



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko



Rzeczpospolita
Polska



Główny Inspektorat
Ochrony Środowiska

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Katalog ocen oddziaływania na środowisko złączących infrastruktury
transportu finansowanych z środków transportu
dotyczy oceny oddziaływania na środowisko wnoszenia do wymagań
Dyrektywy 2015/996

Prezentacja: Wojciech Waleczek

ECO PLAN
ochrona środowiska

AKUSTIX

Więcej informacji na www.lemitor.com.pl

Lemitor
OCHRONA ŚRODOWISKA

Katalog danych
dotyczących infrastruktury
transportowej oraz
środków transportu w
Polsce w odniesieniu do
wymagań Dyrektywy
2015/996

Wytyczne Głównego Inspektora
Ochrony Środowiska

Rok 2021

Autorzy opracowania:

LEMITOR Ochrona Środowiska Sp. z o.o.



AKUSTIX Sp. z o.o.



JAROSŁAW KOWALCZYK ECOPLAN



Cel pracy:

- przewodnik właściwego **przyporządkowania** krajowej infrastruktury transportowej do źródeł hałasu zdefiniowanych w CNOSSOS-EU
- przypisanie krajowych charakterystyk emisji do parametrów CNOSSOS,
- standaryzacja źródeł, zakresu i rodzaju danych wejściowych,
- sposób ich wprowadzania.

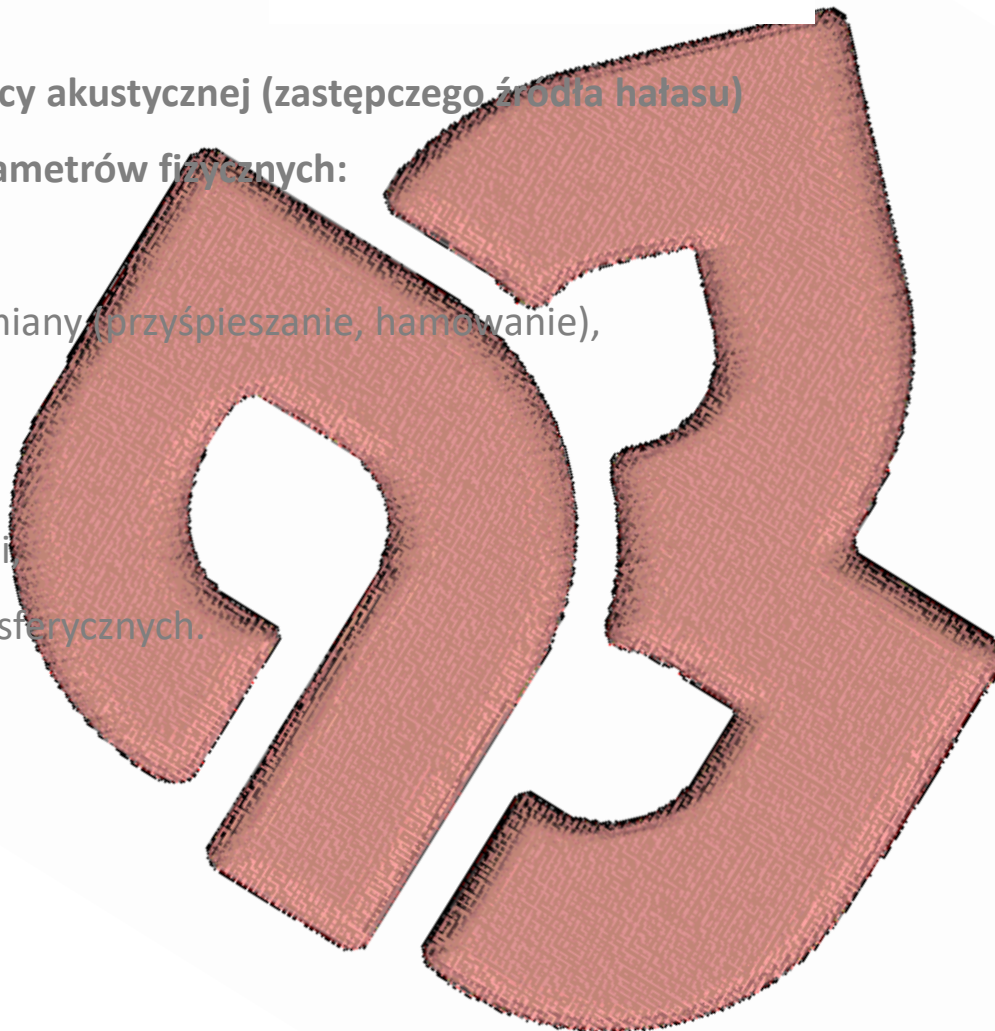


Cele szczegółowe:

- opis danych wejściowych,
- opis kategorii pojazdów drogowych / szynowych / statków lotniczych,
- opis nawierzchni drogowych / szynowych,
- metodyki: wyznaczania prędkości, SDRR, wykonywania pomiarów natężeń,
- metodyki: przypisywania taboru kolejowego do CNOSSOS,
- dobór nawierzchni drogi kołowej / nawierzchni torowej,
- przykłady błędów (prędkość, kategoria, nawierzchnia),
- instrukcje przypisania w programach obliczeniowych,
- przykłady urządzeń redukujących emisję hałasu szynowego,
- definicje infrastruktury lotniska,
- metody pozyskania torów lotu,

Wyznaczenie mocy akustycznej (zastępczego źródła hałasu)
w zależności parametrów fizycznych:

- natężenia,
- prędkości i jej zmiany (przyśpieszanie, hamowanie),
- klasy pojazdu,
- nawierzchni,
- nachylenia jezdni
- warunków atmosferycznych.



W metodzie CNOSSOS-EU model pojazdu drogowego uwzględnia dwa główne źródła (mechanizmy generacji) hałasu:

- hałas toczenia, spowodowany wzajemnym oddziaływaniem opony i nawierzchni,
- hałas układu napędowego pojazdu, emitowany przez silnik, układ wydechowy, itp.

Poziomu mocy akustycznej opisujący każde z dwóch uwzględnianych źródeł hałasu oblicza się dla każdej kategorii pojazdu (m), w zależności od średniej prędkości v_m [km/godz.], według wyrażenia w postaci:

$$L_{W,i,m}(v_m) = A_{i,m} + B_{i,m} * f(v_m) + \Delta L_{W,i,m}(v_m)$$

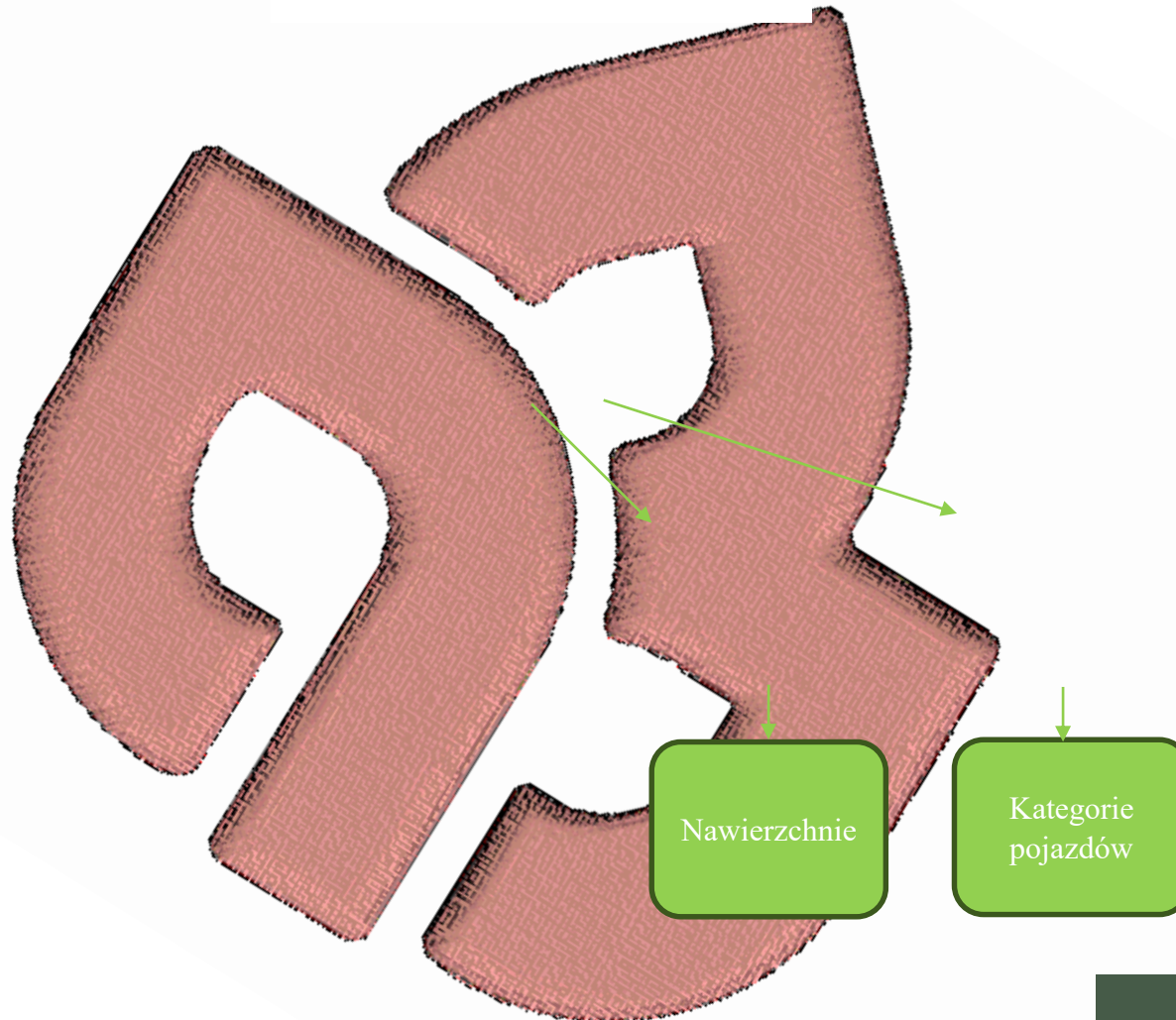
$$L_{Wi,m}(v_m) = 10 * \log \left(10^{\frac{L_{WR,i,m}(v_m)}{10}} + 10^{\frac{L_{WP,i,m}(v_m)}{10}} \right)$$

