



**Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID,
finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad**

Przedmiot umowy pn:

Ochrona przed hałasem drogowym

Tytuł przedmiotu umowy*:

**KATALOG KLASYFIKACYJNY NAWIERZCHNI DROGOWYCH W
ODNIESIENIU DO HAŁASU DROGOWEGO**

*zgodny z opisem, stanowiącym załącznik nr 1 do umowy nr DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016
wytyczne/instrukcja/analiza/metodologia/wzór/rekomendacje

Akronim Projektu: OT1-1D/PK-PW-PWR-IBDiM-PL

Numer umowy: DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016

Lider i Współwykonawcy: PK, PW, PWR, IBDiM, PL

Kierownik Projektu: prof. dr hab. inż. Marian Tracz

Data rozpoczęcia: 01.01.2016

Data zakończenia: 30.05.2018

Spis treści:

1.	Dokumenty powołane	2
2.	Zakres katalogu	3
3.	Nawierzchnia referencyjna	5
4.	Metoda pomiarowa i ogólna charakterystyka Katalogu	6
5.	Katalog – klasy nawierzchni	6
6.	Zmiany właściwości nawierzchni w odniesieniu do hałasu drogowego	7

Katalog został opracowany przez zespół realizujący zadania 2, 3 i 5 projektu RID-76. Zespół PW opracował Katalog w zakresie nawierzchni asfaltowych natomiast zespół PWR opracował Katalog w zakresie nawierzchni z betonu cementowego.

1. DOKUMENTY POWOŁANE

Do stosowania niniejszego dokumentu są niezbędne podane niżej dokumenty, które, w całości lub w części, zostały w nim powołane. W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego (łącznie ze zmianami).

Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów. Wytyczne stosowania, GDDKiA, Warszawa, kwiecień 2015.

Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku. L 189, 18.7.2002.

Dyrektywa Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiająca wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady. L 168, 1.7.2015.

Dz. Ust. 43: Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw nr 43, poz. 430).

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

WT-2 2014: Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe, wymagania techniczne, Warszawa 2014 (załącznik do zarządzenia Nr 54 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014 r.).

Ogólna Specyfikacja Techniczna. Nawierzchnia z betonu cementowego. D-05.03.04, GDDKiA, Warszawa, 2018

Instrukcją GDDKiA: „Teksturowanie górnej warstwy nawierzchni drogowej. Instrukcja techniczna dla wykonania i odbioru robót, związanych z przeprowadzeniem na nawierzchni betonowej zabiegu jej podłużnego frezowania (grindingu) oraz rowkowania (groovingu)”

RID-76: Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy. Projekt RID – I/76 Ochrona przed hałasem drogowym, 2018.

RID-76: Wymagania techniczne w zakresie eksploatacji nawierzchni drogowej w celu utrzymania poziomu hałaśliwości. Projekt RID – I/76 Ochrona przed hałasem drogowym, 2018.

2. ZAKRES KATALOGU

Katalog służy do klasyfikacji technologii nawierzchni drogowej pod względem hałasu drogowego generowanego na styku koło/nawierzchnia (tj. hałaśliwości) podczas ruchu pojazdów samochodowych, tj. klasyfikacji warstw jezdnych nawierzchni drogowej (górnej warstwy drogi będącej w bezpośrednim kontakcie z kołem pojazdu samochodowego). Głównym zastosowaniem Katalogu jest stworzenie narzędzia wspierającego proces projektowy oraz opracowań środowiskowych (karta informacyjna przedsięwzięcia, raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, analiza porealizacyjna, przegląd ekologiczny) w zakresie doboru rozwiązań w aspekcie uwarunkowań ochrony środowiska przed hałasem drogowym. Katalog służy również do wsparcia procesu przygotowania opracowań środowiskowych. Katalog nie powinien być stosowany do prowadzenia odbiorów nawierzchni oraz rozliczeń gwarancyjnych.

Katalog nie uwzględnia zaleceń podanych w Dyrektywie Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r., które dotyczą wskaźników związanych z mocą akustyczną pojedynczych pojazdów różnych kategorii dla różnych rodzajów nawierzchni z uwagi na brak danych w warunkach polskich. W celu określenia hałasu środowiskowego należy dokonać osobnych analiz, nie przedstawionych w niniejszym Katalogu.

