



# **BADANIA ODDZIAŁYWAŃ DYNAMICZNYCH TABOR-TOR NA ROZJAZDACH KRZYŻOWYCH PODWÓJNYCH NA PODROZJAZDNICACH BETONOWYCH**

**Jerzy Cejmer**

**Krzysztof Ochociński**

1. Wstęp
2. Zakres badań
3. Wyniki badań dynamicznych
4. Podsumowanie i wnioski



Celem badań oddziaływań dynamicznych tabor-tor prototypowych rozjazdów krzyżowych podwójnych typu 60E1-190-1:9 na podrozjazdnicach strunobetonowych, było:

- uzyskanie certyfikatu zgodności typu budowli,
- uzyskanie świadectwa dopuszczenia UTK do eksploatacji typu budowli przeznaczonej do prowadzenia ruchu kolejowego,
- potwierdzenie możliwości zwiększenia prędkości na kierunkach zasadniczych tego typu rozjazdów do 120 km/h.

Badaniami objęto trzy rozjazdy zlokalizowane na stacji Świdnik, na linii kolejowej nr 7 Warszawa Centralna – Lublin – Dorohusk:

- numerze stacyjnym 13 – produkcji KZN „Biezanów” Sp. z o.o.,
- numerze stacyjnym 24 – produkcji Vossloh Cogifer Polska Sp. z o.o.,
- numerze stacyjnym 27 – produkcji Track Tec KolTram Sp. z o.o.

Badania oddziaływań dynamicznych przeprowadzono podczasjazd próbnych pociągempomiarowym złożonym z lokomotywy typu EP-08 oraz wagonu pasażerskiego typu 152A na wózkach MD 524, z prędkościami: 80 km/h, 100 km/h, 120 km/h i 132 km/h na kierunkach zasadniczych rozjazdów.

Ze względu na bardzo szeroki zakres przeprowadzonych badań, skupiono się na przedstawieniu tylko tych parametrów, dla których istnieją wyraźne kryteria oceny z punktu widzenia bezpieczeństwa:

a) od strony toru: naprężenia w stopkach iglic prostych w strefie przejścia koła z opornicy oraz w obszarze pełnego kontaktu iglicy z kołem;

b) od strony taboru:

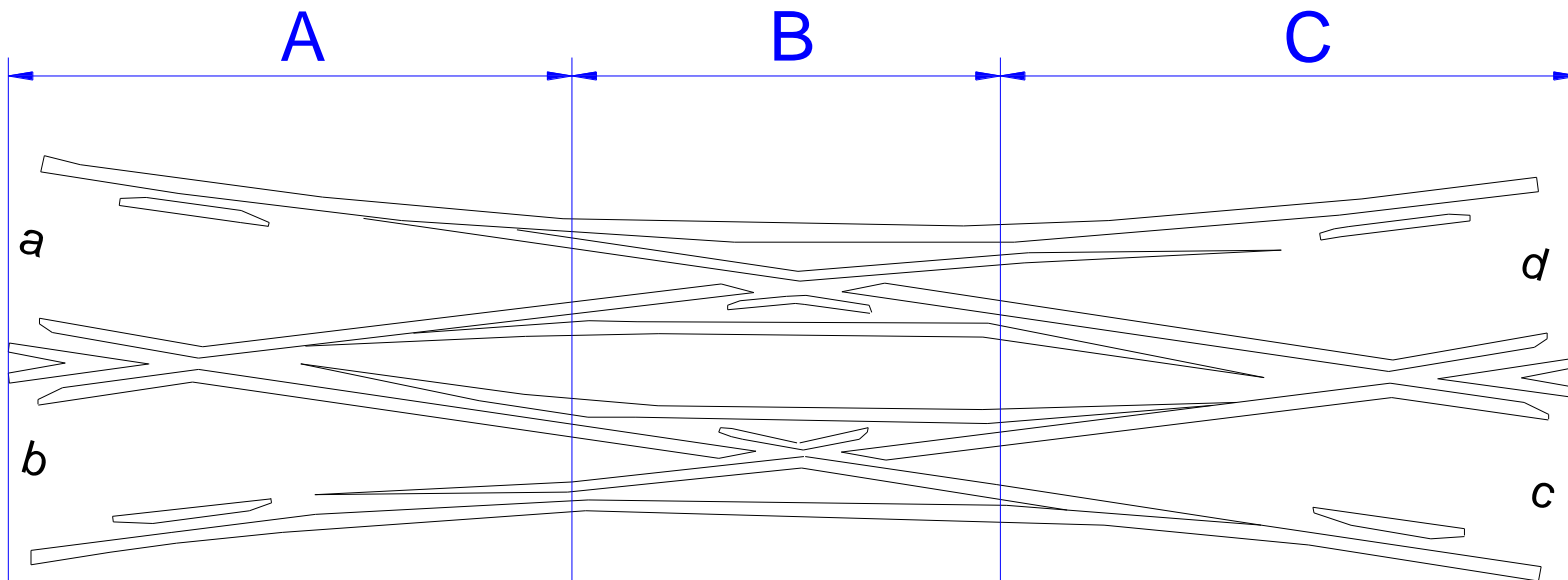
- siły  $Q$ ,  $Y$ ,
- współczynnik wykolejenia  $Y/Q$ ,
- suma sił  $Y$ ,
- przyspieszenia poprzeczne ramy wózka,
- przyspieszenia pionowe i poprzeczne pudła wagonu.