$$f(v_m) = \log \left(\frac{v_m}{v_{ref}} \right)$$

$$f(v_m) = \frac{v_m - v_{ref}}{v_{ref}}$$

$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \log \left(\frac{v_m}{v_{ref}} \right)$$

$$\Delta L_{WP,road,i,m} = \min \{ \alpha_{i,m}; 0 \}$$



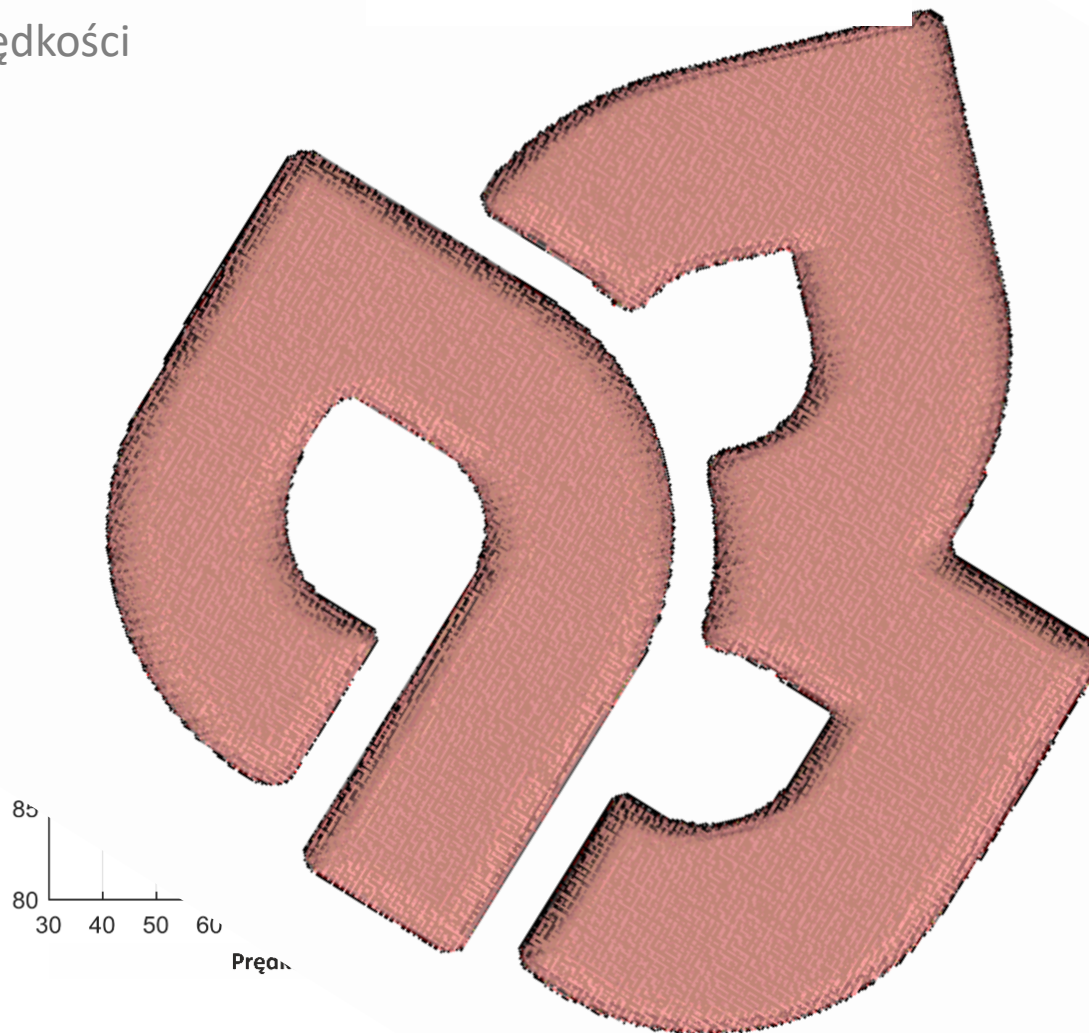
W porównaniu z dotychczas stosowaną metodą obliczania hałasu drogowego, NMPB-96, nowymi elementami uwzględnionym w modelu źródła hałasu są przede wszystkim:

- wprowadzenie dwóch mechanizmów (źródeł) generacji hałasu,
- obniżenie wysokości zastępczego źródła hałasu (co w analizach porównawczych może wpłynąć m.in. na ocenę skuteczności ekranowania),
- uwzględnienie wpływu temperatury powietrza na poziom hałasu toczenia,
- 5 kategorii pojazdów,
- uwzględnienie wpływu stosowania opon z kolcami.

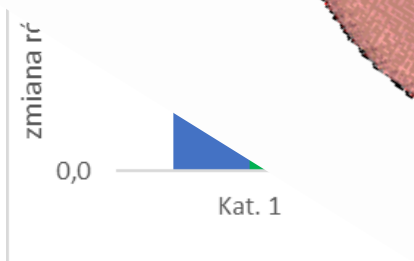
Tab. 4-1 Kategorie pojazdów drogowych wg klasyfikacji CNOSSOS-EU

Kategoria	Nazwa	Opis		Kategoria pojazdu w UE
1	Lekkie pojazdy silnikowe	Samochody osobowe, samochody dostawcze ≤ 3,5 tony, samochody typu SUV ¹² , pojazdy wielofunkcyjne (MPV) ¹³ , włącznie z przyczepami i przyczepami turystycznymi		M ₁ i N ₁
2	Średnie pojazdy ciężarowe	Średnie pojazdy ciężarowe, samochody dostawcze > 3,5 tony, autobusy, samochody kempingowe itd., dwuosiove i posiadające opony bliźniacze na tylnej osi		M ₂ , M ₃ oraz N ₂ , N ₃
3	Pojazdy ciężarowe	Pojazdy ciężarowe, autokary turystyczne, autobusy, z trzema lub więcej niż trzema osiami		M ₂ i N ₂ z przyczepą, M ₃ i N ₃
4	Dwukołowe pojazdy silnikowe	4a	Motorowery dwu-, trzy- i czterokołowe	L ₁ , L ₂ , L ₆
		4b	Motocykle z przyczepą boczną i bez, motocykle trzy – i czterokołowe	L ₃ , L ₄ , L ₅ , L ₇
5	Kategoria otwarta	Zostanie zdefiniowana wedle przyszłych potrzeb		Nie dotyczy

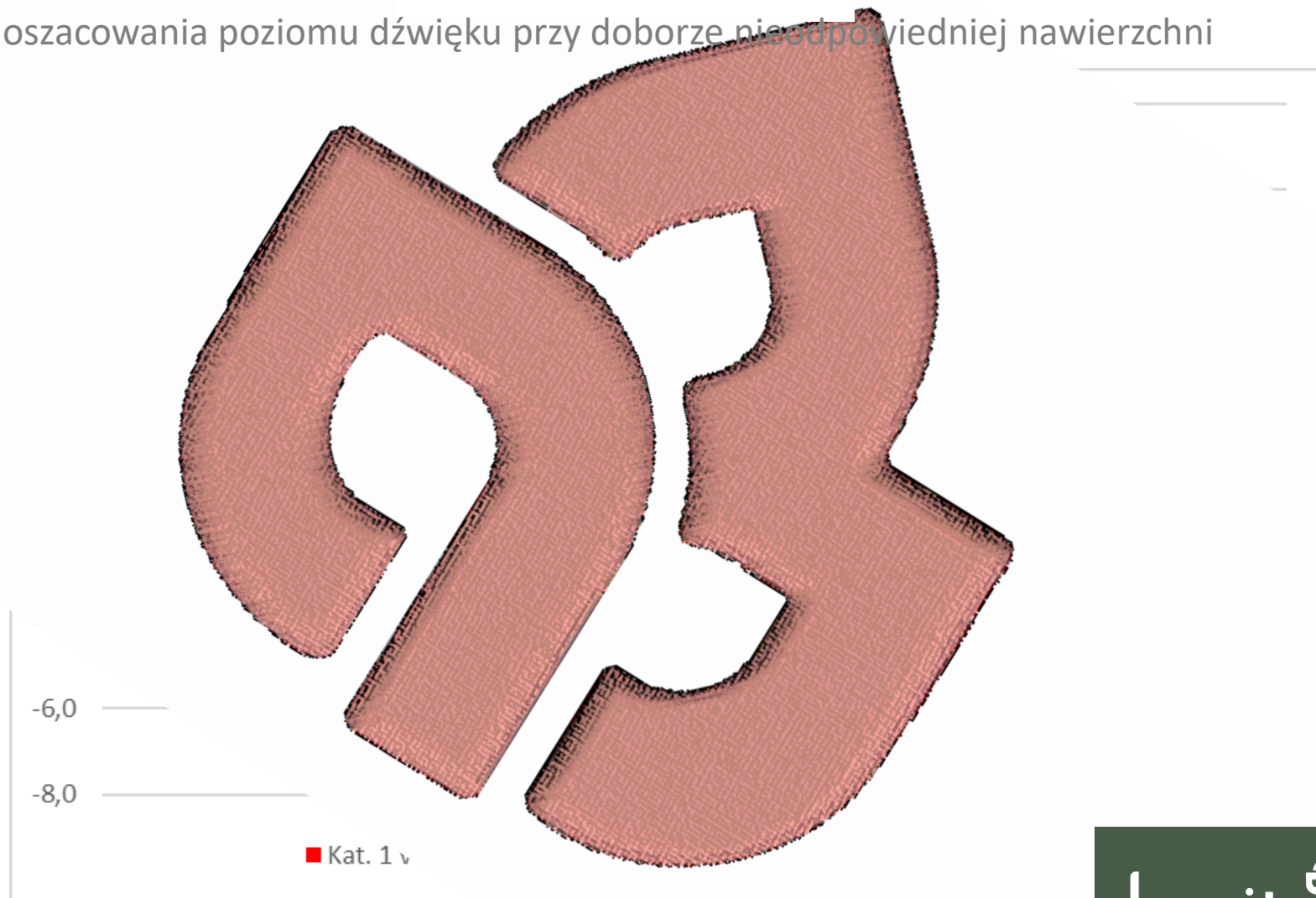
Wpływ prędkości



Błąd oszacowania poziomu dźwięku w zależności od dokładności pomiaru prędkości ruchu



