



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH



KONFERENCJA POD HONOROWYM PATRONATEM:

II KONFERENCJA

Rector – Commander WAT
gen. bryg. prof. dr. hab. inż. Przemysław WACHULAKA



Ministerstwo
Obrony Narodowej



Ministerstwo Rodziny,
Pracy i Polityki Społecznej



Ministerstwo Funduszy
i Polityki Regionalnej



Mobilność osób o szczególnych potrzebach

WSPÓŁORGANIZATORZY KONFERENCJI



Państwowy Fundusz
Rehabilitacji Osób
Niepełnosprawnych



21-22 października 2025 r.
WARSZAWA



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Komfort drgań dziecka w foteliku – Wyznaczanie współczynników RMS, VDV, SEAT

Dr inż. Damian Frej
Dr hab. Inż. Marek Jaśkiewicz prof. PŚK

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn
Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.

1. Wymagania dotyczące fotelików dziecięcych

1. Podstawowe wymagania regulacyjne

Testy zderzeniowe zgodnie z ECE R44/04 lub ECE R129 (i-Size):

czołowe ~50 km/h, boczne (R129), tylne – w razie potrzeby

System mocowania ISOFIX (obowiązkowy w R129)

Klasyfikacja:

- R44/04 – wg masy (grupy 0–III)
- R129 – wg wzrostu (tyłem min. do 15 mies.)

Manekiny Q-series – dokładniejsza ocena obciążeń (głowa, szyja, kl. piersiowa)

2. Testy konsumenckie i dodatkowe

ADAC, Stiftung Warentest, ÖAMTC – testy czołowe ~64 km/h, boczne ~50 km/h

Ocena ergonomii i obsługi (montaż, regulacja, intuicyjność)

Komfort: pozycja, materiały, przestrzeń (bez pomiaru drgań)

Badania materiałów pod kątem substancji szkodliwych

Test „Plus” (VTI, Szwecja) – wyższe prędkości, krótsza droga hamowania, potwierdzenie wysokiego poziomu ochrony



2. Komfort wibracyjny

W naszym badaniu ocena komfortu drgań została przeprowadzona w odniesieniu do normy ISO 2631-1 (1997).

Tabela 1. Skala oceny poziomu dyskomfortu drganiowego w funkcji wartości przyspieszeń RMS zgodnie z normą ISO 2631-1 (1997)

Przyspieszenie [m/s^2]	Skala dyskomfortu
Mniejsze niż 0,315	Brak odczucia dyskomfortu
0,315 – 0,63	Niewielki dyskomfort
0,5 – 1,0	Umiarkowany dyskomfort
0,8 – 1,6	Dyskomfort
1,25 – 2,5	Znaczny (silny) dyskomfort
Powyżej 2	Ekstremalny dyskomfort

3. Potrzeba zmian

Dzieci są najważniejsze.

Dążymy do zapewnienia im jak najlepszych warunków podróży, dbając o bezpieczeństwo i komfort.

A jednak...

Badania pokazują, że w foteliku dziecięcym komfort drgań jest gorszy niż u kierowcy czy pasażera tylnej kanapy. (Wskaźnik SEAT jest wyższy na foteliku niż na siedzisku tylnego siedzenia.)

Zarejestrowane poziomy przyspieszeń na foteliku osiągają wartości RMS 1–3 m/s², czyli zakres od „dyskomfortu” do „ekstremalnego dyskomfortu”.

Czy musi tak być?

Czy można zaprojektować foteliki, które będą **bezpieczne w razie wypadku** i jednocześnie **wygodne w codziennej podróży**?

4. Badania eksperymentalne— przejazd przez progi zwalniające

a)



b)



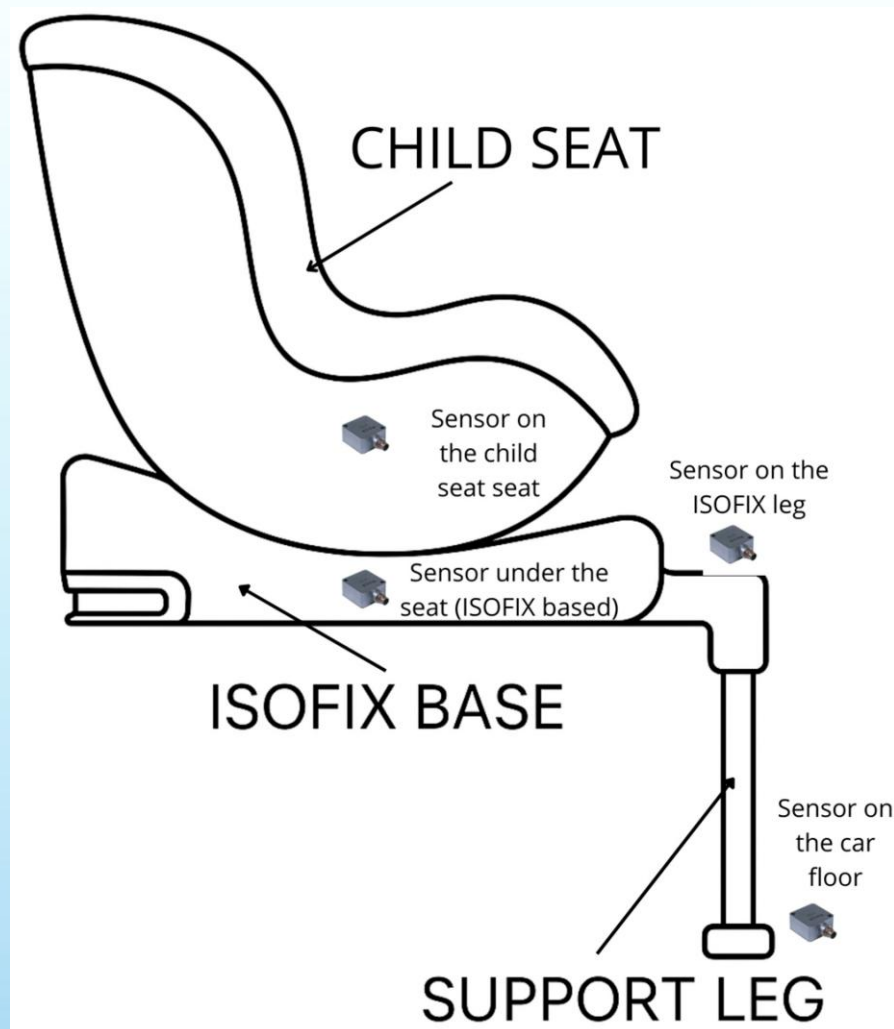
Rysunek 1. Pojazdy wykorzystane w badaniu: a) Audi A6; b) Citroën C5.