W celu dokładniejszego prześledzenia oddziaływań dynamicznych od strony taboru, podzielono rozjazd na trzy charakterystyczne sekcje (rys. 1):

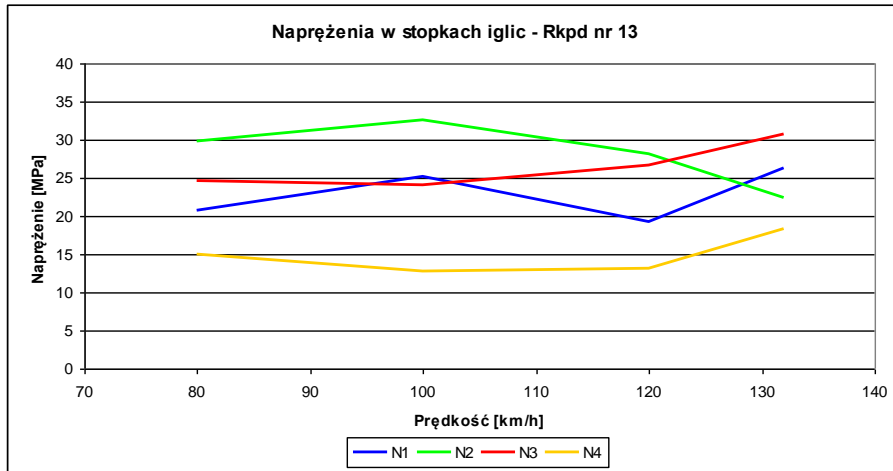
A – strefa krzyżownicy zwyczajnej i zwrotnicy;

B – strefa krzyżownic podwójnych;

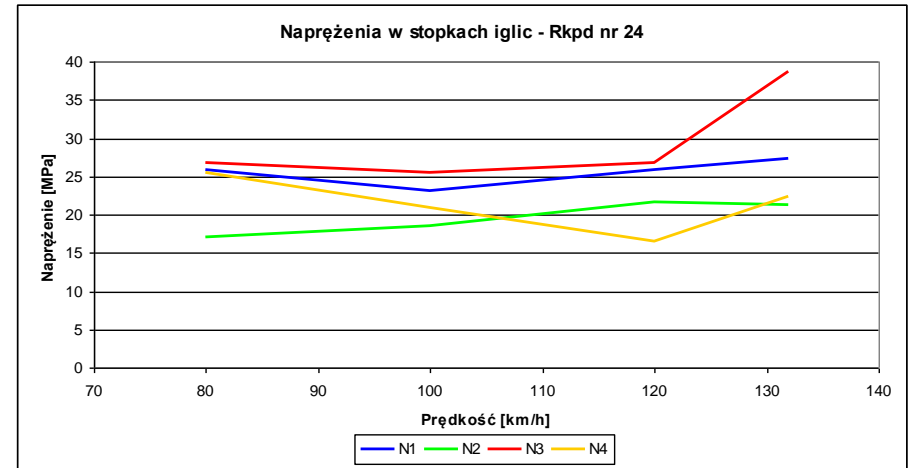
C – strefa krzyżownicy zwyczajnej i zwrotnicy.