Błąd oszacowania poziomu dźwięku przy doborze nieodpowiedniej nawierzchni



Nawierzchnie drogowe

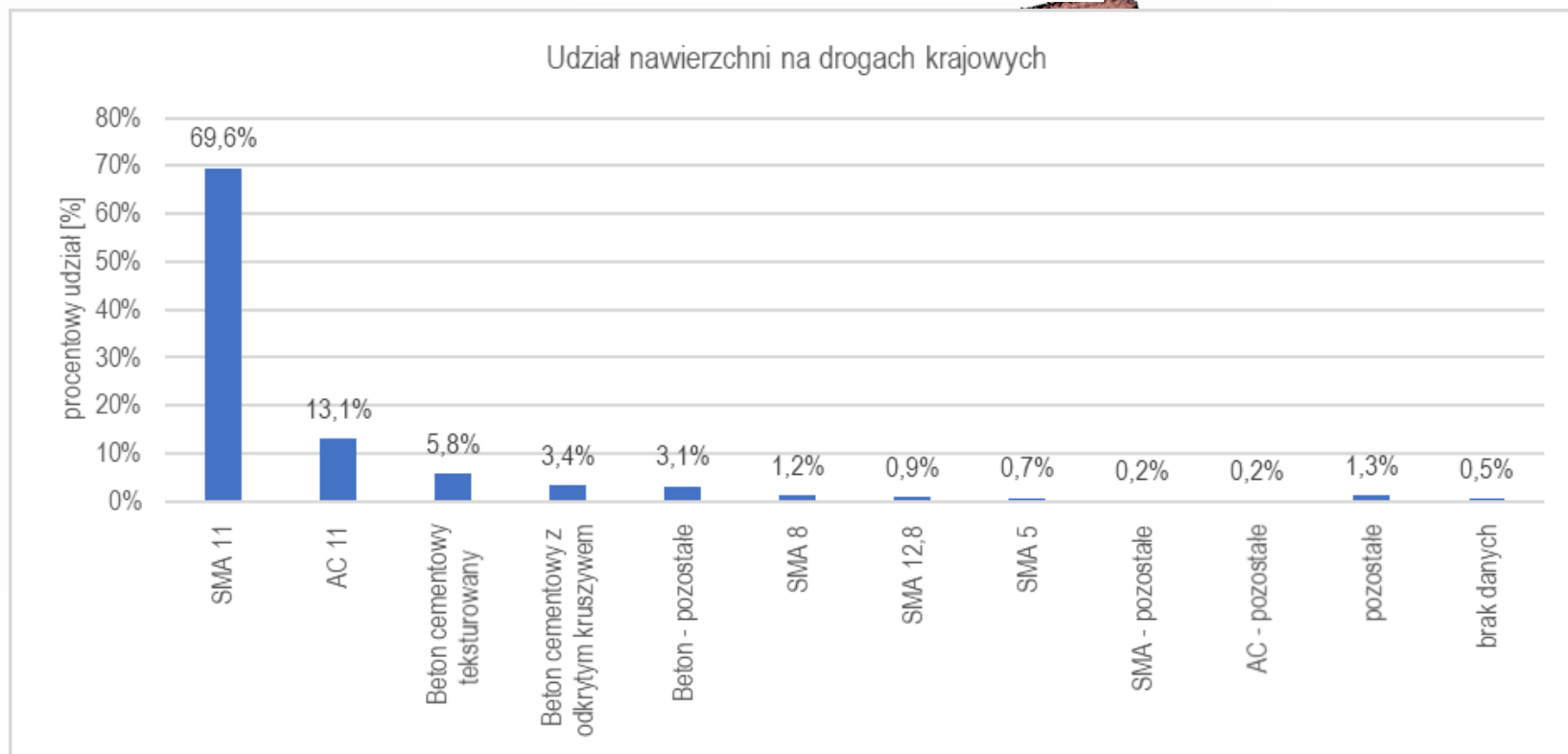
Głównym i dominującym źródłem hałasu poruszających się po drodze pojazdów jest hałas toczenia się opon po nawierzchni. Dominującą rolę odgrywają w tym przypadku właściwości nawierzchni drogowej.

Parametry nawierzchni, które wpływają na hałas drogowy to:

- tekstura (makrotekstura, megatekstura, mikrotekstura),
- nierówność,
- porowatość,
- grubość warstwy,
- adhezja (pionowa),
- przyczepność,
- sztywność,



Nawierzchnie





Z wzorów wynika, że dany rodzaj nawierzchni drogowej, charakteryzowany jest w metodyce CNOSSOS-EU zestawem wartości dwóch parametrów: $\alpha_{i,m}$ oraz β_m .

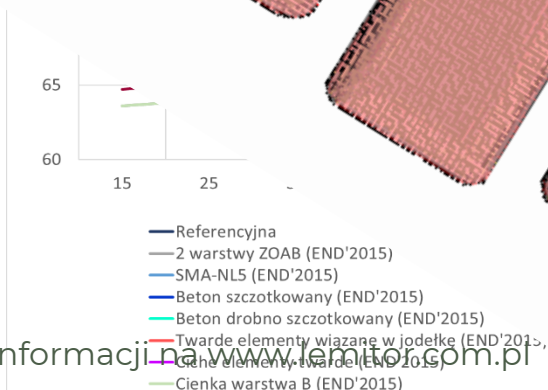


Modelowanie wartości wzorcowych

W wyniku modelowania sytuacji pomiarowej w programie obliczeniowym wyznaczono krzywe zależności emisji hałasu od prędkości pojazdów, dla kategorii 1, 2 oraz 3 dla:

- wszystkich nawierzchni zdefiniowanych pierwotnie w Dyrektywie 2015/996
- w późniejszym aneksie C(2020)9101,
- w niemieckiej metodyce BUS-D.

Na podstawie zamodelowanych sytuacji pomiarowych, odzwierciedlających warunki pomiaru wykonanego w ramach niniejszego opracowania, wykonano obliczenia i wyznaczono wskaźniki poziomu hałasu w zależności od prędkości pojazdów. W kolejnym kroku uzyskane wartości porównano z wartościami wyznaczonymi na podstawie pomiarów.



Pomiary poziomu hałasu dla różnych nawierzchni i klas dróg, kategorii pojazdów

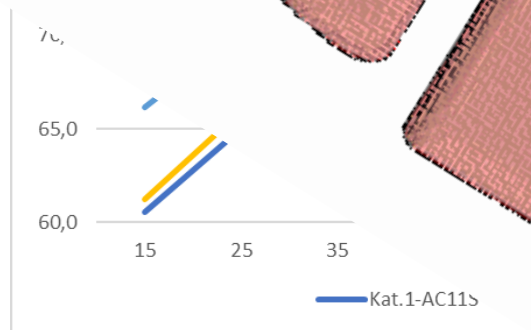
Pomiary emisji hałasu przeprowadzono dla najczęściej występujących w Polsce nawierzchni drogowych tj. dla:

- Beton asfaltowy o maksymalnym wymiarze ziaren 11 mm (AC11S),
- Beton cementowy poprzecznie rowkowany (CC),
- Kostka brukowa w tym kostka kamienna oraz kostka granitowa (SP),
- Mastyks grysowy o maksymalnym wymiarze ziaren 8 mm (SMA8),
- Mastyks grysowy o maksymalnym wymiarze ziaren 11 mm (SMA11).

Pomiary przeprowadzono metodą statystycznego przejazdu (SPB – Statistical Pass-By method) zgodnie z normą ISO 11819-1, od pojedynczo jadących pojazdów. Szczegółowy opis metodyki pomiarowej, lokalizacji punktów oraz zbiorcze wyniki pomiarów znajdują się w załączniku V.

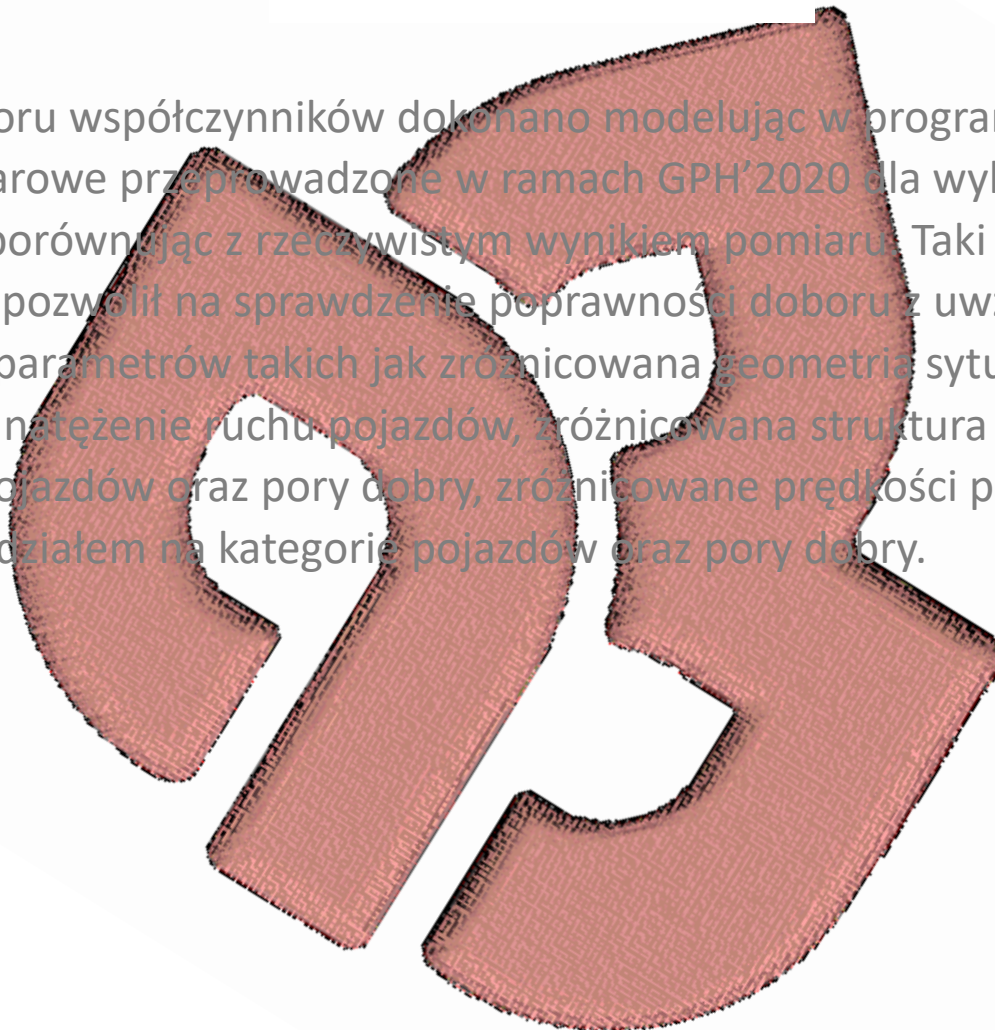
Na podstawie przeprowadzonych pomiarów, dla każdego rodzaju rozpatrywanej nawierzchni oraz dla kategorii pojazdów 1, 2 oraz 3 wyznaczono krzywe zależności poziomu hałasu od prędkości pojazdu. W kolejnym kroku uzyskane krzywe pomiarowe porównano z krzywymi modelowymi w celu wyznaczenia najlepszych odpowiedników

