania hałasu [10]

Lp.	Czynnik/Ocena	Stosowany wskaźnik (pora doby)	Graniczna wartość poziomu dźwięku [dB]
1	Ryzyko chorób sercowo-naczyniowych	L_{Aeq} , pora dzienna	65
2	Poważna uciążliwość		55
3	Umiarkowana uciążliwość		50
4	Ryzyko chorób sercowo-naczyniowych	L_{Aeq} , pora nocna	55
5	Zakłócenia snu		45

Przedstawione dotychczas informacje należy potraktować zarówno jako punkt wyjścia, jak i bazę do określenia indeksu jakości klimatu akustycznego. Warto jednocześnie podkreślić, że stosowanie skali logarytmicznej w przypadku określania wartości natężenia dźwięku (poziomu ciśnienia akustycznego) następcza kłopotów gdy wyniki pomiarów mają być interpretowane z użyciem skali jakościowej (indeksu). Proponowane w różnych pracach skale jakościowe nie są ze sobą spójne i charakteryzują się dużą rozbieżnością. Przykłady skal jakościowych, które potencjalnie można by zastosować jako indeks jakości klimatu akustycznego zestawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Proponowane przez poszczególne zespoły ekspertów skale jakościowe umożliwiające ocenę jakości klimatu akustycznego [kolejno 11,12,13,14]

L_{Aeq} [dB]	Wrocław (Raport o stanie środowiska)	Mapa akustyczna Warszawy		Mapa akustyczna Amsterdamu	USA (Cohen, Potchter, Schnell)
		dzień	noc		
79	bardzo duża uciążliwość	wysokie zagrożenie	wysokie zagrożenie	poziom bardzo zły	poziom krytyczny
78					
77					
76					
75					
74					
73					
72					
71					
70					
69	duża uciążliwość	przeciętne zagrożenie	przeciętne zagrożenie	poziom zły	poziom nieakceptowalny
68					
67					
66					
65					
64					
63					
62					
61					
60					
59	średnia uciążliwość	korzystne warunki akustyczne	przeciętne zagrożenie	poziom umiarkowany	poziom umiarkowany
58					
57					
56					
55					
54					
53					
52					
51					
50					
49	mała uciążliwość	pełny komfort akustyczny	korzystne warunki akustyczne	poziom dobry	poziom akceptowalny
48					
47					
46					
45					
44					
43					
42					
41					
40					
39	pełny komfort akustyczny	pełny komfort akustyczny	poziom bardzo dobry		
38					
37					

Analiza zakresów poziomu hałasu przedstawionych w tabeli 3. wskazuje na znaczne różnice w poziomach hałasu przyjmowanych jako komfortowe, uciążliwe lub złe. Z tego powodu zaproponowano własny, dyskretny podział skali poziomów dźwięku.

W celu zachowania odpowiedniego poziomu spójności prezentacji informacji o aktualnym poziomie oddziaływania w zakresie jakości powietrza i klimatu akustycznego, proponowany indeks jakości klimatu akustycznego wzorowano na skali polskiego indeksu jakości powietrza. Oznacza to, że indeks jakości klimatu akustycznego obejmował będzie sześciostopniową skalę, w której wyróżnić można: warunki bardzo dobre, dobre, umiarkowane, dostateczne, złe, bardzo złe, przy czym ze względu na zróżnicowaną percepcję hałasu w zależności od pory doby zaproponowano osobną skalę dla pory dziennej i pory nocnej. Każdy stopień skali dobrano w taki sposób, aby uzyskane przedziały korespondowały ze skutkami oddziaływania hałasu na człowieka (określanymi dla poziomów L_{AeqD} i L_{AeqN}). Na tej podstawie, przyjmując założenie o identycznych równoważnych poziomach dźwięku w poszczególnych godzinach składających się na porę dzienną lub nocną, zdefiniowano odpowiednią skalę indeksu w odniesieniu do poziomów jednogodzinnych L_{Aeq1h} . Przyjęte poziomy indeksu jakości klimatu akustycznego przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Indeks jakości klimatu akustycznego

Indeks	L_{Aeq1h} [dB]	
	dla pory dziennej	dla pory nocnej
Indeks bardzo zły	powyżej 76	powyżej 71
Indeks zły	68-76	62-71
Indeks dostateczny	62-67	54-61
Indeks umiarkowany	57-61	47-53
Indeks dobry	46-56	41-46
Indeks bardzo dobry	poniżej 46	poniżej 41

