

**Politechnika Lubelska**  
**Wydział Budownictwa i Architektury**



**WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW I DANYCH WEJŚCIOWYCH  
NA MODELOWANIE HAŁASU DROGOWEGO**

PRACA DOKTORSKA

mgr inż. Maciej Hałucha

Praca napisana pod kierunkiem:  
dr hab. inż. Janusza Bohatkiewicza, prof. ucz.

Lublin, 2021

## WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW I DANYCH WEJŚCIOWYCH NA MODELOWANIE HAŁASU DROGOWEGO

Ocena stanu akustycznego w otoczeniu dróg jest wykonywana na podstawie wyników obliczeń przy użyciu odpowiednich modeli predykcyjnych. Są one bardzo ważnym narzędziem, ponieważ pozwalają ocenić oddziaływanie na środowisko w przypadku istniejącej lub projektowanej infrastruktury drogowej, a następnie wspomagają projektowanie zabezpieczeń przeciwhałasowych.

Stosowane obecnie modele wykorzystują zaawansowane algorytmy obliczeniowe pozwalające na uwzględnianie wielu danych wejściowych. Nadal jednak nie zostały zbadane w wystarczającym stopniu wszystkie zjawiska powodujące hałas drogowy. Nie został także zbadany wpływ wielu danych wejściowych i czynników uwzględnianych w modelach hałasu drogowego, które wpływają na dokładność obliczeń. Konsekwencją tego są m.in. błędnie określone parametry zabezpieczeń przeciwhałasowych.

Obserwacja niedokładności wyników modelowania hałasu drogowego była genezą do sformułowania problemu naukowego, którego istotą było: określenie wpływu wybranych czynników i danych wejściowych na wyniki modelowania hałasu drogowego oraz ich dokładność. W celu jego rozwiązania wykonano badania i analizy, w tym pomiary „in situ” parametrów ruchu drogowego oraz równoważnego poziomu dźwięku, a także obliczenia akustyczne za pomocą czterech modeli: NMPB-Routes-96, RLS-90, CNOSSOS-EU i PK (Politechniki Krakowskiej).

W pierwszej kolejności przeanalizowano dostępne publikacje w badanym obszarze. Następnie wybrano czynniki i dane wejściowe, które nie zostały zbadane w wystarczającym stopniu i wykonano dla nich badania i analizy. Ich zakresem objęto następujące parametry: prognozy parametrów ruchu drogowego (natężenie ruchu, prędkość pojazdów, udział pojazdów ciężkich, udział pojazdów elektrycznych i hybrydowych), parametry techniczne drogi (nawierzchnie redukujące hałas, klasa techniczna drogi), horyzont prognozy parametrów ruchu, różnica czasu pomiędzy horyzontem prognozy parametrów ruchu i badaniami porealizacyjnymi, różnica czasu pomiędzy badaniami przed- i porealizacyjnymi, niepewność wyników pomiarów i liczba punktów pomiarowych, a także poziom dźwięku w otoczeniu drogi. Zbadano również wpływ algorytmów obliczeniowych badanych modeli na różnicę uzyskiwanych wyników modelowania hałasu drogowego.

Wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że prognozowane parametry ruchu drogowego mają istotny wpływ na wyniki modelowania hałasu i ich dokładność. Niedokładności wyników modelowania hałasu drogowego wynikające z niedokładności prognoz parametrów ruchu są znaczne w porównaniu z innymi badanymi czynnikami i danymi wejściowymi.

Wyniki badań wskazały również, że niepewność wyników pomiarów „in situ” równoważnego poziomu dźwięku, liczba punktów pomiarowych i poziom tła

akustycznego nie mają znaczącego wpływu na walidację modeli obliczeniowych. Żaden z tych czynników nie wpływał w istotny sposób na wyniki walidacji.

Stwierdzono także, że wyniki modelowania hałasu drogowego wykonywanego za pomocą współczesnych modeli obliczeniowych nie różnią się istotnie pomiędzy sobą. Wyjątek stanowił model PK, który jednak nie jest współczesnym modelem.

Stwierdzono również, że niedokładności danych wejściowych wpływają w istotny sposób na wyniki modelowania hałasu drogowego jedynie na etapie przedrealizacyjnym. Na etapie porealizacyjnym wpływ ten nie jest natomiast istotny.

Wnioski sformułowane w pracy pozwolą na dokładniejsze zrozumienie skali niedokładności wyników modelowania hałasu drogowego oraz mogą być pomocne w podejmowaniu decyzji na ich podstawie. Szczególnie istotne są one w świetle projektowania i oceny parametrów zabezpieczeń przeciwhałasowych na wczesnych (przedrealizacyjnych) etapach procesów inwestycyjnych związanych z budową nowych odcinków dróg.

## **INFLUENCE OF THE SELECTED FACTORS AND INPUT DATA ON TRAFFIC NOISE MODELLING**

The assessment of the acoustic state in the vicinity of roads is performed on the basis of the calculation results using appropriate prediction models. They are a very important tool because they enable assessing the environmental impact of the existing and planned road infrastructure, and then support the design of noise protection.

The currently used models use advanced computational algorithms that enable taking into account many input data. However, not all road noise phenomena have been sufficiently investigated. The impact of many input data and factors taken into account in traffic noise models that affect the accuracy of the calculations has not been investigated either. The consequences of this are incorrectly determined parameters of noise protection.

The observation of the inaccuracy of the results of traffic noise modelling was the genesis for the formulation of a scientific problem, the essence of which was to determine the impact of the selected factors and input data on the results of traffic noise modelling and their accuracy. In order to solve it, tests and analyses were performed, including "in situ" measurements of road traffic parameters and the equivalent sound level, as well as acoustic calculations using four models: NMPB-Routes-96, RLS-90, CNOSSOS-EU and PK (Cracow University of Technology model).

First, the available publications in the studied area were analysed. Subsequently, factors and input data, that have not been sufficiently researched, were selected and examined. Their scope is focused on the following parameters: forecasts of road traffic parameters (traffic volume, vehicle speed, percentage of heavy vehicles, percentage of electric and hybrid vehicles), technical parameters of a road (noise-reducing surfaces, road technical class), horizon forecast of traffic parameters, time difference between the horizon forecasts of traffic parameters and post-execution analyses, time difference between pre- and post-execution analyses, uncertainty of measurement results and the number of measurement points, as well as sound level in the vicinity of a road. The influence of the computational algorithms of the tested models on the difference between the obtained results of traffic noise modelling was also examined.

The results of the research showed that the forecasted road traffic parameters have a significant impact on the results of noise modelling and their accuracy. The inaccuracies of the results of traffic noise modelling resulting from the inaccuracy of the forecasts of traffic parameters are significant in comparison with other factors and input data tested.

The research results also indicated that the uncertainty of the "in situ" measurement results of the equivalent sound level, number of measuring points and background noise level do not have a significant impact on the validation

of the calculation models. None of these factors significantly influenced the validation results.

It was also found that the results of traffic noise modelling performed with the use of contemporary computational models do not differ significantly from each other. The exception was the PK model, which, however, is not a contemporary model.

It was also found that input data inaccuracies have a significant impact on the results of road noise modelling only at the pre-execution analyses. However, at the post-execution analyses, this impact is not significant.

Conclusions formulated in the paper will allow for a more precise understanding of the scale of inaccuracies in traffic noise modelling results and may be helpful in decision-making process based on them. They are particularly important taking into account the design and evaluation of noise protection parameters at the early (pre-implementation) stages of investment processes related to the construction of new road sections.