Wyznaczone na podstawie pomiarów linie trendu (zależność poziomu dźwięku od prędkości) dla pojazdów kategorii 1 dla badanych rodzajów nawierzchni



Walidacja

Walidacji doboru współczynników dokonano modelując w programie obliczeniowym sytuacje pomiarowe przeprowadzone w ramach GPH'2020 dla wybranych nawierzchni i porównując z rzeczywistym wynikiem pomiaru. Taki sposób postępowania pozwolił na sprawdzenie poprawności doboru z uwzględnieniem rzeczywistych parametrów takich jak zróżnicowana geometria sytuacji pomiarowej, zróżnicowanie natężenie ruchu pojazdów, zróżnicowana struktura ruchu w podziale na kategorie pojazdów oraz pory dobowe, zróżnicowane prędkości poruszania się pojazdów z podziałem na kategorie pojazdów oraz pory dobowe.

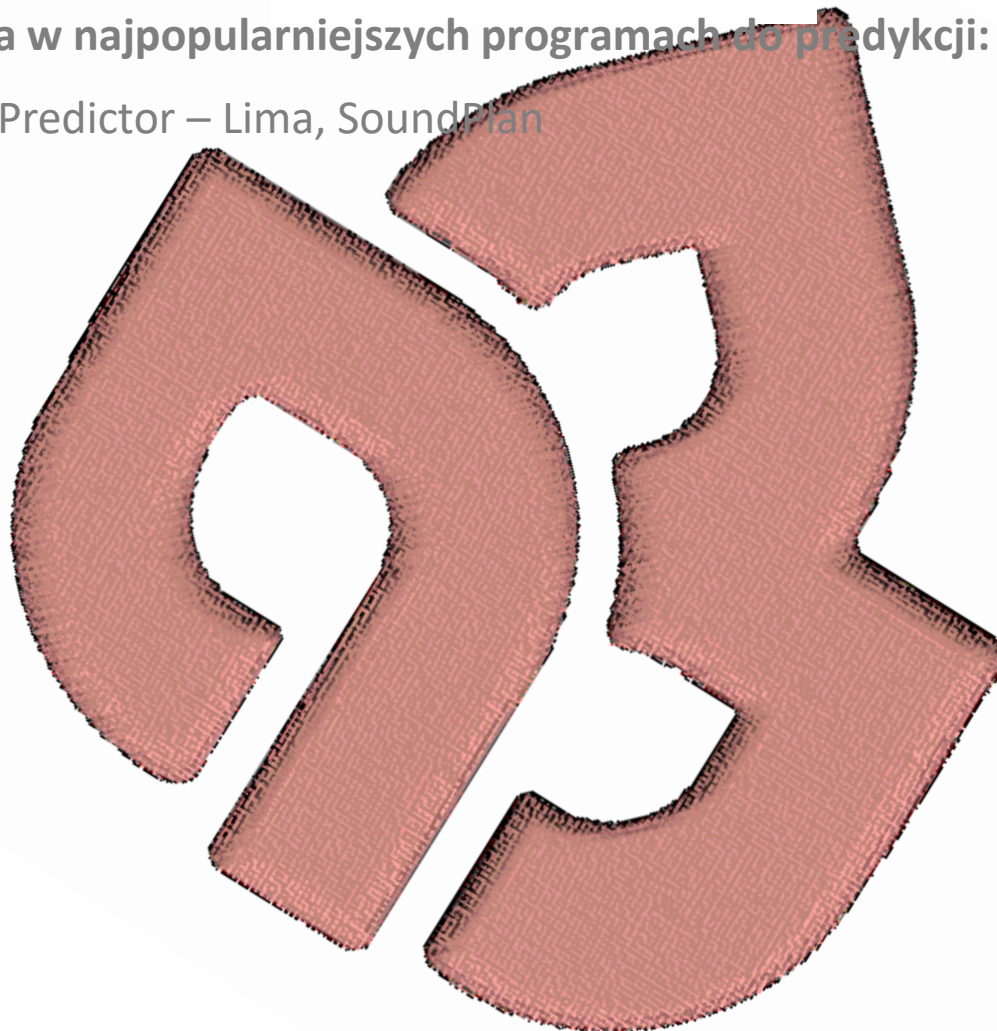


Podczas tworzenia modeli akustycznych dróg w Polsce należy stosować współczynniki:

Lp.	Oznaczenie nawierzchni	Nawierzchnia badana	Przypisana nawierzchnia
1.	AC11S	Beton asfaltowy o maksymalnym wymiarze ziaren 11 mm dla warstwy ścieralnej	Asphalt concrete <=AC11 30-60 km/h (BUB-D) wraz z Asphalt concrete <= AC11 70-140 km/h (BUB-D)
2.	SMA11	Mastyks grysowy o maksymalnym wymiarze ziaren 11 mm	Reference (BUB-D)
3.	SMA8	Mastyks grysowy o maksymalnym wymiarze ziaren 8 mm	Referencyjna (END'2015)
4.	PS	Kostka kamienna	Twarde elementy niewiązane w jodełkę (END+A'2020)
5.	CC	Beton cementowy poprzecznie rowkowany	Concrete and washed concrete surface (BUB-D)

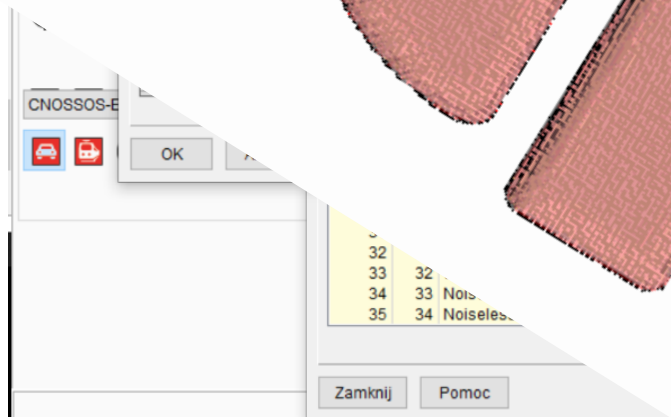
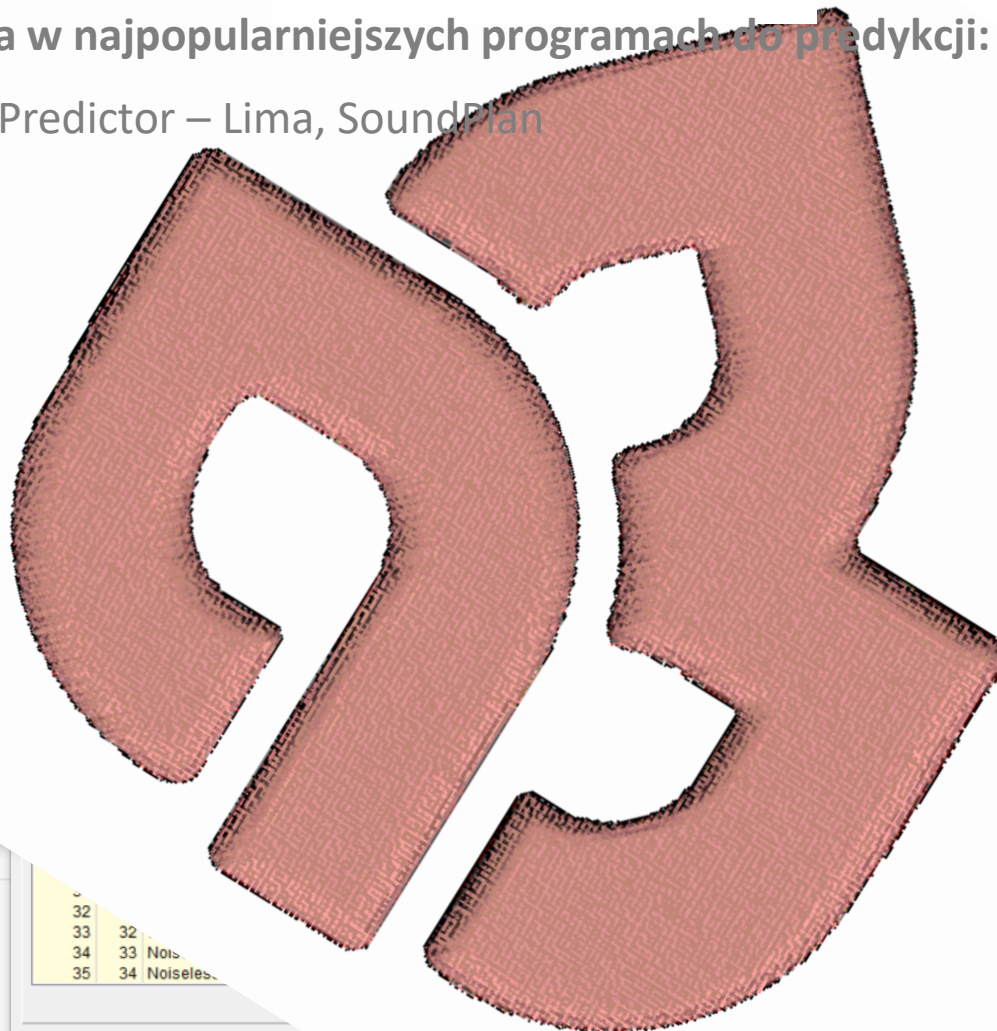
Implementacja w najpopularniejszych programach do predykcji:

CadnA, IMMI, Predictor – Lima, SoundPlan



Implementacja w najpopularniejszych programach do predykcji:

CadnA, IMMI, Predictor – Lima, SoundPlan



HAŁAS SZYNOWY

Dane wejściowe niezbędne do wykonania map hałasu kolejowego

moc akustyczna (wielkość emisji) ← → właściwości fizyczne

Podstawową jednostką charakteryzującą się określonymi wartościami podstawowych parametrów decydujących o emisji hałasu jest **pojazd szynowy**,

- **rodzaje i natężenie ruchu pojazdów szynowych** w układzie średniorocznym odrębnie w okresie dnia wieczoru i nocy
- charakterystyka linii kolejowych (w szczególności informacje charakteryzujące samo **torowisko**, mające kluczowe znaczenie dla jakości obciążenia)

Dane wejściowe - rodzaj pojazdów szynowych

W ramach prac przeprowadzono badania, które umożliwiły przyporządkowanie poszczególnych rodzajów pojazdów szynowych do kategorii dostępnych we wszystkich pakietach oprogramowania

Baza danych pojazdów szynowych – charakterystyczna dla kolei krajowych

Klasyfikacja tabołu odbywa się w oparciu o podstawowe cechy:

- typ pojazdu,
- liczba osi,
- rodzaj hamulca.