Czujniki zostały rozmieszczone w kluczowych punktach układu pojazd–fotelik dziecięcy (rys. 2):

- na powierzchni siedziska fotelika dziecięcego ,
- pod siedziskiem fotelika, na bazie ISOFIX,
- na nodze podpierającej ISOFIX,
- na podłodze pojazdu.

Drugi cykl badawczy:

- na siedzisku fotela pasażera
- na podłodze pojazdu



Rysunek 2. Schemat rozmieszczenia akcelerometrów zamontowanych na foteliku dziecięcym, bazie ISOFIX oraz nodze podpierającej.



Rysunek 3. Testowany fotelik samochodowy 1
(AVIONAUT)

1. Przygotowanie stanowiska i pojazdów

1. Pojazdy: Audi A6 oraz Citroën C5
2. Tor testowy: zamknięty obszar, asfalt, temperatura 18–22 °C, suche powietrze
3. Przeszkody: progi zwalniające typu **PZL-40** i **PP-30**

2. Przygotowanie fotelików dziecięcych i obciążeń

1. Modele fotelików: Avionaut, Britax Römer, Maxi-Cosi, Cybex, Joie (i-Size)
2. Symulowana masa dziecka: **3,5–9,5 kg** oraz **14,5 kg** (starsze dziecko)

3. Konfiguracja pomiarowa

1. Użycie **3-osiowych akcelerometrów** (czułość 100 mV/g)
2. Pomiar **przyspieszeń pionowych (oś Z)**
3. Częstotliwość próbkowania: **30 Hz**, filtracja sygnału: **60 Hz**

4. Przebieg testu

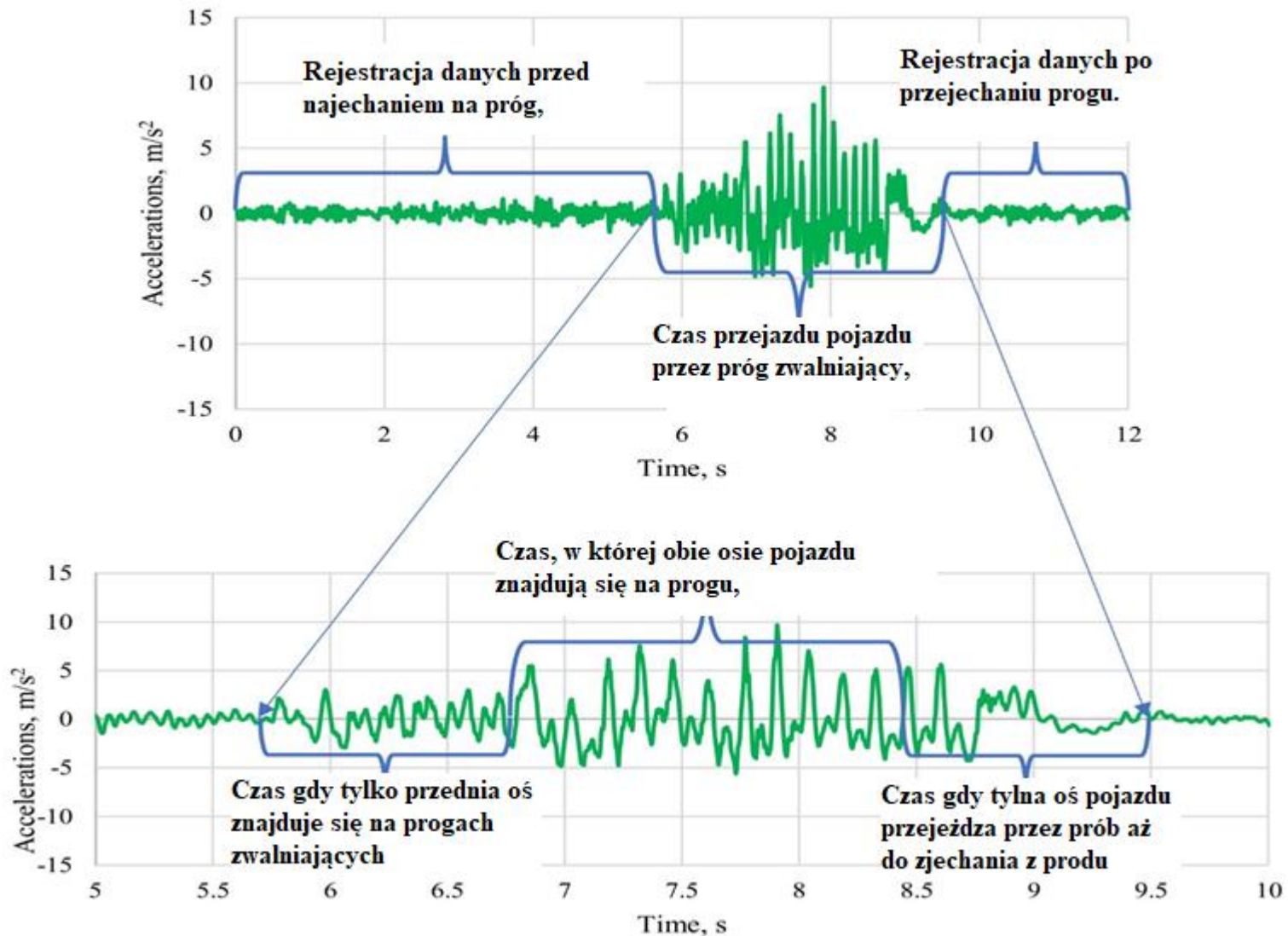
1. Przejazd przez próg zwalniający z **ustaloną prędkością** (przed, na i po progu)
2. **10 powtórzeń** dla każdej konfiguracji