Katalog może mieć zastosowanie do analiz w zakresie:

1. Dróg nowoprojektowanych. Nawierzchnia referencyjna stanowi nawierzchnię do której należy odnosić prognozy hałasu drogowego.
2. Dróg istniejących, dla których wykonywane są roboty drogowe polegające na pełnej lub częściowej wymianie nawierzchni drogowej. W tym przypadku należy uwzględnić dwa przypadki, kiedy:
 - a. wykonywane są pomiary równoważnego poziomu dźwięku dla istniejącej nawierzchni. W takim przypadku należy obliczyć różnicę pomiędzy pomierzoną wartością poziomu hałasu a obliczoną, przy czym w obliczeniach należy przyjąć nawierzchnię referencyjną. Różnica pomiędzy wartością poziomu hałasu obliczoną i pomierzoną porównana do wartości podanych w tabl. 1 (klasyfikacja nawierzchni) wskaże na stan akustyczny nawierzchni i dalsze niezbędne działania z nią związane.
 - b. nie są wykonywane pomiary hałaśliwości dla istniejącej nawierzchni (niewielkie przebudowy i remonty). Analizę należy wykonać jak w przypadku dróg nowoprojektowanych.

Nawierzchnia referencyjna została opisana w p. 3 Katalogu.

Wytyczne przeznaczone są do stosowania na drogach klasy A, S i GP z dopuszczeniem stosowania na drogach klasy G przy przebudowie dróg. W katalogu odniesiono się do powszechnie stosowanych technologii mieszanek mineralno-asfaltowych i betonu cementowego na drogach tych klasy.

Katalog swoim zakresem nie obejmuje nawierzchni drogowych zlokalizowanych na obiektach inżynierskich.

W zakresie technologii asfaltowych mieszanki mineralno-asfaltowe klasyfikuje się zgodnie z WT-2 2014. Dodatkowo w katalogu przedstawiono mieszanki mineralno-asfaltowe o obniżonej hałaśliwości wg RID-76-Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy.

W niniejszym katalogu zastosowano następujące oznaczenia i skróty dotyczące typów mieszanek mineralno-asfaltowych:

- SMA – mieszanka mastykowo-grysowa,
- AC – beton asfaltowy,
- BBTM – beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw,
- PA – asfalt porowaty.

Liczba (5, 8 lub 11) występująca po oznaczeniu typu mieszanki mineralno-asfaltowej określa jej wymiar. W przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych typu BBTM wprowadzono oznaczenie literowe (A lub B) oznaczające rodzaj tej mieszanki.

Pod względem konstrukcyjnym nawierzchnie z betonu cementowego dzieli się na:

- nawierzchnie ze szczelinami poprzecznymi,
- nawierzchnie bezdylatacyjne (o ciągłym zbrojeniu).

Ze względu na wykończenie górnej powierzchni (odpowiadającej m.in. za bezpieczeństwo ruchu oraz hałaśliwość) nawierzchnie z betonu cementowego dzieli się na:

- nawierzchnie wykończone w technologii odkrytego kruszywa, wykończenie nawierzchni uzyskiwane przez usunięcie (wyfukanie lub wyszczotkowanie) niezwiązanej zaprawy cementowej i odstonięcie kruszywa,
- nawierzchnie z teksturą poprzeczną, uzyskuje się w wyniku przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej w kierunku prostopadłym do osi jezdni stalową szczotką (szczotkowanie poprzeczne) lub widełkami metalowymi (rowkowanie poprzeczne, rzadziej stosowane),
- nawierzchnie z teksturą podłużną (ciągniętej sztucznej trawy, juty itp. po świeżo ułożonej nawierzchni w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni),
- metoda szlifowania i nacinania powierzchni płyty betonowej tarczami diamentowymi w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni), tzw. technologia NGCS (ang: Next Generation Concrete Surfaces, lub: Grinding & Grooving – G&G).

W niniejszym katalogu zastosowano następujące oznaczenia i skróty dotyczące nawierzchni z betonu cementowego:

- CRCP & Trans Text – nawierzchnia betonowa bez szczelin – tekstuowanie poprzeczne
- JPCP & Trans Text - nawierzchnia betonowa ze szczelinami poprzecznymi – tekstuowanie poprzeczne,
- JPCP & Long Text - nawierzchnia betonowa ze szczelinami poprzecznymi – tekstuowanie podłużne,
- CRCP & Exp Aggr 0/8 - nawierzchnia betonowa bez szczelin – odkryte kruszywo 0/8,
- JPCP & Exp Aggr 0/8 - nawierzchnia betonowa ze szczelinami poprzecznymi – odkryte kruszywo 0/8,
- NGCS Grinding & Grooving – szlifowanie i nacinanie powierzchni podłużne.