2. POLIGON IMPLEMENTACYJNY

Zaproponowany indeks jakości klimatu akustycznego zastosowano do oceny klimatu akustycznego w obszarze skrzyżowania monitorowanego ze względu na hałas komunikacyjny w czasie bliskim rzeczywistości. Monitoring realizowany był przy wykorzystaniu stacji bazowej rozbudowanego systemu OnDynamic [15], która zgodnie z założoną na etapie projektu funkcjonalnością, rejestruje i umożliwia dostęp do danych o ruchu drogowym oraz o wartościach poszczególnych wskaźników charakteryzujących miarę oddziaływania transportu na środowisko. Obecnie prototypowe stacje bazowe systemu zainstalowano w kilku punktach sieci komunikacyjnej mia-

sta Bielsko-Biała. Dane o aktualnym poziomie hałasu umożliwiające wyznaczenie indeksu jakości klimatu akustycznego rejestrowano w okresie od końca lipca do początku listopada na stacji zlokalizowanej na skrzyżowaniu ulicy Piłsudskiego oraz Komorowickiej (rys. 1.), charakteryzującej się najbardziej niekorzystnymi warunkami otoczenia w porównaniu z pozostałymi lokalizacjami [16].



Rys. 1. Obszar monitorowanego skrzyżowania

3. ANALIZA ZAREJESTROWANYCH DANYCH

Pomiar poziomu hałasu w czasie rzeczywistym na analizowanym skrzyżowaniu realizowano z wykorzystaniem niskokosztowego układu detekcji dźwięków firmy SparkFun, zapewniającego jednak wystarczającą dokładność pomiaru [17]. Dane dotyczące aktualnego poziomu hałasu umożliwiające wyznaczenie indeksu jakości klimatu akustycznego zostały uśrednione dla okresu $T = 60$ minut, zgodnie ze wzorem (wartość ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu):

$$L_{Aeq\ 1h} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{k=1}^n t_k 10^{0,1L_{Aeq\ t_k}} \right] \quad (1)$$

gdzie:

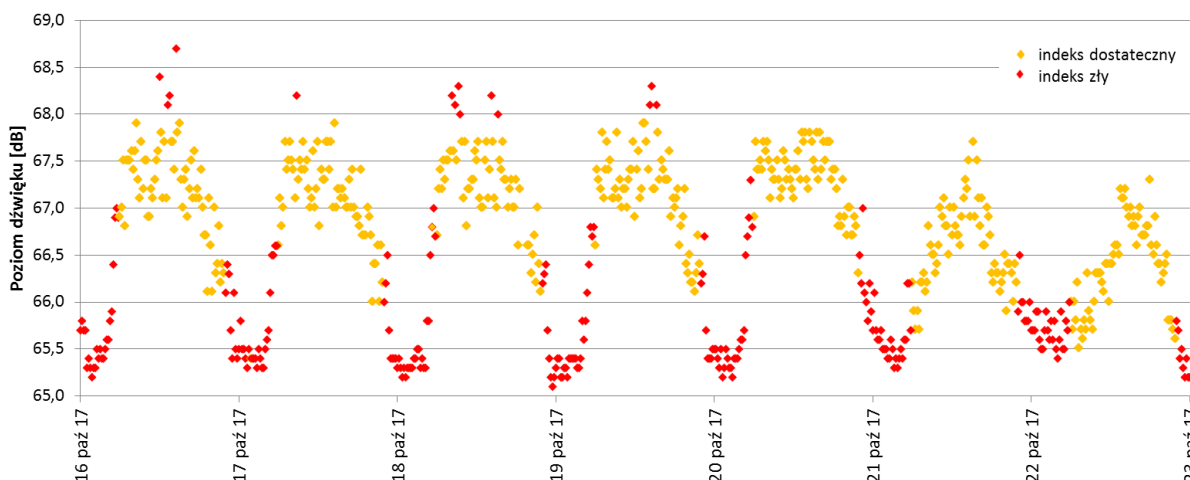
T – przedział czasu odniesienia [s],

t_k – okres rejestracji wyników [s],

$L_{Aeq\ t_k}$ – równoważny poziom dźwięku A w okresie rejestracji wyników t_k , w decybelach [dB],

n – liczba okresów rejestracji wyników t_k .

Zaproponowany w rozdziale pierwszym indeks jakości klimatu



Rys. 2. Zarejestrowane chwilowe poziomy hałasu oraz obliczony indeks jakości klimatu akustycznego w dniach 16.10- 23.10.2017 r.

akustycznego wyznaczano dla analizowanego skrzyżowania w sposób ciągły przez ponad trzy kolejne miesiące. Przykład rejestrowanych chwilowych poziomów hałasu oraz wyznaczony indeks klimatu akustycznego dla wybranego tygodnia badań przedstawiono na rys. 2.

