



**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\*:**

**Wymagania techniczne dotyczące utrzymania drogowych nawierzchni  
betonowych dla uzyskania określonego poziomu hałasu.**

\*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.	PODSTAWA OPRACOWANIA .....	3
2.	PRZEDMIOT WYMAGAŃ.....	3
3.	ZAKRES STOSOWANIA WYTYCZNYCH.....	3
4.	OKREŚLENIA PODSTAWOWE.....	5
5.	NORMY I OPRACOWANIA ZWIĄZANE .....	7
6.	ZABIEGI UTRZYMANIOWE NA POWIERZCHNI NAWIERZCHNI BETONOWYCH POZWALAJĄCE NA UTRZYMANIE POZIOMU HAŁAŚLIWOŚCI.....	7
6.1.	Wprowadzenie.....	7
6.2.	Metoda odkrytego kruszywa .....	7
6.2.1.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną technologii odkrytego kruszywa .....	7
6.2.2.	Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne.....	8
6.3.	Metoda teksturowania poprzecznego .....	8
6.3.1.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego .....	8
6.3.2.	Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne.....	8
6.4.	Metoda teksturowania podłużnego.....	8
6.4.1.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania podłużnego .....	8
6.4.2.	Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne.....	9
6.5.	Metoda NGCS .....	9
6.5.1.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną metody NGCS .....	9
6.5.2.	Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne.....	9
6.6.	Zabiegi na szczelinach .....	10
6.6.1.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na hałaśliwość szczelin.....	10
6.6.2.	Zabieg utrzymaniowy .....	10
7.	WYMAGANIA KOŃCOWE .....	10
8.	ZAŁĄCZNIK.....	12

# 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsze wymagania techniczne stanowią efekt prac nad projektem DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016 *Ochrona przed hałasem drogowym*, realizowanego w ramach programu RID finansowanego przez NCBIIR i GDDKiA.

## 2. PRZEDMIOT WYMAGAŃ

Przedmiotem wymagań technicznych jest określenie wymogów technicznych dotyczących utrzymania drogowych nawierzchni betonowych dla uzyskania określonego poziomu hałasu.

Niniejsze wymagania są powiązane z innym opracowaniem, które powstało w ramach wykonywanej pracy a mianowicie: *Wytyczne dotyczące rozwiązań materiałowo-technologicznych górnych warstw nawierzchni betonowych i zalecenia w zakresie ich hałaśliwości*. W wytycznych podano różne sposoby wykończenia górnej powierzchni nowych nawierzchni betonowych stosowane w kraju i światowej technice drogowej. Znanym jest fakt degradacji sposobu wykończenia górnej powierzchni pod wpływem eksploatacji nawierzchni, głównie pod wpływem ruchu i warunków środowiskowych. Degradacja taka powoduje zmianę poziomu emitowanego hałasu, najczęściej jego wzrost.

Celem niniejszych wymagań technicznych jest określenie zabiegów utrzymaniowych, które pozwolą na przywrócenie optymalnego poziomu hałasu lub jego nawet obniżenie z jednoczesnym zachowaniem cech eksploatacyjnych wymaganych wg DSN w klasie A/B. Niniejsze wymagania techniczne stanowią pierwsze podsumowanie kompleksowych badań hałasu na polskich nawierzchniach betonowych.

Wyniki przedstawione w wytycznych bazują na pomiarach hałasu (dla 72 km/h i 97 km/h.) realizowanych wg metody OBSI (On-Board Sound Intensity) najbardziej rozpowszechnionej w Stanach Zjednoczonych.

W zakresie badań tekstury i równości należy stosować pomiary profilografem laserowym oraz metodologię zawartą w systemie DSN identyfikującym stan nawierzchni w Polsce.

## 3. ZAKRES STOSOWANIA WYTYCZNYCH

W wytycznych technicznych zawarto informacje dotyczące różnych metod sanacji powierzchni nawierzchni wyeksploatowanych nawierzchni betonowych.