W praktyce budowlanej spotkać można technologie drogowe inne niż powszechnie stosowane, będące np. rozwiązaniem własnym firmy drogowej, w tym takie, które chronione są prawem patentowym. Należy zaznaczyć, że Katalog ten, podobnie jak katalogi konstrukcji nawierzchni drogowych, swoim zakresem obejmuje rozwiązania typowe. Asfaltowe rozwiązania nietypowe (nie ujęte w WT-2 2014 i RID-76-Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy), np. mieszanki mineralno-asfaltowe typu OGFC lub SMA-LA) są możliwe do stosowania, wymagają jednak indywidualnego podejścia projektowego, w tym w zakresie określenia prawdopodobnej emisji hałasu na styku opony z nawierzchnią lub innej miary hałasu drogowego i jego zmian w trakcie eksploatacji nawierzchni drogowej.

Wyrwanie ziaren, powstające wyboje oraz ubytki nawierzchni w obrębie skrzyżowań mogą obniżyć efektywność akustyczną w czasie eksploatacji - zastosowanie lepiszczy o podwyższonej kohezji takich jak asfalty modyfikowane gumą, asfalty modyfikowane oraz wysokomodyfikowane (HiMA) może znacząco ograniczyć występowanie tego zjawiska. Na podstawie deklaracji producenta/wykonawcy robót drogowych, wartości o których mowa w tabelicy 2 mogą ulec wydłużeniu. W takim przypadku należy przedstawić stosowne badania i/lub potwierdzone w praktyce zastosowanie.

W Katalogu przedstawiono informacje w zakresie technologii betonu cementowego o teksturze z odkrytym kruszywem, teksturze poprzecznej oraz podłużnej na podstawie badań własnych, natomiast informacje w zakresie technologii NGCS na podstawie badań zagranicznych, głównie amerykańskich.

3. NAWIERZCHNIA REFERENCYJNA

Nawierzchnia referencyjna w Katalogu¹ to: nawierzchnia drogi wykonanej z zastosowaniem w warstwie ścieralnej mieszanki mastyksu grysowego SMA 11 zgodnie z WT-2 2014. Nawierzchnia referencyjna dotyczy drogi krajowej przeznaczonej do ruchu pojazdów samochodowych o prędkości dopuszczalnej powyżej 50 km/h w porze dziennej. Droga projektowana jest na kategorię ruchu większą lub równą KR5. Nawierzchnia referencyjna charakteryzowana jest dla drogi pomiędzy trzecim a czwartym rokiem eksploatacji, typowej dla drogi o tej kategorii ruchu, bez widocznych objawów przyspieszonej degradacji.

Nawierzchnia referencyjna znajduje się na odcinku drogi zlokalizowanym w odległości poza strefami kolejek pojazdów, tj. większej niż 200 m od skrzyżowań, węzłów, wjazdów lub zjazdów zgodnie z definicjami przedstawionymi w Dz. Ust. 43 oraz od oznakowanych przejść dla pieszych.

¹ Zgodnie z Dyrektywą Komisji (UE) 2015/996 z dnia 19 maja 2015 r. ustanawiającą wspólne metody oceny hałasu zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE nawierzchnia referencyjna powinna być wykonana jest ze średnio zagęszczonego betonu asfaltowego 0/11 i mieszanki grysowo-mastyksowej 0/11 w wieku 2 do 7 lat oraz w stanie utrzymania określonym w warunkach odniesienia.

4. METODA POMIAROWA I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KATALOGU

Katalog przedstawia nawierzchnie drogowe w stanie dobrym, pomiędzy trzecim a czwartym rokiem typowej eksploatacji zgodnej z założeniami projektu drogowego.

Współczynniki korekcyjne przedstawione zostały w odniesieniu do nawierzchni drogowej w stanie suchym (minimum 24 godziny od ustania opadów przy sprawnie działającym odwodnieniu drogi), w temperaturze otoczenia 20°C. Współczynnik korekcyjny stanowi różnicę (w dB) pomiędzy poziomem hałasu na nawierzchni referencyjnej a poziomem hałasu na nawierzchni klasyfikowanej. Poziom hałasu na nawierzchni referencyjnej i nawierzchni klasyfikowanej powinien zostać określony tą samą metodą. Katalog ma zastosowanie dla prędkości pojazdów powyżej 50 km/h.