5. Analiza wyników

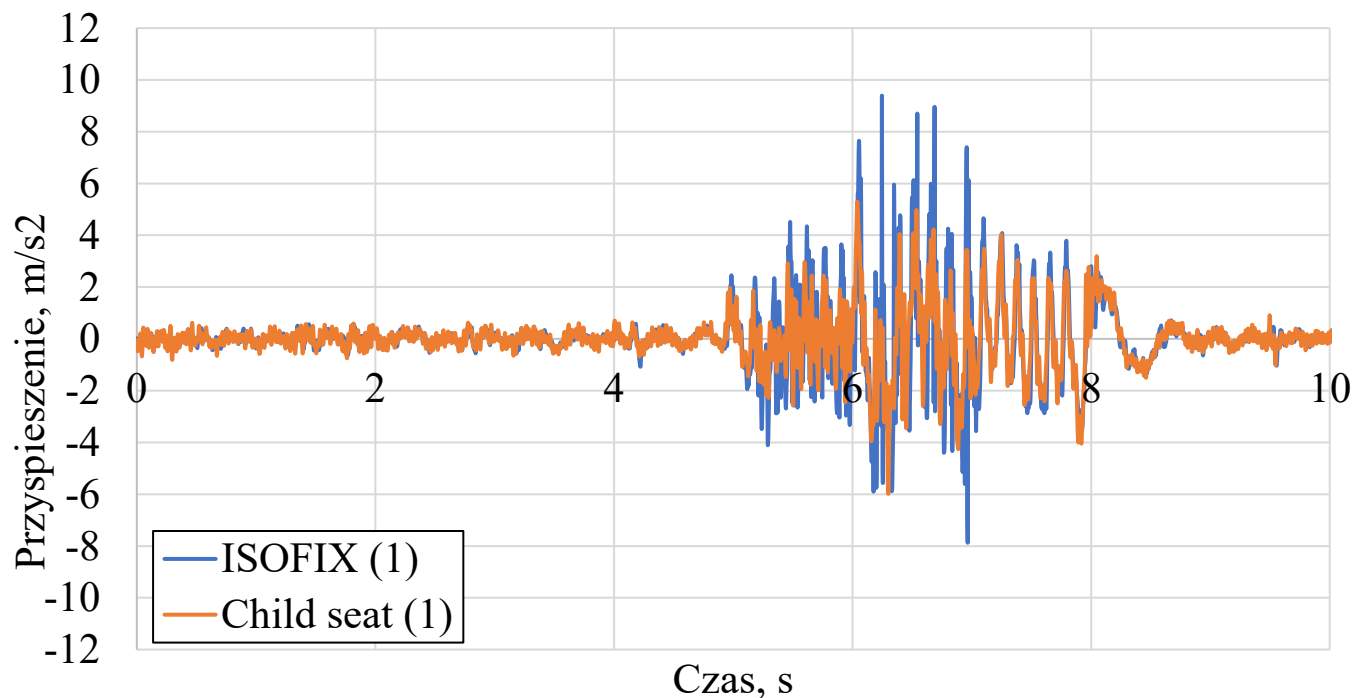
1. Porównanie: **PP-30 vs. PZL-40**, prędkości **20 km/h** i **30 km/h**, pojazdy **A6 vs. C5**
2. Filtracja do **80 Hz**, ważenie wg VDI (80 Hz weighting)
3. Średnia z 10 przejazdów dla każdej konfiguracji

