



**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*:

Wytyczne dotyczące rozwiązań materiałowo-technologicznych górnych warstw nawierzchni betonowych i zalecenia w zakresie ich hałaśliwości.

*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 WYTYCZNYCH	3
3.	ZAKRES STOSOWANIA WYTYCZNYCH	3
4.	OKREŚLENIA PODSTAWOWE.....	4
5.	NORMY I OPRACOWANIA ZWIĄZANE	6
6.	WPŁYW RÓŻNYCH TECHNOLOGII WYKOŃCZENIA GÓRNYCH POWIERZCHNI NAWIERZCHNI NA POZIOM HAŁASU.....	7
6.1.	Założenia - nawierzchnia referencyjna	7
6.2.	Metoda odkrytego kruszywa	7
6.2.1.	Technologia wykonania.....	7
6.2.2.	Wpływ równości na poziom hałasu.....	8
6.2.3.	Wpływ makrotekstury na poziom hałasu.....	8
6.2.4.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną technologii odkrytego kruszywa	8
6.3.	Metoda teksturowania poprzecznego	8
6.3.1.	Technologia wykonania.....	8
6.3.2.	Wpływ równości na poziom hałasu.....	8
6.3.3.	Wpływ makrotekstury na poziom hałasu.....	9
6.3.4.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego	9
6.4.	Metoda teksturowania podłużnego.....	9
6.4.1.	Technologia wykonania.....	9
6.4.2.	Wpływ równości na poziom hałasu.....	9
6.4.3.	Wpływ makrotekstury na poziom hałasu.....	9
6.4.4.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego	10
6.5.	Metoda NGCS	10
6.5.1.	Technologia wykonania.....	10
6.5.2.	Wpływ równości na poziom hałasu.....	10
6.5.3.	Wpływ makrotekstury na poziom hałasu.....	11
6.5.4.	Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego	11
7.	WPŁYW DYLATAcji W NAWIERZCHNIACH NA POZIOM HAŁASU.....	11
7.1.	Rodzaje dylatacji	11
7.2.	Wpływ dylatacji na poziom hałasu	12
8.	WYMAGANIA KOŃCOWE	12

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

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

2. PRZEDMIOT WYTYCZNYCH

Przedmiotem wytycznych są wymagania materiałowo-technologiczne górnych warstw nawierzchni drogowych z betonu cementowego w zakresie oceny ich hałaśliwości. W przypadku nawierzchni betonowych o poziomie emitowanego hałasu decyduje technologia wykończenia górnej powierzchni nawierzchni. W wytycznych podano różne sposoby wykończenia górnej powierzchni nowych nawierzchni betonowych stosowane w kraju i światowej technice drogowej. Na podstawie wykonanych badań określono tzw. technologię referencyjną wykończenia powierzchni i do tej technologii odniesiono pozostałe technologie wykończenia pod względem emisji hałasu. Jako technologię referencyjną wybrano taką, która charakteryzowała się najniższym poziomem hałasu zarejestrowanym na wybudowanych autostradach, drogach ekspresowych i innych kategoriach dróg w Polsce.

Celem wytycznych jest ustalenie zależności pomiędzy wykończeniem górnej powierzchni nawierzchni a poziomem emitowanego hałasu nowo wybudowanych nawierzchni betonowych. Niniejsze wytyczne stanowią pierwsze podsumowanie kompleksowych badań hałasu na polskich nawierzchniach betonowych.

3. ZAKRES STOSOWANIA WYTYCZNYCH

W wytycznych zawarto informacje dotyczące różnych metod wykończenia górnej powierzchni dla nowoprojektowanych i budowanych nawierzchni betonowych.

Opracowana klasyfikacja nawierzchni betonowych pod względem hałaśliwości w powiązaniu ze sposobem wykończenia górnej powierzchni może stanowić podstawę do podejmowania decyzji przez inwestorów i projektantów co do wyboru rodzaju wykończenia warstwy nawierzchni betonowej w warunkach wymagających zmniejszenia hałaśliwości ruchu drogowego i stworzenia lepszego klimatu akustycznego.

Wytyczne można stosować dla nowo budowanych jak i eksploatowanych dróg o nawierzchni betonowej. Dobór technologii wykończenia nawierzchni betonowych powinien być szczególnie

uwzględniany dla dróg na terenie zabudowy lub dróg zamiejskich w pobliżu terenów zamieszkałych. Wytyczne obejmują następujące typy nawierzchni betonowych:

Klasyfikacja nawierzchni betonowych pod względem wykończenia górnej powierzchni:

- nawierzchnie wykończone w technologii odkrytego kruszywa. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest przez usunięcie niezwiązanej zaprawy cementowej i odsłonięcie 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). Zabieg można wykonywać na nowo wybudowanej lub eksploatowanej nawierzchni.