Metodyka przypisywania istniejącego taboru szynowego w Polsce do kategorii określonych w CNOSSOS-EU

Zaproponowano, aby w modelowaniu akustycznym uwzględniać następujące rodzaje składów:

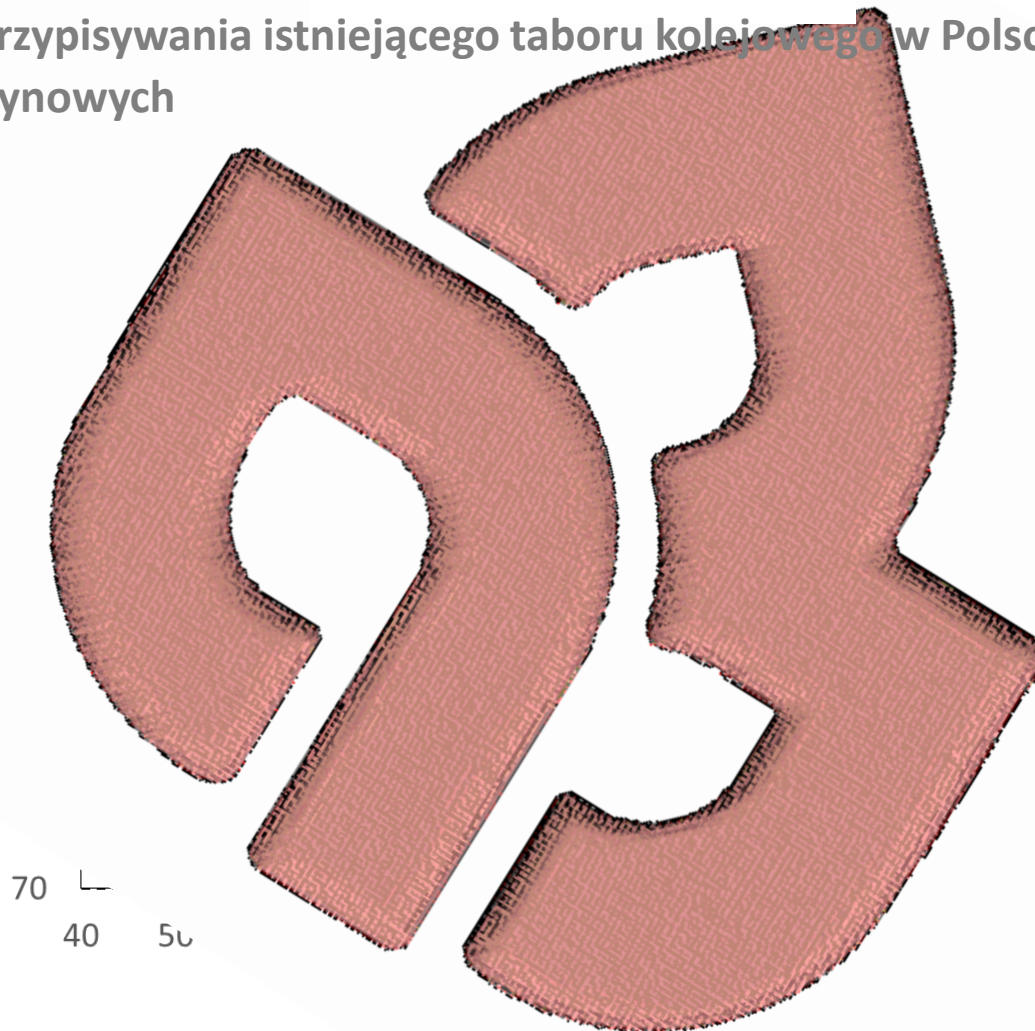
- szybkie pojazdy szynowe
- samobieżne wagony pasażerskie nowego typu
- samobieżne wagony pasażerskie starego typu
- pociągi pasażerskie wagonowe
- pociągi towarowe z klockami hamulcowymi żeliwnymi
- pociągi towarowe z klockami hamulcowymi kompozytowymi
- lokomotywy elektryczne luzem
- lokomotywy spalinowe luzem
- pociągi utrzymaniowo-naprawcze
- autobusy szynowe
- tramwaje

Metodyka przypisywania istniejącego taboru kolejowego w Polsce do kategorii pojazdów szynowych

- zgromadzono dane w ramach badań terenowych,
- na podstawie pomiarów wyznaczono **zależność poziomu** ekspozycyjnego hałasu od **prędkości** składów,
- stworzono **model** akustyczny poligonu pomiarowego, odzwierciedlający rodzaj badanej kombinacji **składu** kolejowego i **nawierzchni** kolejowej.

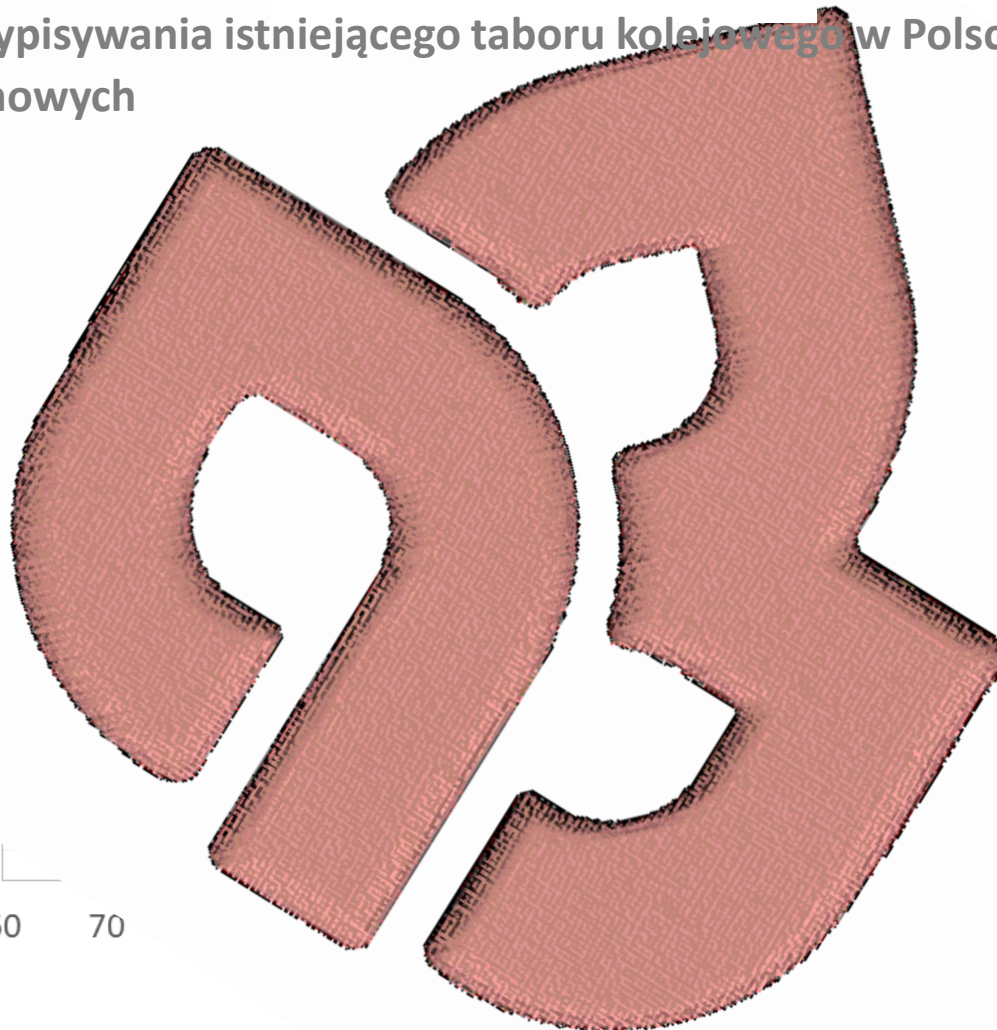


Metodyka przypisywania istniejącego taboru kolejowego w Polsce do kategorii pojazdów szynowych



Metodyka przypisywania istniejącego taboru kolejowego w Polsce do kategorii pojazdów szynowych

