

Hątaśliwość drogowych nawierzchni betonowych

Dr hab. inż. Władysław Gardziejczyk, prof. PB

Kielce, 14 maja 2015 r.

1. Wprowadzenie

2. Hałas opona/nawierzchnia i hałas toczenia pojazdów samochodowych - metody oceny

3. Nawierzchnie drogowe a hałas toczenia pojazdów

4. Hałaśliwość nawierzchni betonowych – wyniki badań

5. Podsumowanie

Dyrektywa 2002/49/WE

Poziom ciśnienia akustycznego: $L_p = 10 \cdot \log(p/p_o)^2,$

Hałas

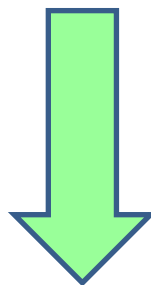
Równoważny poziom dźwięku

Ocena klimatu akustycznego: $L_{(x)eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_x^2(t)}{p_o^2} dt \right] = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1Lx(t)} dt \right]$

Polityka długookresowa: $L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$

Dyrektywa 2002/49/WE

- mapy akustyczne i programy „walki” z hałasem*
- dostęp do informacji o hałasie*
- metody badania i wskaźniki oceny*
- działania w celu poprawy klimatu akustycznego*



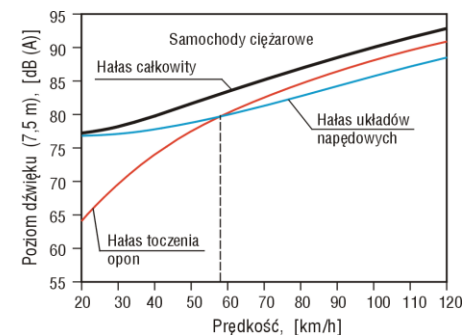
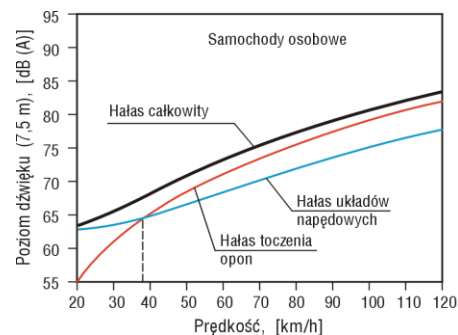
*Ograniczenie hałasu drogowego – m.in. przez promowanie
i stosowanie nawierzchni obniżających poziom hałasu toczenia
pojazdów samochodowych*

Obwodnice
Ekrany akustyczne
Izolacje dźwiękochłonne

.....



$$\Delta L_A = L_{A2} - L_{A1}$$



Nośność i trwałość nawierzchni (*trwałość użytkowa, deformacje strukturalne, trwałość zmęczeniowa*)

Bezpieczeństwo i komfort jazdy (*równość podłużna, równość poprzeczna, właściwości przeciwpoślizgowe, właściwości odblaskowe, widoczność na mokrej nawierzchni*)

Ochrona środowiska (**emisja hałasu**, *zanieczyszczenie powietrza, zanieczyszczenie wód, technologie i materiały przyjazne środowisku*)

Nawierzchnie „ciche” - badane i stosowane technologie:

- warstwy ścieralne z asfaltu porowatego (-2 ÷ -9 dB) (?):
 - pojedyncze warstwy
 - podwójne warstwy
- cienkie warstwy asfaltowe (-3 ÷ -9 dB) (?):
 - BBTM, Colsoft, Nanosoft, SMA LA,

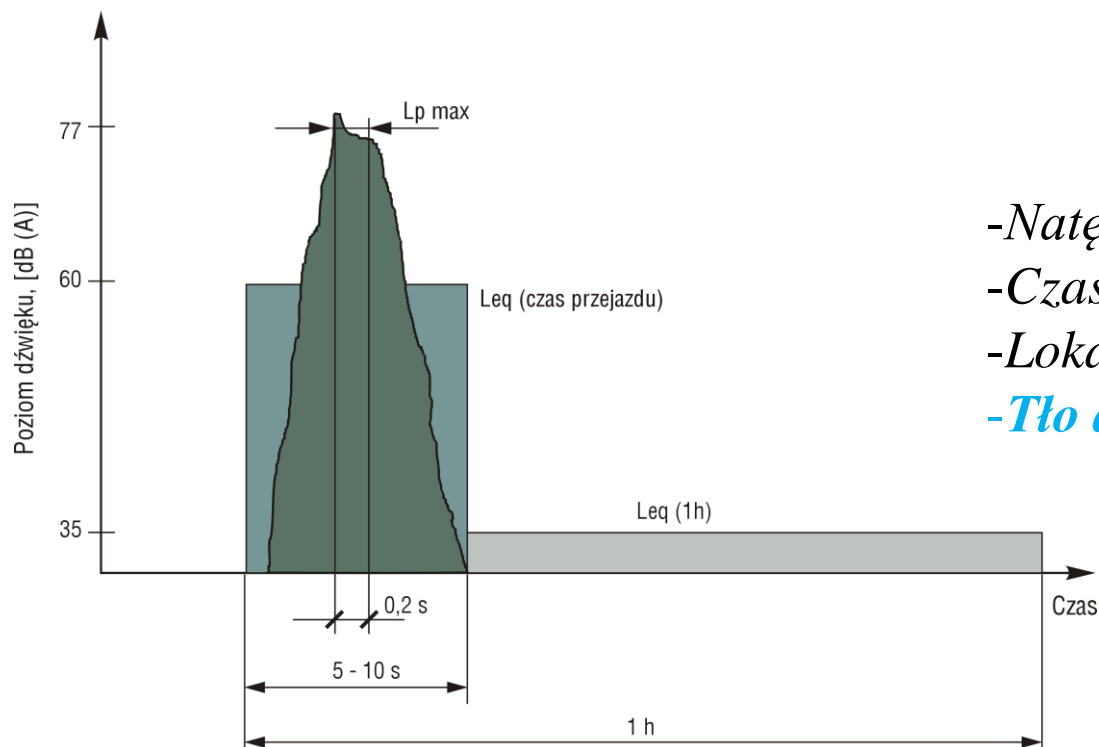
- warstwy porowate z betonu cementowego (-3 ÷ -8 dB) (?)
- nawierzchnie poroelastyczne (-5 ÷ -15 dB)

Redukcja hałasu: 5 - 6 dB
(na pojedynczych odcinkach nawet do 10 dB)

Czy umiemy badać i oceniać hałaśliwość nawierzchni ?

-Nawierzchnia referencyjna

-Nawierzchnia „cicha”

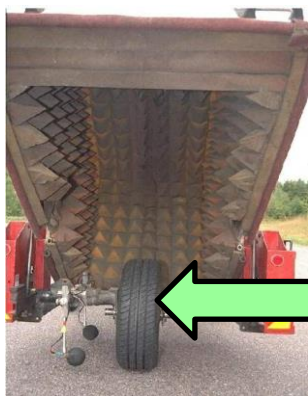


~~Leq - ?~~

- Nateżenie i struktura rodzajowa ruchu
- Czas pomiaru
- Lokalizacja punktu pomiaru
- Tło akustyczne*