5. KATALOG – KLASY NAWIERZCHNI

Klasy nawierzchni w odniesieniu do hałasu drogowego przedstawiono w Tab. 1. Zaznaczyć należy, że w praktyce wartości mogą się różnić w zakresie $\pm 1,5$ dB od wielkości katalogowych. Różnice wynikać mogą z dokładności pomiarów i prognoz hałasu środowiskowego w otoczeniu drogi oraz z uwarunkowań materiałowo-technologicznych, w tym m.in. uziarnienia, zawartości lepiszcza, stopnia zagęszczenia, warunków pogodowych wykonania warstw nawierzchni drogowych, pielęgnacji i wykończenia warstwy betonu cementowego.

Tablica 1. Katalogowe klasy nawierzchni w odniesieniu do hałasu drogowego

klasa nawierzchni w odniesieniu do hałasu drogowego		rozwiązanie technologiczne	współczynnik korekcyjny, dB
standardowe		SMA5	-1,5
		SMA8	-1,0
		SMA11	0
		AC5S	-1,0
		AC8S	-0,5
		AC11S	0
		CRCP & Trans Text	-1,0
		JPCP & Trans Text	0
		JPCP & Long Text	-1,0
redukujące hałas	o obniżonej hałaśliwości	BBTM8A	-2,0
		BBTM8A*	-2,5
		BBTM8B	-3,5
		BBTM8B*	-4,0
		BBTM11A	-1,5
		BBTM11A*	-2,0

		BBTM11B	-2,0
		BBTM11B*	-2,5
		CRCP & Exp Aggr 0/8, MTD ≈ 1.0mm, IRI ≈ 1mm/m	-4,0
		JPCP & Exp Aggr 0/8, MTD = 1.0mm, IRI = 1mm/m	-2,0
	ciche	PA8	-5,5
		PA11	-4,5
		CRCP & Exp Aggr 0/8, MTD 0.8 ÷ 1.0mm, IRI 0.8 ÷ 1mm/m	-4,5
		NGCS Grinding & Grooving	-5,0

* mieszanki mineralno-asfaltowe wg RID-76-Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy

MTD – wskaźnik tekstury,

IRI – wskaźnik równości.

6. ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI NAWIERZCHNI W ODNIESIENIU DO HAŁASU DROGOWEGO

W trakcie eksploatacji nawierzchnie drogowe podlegają zmianom w zakresie cech powierzchniowych, które skutkują zmianami w hałasie drogowym. W okresie eksploatacji nawierzchni konieczne jest dokonywanie zabiegów utrzymaniowych i remontów cząstkowych polegających m.in. na usuwaniu kurzu, zimowym utrzymaniu, uszczelnianiu połączeń technologicznych, usuwaniu wybojów i ubytków, wymianie masy zalewowej w szczelinach technologicznych nawierzchni z betonu cementowego i naprawach powierzchniowych, m.in. w celu zachowania właściwości związanych z hałasem drogowym. Remonty okresowe nawierzchni drogowej, polegające m.in. na frezowaniu/teksturowaniu nawierzchni betonowej lub wymianie asfaltowej warstwy ścieralnej, skutkować mogą przywróceniem pierwotnych cech powierzchniowych nawierzchni drogowej i przywróceniem pierwotnych właściwości w zakresie hałaśliwości nawierzchni. W związku z powyższym w Katalogu w Tab. 2 przedstawiono informacje umożliwiające oszacowanie okresu zachowania właściwości akustycznych nawierzchni w trakcie eksploatacji (bez przeprowadzania remontu okresowego).

Tablica 2. Zachowanie właściwości akustycznych nawierzchni drogowej w trakcie eksploatacji (bez przeprowadzania remontu okresowego)

klasa nawierzchni w odniesieniu do hałasu drogowego		rozwiązanie technologiczne	czas, lata
Standardowe		SMA5	12
		SMA8	12
		SMA11	12
		AC5S	12
		AC8S	12
		AC11S	12
		CRCP & Trans Text	18
		JPCP & Trans Text	18
		JPCP & Long Text	18
redukujące hałas	o obniżonej hałaśliwości	BBTM8A	6
		BBTM8A*	9
		BBTM8B	6
		BBTM8B*	9
		BBTM11A	6
		BBTM11A*	9
		BBTM11B	6
		BBTM11B*	9
		CRCP & Exp Aggr 0/8, MTD ≈ 1.0mm, IRI ≈ 1mm/m	30
		JPCP & Exp Aggr 0/8, MTD = 1.0mm, IRI = 1mm/m	30
	ciche	PA8	6
		PA11	6
		CRCP & Exp Aggr 0/8, MTD 0.8 ÷ 1.0mm, IRI 0.8 ÷ 1mm/m	30
		NGCS Grinding & Grooving	20