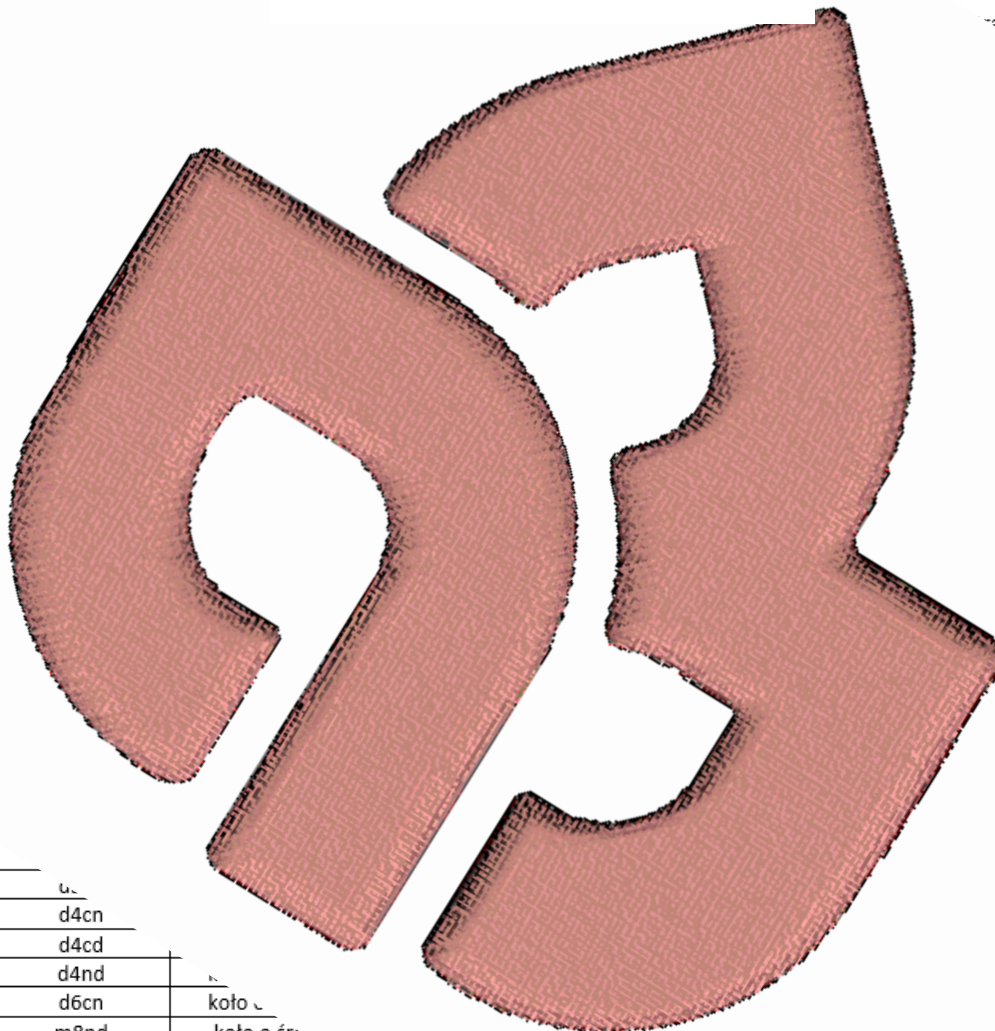
75
60 70



Metodyka przypisywania istniejącego taboru kolejowego w Polsce do kategorii pojazdów szynowych

Opis	Parametr	Wartość
6 x człon pociągu osobowego nowoczesnego	Vehicle transfer	Wheel with diameter 840 mm, no measure
	Contact filter	RIVM 100kN 920mm*
	Wheel roughness	passanger disc brake
	Traction noise	Electric multiple unit
	Aerodynamic noise	---
	Axles	2

Programy: CadnaA, SoundPlan, IMMI, LIMA



Opis	Hałas aerodynamiczny	Liczba osi
Wozów	Min	28
Wozów	Min	12
Wozów	Min	16
Wozów	Min	2
Wozów		4
Wozów		6
Wozów		8
Wozów		2

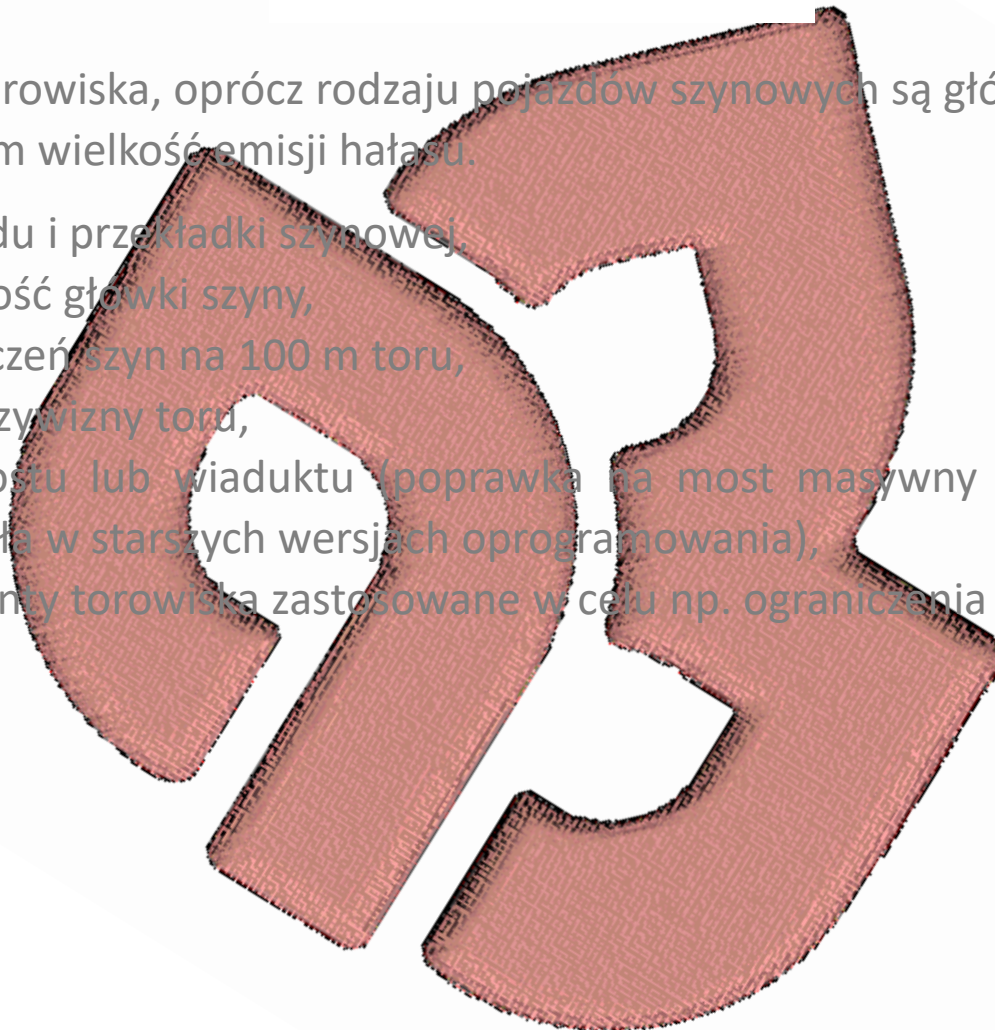
6	Jednostka napędowa elektryczna		
7.	Jednostka napędowa spalinowa	<ul style="list-style-type: none"> u. d4cn d4cd d4nd d6cn 	koło o śr.
8.	Tramwaj	m8nd	koło o śr.

*do pojazdu należy dołączyć lokomotywę z pozycji 6 lub 7 oraz podać liczbę pojazdów.

Torowiska

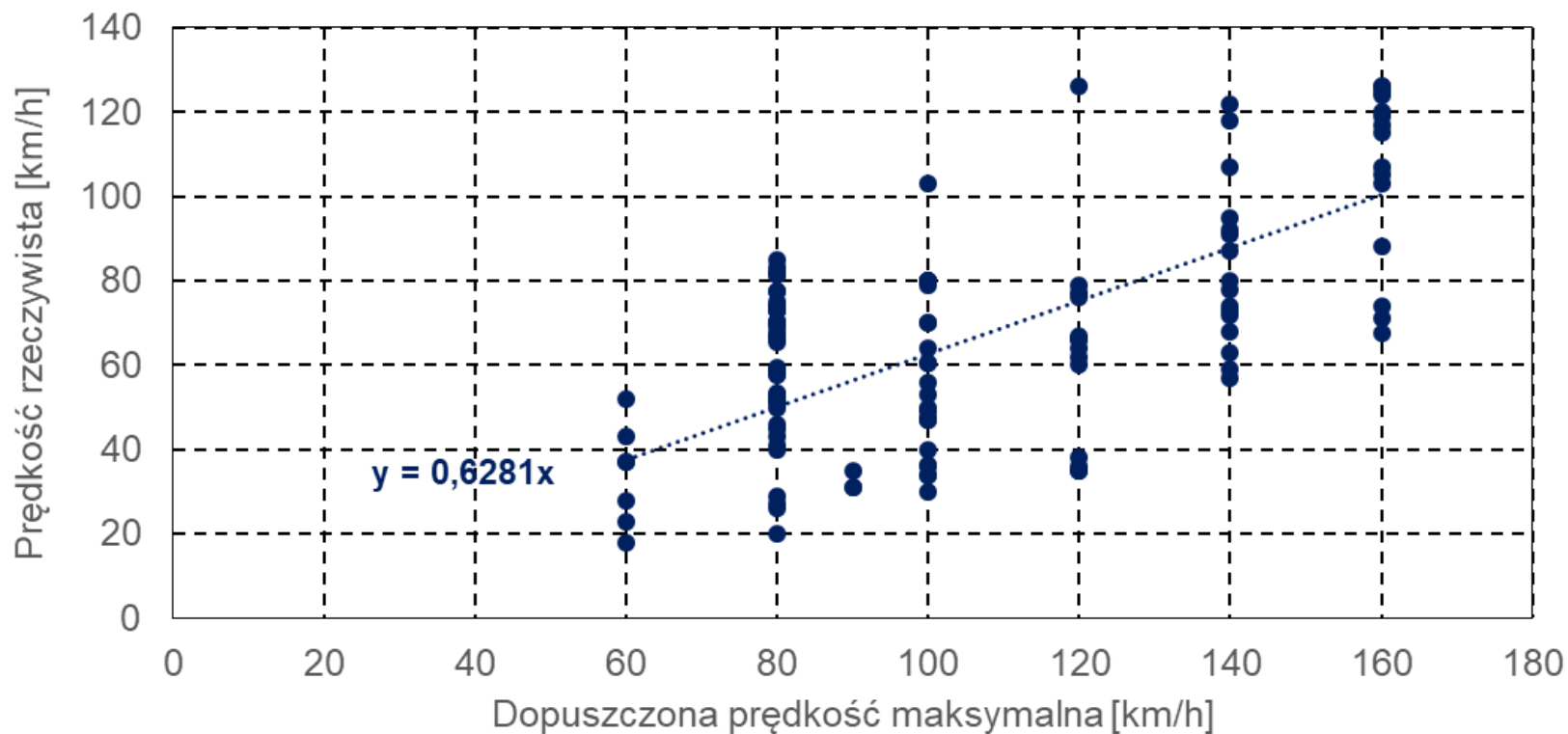
Rodzaj i stan torowiska, oprócz rodzaju pojazdów szynowych są głównym czynnikiem determinującym wielkość emisji hałasu.