Metoda SPB i metoda CPB

Metoda CPX



Pryczepa
 badawcza
Tiresonic-3
 Politechnika
 Gdańska

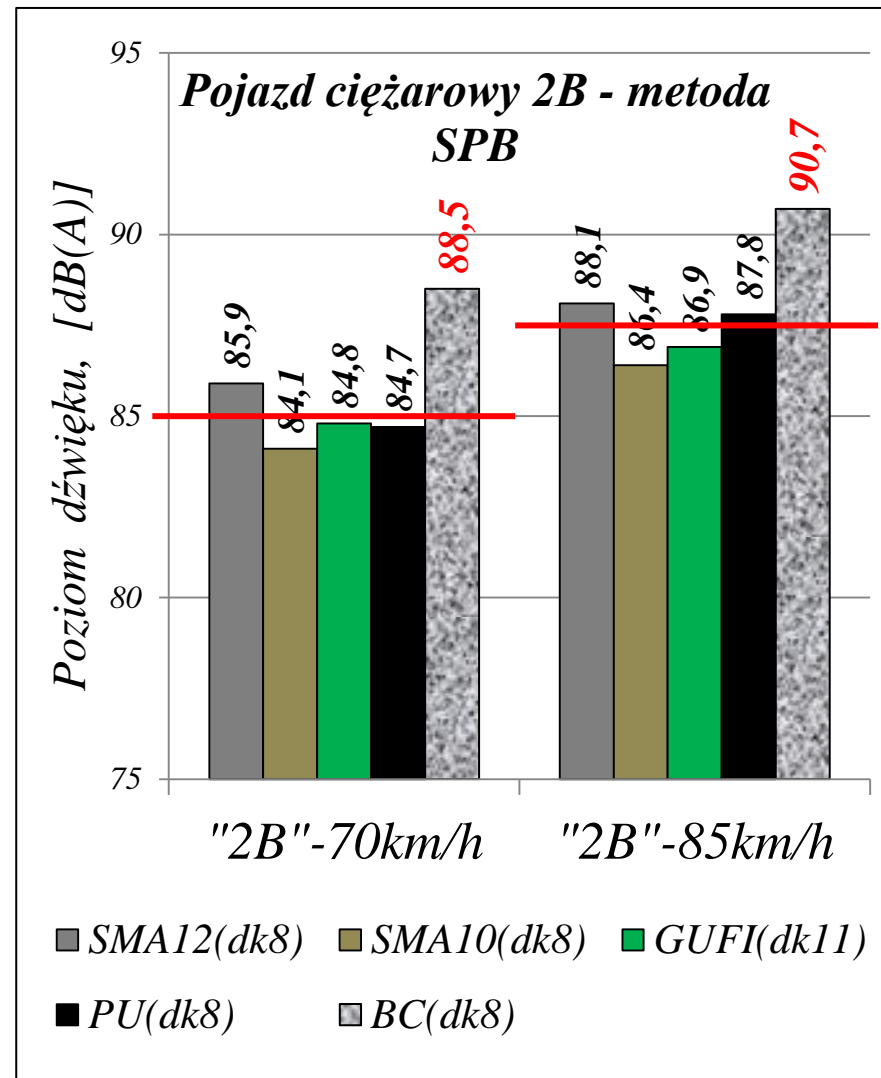
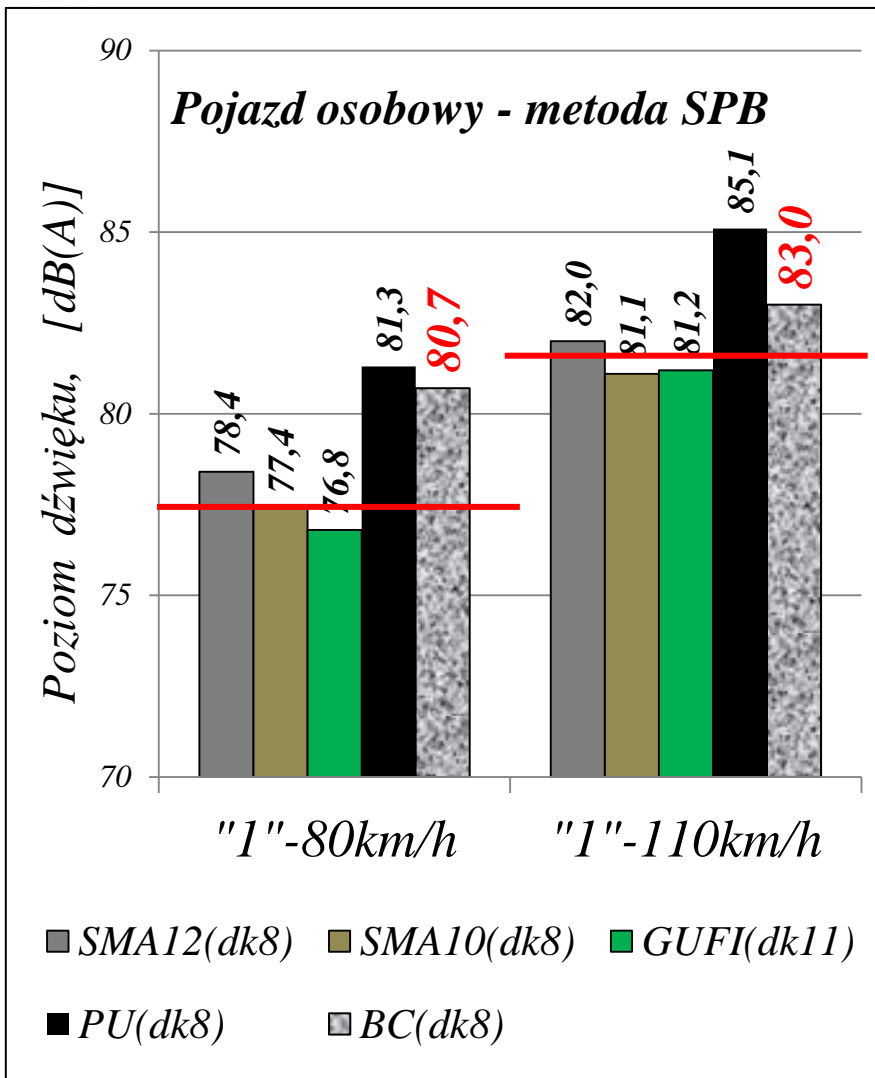