Podane w wytycznych metody utrzymania nawierzchni dla przywrócenia (lub obniżenia) poziomu hałaśliwości mogą stanowić podstawę do podejmowania decyzji przez inwestorów i projektantów co do wyboru rodzaju sanacji (wykończenia) górnej powierzchni warstwy nawierzchni betonowej w warunkach wymagających zmniejszenia hałaśliwości ruchu drogowego i stworzenia lepszego klimatu akustycznego.

Wytyczne należy stosować dla dróg o nawierzchni betonowej, których cechy powierzchniowe takie jak: tekstura i równość ulegają zmianie podczas eksploatacji powodując zmiany poziomu hałaśliwości. Dobór technologii utrzymania poziomu hałaśliwości nawierzchni betonowych powinien być szczególnie uwzględniany dla dróg na terenie zabudowy lub dróg zamiejskich w pobliżu terenów zamieszkałych. Wytyczne obejmują następujące typy nawierzchni betonowych:

- nawierzchnie wykończone w technologii odkrytego kruszywa. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest przez usunięcie niezwiązanej zaprawy cementowej i odsłonięcie gruboziarnistego kruszywa,
- nawierzchnie z teksturą poprzeczną. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest w wyniku przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką (w kierunku prostopadłym do osi jezdni),
- nawierzchnie z teksturą podłużną. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest w wyniku przeciągania „sztucznej trawy” lub tkaniny jutowej po świeżo ułożonej nawierzchni w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni),
- nawierzchnie szlifowane i rowkowane podłużnie. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest w wyniku 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).

Dla utrzymania lub przywrócenia wymaganego poziomu hałasu stosuje się następujące technologie utrzymaniowe:

- śrutowanie zabieg polegający na przywróceniu odpowiedniej głębokości makrotekstury tzw. uszorstnienie nawierzchni oraz dzięki zwiększeniu głębokości makrotekstury obniżeniu poziomu hałasu. Zabieg polega na wyrzucaniu na nawierzchnię z dużą prędkością miniśrutów stalowych za pomocą specjalnego zestawu maszyn,
- szlifowanie tzw. grinding, zabieg polegający na wyrównywaniu podłużnym nawierzchni za pomocą specjalnych tarcz oraz wykonywaniu w nawierzchni rowków pozwalających na uzyskanie lepszego współczynnika tarcia, zmniejszenia wskaźnika IRI oraz obniżenia hałaśliwości,
- nacinanie podłużne nawierzchni tzw. grooving, zabieg polegający wykonywaniu rowków podłużnych na nawierzchni. Zabieg pozwalający na polepszenie wskaźnika tarcia oraz obniżenia poziomu hałasu,
- technologia NGCS, zabieg polegający na równoczesnym wykonywaniu zabiegu szlifowania i rowkowania w tzw. technologii grindingu i groovingu.

Jako nawierzchnię referencyjną przyjęto nawierzchnię ze szczelinami wykonaną w technologii odkrytego kruszywa o uziarnieniu 0/8, dla której makrotekstura wyrażana wskaźnikiem MTD oraz równość wyrażana wskaźnikiem IRI znajdują się w klasie A (wg DSN). Do nawierzchni referencyjnej odniesiono inne nawierzchnie betonowe o innej technologii wykończenia oraz różnym stopniu eksploatacji. Poziom hałasu dla nawierzchni referencyjnej wynosi: 103 dB wg OBSI 97 km/h oraz 99,5 dB dla 72 km/h.

## 4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

**Dyblowana i kotwiona nawierzchnia betonowa** – nawierzchnia niezbrojona posiadająca szczeliny podłużne i poprzeczne. W celu zapewnienia odpowiedniej współpracy płyt stosuje się dyble w szczelinach poprzecznych i kotwy w szczelinach podłużnych.

**Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu** – nawierzchnia zbrojona nieposiadająca szczelin (nawierzchnia bezdylatacyjna). Nawierzchnię tworzą płyty długie z odpowiednio ułożonym zbrojeniem ciągłym (pręty poprzeczne ułożone ukośnie oraz pręty podłużne).