- typ podkładu i przekładki szynowej,
- chropowatość główki szyny,
- liczba połączeń szyn na 100 m toru,
- promień krzywizny toru,
- rodzaju mostu lub wiaduktu (poprawka na most masywny lub stalowy – nie występowała w starszych wersjach oprogramowania),
- inne elementy torowiska zastosowane w celu np. ograniczenia emisji hałasu.



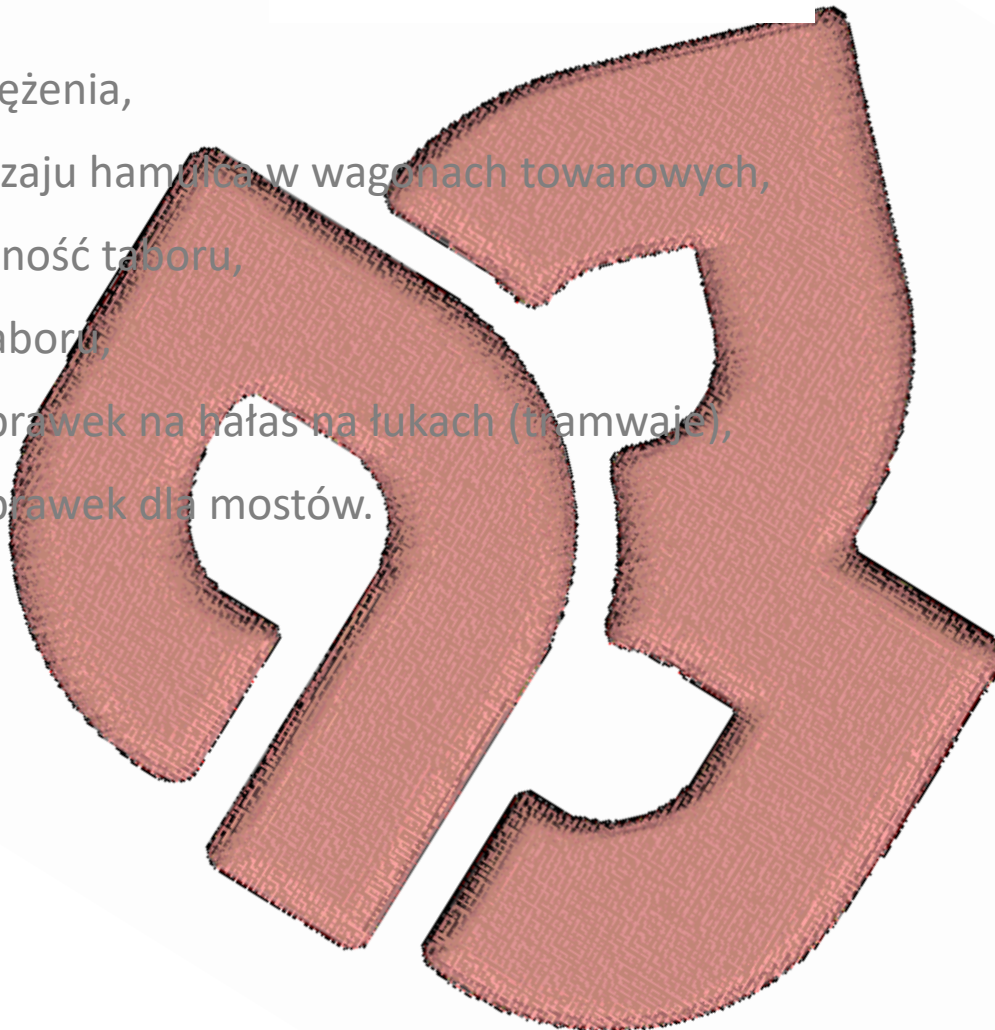
Hałas szynowy

Prędkość maksymalna – prędkość rzeczywista



Problemy

- określenie natężenia,
- określenie rodzaju hamulca w wagonach towarowych,
- duża różnorodność taboru,
- duża rotacja taboru,
- określenie poprawek na hałas na łukach (tramwaje),
- określenie poprawek dla mostów.



Hałas lotniczy

Podstawowe dane wejściowe do budowy modelu akustycznego lotniska to:

- geometria lotniska (drogi startowe, helipad, drogi kołowania);
- informacje o **trasach** operacji lotniczych;
- informacje o **profilach** operacji lotniczych;
- dane dotyczące **obciążeń tras** dolotowych i odlotowych z lotniska;
- dane dotyczące liczby wykonywanych **operacji** z podziałem na poszczególne drogi startowe wraz z ich kierunkami, z podziałem na pory doby i typy statków powietrznych,
- dane meteorologiczne zbierane na terenie samego lotniska bądź w jego najbliższym otoczeniu.

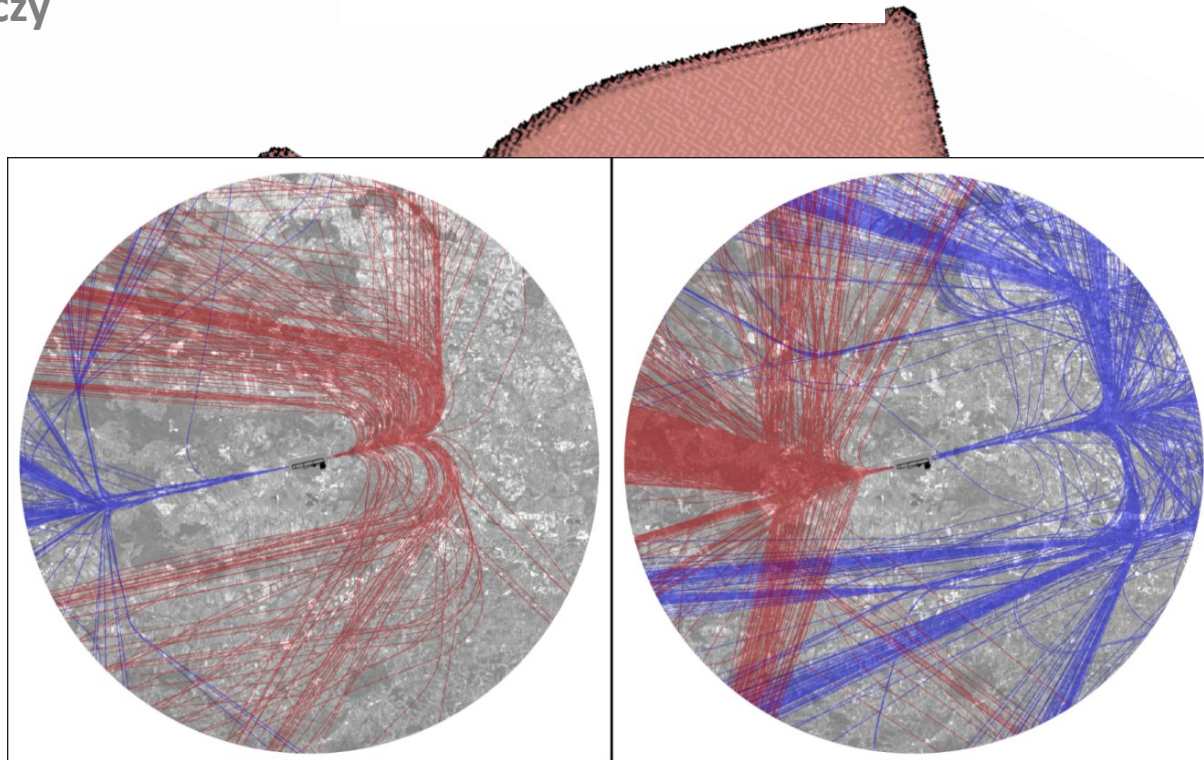
Hałas lotniczy

Rozkład tras i profili operacji lotniczych jest jednym z podstawowych czynników determinujących rozkład hałasu wokół lotniska.

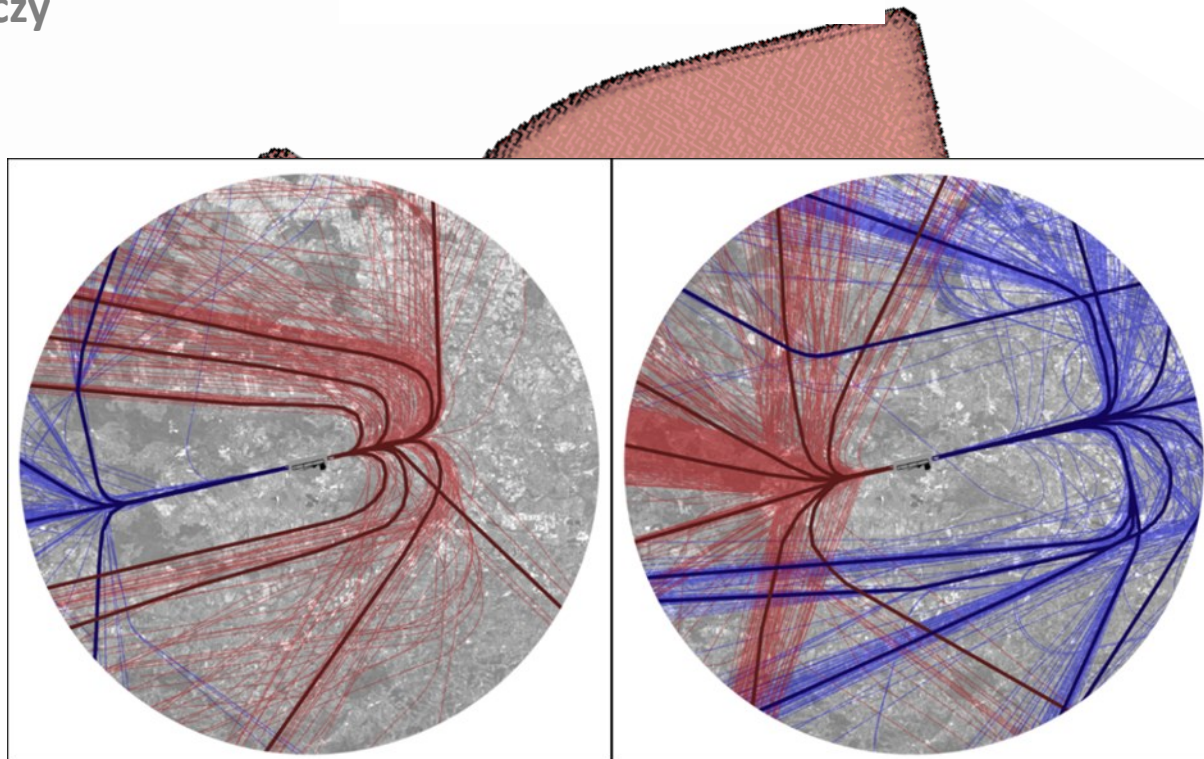
- opis możliwych źródeł pozyskania danych,
- opis najbardziej praktycznych rozwiązań,
- opis generalizacji/rozproszenia tras.