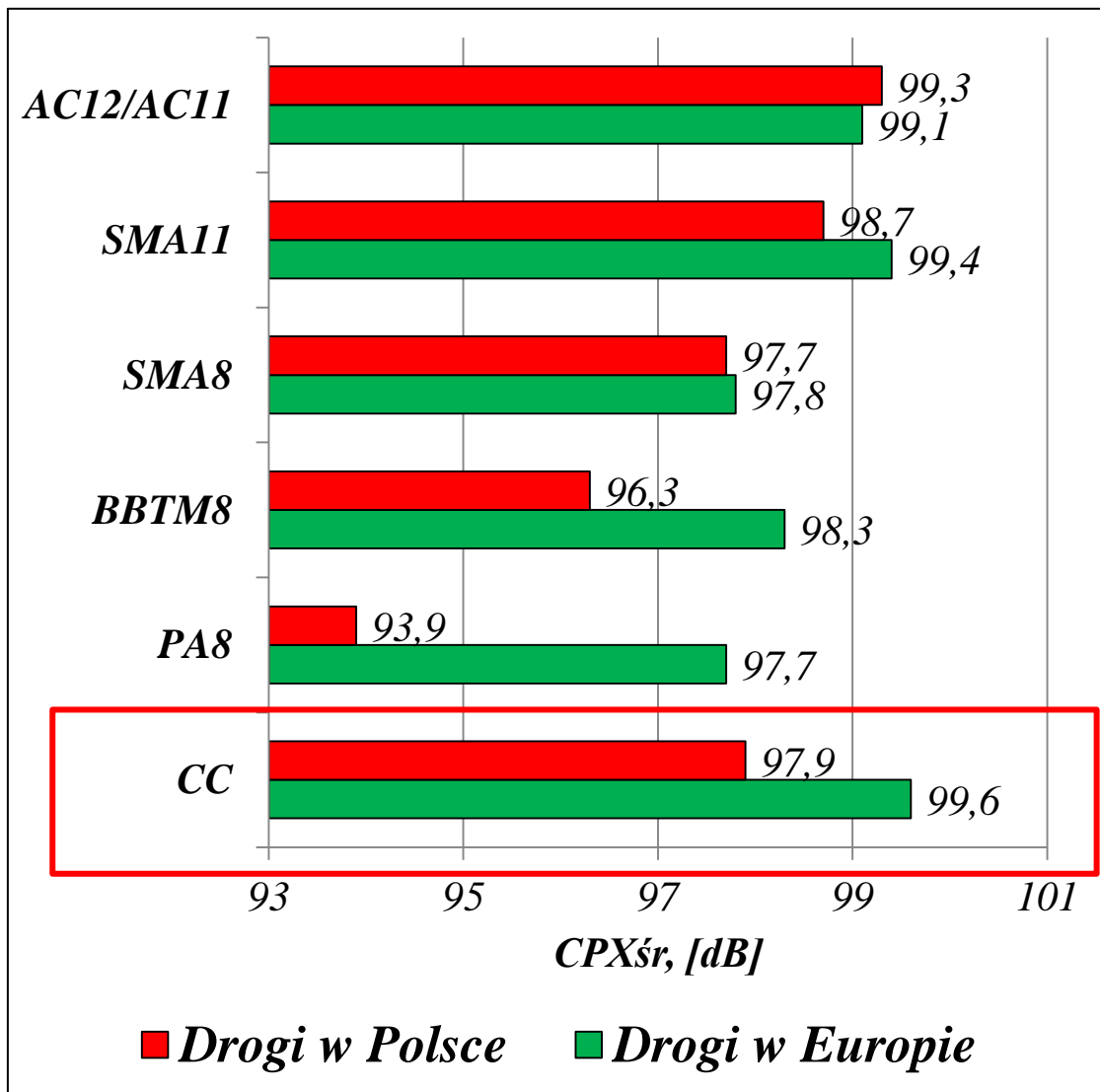
Indeks CPXI

≈ 20 (10) dB

Indeks SPBI,

$L_{(1, 2A, 2B)}$





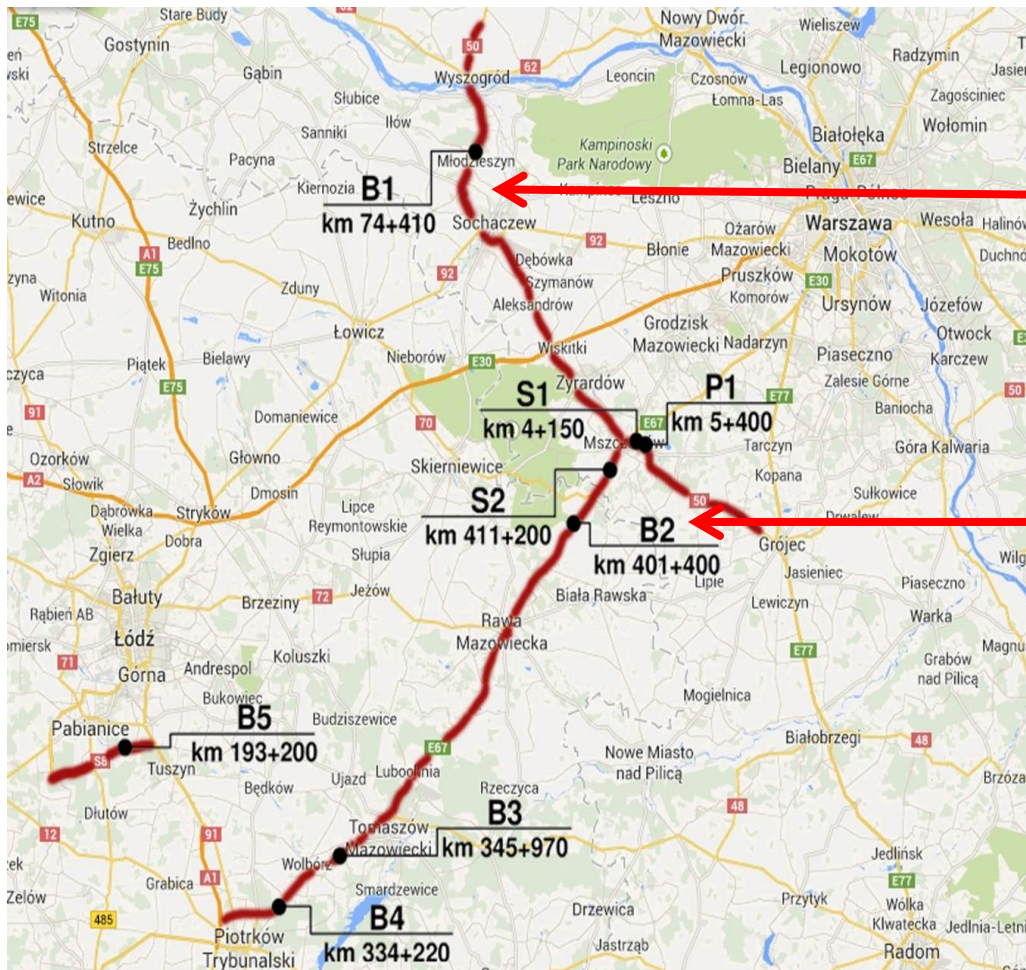
*Wg badań CPX –
 Politechnika
 Gdańska*

<i>Charakterystyka nawierzchni</i>	<i>Korekta w zależności od prędkości i procentowego udziału samochodów ciężarowych</i>			
	<i>61-80 km/h</i>		<i>81-130 km/h</i>	
	<i>0-5%</i>	<i>6-19%</i>	<i>0-5%</i>	<i>>5%</i>
<i>SMA: 13-16 mm</i>	<i>ref.</i>	<i>ref.</i>	<i>ref.</i>	<i>ref.</i>
<i>SMA: 10-12 mm</i>	<i>-1</i>	<i>-1</i>	<i>-1</i>	<i>-1</i>
<i>SMA: 4-6 mm,</i>	<i>-3</i>	<i>-2</i>	<i>-3</i>	<i>-1</i>
<i>PAC < 14-16 mm, (≥20%)</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>
<i>DPAC-2-warstw., 5-8mm</i>	<i>-6</i>	<i>-5</i>	<i>-6</i>	<i>-5</i>
<i>CC, gładki, <12-18 mm</i>	<i>+1</i>	<i>+2</i>	<i>+1</i>	<i>+2</i>
<i>CC, z odst. krusz, 7-9</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>	<i>-2</i>	<i>-1</i>

(wg Tyre/Road Noise. Reference Book - U. Sandberg, J.A.Ejsmont)