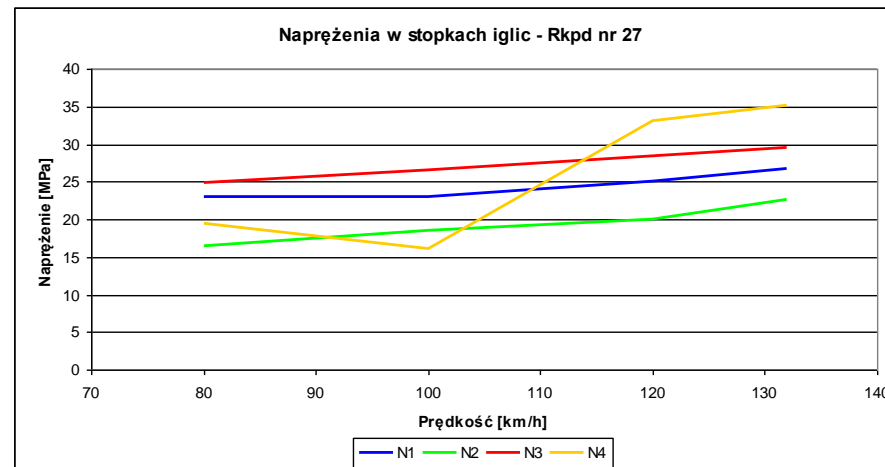
# NAPRĘŻENIA W STOPKACH IGLIC



Max. 33 MPa



Max. 39 MPa



Max. 35 MPa



Dla szyn wykonanych ze stali gatunku R260 można przyjąć, że wytrzymałość zmęczeniowa wynosi co najmniej 320 MPa. Obserwacje eksploatacyjne potwierdzają, że na liniach, gdzie naprężenia w szynach nie przekraczają 280-300 MPa, nie stwierdza się powstawania pęknięć zmęczeniowych w stopce szyny. W związku z tym naprężenia w iglicach, które powstały podczas jazd pomiarowych, można określić jako bardzo niskie i nie stanowiące ograniczenia w kontekście zwiększenia prędkości ruchu pociągów.



Przyspieszenia poprzeczne ramy wózka – zgodnie z Kartą UIC nr 518 – były filtrowane filtrem o zakresie 0÷10 Hz. Do ich oceny przyjęto wartości maksymalne przy przyjęciu następującego kryterium granicznego bezpieczeństwa:

$$Limit = 12 - \frac{Mw}{5} \quad [\text{m/s}^2],$$

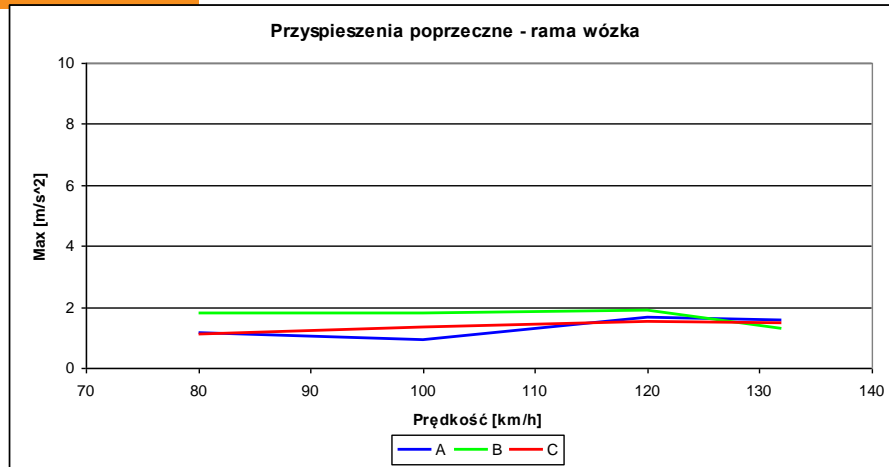
gdzie:

$Mw$  – masa wózka w tonach.