**Technologia odkrytego kruszywa** – technologia wykończenia górnej powierzchni nawierzchni betonowej polegająca na opóźnieniu hydratacji cementu w górnej warstwie świeżo ułożonej nawierzchni (np. przy użyciu glukozy) a następnie usunięciu niezwiązanej warstwy zaprawy cementowej stosując wypłukanie strumieniem wody lub wyszczotkowanie. W terminologii stosuje się także nazwę „eksponowane kruszywo”.

**Teksturowanie poprzeczne** – technologia wykończenia górnej powierzchni nawierzchni betonowej polegająca na wykonaniu struktury poprzecznej do osi jezdni. Realizuje się ją przecierając szczotką stalową (szczotkowanie) lub widełkami metalowymi (rowkowanie, metoda rzadziej stosowana) świeżo ułożoną mieszankę betonową.

**Teksturowanie podłużne** – technologia wykończenia górnej powierzchni nawierzchni betonowej polegająca na wykonaniu struktury podłużnej do osi jezdni. Realizuje się ją przeciągając po świeżo ułożonej mieszance betonowej, sztucznej trawy, tkaniny jutowej, grzebieni lub widełek metalowych. Możliwe jest także łączenie tych metod.

**Śrutowanie** - zabieg polegający na przywróceniu odpowiedniej głębokości makrotekstury tzw. uszorstnienie nawierzchni oraz dzięki zwiększeniu głębokości makrotekstury obniżeniu poziomu hałasu. Zabieg polega na wyrzucaniu na nawierzchnię z dużą prędkością miniśrutów stalowych za pomocą specjalnego zestawu maszyn.

**Szlifowanie podłużne tzw. grinding** - zabieg polegający na wyrównywaniu podłużnym nawierzchni za pomocą specjalnych tarcz oraz wykonywaniu w nawierzchni rowków pozwalających na uzyskanie lepszego współczynnika tarcia, zmniejszenia wskaźnika IRI oraz obniżenia hałaśliwości.

**Nacinanie podłużna tzw. grooving** - zabieg polegający wykonywaniu rowków podłużnych na nawierzchni. Zabieg pozwalający na polepszenie wskaźnika tarcia oraz obniżenia poziomu hałasu.

**Metoda NGCS** - 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).

**Równość podłużna** - cecha eksploatacyjna określająca zdolność nawierzchni jezdni do nie wzbudzania wstrząsów i drgań poruszającego się pojazdu.

**Wskaźnik IRI** (International Roughness Index) – Międzynarodowy Wskaźnik Równości, podstawowy parametr równości podłużnej, obliczany na podstawie profilu podłużnego nawierzchni. Parametr IRI charakteryzuje komfort jazdy poprzez symulację pracy zawieszenia umownego pojazdu poruszającego się z prędkością 80 km/h na długości analizowanego odcinka nawierzchni, podawany jest w jednostkach nachylenia: mm/m lub m/km.

**Tekstura** – cecha eksploatacyjna nawierzchni określająca odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali do 500 mm.

**Makrotekstura** – cecha eksploatacyjna nawierzchni określająca odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni w zakresie długości fali od 0.5 do 50 mm.

**Wskaźnik MPD** (Mean Profile Depth) – Średnia Głębokość Profilu, średnia wartość głębokości profilu określona wg procedury PN-EN ISO 13473-1:2005 dla odcinka bazowego długości 100 mm w co najmniej jednym śladzie kół. Wskaźnik MPD w systemie Diagnostyki Stanu Nawierzchni w Polsce (DSN) uznawany jest jako wskaźniki makrotekstury nawierzchni.

**Wskaźnik MTD** (Mean Texture Depth) – Średnia Głębokość Tekstury, głębokość tekstury otrzymana za pomocą metody objętościowej wg PN-EN 13036-1:2010. Wskaźnik MTD w systemie Diagnostyki Stanu Nawierzchni w Polsce (DSN) wykorzystywany jest do oceny stanu nawierzchni.

**Klasy: A, B, C, D** – skala oceny parametrów i stanu nawierzchni drogi w systemie Diagnostyki Stanu Nawierzchni w Polsce (DSN).