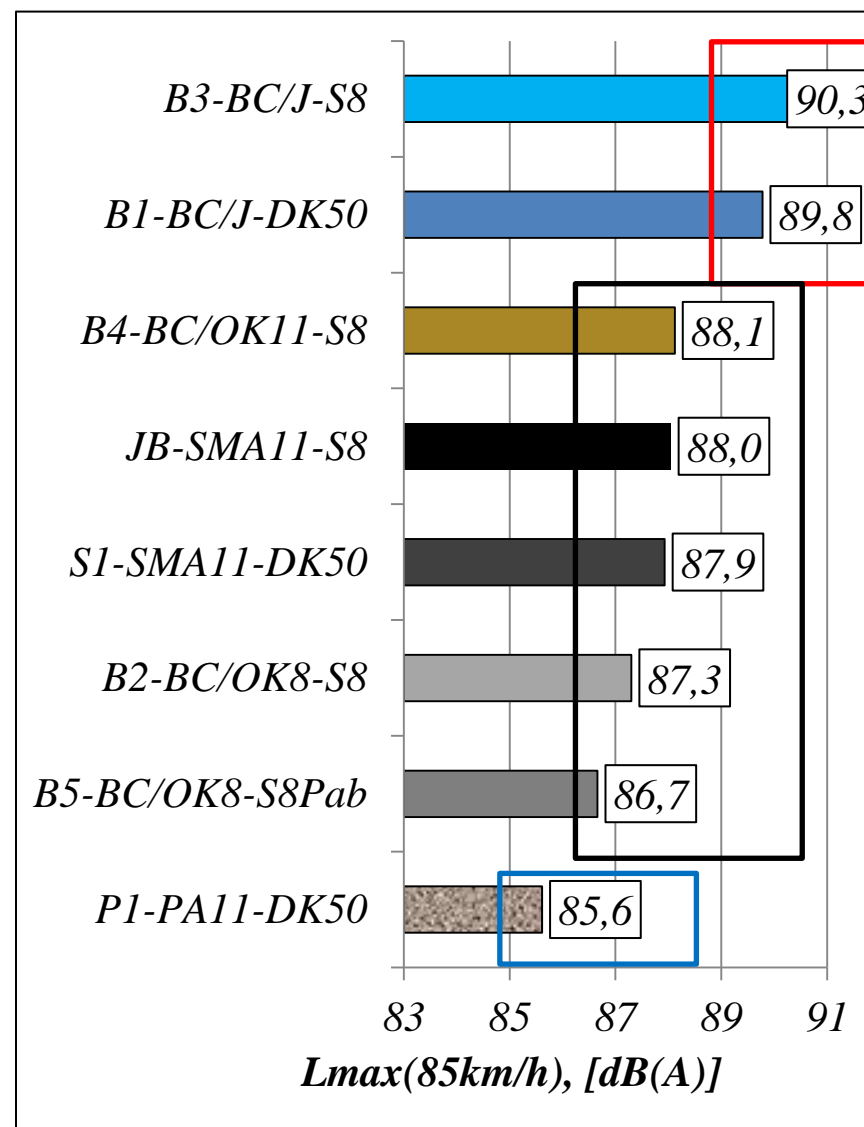
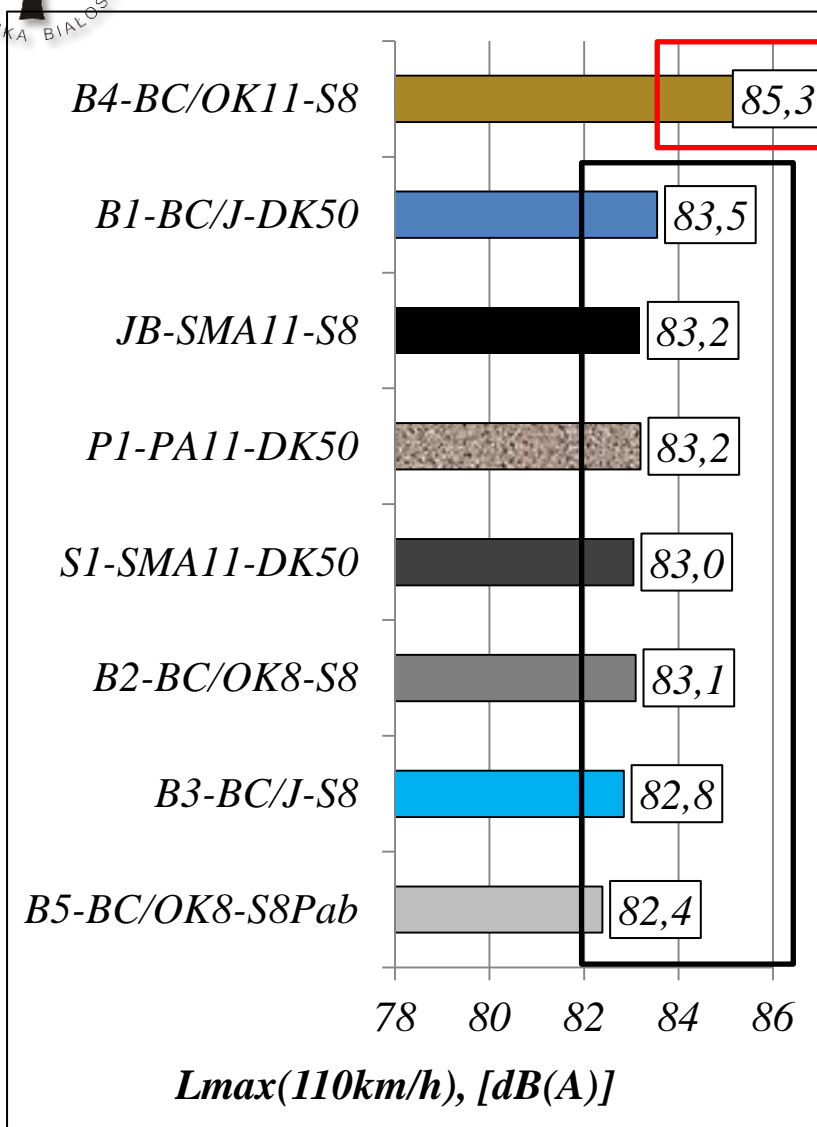
Klasa/ Symbol	Wartości poziomu dźwięku, [dB(A)]		Przykłady warstw ścieralnych
	L_1 (SPB-80)	CPXI (80)	
Nawierzchnie ciche NC	$< 73,0$	$< 93,5$	- pojedyncze warstwy porowate o max uziarnieniu kruszywa < 10 mm (np. PA8), - nawierzchnie poroelastyczne
Nawierzchnie o zredukowanej hałaśliwości ZH	$73,0 \div 75,9$	$93,5 \div 96,4$	- SMA i beton asfaltowy (uziarnienie kruszywa < 10 mm (np. SMA5, SMA8, AC5, AC8), -bardzo cienkie warstwy bitumiczne o max uziarnieniu kruszywa < 10 mm (np. BBTM8)
Nawierzchnie o normalnej hałaśliwości NH	$76,0 \div 78,9$	$96,5 \div 99,4$	- SMA o uziarnieniu kruszywa > 10 mm (np. SMA11) - betony asfaltowe o uziarnieniu kruszywa 10 mm (np. AC11) - betony cementowe o optymalnym teksturowaniu
Nawierzchnie o podwyższonej hałaśliwości PH	$79,0 \div 81,9$	$99,5 \div 102,4$	- powierzchniowe utrwalenia - uszorstnione nawierzchnie typu SMA, - klasyczne betony cementowe
Nawierzchnie o nadmiernej hałaśliwości NNH	$\geq 82,0$	$\geq 102,5$	- kostka kamienna - betony cementowe poprzecznie rowkowane

HAŁAŚLIWOŚĆ NAWIERZCHNI BETONOWYCH - wyniki badań



METODA SPB

DROGI BETONOWE - DOKONANIA I WYZWANIA



Nawierzchnie na odcinkach badawczych

B1: DK50; CC - teksturowanie tkaniną jutową; **MPD = 0,17mm**, **tekstura bardzo drobna**, stan zadawalający



B2: droga S8; CC - teksturowanie techniką odkrytego kruszywa; **MPD=1,16mm**, **tekstura gruba**, stan dobry