Przeprowadzone pomiary poziomu dźwięku pozwoliły na zgromadzenie informacji obejmującej zbiór kilku tysięcy wartości obliczonego indeksu jakości klimatu akustycznego w otoczeniu monitorowanego skrzyżowania. Jak można było oczekiwać, w porze nocnej odnotowywano niższe w stosunku do pory dziennej obciążenie hałasem. Z przeprowadzonej analizy danych obejmujących wyznaczone wartości ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu wynika, że w porze nocnej (22+6 rano) średnie poziomy tego wskaźnika są o 1 dB mniejsze, wykazują też mniejszą zmienność w ujęciu godzinowym. Podstawowe statystyki opisujące zbiór otrzymanych wartości ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu L_{Aeq1h} przedstawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Podstawowe statystyki w odniesieniu do otrzymanych wartości ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu

L_{Aeq1h}	Wartość minimalna [dB]	Wartość maksymalna [dB]	Średnia [dB]	Odchylenie standardowe [dB]	Mediana [dB]
Pełny zbiór danych	58,4	70,6	60,7	1,2	60,7
Pora nocna	58,4	68,6	59,7	1,0	59,5

Minimalne i maksymalne wartości obliczonego ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu L_{Aeq1h} wskazują, że dla monitorowanego skrzyżowania w ciągu analizowanego okresu zidentyfikowano wyłącznie warunki odpowiadające wskazaniom w zakresie trzech poziomów indeksu: umiarkowanego, dostatecznego oraz złego. W badanym okresie nie zidentyfikowano zarówno sytuacji wystąpienia warunków skrajnie niekorzystnych (poziom indeksu bardzo zły) jak i tych odpowiadających znikomemu obciążeniu akustycznemu (poziomy indeksu jakości klimatu akustycznego określane jako dobry oraz bardzo dobry). Biorąc pod uwagę pełny zbiór danych stwierdzono przy tym, że największą częstość występowania odnotowano dla warunków akustycznych odpowiadających poziomowi indeksu oznaczonego jako dostateczny, który otrzymano w 70% przypadków. Zestawienie częstości występowania warunków akustycznych odpowiadających danemu poziomowi indeksu jakości klimatu akustycznego z uwzględnieniem pory dnia, a także w podziale na dni robocze i weekendy, przedstawiono w tabeli 6.

Tab. 6. Procentowa częstość występowania warunków akustycznych odpowiadających danemu poziomowi indeksu klimatu akustycznego

Procent wskazań	Indeks klimatu akustycznego		
	Zły	Dostateczny	Umiarkowany
Pełny zbiór danych	2%	70%	28%
Pora dzienna (6+22)	0,2%	56,5%	43,3%
Pora nocna	5%	95%	-
Dni robocze	1,5%	78,5%	20%
Dni wolne od pracy	4%	49%	47%

Analiza danych przedstawionych w tabeli 6, pozwala na sformułowanie kilku spostrzeżeń odnośnie kształtowania się klimatu akustycznego w obszarze monitorowanego skrzyżowania:

- klimat akustyczny w otoczeniu monitorowanego skrzyżowania przez większość analizowanego czasu spełnia przyjęte minimum (określone jako górna granica wartości ekwiwalentnego 1-godzinne poziomu hałasu wyznaczająca indeks dostateczny),

- gorsze warunki akustyczne występują w porze nocnej, dla której udział warunków określanych poziomem indeksu dostatecznego jest dominujący,
- odnotowano niemal równoliczność stanów występowania warunków akustycznych określanych poziomem indeksu dostatecznym i umiarkowanym w warunkach obniżonego obciążenia ruchowego skrzyżowania (dni wolne od pracy),
- stwierdzono występowanie niekorzystnych warunków akustycznych również przy nominalnie mniejszych natężeniach ruchu na skrzyżowaniu, co można tłumaczyć istotnym wpływem innych niż natężenie ruchu czynników oddziałujących na poziom hałasu (między innymi wpływem warunków atmosferycznych).

PODSUMOWANIE

Ocena istniejącego lub prognozowanego obciążenia środowiska wymaga przetwarzania informacji obejmującej wartość odpowiednich wskaźników będących miarą stopnia oddziaływania, charakteryzujących ilościowo stopień obciążenia. W odniesieniu do klimatu akustycznego stopień obciążenia charakteryzowany jest poprzez poziom hałasu, przy czym istotna jest nie tylko wielkość przyjęta jako wskaźnik obciążenia ale również czas trwania takiego oddziaływania. Ze względu na widoczny trend tworzenia sieci automatycznego monitoringu oddziaływania ruchu drogowego, istnieje potrzeba wdrożenia sposobu informowania mieszkańców o jakości klimatu akustycznego, analogicznie jak to jest obecnie realizowane w przypadku zanieczyszczeń powietrza. Zdaniem autorów do oceny jakości klimatu akustycznego powinno się również stosować odpowiedni indeks. Próba opracowania takiego indeksu i jego zastosowania do oceny klimatu akustycznego w obszarze skrzyżowania stanowiła przedmiot rozważań niniejszej pracy. Zastosowanie indeksu jakościowego pozwala na bezpośrednie porównywanie warunków akustycznych w ramach poszczególnych elementów sieci drogowej. Informacja o poziomie indeksu klimatu akustycznego może stanowić również podstawę do podejmowania odpowiednich strategii zarządzania ruchem, w tym tych o charakterze krótkookresowym.