6. Identyfikacja i ocena wyników

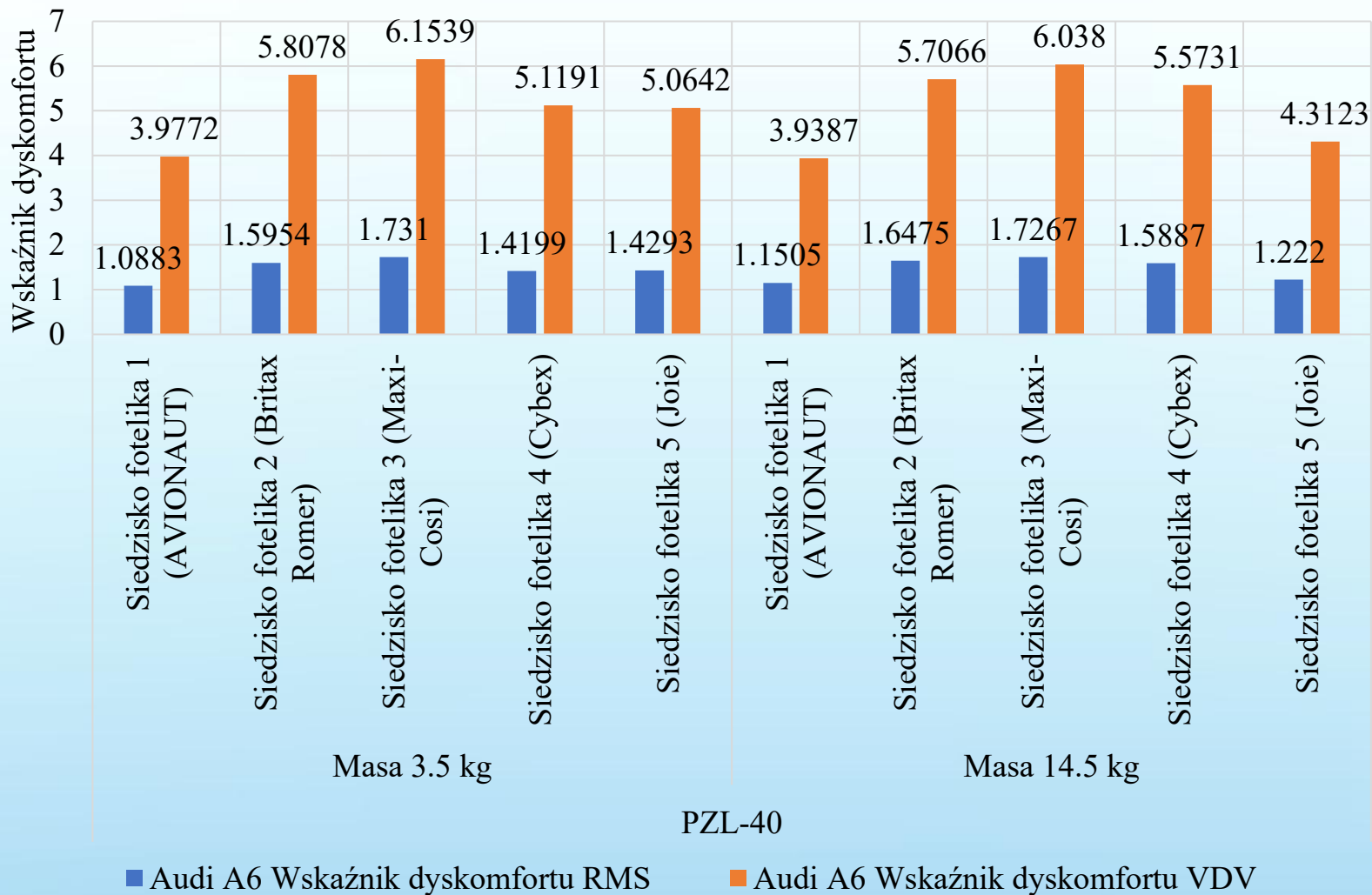
1. Identyfikacja przyspieszeń w osi Z
2. Obliczenie wskaźnika **RMS, VDV, RMQ, SEAT**
3. Oceną wpływu prędkości i różnic między pojazdami na ⁸komfort



5. Badania własne – Wyniki



Rysunek 6. Przyspieszenia pionowe zarejestrowane na siedzisku fotelika dziecięcego (1) oraz na nodze ISOFIX (1) obciążonych masą 14,5 kg podczas przejazdu przez próg zwalniający PZL-40 (20km/h)