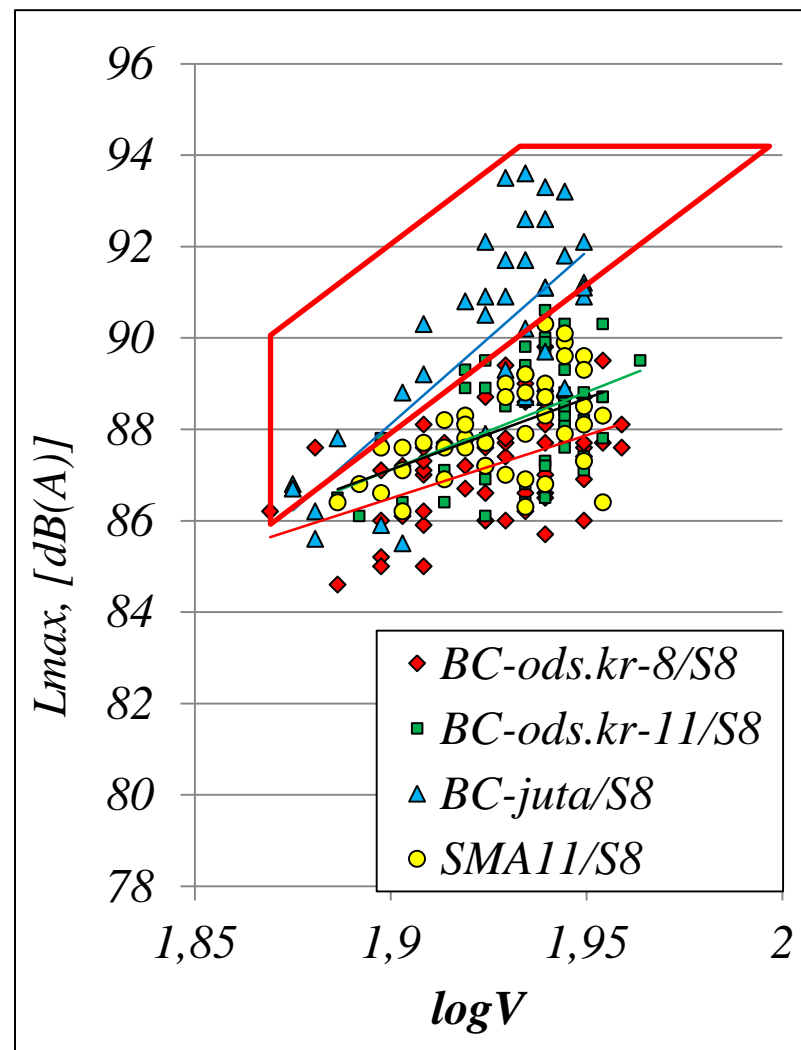
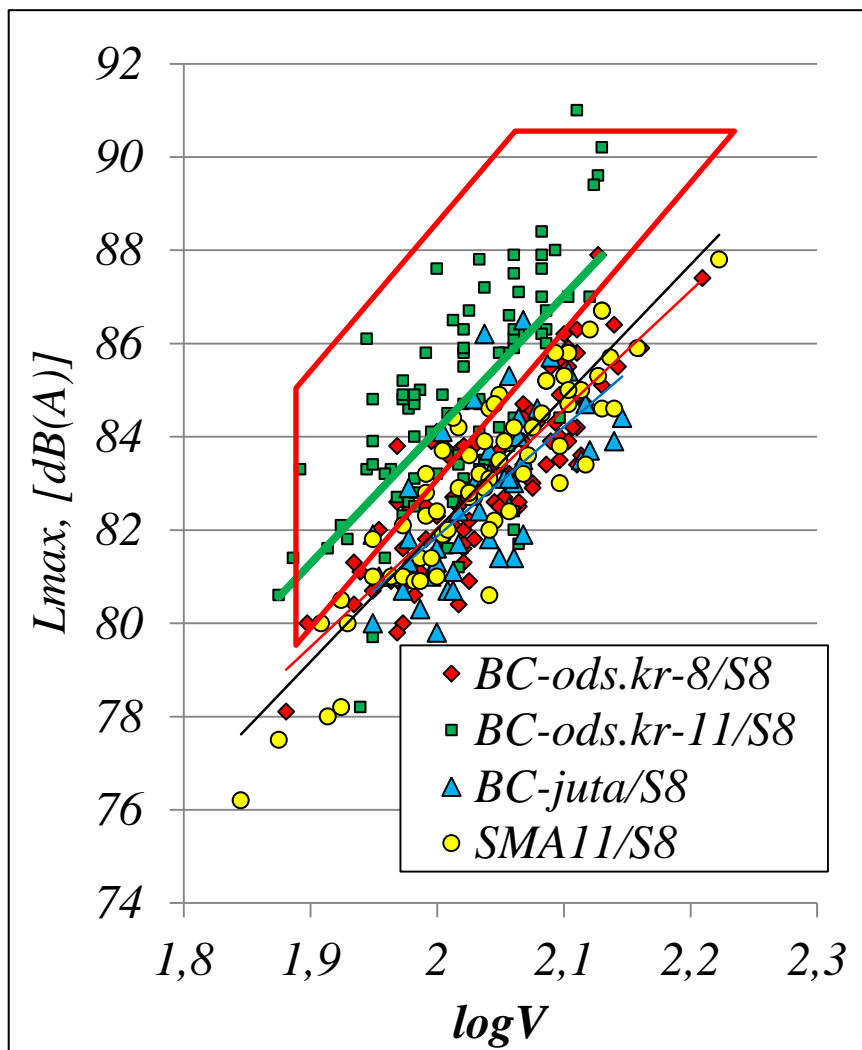


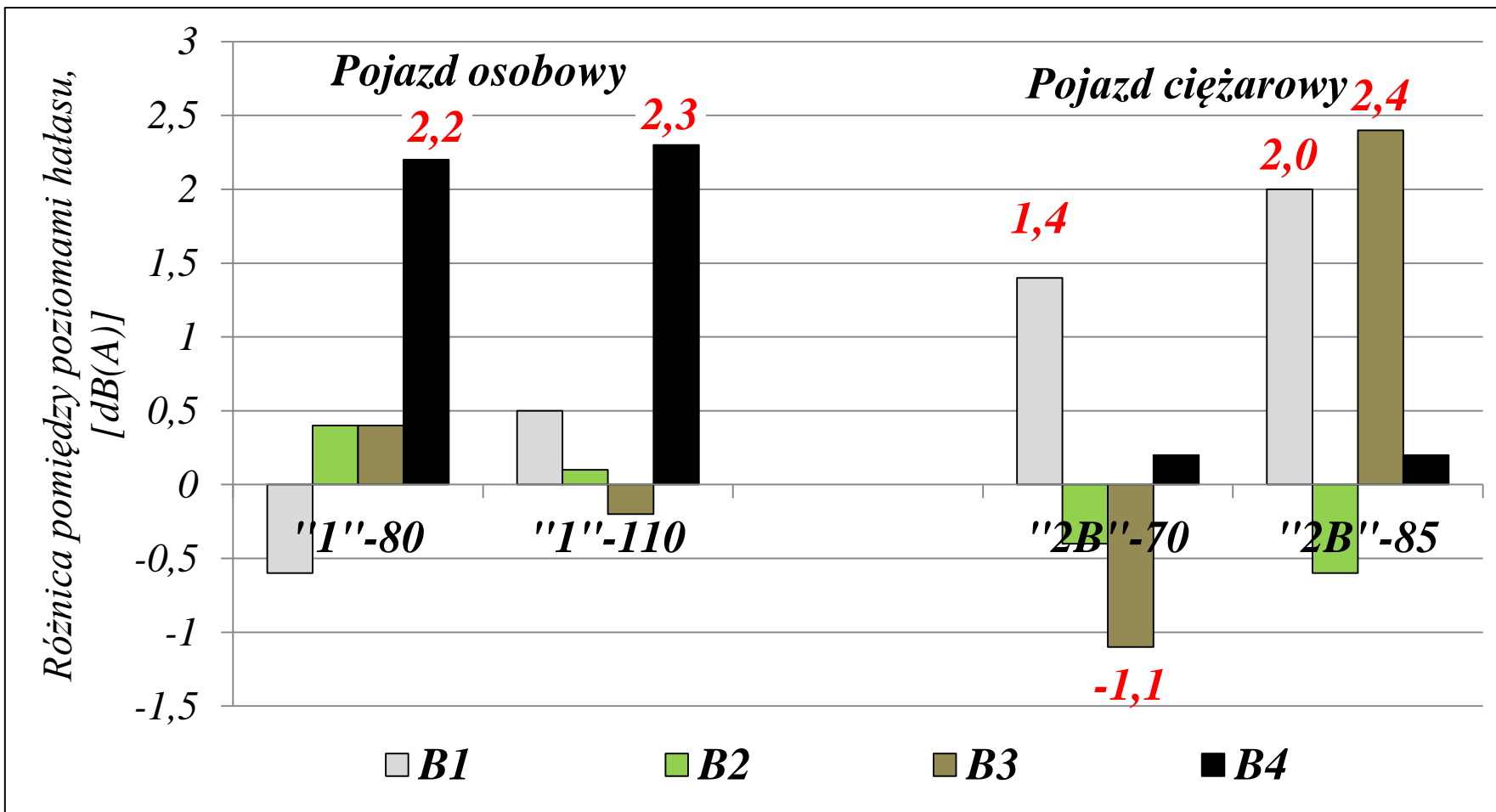
B3: droga S8; CC – teksturowanie tkaniną jutową; technologia „whitetopping”; **MPD = 0,20mm** **tekstura bardzo drobna**, stan zadawalający



B4: droga S8; CC – teksturowanie techniką odkrytego kruszywa; **MPD = 1,90mm** **-tekstura bardzo gruba**, stan dobry