## 5. NORMY I OPRACOWANIA ZWIĄZANE

- [1] AASHTO, Measurement of Tire/Pavement Noise using the On-Board Sound 3 Intensity (OBSI) Method, TP 76-09, 2009
- [2] ASTM E 1926 – 08 Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements
- [3] ASTM E 2157 -02 Standard method for determining Mean Profile Depth using the Circular Track Meter. URL [www.astm.org](http://www.astm.org) . Assessed 5/30/2009
- [4] ASTM E1845-96 Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth
- [5] Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów - DSN. Wytyczne stosowania, GDDKiA, Warszawa kwiecień, 2015
- [6] PN-EN ISO 13473-1:2005E, Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych - Część 1: Określenie średniego profilu głębokości
- [7] PN-EN 13036-1:2010. Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych -- Metody badań - - Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem.(Dz. U. 2011 nr 140 poz. 824)
- [9] Ogólna Specyfikacja Techniczna. Nawierzchnia z betonu cementowego. D-05.03.04, GDDKiA, Warszawa, 2018
- [10] 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)”

## 6. ZABIEGI UTRZYMANIOWE NA POWIERZCHNI NAWIERZCHNI BETONOWYCH POZWALAJĄCE NA UTRZYMANIE POZIOMU HAŁAŚLIWOŚCI

### 6.1. Wprowadzenie

W rozdziale podano zabiegi utrzymaniowe jakie należy wykonać na powierzchni nawierzchni betonowych w celu przywrócenia ustalonego poziomu hałaśliwości. Zabiegi podano dla różnych technologii wykończenia górnej powierzchni nawierzchni betonowych a mianowicie: metody odkrytego kruszywa, teksturowania poprzecznego, teksturowania podłużnego oraz NGCS w zależności od zmiany makrotekstury wyrażanej wskaźnikiem MTD oraz równości wyrażanej wskaźnikiem IRI.

### 6.2. Metoda odkrytego kruszywa

#### 6.2.1. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną technologii odkrytego kruszywa

Górna powierzchnia nawierzchni betonowej ulega zużyciu w okresie eksploatacji. Nawierzchnie z odkrytym kruszywem dla długiego okresu eksploatacji nie wykazują dużej wrażliwości akustycznej. Wobec tego mogą być stosowane dla 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 co powoduje wzrost poziomu dźwięku od momentu oddania drogi do użytku tylko o około +1.0 dB (w okresie 30 lat).

### **6.2.2. Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne**

W celu przywrócenia wymaganego (oczekiwanego) poziomu hałasu należy na nawierzchni wykonać zabieg śrutowania, który polepszy równość oraz makroteksturę (doprowadzając stan nawierzchni z niższych klas do klasy A), co tym samym spowoduje zmniejszenie hałaśliwości nawierzchni.

Zmiana stanu nawierzchni wynikająca ze zmiany makrotekstury o jedną klasę np. z B do A odpowiada zmianie poziomu dźwięku o około -1 dB (dla 72 km/h) oraz - 2.5 dB (dla 97 km/h). Przy wyższych prędkościach eksploatacyjnych (np. 130km/h) taka zamiana może wynosić nawet 4 dB.

## **6.3. Metoda teksturowania poprzecznego**

### **6.3.1. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego**

Powierzchnia nawierzchni betonowej wykonana w technologii szrotkowania poprzecznego ulega znacznemu zużyciu w okresie eksploatacji. Znacznie obniża się wartość wskaźnika tekstury MTD dochodząc do klasy C/D co powoduje wzrost poziom dźwięku o około +2 dB na każde przejechane 130 mln pojazdów (w tym 35% samochodów ciężarowych) na pas.

Nawierzchnie wykonane w technologii szrotkowania poprzecznego jedynie dla niskich prędkości oraz krótkiego okresu eksploatacji mogą być porównywalne z nawierzchnią referencyjną. Dla długiego okresu eksploatacji i większej prędkości eksploatacyjnej wykazują większą wrażliwość akustycznej. Tą teksturę można stosować dla dróg o niskiej klasie technicznej.

### **6.3.2. Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne**

W celu polepszenia właściwości hałasowych nawierzchni należy wykonać zabiegi: grindingu i groovingu lub jednocześnie NGCS.