Klasyfikacja nawierzchni betonowych pod względem typu konstrukcji:

- nawierzchnie dyblowane i kotwione (ze szczelinami)
- nawierzchnie o ciągłym zbrojeniu (bez szczelin).

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. 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.

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 . 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: „Tekstutowanie 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. WPŁYW RÓŻNYCH TECHNOLOGII WYKOŃCZENIA GÓRNYCH POWIERZCHNI NAWIERZCHNI NA POZIOM HAŁASU

6.1. Założenia - nawierzchnia referencyjna

Do oceny wpływu różnych technologii wykończenia górnej powierzchni nawierzchni betonowej na poziom hałasu przyjęto nawierzchnię referencyjną wykonaną w technologii odkrytego kruszywa 0/8.

6.2. Metoda odkrytego kruszywa

6.2.1. Technologia wykonania

Technologia wykonania polega na wykończeniu 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 wyflukanie strumieniem wody lub wyszczotkowanie. W terminologii stosuje się także nazwę „eksponowane kruszywo”. Nawierzchnię układa się dwuwarstwowo. Przy czym górna warstwa grubości 5-6 cm zaprojektowana specjalnie w celu uzyskania właściwości eksploatacyjnych i wytrzymałościowych oraz odporności na środki zimowego utrzymania wg [8]. Wymagana Średnia Głębokość Tekstury MTD: [Mean Texture Depth] powinna się zawierać w przedziale od 0,8 mm do 1,3 mm.

W celu spełnienia wymagań dla górnej warstwy nawierzchni betonowej o odkrytym kruszywie odnośnie makrotekstury oraz współczynnika tarcia, zaleca się stosowanie mieszanki kruszyw 0/8 mm o nieciąglym uziarnieniu. Poniżej w tabeli 6.1 podaje się graniczne krzywe uziarnienie.

Tabela 6.1. Krzywe graniczne uziarnienia dla mieszanki 0/8 dla górnej warstwy nawierzchni

Sito, mm	Mieszanka mineralna 0/8 mm o nieciąglym uziarnieniu
8,0	100
4,0	30 ÷ 74
2,0	30 ÷ 57
1,0	21 ÷ 42
0,5	14 ÷ 26
0,25	5 ÷ 11

Bardzo dobre efekty uzyskuje się stosując frakcje: 0/2; 2/5; 5/8.

6.2.2. Wpływ równości na poziom hałasu

Dla technologii odkrytego kruszywa optymalną równością dla której uzyskuje się minimalny poziom hałasu (103 dB wg OBSI 97 km/h oraz 99,5 dB dla 72 km/h) jest nawierzchnia posiadająca wskaźnik IRI od 1.0 do 1.5 mm/m co odpowiada klasie A wg DSN. Nie obserwuje się zmiany wskaźnika IRI w okresie eksploatacji.

6.2.3. Wpływ makrotekstury na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii odkrytego kruszywa wykazują tendencję wzrostu poziomu dźwięku wraz ze wzrostem poziomu makrotekstury wyrażanym wskaźnikiem MTD. Optymalny wskaźnik makrotekstury dla której otrzymuje się minimalny poziom hałasu (103 dB wg OBSI 97 km/h oraz 99,5 dB dla 72 km/h) jest MTD = 1 mm co odpowiada klasie A wg DSN.

6.2.4. 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 zapewni wzrost poziomu dźwięku od momentu oddania drogi do użytku tylko o około +1.0 dB. Zachowanie właściwości akustycznych nawierzchni drogowej w trakcie eksploatacji szacuje się na 30 lat.

6.3. Metoda teksturowania poprzecznego

6.3.1. Technologia wykonania

Technologia ta polega na wykonaniu w świeżym betonie tekstury w kierunku prostopadłym do osi jezdni. Realizuje się ją przecierając szczotką stalową (szczotkowanie) lub widełkami metalowymi świeżo ułożoną mieszankę betonową. W tej technologii beton w przeciwieństwie do odkrytego kruszywa układa się w jednej warstwie o uziarnieniu 0/22. Podczas zagęszczania ułożonej mieszanki na powierzchnię warstwy jest wyciągane drobne kruszywo (zaprawa) piasek. W tej zaprawie wykonuje się teksturowanie. Powierzchnia wykonana wg tej technologii ma znacznie mniejszą żywotność niż technologia odkrytego kruszywa.

6.3.2. Wpływ równości na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii szczotkowania poprzecznego wskazują małą wrażliwość poziomu dźwięku względem wzrostu wskaźnika równości IRI. Dla wartości wskaźnika IRI w klasie A (< 2.0 mm/m) poziom hałasu względem nawierzchni referencyjnej wynosi +2 dB.