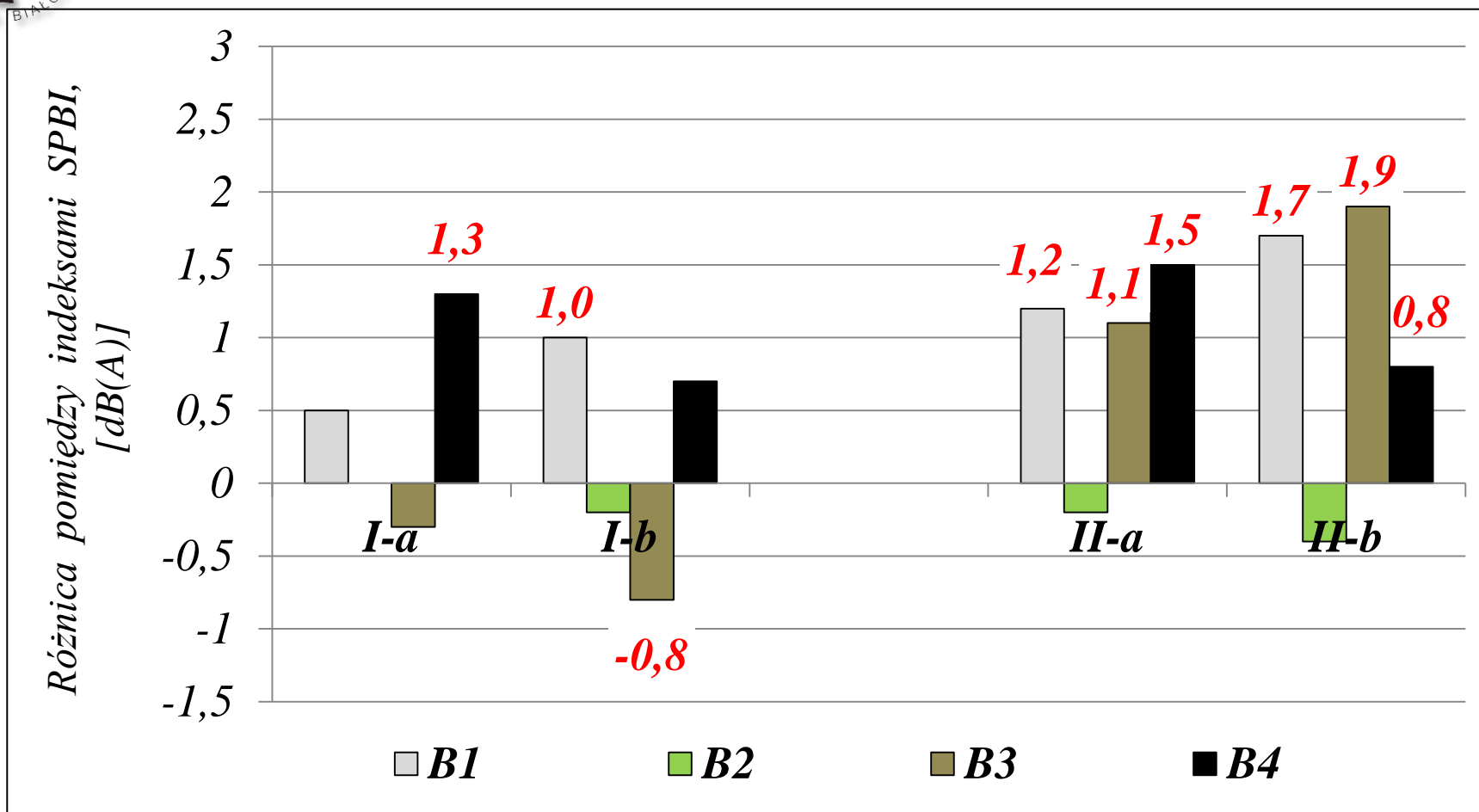




Indeks SPBI – zasada obliczania

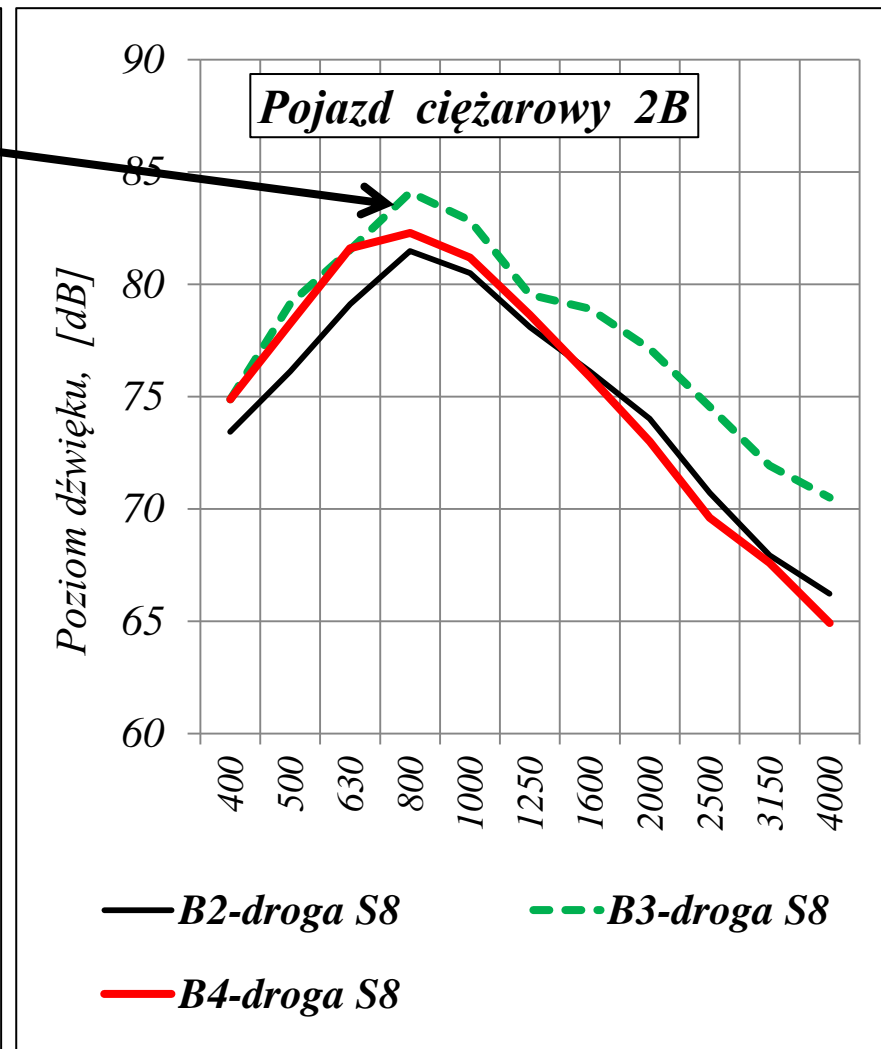
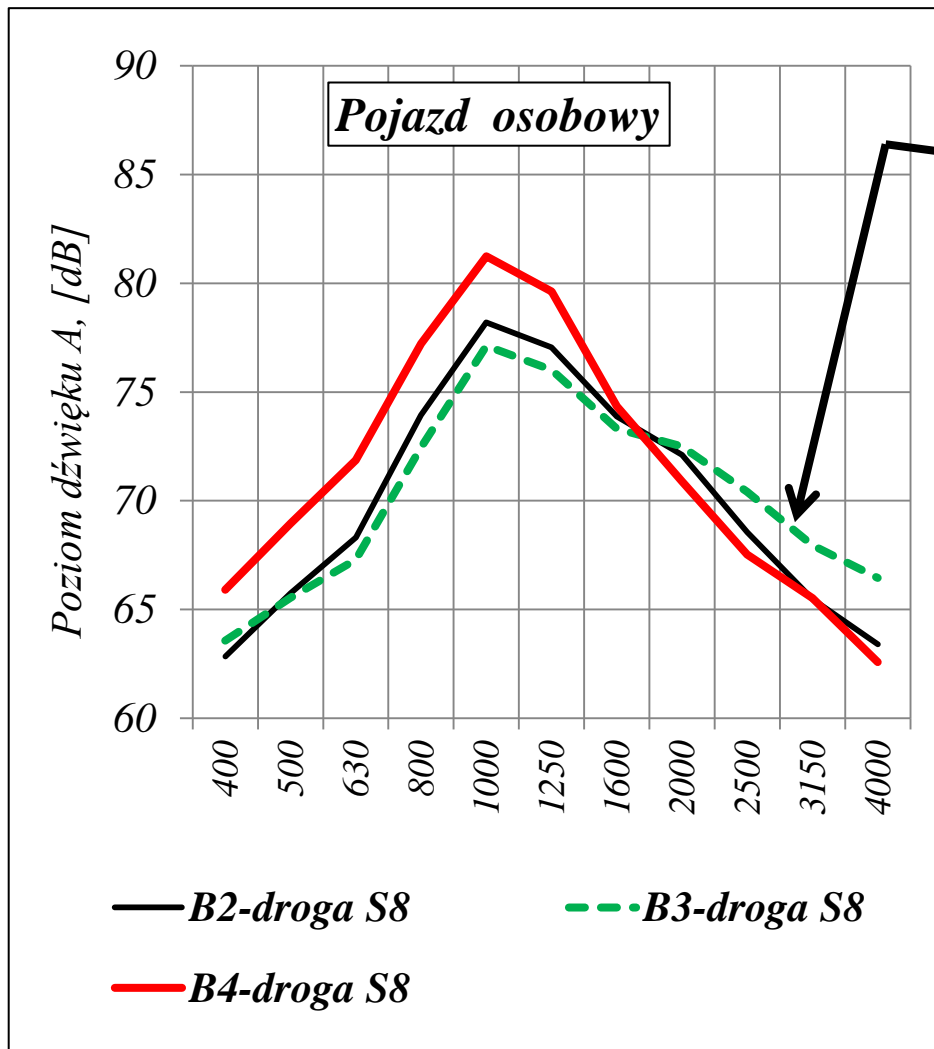
$$SPBI = 10 \lg(W_1 \cdot 10^{L1/10} + W_{2A} \cdot 10^{L2A/10} + W_{2B} \cdot 10^{L2B/10})$$