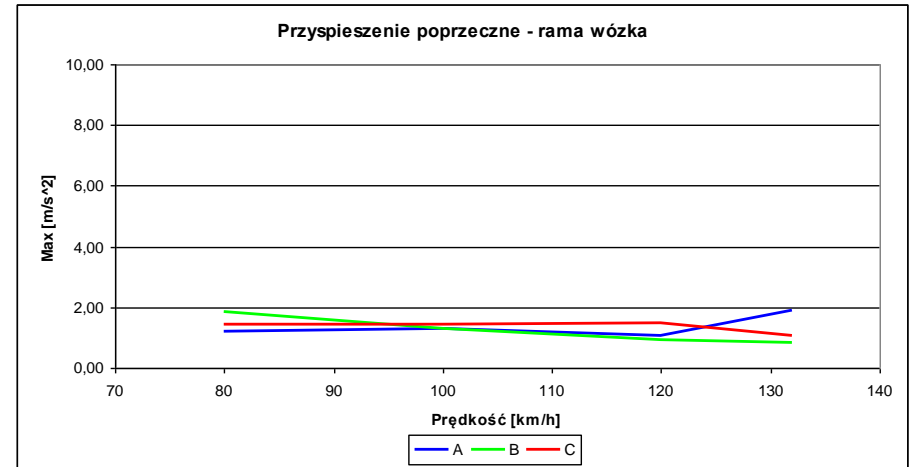
Przy przyjęciu masy wózka typu MD524 wynoszącej 7,7 tony, graniczna wartość przyspieszeń poprzecznych ramy wózka wynosi 10,46 m/s<sup>2</sup>.