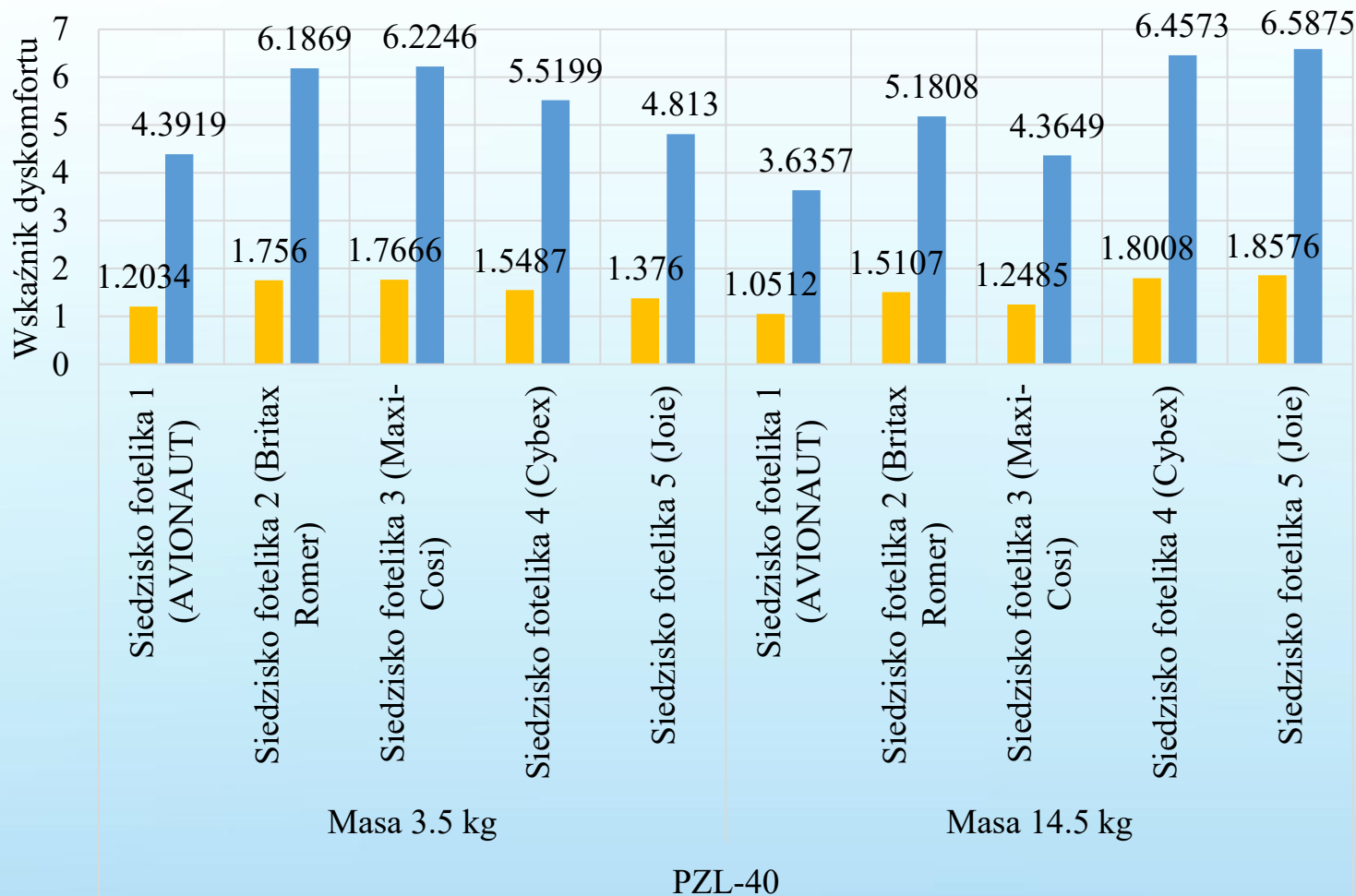


II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Rysunek 7. Wskaźniki dyskomfortu RMS, VDV i RMQ dla różnych
fotelików dziecięcych (Audi A6, próg PZL-40, obciążenia 3,5 kg i 14,5 kg).