6.3.3. Wpływ makrotekstury na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii szrotkowania poprzecznego wykazują tendencję zmniejszania się wartości dźwięku do pewnego poziomu wraz ze wzrostem poziomu makrotekstury wyrażanym wskaźnikiem MTD. Dla wartości wskaźnika MTD w klasie D (< 0.45 mm) poziom hałasu względem nawierzchni referencyjnej wynosi $+2.5$ dB. Dla wskaźnika MTD w klasie A/B mogą osiągnąć poziom dźwięku o około $+1.5$ do $+2.0$ dB większy w porównaniu do nawierzchni referencyjnej.

6.3.4. 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 z klasy A do klasy D (a szczególnie w zakresie $0.7 - 0.2$ mm) co powoduje wzrost poziomu dźwięku o około 2 dB na każde przejechane 130 mln pojazdów (w tym 35% samochodów ciężarowych) na pas. Zachowanie właściwości akustycznych nawierzchni drogowej w trakcie eksploatacji szacuje się na 18 lat.

Nawierzchnie wykonane w technologii szrotkowania poprzecznego jedynie dla niskich prędkości oraz krótkiego okresu eksploatacji mogą mieć zbliżony poziom hałasu do nawierzchni referencyjnej. Dla długiego okresu eksploatacji i większej prędkości eksploatacyjnej wykazują większą wrażliwość akustyczną. Tą teksturę zaleca się stosować dla dróg o niskiej klasie technicznej i małym natężeniu ruchu.

6.4. Metoda teksturowania podłużnego

6.4.1. Technologia wykonania

Technologia ta polega na wykonaniu w świeżym betonie tekstury w kierunku równoległym 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.

W tej technologii beton w przeciwieństwie do odkrytego kruszywa układa się w jednej warstwie o uziarnieniu $0/22$. Podczas zagęszczania ułożonej mieszanki na powierzchnię warstwy jest wyciągane drobne kruszywo (zaprawa) piasek. W tej zaprawie wykonuje się teksturowanie. Powierzchnia wykonana wg tej technologii ma znacznie mniejszą żywotność niż technologia odkrytego kruszywa.

6.4.2. Wpływ równości na poziom hałasu

Nawierzchnie teksturowane podłużnie nie wykazują praktycznie zmian poziomu dźwięku względem równości podłużnej. Dla wartości wskaźnika IRI w klasie A (< 2.0 mm/m) poziom hałasu względem nawierzchni referencyjnej wynosi $+1$ dB.

6.4.3. Wpływ makrotekstury na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii tekstury podłużnej wykazują tendencję nieznacznego zmniejszania się poziomu dźwięku wraz ze wzrostem poziomu makrotekstury wyrażanym wskaźnikiem MTD. Dla wartości wskaźnika MTD w klasie D (< 0.45 mm) poziom hałasu w względem

nawierzchni referencyjnej wynosi +1.5 dB. Dla wskaźnika MTD w klasie A/B mogą osiągnąć poziom dźwięku o około +1.0 dB większy w porównaniu do nawierzchni referencyjnej.

6.4.4. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego

Powierzchnia nawierzchni betonowej wykonana w technologii tekstury podłużnej ulega szybkiemu zużyciu w okresie eksploatacji, szczególnie jeśli chodzi o wskaźnik MTD (zmiana z klasy A do D), co powoduje wzrost poziomu dźwięku o około 1-2 dB na każde przejechane 130 mln pojazdów (w tym 35% samochodów ciężarowych) na pas. Zachowanie właściwości akustycznych nawierzchni drogowej w trakcie eksploatacji szacuje się na 18 lat.

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 i małym natężeniu ruchu.

6.5. Metoda NGCS

W Polsce aktualnie brak jest doświadczeń dotyczących teksturowania w kierunku podłużnym określanym jako Next Generation Concrete NGCS. Ta technologia 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). Testowana była w 12 stanach w USA od 2007 roku.

6.5.1. Technologia wykonania

Technologia ta polega na jednoczesnym szlifowaniu i rowkowaniu górnej powierzchni nawierzchni. 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. 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 odstęp między tarczami wynosi 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.

6.5.2. Wpływ równości na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii „grinding and grooving” podobnie jak inne technologie wykończenia wskazują małą wrażliwość poziomu dźwięku względem wzrostu wskaźnika równości IRI. Stosując tą metodę można polepszyć wartość wskaźnika IRI o około 0.5 – 1.0 mm/m.