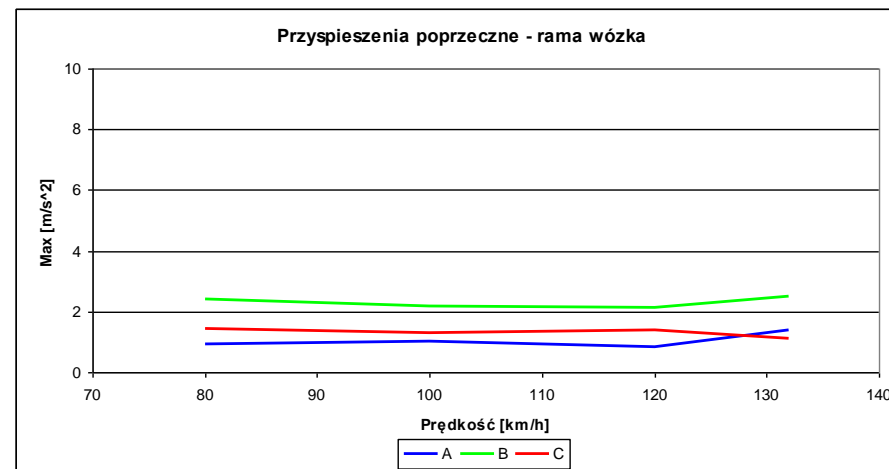




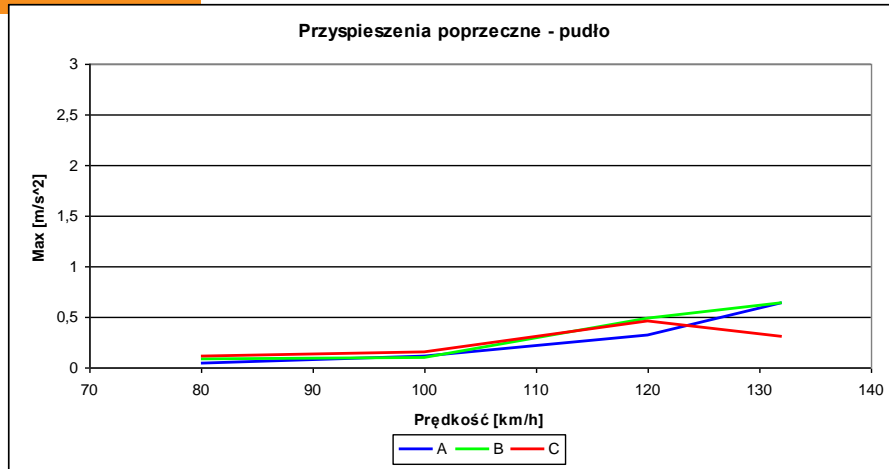
Rkpd nr 13 - max. 2,0 m/s<sup>2</sup>



Rkpd nr 24 - max. 2,5 m/s<sup>2</sup>

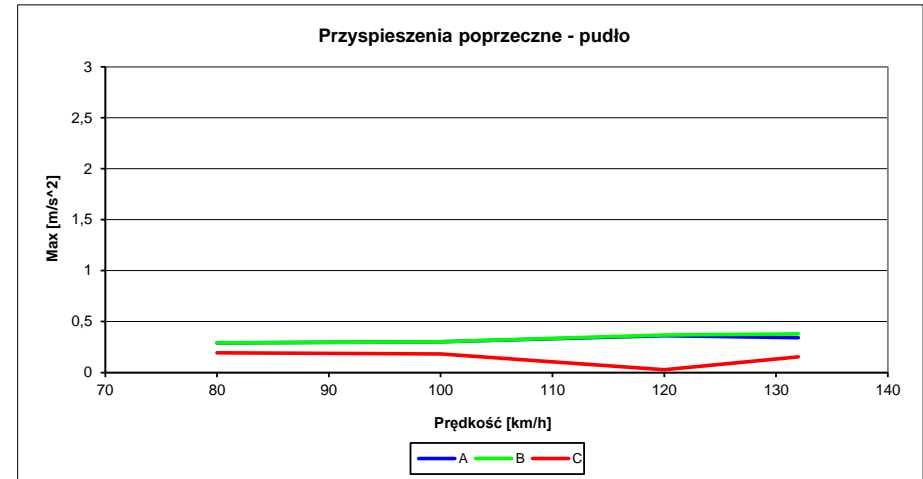


Rkpd nr 27 - max. 2,5 m/s<sup>2</sup>

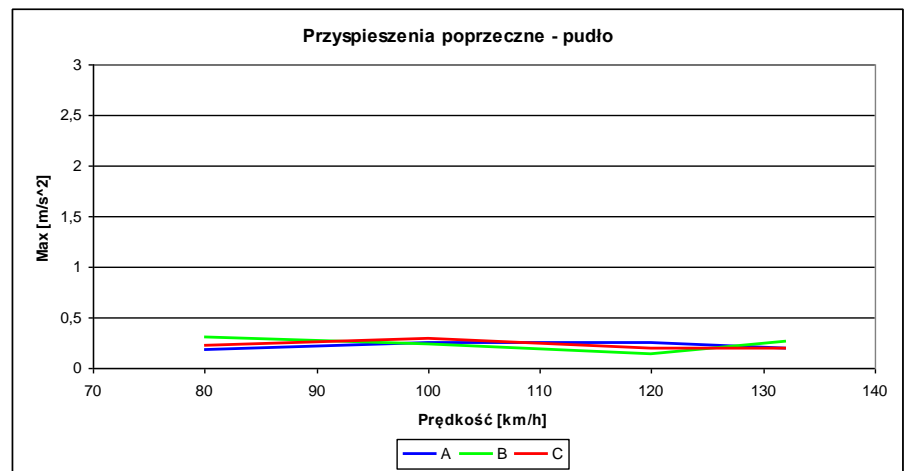


Rkpd nr 13 - max. 0,7 m/s<sup>2</sup>

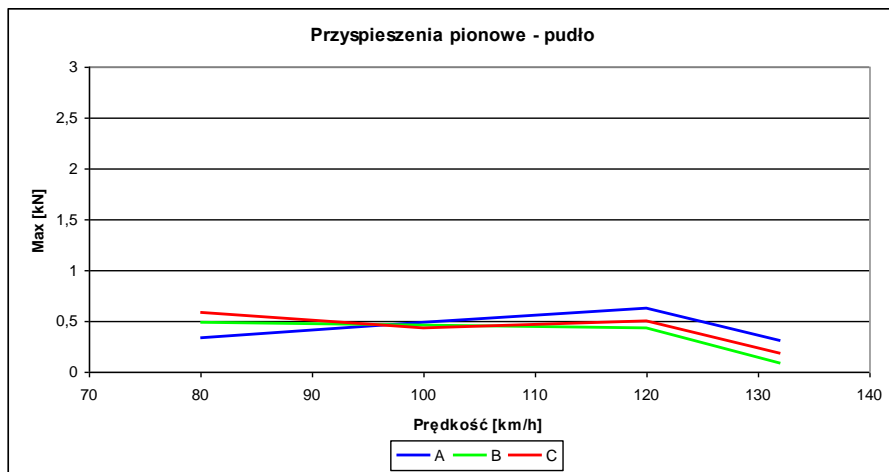
Przyspieszenia poprzeczne pudła wagonu – zgodnie z Kartą UIC nr 518 – filtrowano filtrem o zakresie 0÷6 Hz. Do ich oceny przyjęto wartości maksymalne przy zastosowaniu wartości granicznej ze względów bezpieczeństwa: 3 m/s<sup>2</sup>.