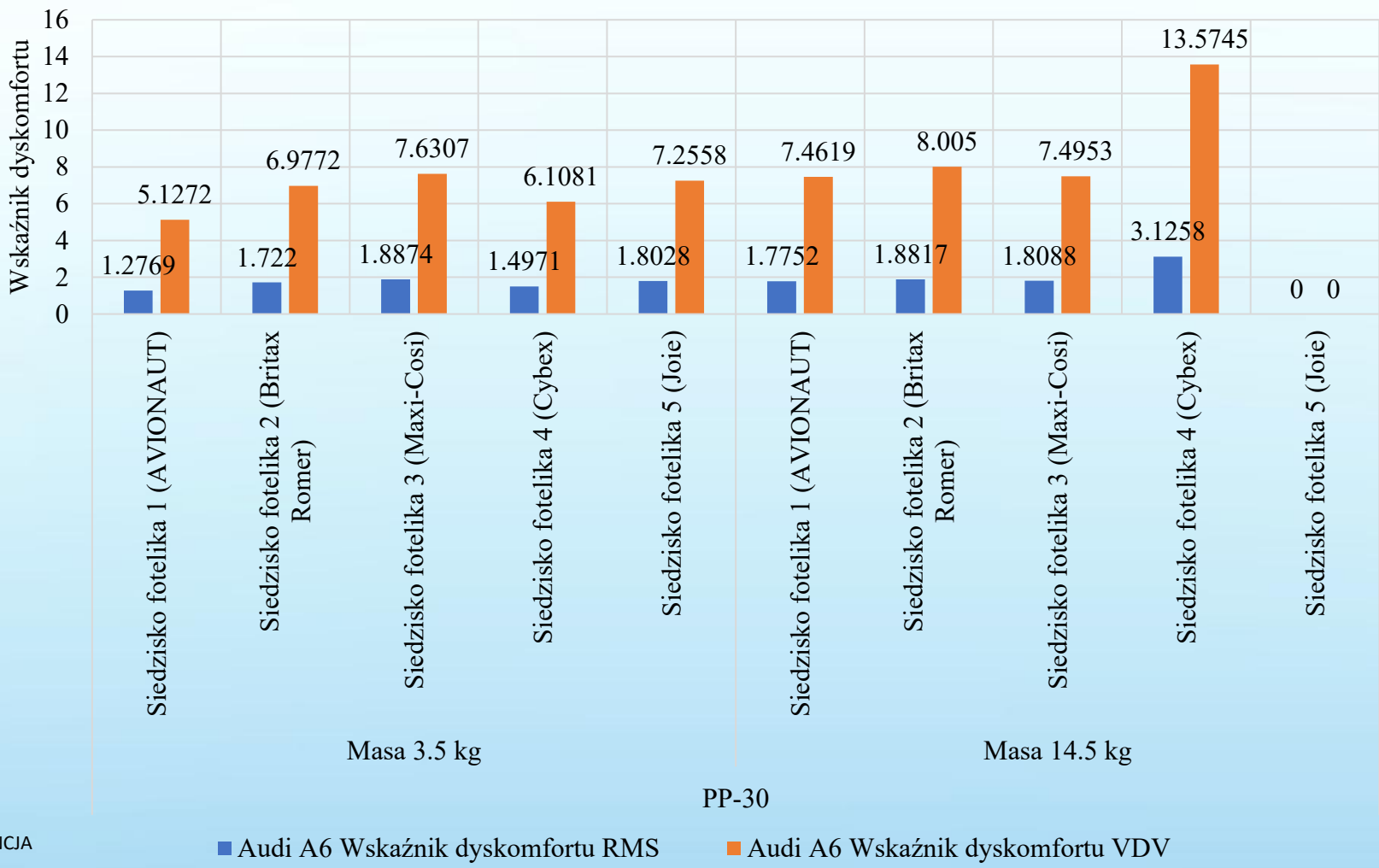
II KONFERENCJA

■ Citroen C5 Wskaźnik dyskomfortu RMS ■ Citroen C5 Wskaźnik dyskomfortu VDV



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

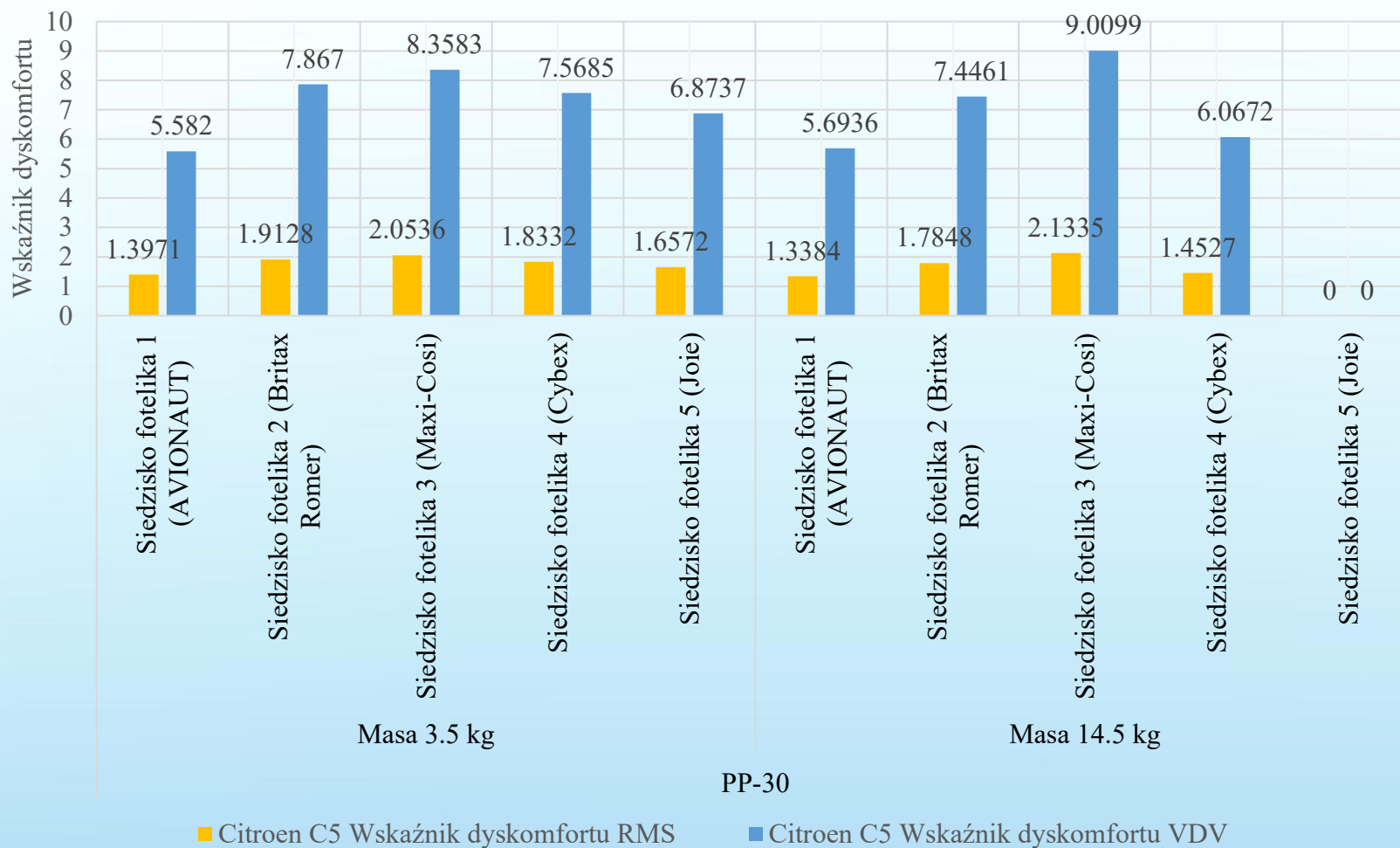
Rysunek 8. Wskaźniki dyskomfortu RMS, VDV i RMQ dla różnych fotelików dziecięcych (Citroën C5, próg PZL-40, obciążenia 3,5 kg i 14,5 kg).