Należy zaznaczyć, Tekstura nawierzchni teksturowanej poprzecznie szybko ulega degradacji osiągając klasę D ze względu na makroteksturę. W tej klasie poziom hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej może wynosić nawet +3 dB. Po wykonaniu zabiegów utrzymaniowych do klasy A/B należy się spodziewać odpowiednio poziomu dźwięku: 0 dB (grinding), -1 dB (grooving), -2 ÷ -3 dB (NGCS) w stosunku do nawierzchni referencyjnej.

## **6.4. Metoda teksturowania podłużnego**

### **6.4.1. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania podłużnego**

Powierzchnia nawierzchni betonowej wykonana w technologii tekstury podłużnej ulega szybkiemu zużyciu w okresie eksploatacji. Znacznie obniża się wartość wskaźnika tekstury MTD dochodząc do klasy C/D co powoduje wzrost poziom dźwięku od około +1 dB do +2 dB na każde przejechane 130 mln pojazdów (w tym 35% samochodów ciężarowych) na pas.



Nawierzchnie wykonane w technologii teksturowania podłużnego jedynie dla niskiej prędkości oraz krótkiego okresu eksploatacji mogą być porównywalne lub nieco cichsze od nawierzchni referencyjnej. Tą teksturę zaleca się stosować dla dróg o niskiej klasie technicznej.

#### **6.4.2. Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne**

W celu polepszenia właściwości hałasowych nawierzchni należy wykonać zabiegi: grindingu i groovingu lub jednocześnie NGCS.

Tekstura nawierzchni teksturowanej podłużnie szybko ulega degradacji osiągając klasę D ze względu na makroteksturę. W tej klasie poziom hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej może wynosić nawet +1.5 dB. Po wykonaniu zabiegów utrzymaniowych do klasy A/B należy się spodziewać odpowiednio poziomu dźwięku: 0 dB (grinding), -1 dB (grooving), -2 dB ÷ -3 dB (NGCS) w stosunku do nawierzchni referencyjnej.

### **6.5. Metoda NGCS**

#### **6.5.1. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną metody NGCS**

Wg doświadczeń amerykańskich trwałość zabiegu wynosi nawet do 30 lat. W tym okresie poziom hałasu może zmienić zwiększyć się od +3 dB do +4dB.

#### **6.5.2. Zabieg utrzymaniowy oraz wymagane cechy eksploatacyjne**

W Polsce aktualnie brak jest doświadczeń dotyczących korelacji teksturowania w kierunku podłużnym NGCS ze zmianami makrotekstury i równości w okresie eksploatacji. Należy się jednak spodziewać, że będą zbliżone do zależności uzyskiwanych dla technologii odkrytego kruszywa. Technologia NGCS stanowi połączenie stosowanych już wcześniej technik wykończenia: „Grindingu” oraz „Groovingu”. Została wdrożona przez IGGA (International Grinding and Grooving Association, ACPA - American Concrete Pavement Association, PCA - Portland Cement Association). Przy wykonywaniu tekstury stosuje się odpowiednie kombinacje tarcz diamentowych o określonej szerokości. Wykonuje się dwie fazy pracy: najpierw I – „Flush Grinding” (klasyczny oraz precyzyjny), potem II – „Grooving”- rowkowanie. Jeden lub dwa przejścia po nawierzchni. Testowana była w 12 stanach w USA od 2007 roku. Maksymalny poziom hałasu na nawierzchni betonowej wyniósł 96.8 dB. Technologię tą zoptymalizowano dla nawierzchni betonowych. W odniesieniu do nawierzchni referencyjnej osiągnięty jest obniżenie poziomu dźwięku o około -3 dB.

„Grinding” oznacza tzw. szlifowanie, wygładzanie nawierzchni na grubości 3 – 8 mm. Dla tej technologii odstępy pomiędzy tarczami wynoszą ok. 2.5 mm, przy miękkich kruszywach typu wapień, mogą wynosić 3.5 mm. „Grooving” polega na wykonaniu w nawierzchni rowków. Odstęp między tarczami (grubości 3.2 mm) wynosi 19 mm, głębokość rowkowania od 3.2 do 6.4 mm.