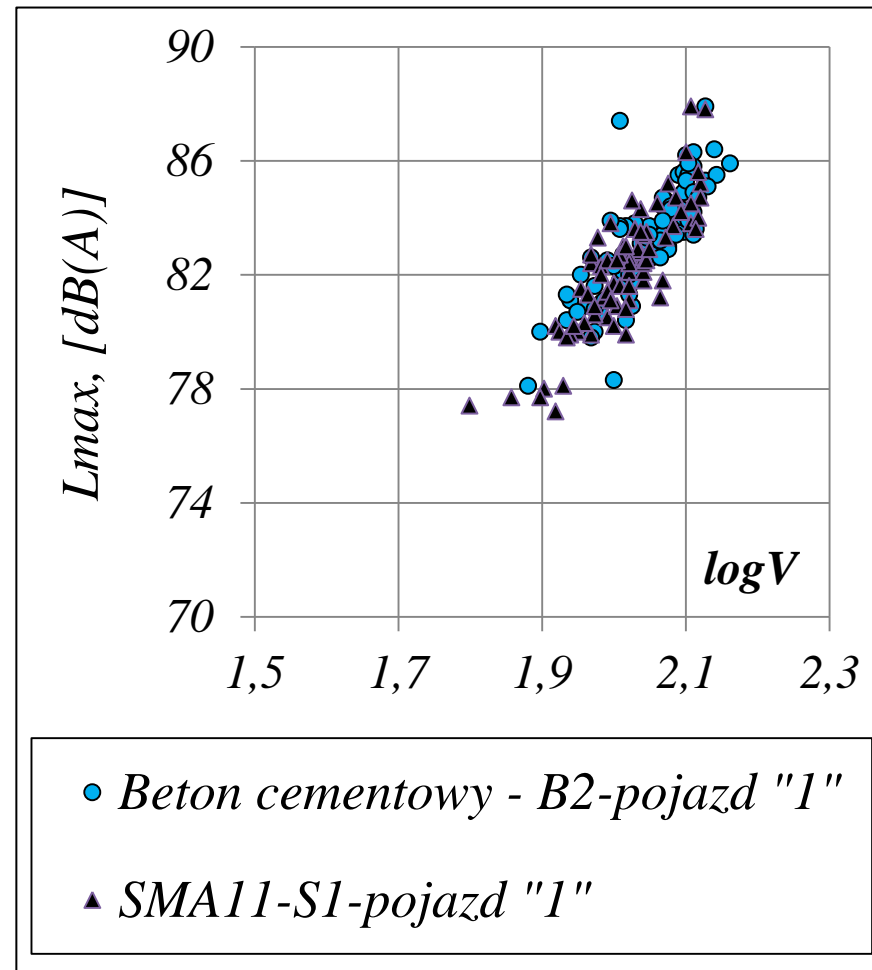
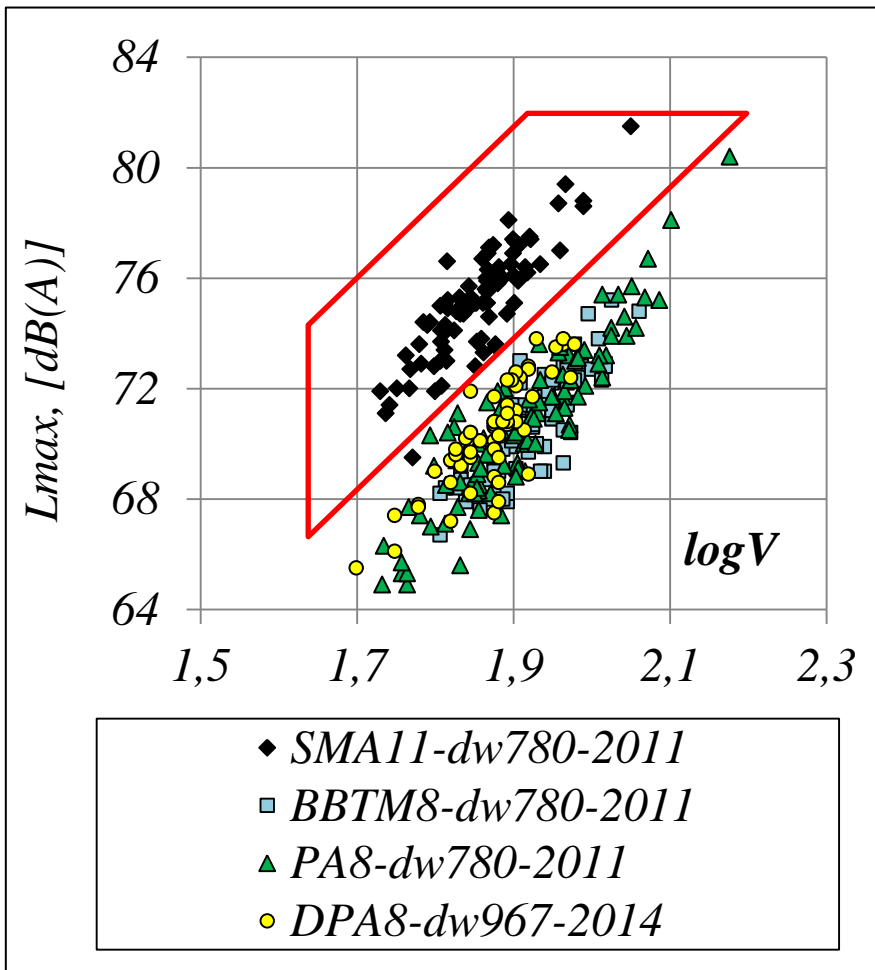
<i>Kategoria pojazdów</i>		<i>Kategoria prędkości</i>					
<i>Nazwa</i>	<i>Symbol</i>	<i>Niska</i>		<i>Średnia</i>		<i>Wysoka</i>	
		<i>V_{ref}</i>	<i>W_x</i>	<i>V_{ref}</i>	<i>W_x</i>	<i>V_{ref}</i>	<i>W_x</i>
<i>Samochód osobowy</i>	<i>1</i>	<i>50</i>	<i>0,900</i>	<i>80</i>	<i>0,800</i>	<i>110</i>	<i>0,700</i>
<i>Samochód ciężarowy</i>	<i>2A</i>	<i>50</i>	<i>0,075</i>	<i>70</i>	<i>0,100</i>	<i>85</i>	<i>0,075</i>
<i>Samochód ciężarowy</i>	<i>2B</i>	<i>50</i>	<i>0,025</i>	<i>70</i>	<i>0,100</i>	<i>85</i>	<i>0,225</i>