II KONFERENCJA



Rysunek 9. Wskaźniki dyskomfortu RMS, VDV i RMQ dla różnych fotelików dziecięcych (Audi A6, próg PP-30, obciążenia 3,5 kg i 14,5 kg).



II KONFERENCJA

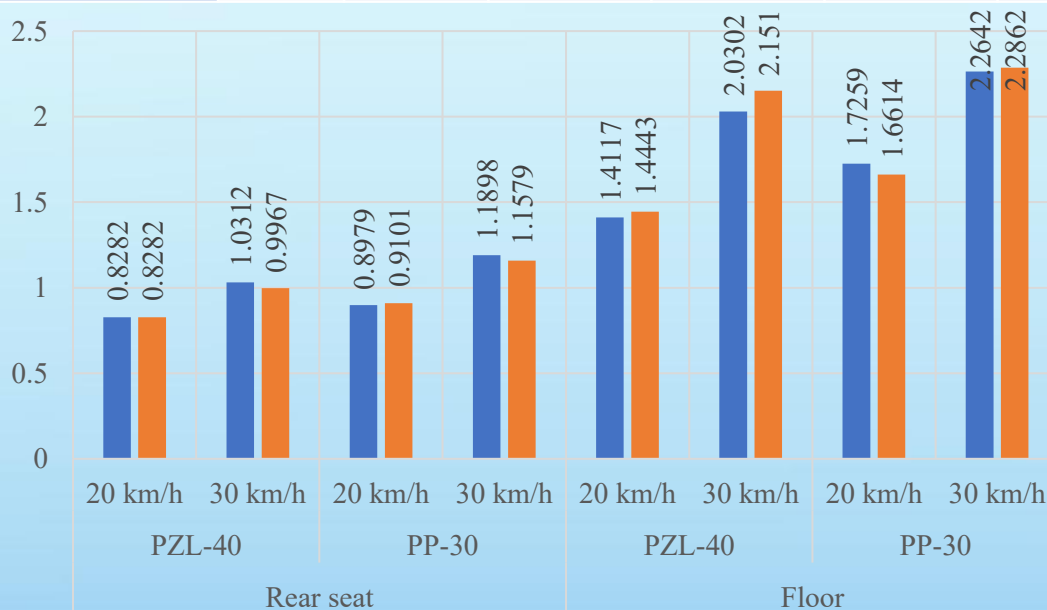


Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Rysunek 10. Wskaźniki dyskomfortu RMS, VDV i RMQ dla różnych fotelików dziecięcych (Citroën C5, próg PP-30, obciążenia 3,5 kg i 14,5 kg).