## 6.6. Zabiegi na szczelinach

### 6.6.1. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na hałaśliwość szczelin

Poprawnie wykonane szczeliny nie wykazują wpływu na hałas. Po pewnym okresie eksploatacji mogą pojawić się uskoki związane z ograniczeniem współpracy płyt w szczelinach, co może spowodować zwiększenie ich hałaśliwości. Dopuszczalne uskoki na krawędziach płyt nie wpływające istotnie na zwiększenie poziomu hałasu wynoszą do 4 mm. Gdy uskoki płyt przekraczają 5 mm, odczuwalny jest zwiększony poziom hałasu (od około +3 dB do +4 dB) także w kabinie pojazdu. Inna sytuacja zwiększonego poziomu hałasu dotyczy zbyt dużej szerokości szczeliny oraz jej jakości wypełnienia. Im szersza szczelina i źle utrzymana, tym większy poziom hałasu. Połączenia bez wypełnień lub ze znacznie uszkodzonymi wypełnieniami już o szerokości większej niż 12 mm mogą powodować zauważalne poziomy hałasu. Nie można dopuszczać do braku wypełnień dla szczelin o szerokości większej niż 10 mm. Poziom hałasu może się zwiększyć w tych przypadkach o +6 do 7 dB. Należy zaznaczyć, że nie stwierdzono wpływu sposobu wypełnienia szczelin masą zalewową lub profilami elastycznymi na zmianę poziomu dźwięku. Różnice w poziomach hałasu pomiędzy nawierzchniami zawierającymi szczeliny oraz nawierzchniami bez szczelin (nawierzchnie o ciągłym zbrojeniu) wynoszą około od -1 dB do -2 dB w zależności od technologii wykończenia.

### 6.6.2. Zabieg utrzymaniowy

W celu polepszenia właściwości hałasowych szczelin należy wykonać zabieg wyrównania szczelin. Można w tym celu wykorzystać technologię grinding i grooving korygując w ten sposób wskaźnik równości oraz dokonać wymiany wypełnień w szczelinie. W szczególnych przypadkach niezbędna jest identyfikacja przyczyn uskoków, które mogą być uwarunkowane ograniczeniem nośności podbudowy podłoża lub uszkodzeniem dybli w szczelinach.

## 7. WYMAGANIA KOŃCOWE

Wytyczne przedstawiają zabiegi utrzymaniowe niezbędne do utrzymania lub przywrócenia oczekiwanego poziomu hałasu. Praktycznie niezależnie od technologii wykończenia nie stwierdza się wyraźnego wpływu równości wyrażanej wskaźnikiem IRI na poziom hałasu. W celu zachowania wymaganej trwałości hałasowej należy przestrzegać odpowiednich parametrów makrotekstury wyrażanej wskaźnikiem MTD na poziomie 0.8 – 1 mm, aby zachować przynajmniej stan zadowalający (klasa B). W tabeli 7.1. zamieszczono zmiany poziomu hałasu (badanego wg metody OBSI 97 km/h) przy zastosowaniu różnych zabiegów utrzymaniowych oraz optymalny poziom hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla różnych klas wg DSN. Podano także trwałość akustyczną danego zabiegu.

Tablica 7.1. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej z odkrytym kruszywem 0/8