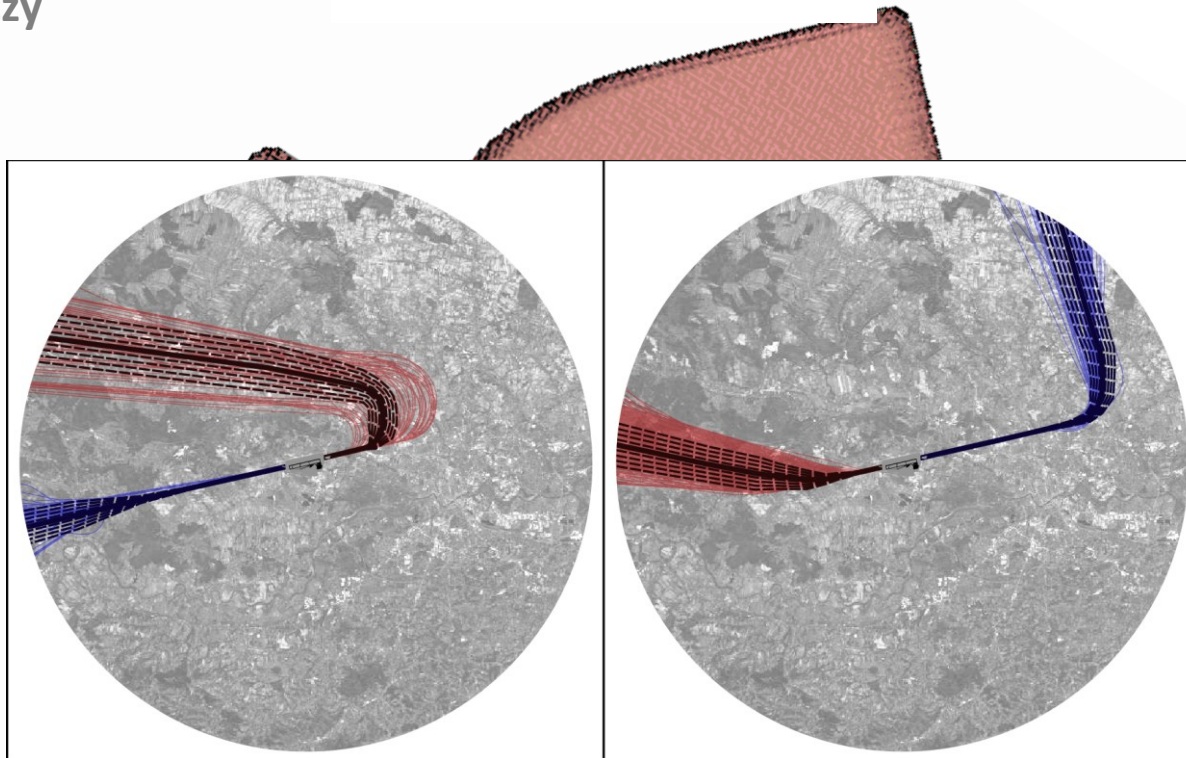
Hałas lotniczy



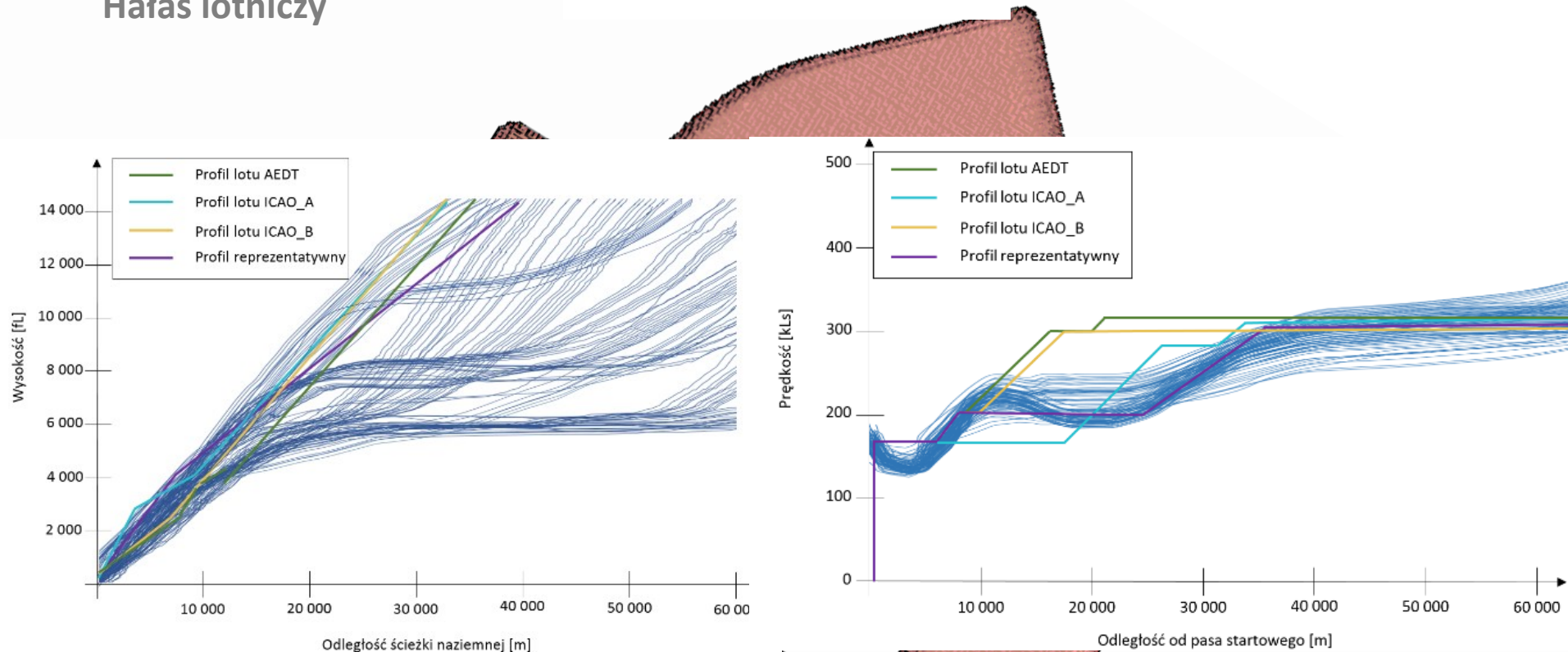
Hałas lotniczy



Hałas lotniczy



Hałas lotniczy



Na typowych polskich lotniskach aż **85% ruchu lotniczego obsługiwana** jest przez nie więcej niż ok. **10 typów statków** powietrznych dla najczęściej operujących typów statków powietrznych przeprowadzono **pomiary** poziomu ekspozycji hałasu związanego z pojedynczymi operacjami lotniczymi (start lub lądowanie)

Lp.	Oznaczenie statku	Nazwa statku	Typ napędu	Maksymalna masa startowa MTOW [kg]	% udział w ruchu lotniczym
1	B738	Boeing B737-800	turbowentylatorowy	70530	26,1
2	A320	Airbus A320	turbowentylatorowy	73500	15,7
3	E175	Embraer EMB-175	turbowentylatorowy	37500	11,0
4	E195	Embraer EMB-195	turbowentylatorowy	61500	6,9
5	E170	Embraer EMB-170	turbowentylatorowy	36990	5,4
6	DH8D	De Havilland Canada DHC-8-400 Dash 8	turbośmigłowy	28600	5,0
7	CRJ9	Canadair CL-600 Regional Jet CRJ-900	turbowentylatorowy	36500	4,6
8	A321	Airbus A321	turbowentylatorowy	89000	4,1
9	A319	Airbus A319	turbowentylatorowy	64000	3,9
10	E190	Embraer EMB-190	turbowentylatorowy	56400	2,5
wszystkie pozostałe łącznie					14,8

Wyniki pomiarów hałasu pojedynczych operacji lotniczych posłużyły do **walidacji modelu obliczeniowego**, w szczególności do **dopasowania właściwych profili** poszczególnych operacji lotniczych.

Wyniki obliczeń dla profilu dającego najlepsze dopasowanie zaprezentowano w opracowaniu.

W wyniku walidacji pokazano, iż na podstawie dostępnych w bazie danych ANP profili operacji lotniczych można uzyskać wymaganą zgodność wyniku modelu z pomiarami hałasu.

Z dopasowania widać także, że nie zawsze można stosować jeden standardowy profil operacji. Jest to zawsze specyficzne dla danego lotniska, dlatego konieczne jest zawsze indywidualne dopasowanie profili operacji dla uwzględnionych w modelu typów statków powietrznych.

Dziękuję za uwagę

Więcej informacji na www.lemitor.com.pl



facebook  www.facebook.com/Lemitor

Prezentacja: Wojciech Waleczek

Długosza 40, 51-162 Wrocław
tel/fax 71 325 25 90, 326 02 40
biuro@lemitor.com.pl

Filtrowa 27, 85-467 Bydgoszcz
bydgoszcz@lemitor.com.pl

Dąbrowskiego 26-27, 70-100
Szczecin
szczecin@lemitor.com.pl