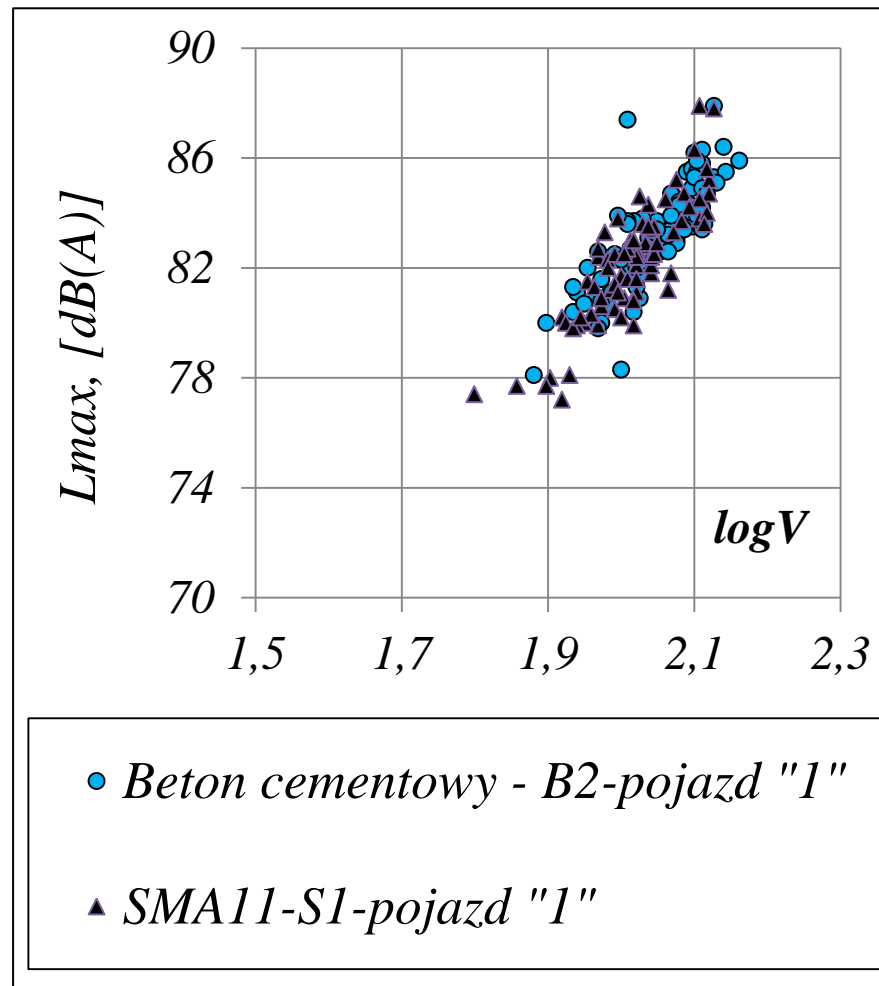
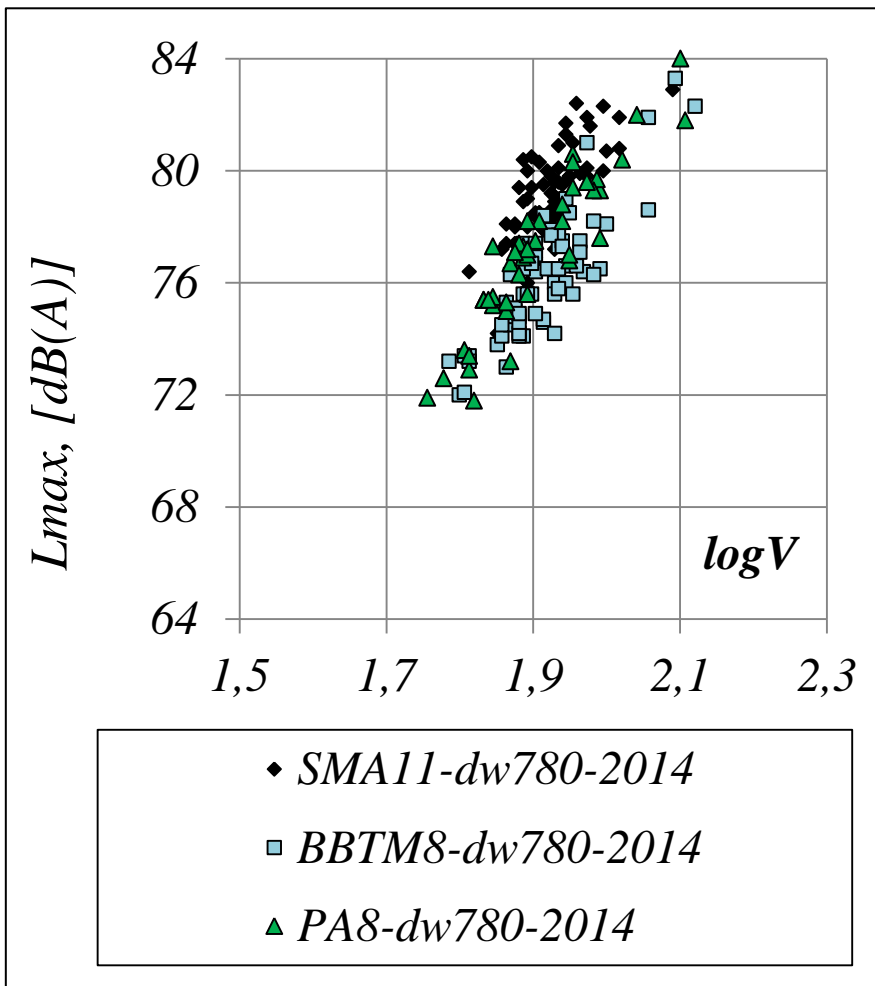


I, II – kategorie prędkości (I – 80/70; II – 110/85)

a, b – struktura rodzajowa ruchu (a – 80%/20%; b - 50%/50%)







Podsumowanie

- 1. Nawierzchnie drogowe, poza oceną nośności, równości i właściwości przeciwpoślizgowych, powinny być oceniane także z punktu widzenia ich **hałaśliwości**.*
- 2. **Skuteczność akustyczna** tzw. nawierzchni „cichych” **ulega obniżeniu** w czasie eksploatacji. Oznacza to potrzebę podejmowania działań w celu utrzymania w jak najdłuższym czasie korzystnych wartości parametrów akustycznych.*

Podsumowanie – cd.

3. Nawierzchnie betonowe z optymalnym teksturowaniem charakteryzują się **zbliżoną hałaśliwością jak nawierzchnie typu SMA11**. Za najlepszą technikę teksturowania uważa się **metodę odkrytego kruszywa** przy zastosowaniu w górnej warstwie kruszywa o max uziarnieniu 8 mm.

4. Nawierzchnie z betonu cementowego teksturowane tkaniną jutową charakteryzują się wyższym poziomem hałasu toczenia pojazdów ciężarowych przejeżdżających z wyższymi prędkościami. Takie rozwiązanie jest szczególnie niekorzystne w przypadku dróg szybkiego ruchu obciążonych dużym ruchem pojazdów ciężarowych.



Dziękuję za uwagę
w.gardziejczyk@pb.edu.pl