Typ nawierzchni, technologia wykończenia, nawierzchni	Zmiana poziomu hałasu
<b>Nawierzchnia bez szczelin z odkrytym kruszywem 0/8 (klasa A)</b>	<b>-2 dB</b>
Po okresie eksploatacji 30 lat (klasa D)	+1 dB
Zabieg utrzymaniowy (śrutowanie) (klasa A)	-2 dB
<b>Nawierzchnia ze szczelinami z odkrytym kruszywem 0/8 (klasa A)</b>	<b>0 dB</b>
Po okresie eksploatacji 30 lat (klasa D)	+1 ÷ +2 dB
Zabieg utrzymaniowy (śrutowanie) (klasa A)	0 dB
<b>Nawierzchnia ze szczelinami z teksturą poprzeczną</b>	
Po okresie eksploatacji 18 lat (klasa D)	+3.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (Grinding) (klasa A)	0.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (Grooving) (klasa A)	-1.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (NGCS) (klasa A)	-2.0 ÷ -3.0 dB
<b>Nawierzchnia ze szczelinami z teksturą podłużną</b>	
Po okresie eksploatacji 18 lat (klasa D)	+1.5 dB
Zabieg utrzymaniowy (Grinding) (klasa A)	0.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (Grooving) (klasa A)	-1.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (NGCS) (klasa A)	-2.0 ÷ -3.0 dB
<b>Grinding &amp; Grooving</b>	
Po okresie eksploatacji 30 lat (klasa D)	+3.0 dB
Zabieg utrzymaniowy (NGCS) (klasa A)	-2.0 ÷ -3.0 dB

## 8. ZAŁĄCZNIK

W załączniku przedstawiono dla różnych poziomów eksploatacji nawierzchni wartości zmian poziomu hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h.

Zaprezentowane wyniki pochodzą z pomiarów na wybranych drogach betonowych w Polsce zrealizowanych w różnej technologii wykończenia górnej powierzchni.

W tab. 8.1 i 8.2 dla technologii odkrytego kruszywa pokazano wartości poziomu hałasu w zależności od wskaźnika IRI oraz MTD w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h.

Tabela 8.1. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika równości podłużnej IRI w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h – wykończenie odkryte kruszywo

klasa	wskaźnik IRI [mm/m]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
A	0.5	-0.8	-2.3
A	1.0	-0.3	-1.0
A	1.5	+0.2	+0.3
B	2.0	+0.7	+1.7
B	2.5	+1.2	+3.0

Tabela 8.2. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika MTD – wykończenie odkryte kruszywo

klasa wg	wskaźnik MTD [mm]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
C	0.6	-1.7	-3.4
C	0.7	-1.3	-2.6
B	0.8	-0.8	-1.7
B	0.9	-0.4	-0.9
A	1.0	+0.1	+0.0
A	1.1	+0.5	+0.8

W tab. 8.3 i 8.4 dla technologii teksturowania poprzecznego pokazano wartości poziomu hałasu w zależności od wskaźnika IRI oraz MTD w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h.

Tabela 8.3. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika równości podłużnej IRI w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h – wykończenie tekstura poprzeczna

klasa	wskaźnik IRI [mm/m]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
A	0.5	+0.3	+1.1
A	1.0	+0.9	+1.4
A	1.5	+1.4	+1.6
B	2.0	+1.9	+1.8
B	2.5	+2.4	+2.1

Tabela 8.4. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika MTD – wykończenie tekstura poprzeczna

klasa wg	wskaźnik MTD [mm]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
D	0.2	+2.9	+3.3
D	0.3	+2.0	+2.6
D	0.4	+1.1	+1.8
D	0.5	+0.3	+1.0
D	0.6	-0.6	+0.2
C	0.7	-1.5	-0.5

W tab. 8.5 i 8.6 dla technologii teksturowania podłużnego pokazano wartości poziomu hałasu w zależności od wskaźnika IRI oraz MTD w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h.

Tabela 8.5. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika równości podłużnej IRI w stosunku do nawierzchni referencyjnej dla 72 km/h i 97 km/h – wykończenie tekstura podłużna

klasa	wskaźnik IRI [mm/m]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
A	0.5	+0.2	+0.6
A	1.0	+0.6	+0.7
A	1.5	+0.9	+0.8
B	2.0	+1.3	+0.9
B	2.5	+1.7	+1.1

Tabela 8.6. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w zależności od wskaźnika MTD  
– wykończenie tekstura podłużna

klasa wg	wskaźnik MTD [mm]	poziom dźwięku IL 72 km/h [dB]	poziom dźwięku IL 97 km/h [dB]
D	0.2	-0.7	+1.5
D	0.3	-0.8	+1.1
D	0.4	-0.9	+0.7
D	0.5	-1.0	+0.3
D	0.6	-1.1	-0.1
C	0.7	-1.2	-0.5