6.5.3. Wpływ makrotekstury na poziom hałasu

Nawierzchnie wykonane w technologii „grinding and grooving” zapewniają najbardziej trwałą i jednorodną makroteksturę. Przy nowo wykonanych nawierzchniach wartości MTD mogą wynosić nawet 2 mm. Taki poziom makrotekstury klasyfikuje nawierzchnię w klasie A i pozwala osiągnąć poziom dźwięku o około -2.0 ÷ -3.0 dB mniejszy w porównaniu do nawierzchni referencyjnej.

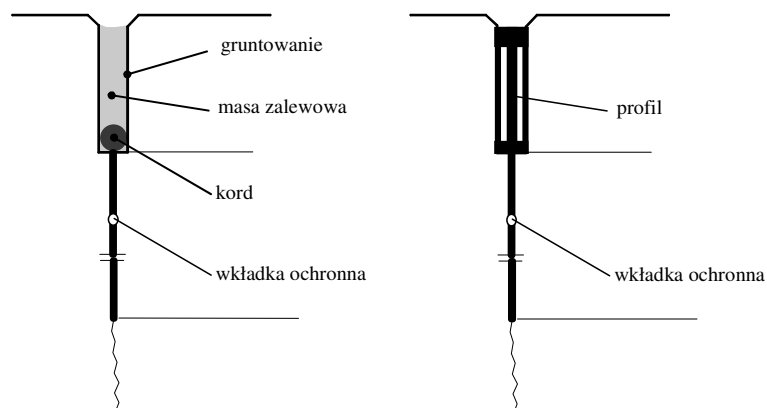
6.5.4. Wpływ skumulowanego obciążenia ruchem na trwałość akustyczną teksturowania poprzecznego

Powierzchnia nawierzchni w technologii „grinding and grooving” także ulega stopniowemu zużyciu, jednak przy przejechaniu nawet 90 mln pojazdów na pas (w tym 35% samochodów ciężarowych), nadal utrzymana zostanie klasa A dla wskaźnika MTD. Zachowanie właściwości akustycznych nawierzchni drogowej w trakcie eksploatacji szacuje się na 30 lat.

7. WPŁYW DYLATACJI W NAWIERZCHNIACH NA POZIOM HAŁASU

7.1. Rodzaje dylatacji

W nawierzchniach betonowych jako dylatacje zapewniające oddziaływanie termiczne stosuje się szczeliny skurczowe. Mogą być wypełnione masą zalewową lub profilami (rys. 7.1). Podczas zakończenia dziennych robót budowlanych oraz przy połączeniu nawierzchni betonowej z innymi obiektami (w tym elementami odwodnienia) stosuje się szczeliny pełne. Sposób wywoływania hałasu tych szczelin jest podobny do szczelin skurczowych ze względu na podobne wykonanie



Rys. 7.1. Rodzaje wypełnień szczelin skurczowych

7.2. Wpływ dylatacji na poziom hałasu

Współcześnie stosowane technologie wykonywania szczelin skurczowych w nawierzchniach betonowych tj. dyblowanie szczelin, szerokość do 8 mm, fazowanie oraz wypełnianie masą zalewową lub profilami nie są w ciągu drogi dodatkowym źródłem hałasu. Na nawierzchniach posiadających teksturę w klasie od A do D różnice w występowaniu nowowykonanych szczelin i ich braku nie są zauważalne. Różnice mogą występować w okresie eksploatacji (po przejechaniu 130 mln pojazdów na pas) kiedy to szczeliny i ich wypełnienia ulegają degradacji. W takich sytuacjach hałaśliwość dylatacji wzrasta ok. +1,5 dB.

8. WYMAGANIA KOŃCOWE

Wytyczne przedstawiają rozwiązania materiałowo-technologiczne górnych warstw nowo budowanych nawierzchni drogowych z betonu cementowego pod względem trwałości i możliwości aplikacyjnych w warunkach polskiego klimatu w aspekcie hałasu drogowego.

W tabeli 8.1. zamieszczono w formie zbiorczej zmiany poziomu hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej. Wyniki dotyczące technologii Grinding & Grooving zaczerpnięto z literatury wg której badania prowadzono metodą OBSI.

Tablica 8.1. Zestawienie zmiany poziomu hałasu w stosunku do nawierzchni referencyjnej z odkrytym kruszywem 0/8

Typ nawierzchni, technologia wykończenia, parametry	Zmiana poziomu dźwięku	Okres trwałości akustycznej
Nawierzchnia ze szczelinami z odkrytym kruszywem 0/8, MTD ~ 1.0mm, IRI ~ 1mm/m	0 dB	30 lat
Nawierzchnia ze szczelinami z teksturą poprzeczną	+2.0 dB	18 lat
Nawierzchnia ze szczelinami z teksturą podłużną	+1.0 dB	18 lat
Grinding & Grooving	-2.0 ÷ -3.0 dB	30 lat