BIBLIOGRAFIA

1. Stock of vehicles at regional level, Eurostat, Statistics explained, http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Stock_of_vehicles_at_regional_level [22.01.2018].
2. Vehicles per capita by country, European Automobile Manufacturers Association, <http://www.acea.be/statistics/tag/category/vehicles-per-capita-by-country> [22.01.2018].
3. Data and statistics, World Health Organization Regional Office for Europe, <http://www.euro.who.int/en/healthtopics/environment-and-health/noise/data-and-statistics> [22.01.2018].
4. Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, Official Journal of the European Communities, http://ec.europa.eu/environment/noise/directive_en.htm [22.01.2018].
5. Ustawa z dnia 10 lutego 2017 Prawo Ochrony Środowiska, Dz.U. 2017 poz. 519.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. 2012 poz. 1109.
7. Nijland H.A., Van Wee G.P.: Traffic Noise in Europe: A Comparison of Calculation Methods, Noise Indices and Noise Standards for Road and Railroad Traffic in Europe, 2007, 591-

- 612, Published online: 23 Feb 2007, <https://doi.org/10.1080/01441640500115850> [22.01.2018].
8. Basner, M., Babisch, W., Davis, A. Brink M., Clark C., Janssen S., Stansfeld S., Auditory and non-auditory effects of noise on health, *The Lancet*, 383, 2014, 1325-1332.
 9. Night noise guidelines for Europe, World Health Organization 2009, www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf [22.01.2018].
 10. Raport o stanie akustycznym środowiska na podstawie wyników realizacji map akustycznych GIOŚ, 2013 http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_halas_u/Raport_o_stanie_akustycznym.pdf [22.01.2018].
 11. Raport o stanie środowiska województwa dolnośląskiego w 2002 r., WIOŚ Wrocław, http://www.wroclaw.pios.gov.pl/pliki/raporty/2002/4_halas.pdf [22.01.2018].
 12. Mapa akustyczna m. st. Warszawy - Wprowadzenie do zagadnień akustyki środowiska, <http://mapaakustyczna.um.warszawa.pl/pl/halas/wprowadzenie.html> [22.01.2018].
 13. Mapa akustyczna Amsterdamu, http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Algemeen_Actuel/Veelgestelde_vragen/Milieu_Leefomgeving/Hoe_kwantificeer_je_geluid [22.01.2018].
 14. Cohen P., Potchter O., Schnell I., A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks, *Applied Geography*, 48, 2014, 87-101.
 15. Konior, A., Brzozowski, K., Maczyński, A., Ryguła, A., A concept of extension of the OnDynamic system with module for monitoring road traffic impact on the urban environment, *Archives of Transport System Telematics*, 2016, Vol. 9, iss. 2: 22-25.
 16. Sordyl J., Brzozowski K., Charakterystyka lokalnej zabudowy na potrzeby lokalizacji stacji systemu monitoringu oddziaływania ruchu drogowego, *Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2017, nr 6, 420-424.
 17. Brzozowski, K., Maczyński, A., Ryguła, A., Testy niskokosztowych czujników stężenia tlenku węgla, cząstek stałych oraz poziomu dźwięku na potrzeby monitoringu oddziaływania ruchu drogowego na środowisko, *Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 2017, nr 12, 42-45.

A proposal of the acoustic climate index for assess traffic impact in a crossroad area

The article presents a proposal for the definition of the acoustic climate quality index. The index is a measure to assess the negative impact of road traffic on the acoustic climate in the immediate vicinity of the road infrastructure. This measure will be useful in systems whose task is to assess the impact of road transport in short periods of time. The index was used to assess the acoustic climate in the crossroad area monitored due to traffic noise in near real time.

Autorzy:

mgr inż. **Justyna Sordyl** – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej – Wydział Zarządzania i Transportu, Katedra Transportu, jsordyl@ath.eu

dr hab. Inż. **Krzysztof Brzozowski**, prof. ATH – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej – Wydział Zarządzania i Transportu, Katedra Transportu, kbrzozowski@ath.eu

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.072

Data zgłoszenia: 2018.05.21 Data akceptacji: 2018.06.15