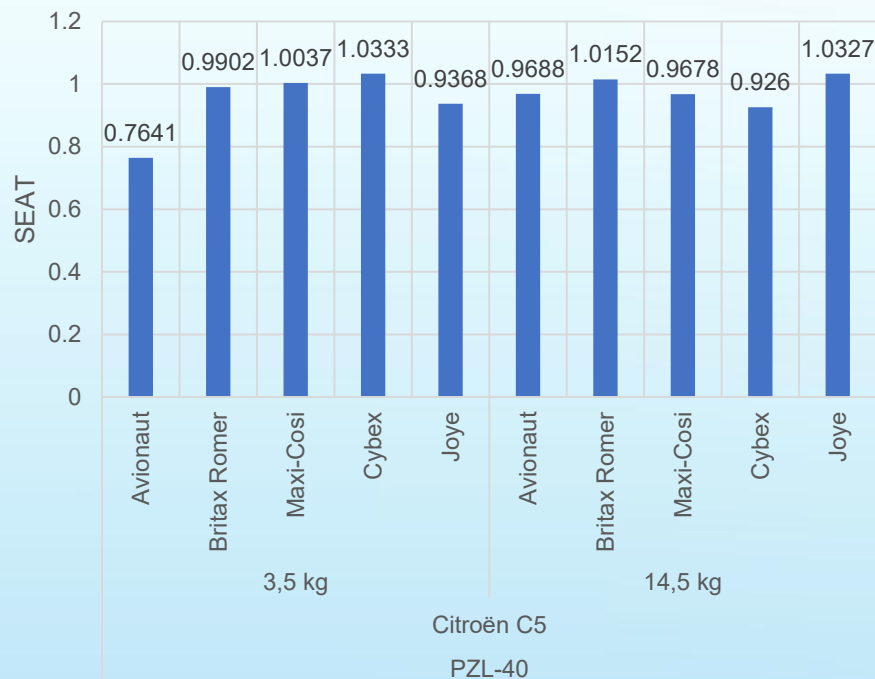
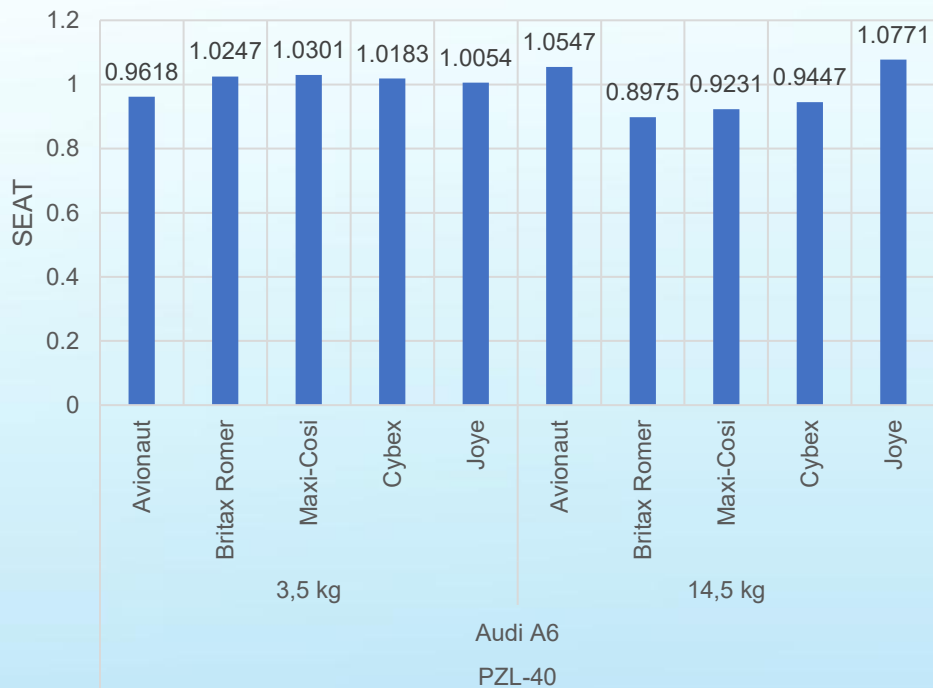
Tabela 2. Wartości RMS, VDV na tylnej kanapie oraz podłodze pojazdu podczas przejazdu przez progi PZL-40 i PP-30 z prędkościami 20 i 30 km/h.

Umiejscowienie czujnika	Próg zwalniający	Prędkość	Audi A6		Citroen C5	
			RMS	VDV	RMS	VDV
Siedzisko fotela pasażera	PZL-40	20 km/h	0.8282	2.755	0.8282	2.7576
		30 km/h	1.0312	3.7979	0.9967	3.655
	PP-30	20 km/h	0.8979	3.1726	0.9101	3.2207
		30 km/h	1.1898	4.6735	1.1579	4.5395
podłoga	PZL-40	20 km/h	1.4117	5.9903	1.4443	6.1351
		30 km/h	2.0302	9.6651	2.151	10.3171
	PP-30	20 km/h	1.7259	7.8668	1.6614	7.5289
		30 km/h	2.2642	11.4638	2.2862	11.5922



Rysunek 11. Wartości RMS na tylnej kanapie oraz na podłodze pojazdu podczas przejazdu przez progi PZL-40 i PP-30 z prędkościami 20 i 30 km/h.

Wskaźnik SEAT Przykład



Rysunek 12. Wskaźnik SEAT dla pięciu fotelików dziecięcych (Avionaut, Britax Römer, Maxi-Cosi, Cybex, Joie) w samochodzie Audi A6 podczas przejazdu przez progi zwalniające z prędkością 20 km/h, przy masach obciążników 3,5 kg i 14,5 kg.

4. Wnioski

Dzieci w fotelikach są dobrze chronione podczas zderzeń, jednak doświadczają wyższych poziomów drgań niż kierowca czy pasażerowie. Zmierzone przyspieszenia często osiągają wartości **1–3 m/s²**, co odpowiada zakresowi od **dyskomfortu** do **ekstremalnego dyskomfortu**.

Fotelik dziecięcy może zarówno **tłumić**, jak i **wzmacniać drgania** (wskaźnik SEAT: **0,56–1,94**).
Prędkość jazdy oraz **geometria progu zwalniającego** są głównymi czynnikami wpływającymi na poziom dyskomfortu.

Noga podpierająca ISOFIX wykazuje najwyższą energię drgań.

Obowiązujące normy (**ECE R44/04, R129**) oceniają wyłącznie **bezpieczeństwo zderzeniowe**, nie uwzględniając **komfortu drgań** podczas codziennego użytkowania.

Wniosek:

Foteliki dziecięce powinny łączyć **bezpieczeństwo w razie kolizji z komfortem drganiowym w codziennej jeździe**.



Wojskowa
Akademia
Techniczna



CENTRUM WIEDZY O DOSTĘPNOŚCI DO TRANSPORTU
I MOBILNOŚCI OSÓB O SZCZEGÓLNYCH POTRZEBACH

65^{lat}



Dziękuję państwu za uwagę

II KONFERENCJA



Mobilność
osób o szczególnych
potrzebach

Warszawa, 21-22 października, 2025 r.