* mieszanki mineralno-asfaltowe wg RID-76-Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy

MTD – wskaźnik tekstury

IRI – wskaźnik równości

W przypadku standardowych mieszanek mineralno-asfaltowych hałas drogowy generowany na styku koło/nawierzchnia w pierwszym okresie eksploatacji (0 - 2 lata) może być różny od przedstawionego w Tab. 1 - stabilizacja następuje pomiędzy drugim i trzecim rokiem eksploatacji. W początkowym okresie eksploatacji wartości hałaśliwości mogą być o 0,5-2,0 dB niższe (większe zmiany dotyczą nawierzchni z mieszankami o mniejszym maksymalnym uziarnieniu kruszywa natomiast mniejsze zmiany dotyczą nawierzchni z większym maksymalnym uziarnieniem). W pozostałym okresie

eksploatacji występować może równomierny przyrost hałaśliwości w zakresie 0-1,5 dB w przypadku właściwego prowadzenia zabiegów utrzymaniowych nawierzchni.

W przypadku mieszanek mineralno-asfaltowych redukujących hałas drogowy generowany na styku koło/nawierzchnia w pierwszym okresie eksploatacji (do 1 roku) również występować mogą różnice w stosunku do wartości przedstawionych w Tab. 1. W początkowym okresie eksploatacji wartości te mogą być o 0,5-1,0 dB wyższe. W kolejnym okresie eksploatacji (1-4 lat) następuje stabilizacja. W pozostałym okresie eksploatacji występować może równomierny przyrost w zakresie 0-1,5 dB w przypadku nawierzchni projektowanych i utrzymywanych zgodnie z RID-76-Wymagania techniczne w zakresie rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni redukujących hałas drogowy oraz RID-76- Wymagania techniczne w zakresie eksploatacji nawierzchni drogowej w celu utrzymania poziomu hałaśliwości.

W przypadku nawierzchni betonowych wykonanych w technologii odkrytego kruszywa górna powierzchnia nawierzchni betonowej ulega zużyciu w okresie eksploatacji. Zauważalne jest to także w postaci zmiany wskaźnika tekstury MTD względem liczby pojazdów w okresie eksploatacji. W przypadku technologii z odkrytym kruszywem wraz ze spadkiem wskaźnika MTD (w zakresie 0,6 – 1,1 mm) zwiększa się hałaśliwość (około 1-2 dB).

Nawierzchnie z odkrytym kruszywem w okresie do 30 lat eksploatacji nie wykazują dużej wrażliwości akustycznej. Wobec tego mogą być stosowane do dróg autostradowych i ekspresowych. Niemniej jednak wobec faktu zmiany tekstury w okresie eksploatacji, istotne jest kontrolowanie jej stanu w nawierzchni w okresie eksploatacji i zachowanie jej co najmniej w klasie B wg DSN (Załącznik B Zasady przetwarzania danych), co zapewni kontrolowany wzrost hałaśliwości od momentu oddania drogi do użytku do około 1,0 dB.

Powierzchnia nawierzchni betonowej wykonana w technologii szrotkowania poprzecznego ulega znacznemu zużyciu w okresie powyżej 18 lat eksploatacji. Znacznie obniża się wartość wskaźnika tekstury MTD (w zakresie 0,7 – 0,2 mm) co powoduje wzrost hałaśliwości o około 2 dB.

Nawierzchnie wykonane w technologii teksturowania poprzecznego w postaci szrotkowania jedynie dla niskich prędkości oraz krótkiego okresu eksploatacji (poniżej 18 lat) mogą być porównywalne z nawierzchnią z odkrytym kruszywem. Dla długiego okresu eksploatacji i większej prędkości eksploatacyjnej wykazują większą wrażliwość akustyczną. Taką teksturę można stosować dla dróg o niskiej klasie technicznej.

Podobne doświadczenia jak dla teksturowania poprzecznego są dla teksturowania podłużnego.

W Polsce aktualnie brak jest doświadczeń dotyczących teksturowania w kierunku podłużnym określanym jako Next Generation Concrete NGCS. Technologia ta stanowi połączenie stosowanych już wcześniej technik wykończenia: „Grindingu” oraz „Groovingu”. Doświadczenia wskazują, że teksturowanie NGCS można zrealizować trzykrotnie w okresie użytkowania nawierzchni.