Rkpd nr 24 - max. 0,4 m/s<sup>2</sup>

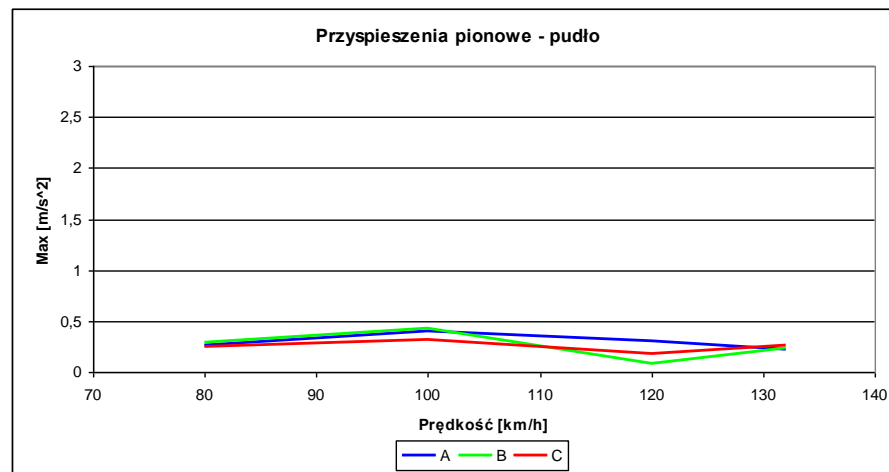


Rkpd nr 27 - max. 0,4 m/s<sup>2</sup>

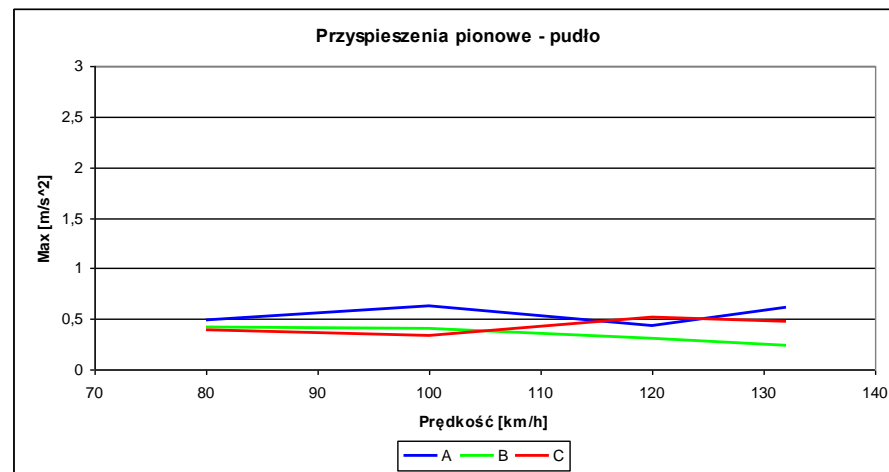


Rkpd nr 13 - max.  $0,7 \text{ m/s}^2$

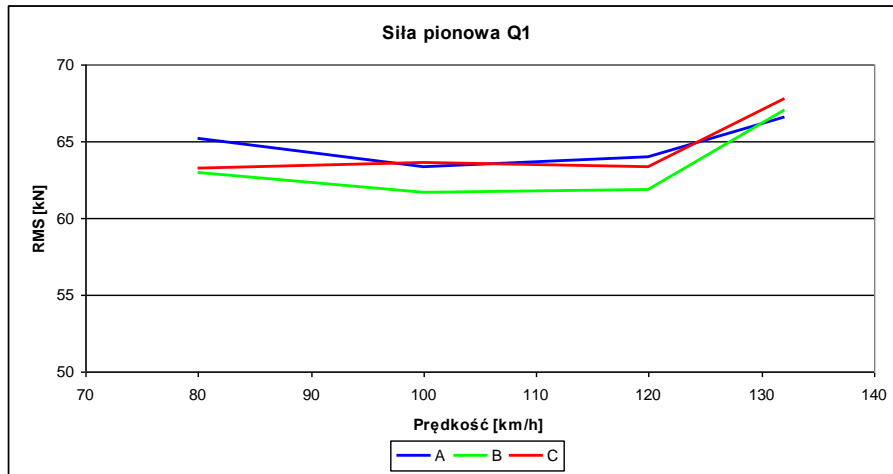
Przyspieszenia pionowe pudła wagonu – zgodnie z Kartą UIC nr 518 – filtrowano filtrem o zakresie  $0,4 \div 4 \text{ Hz}$ . Do ich oceny przyjęto wartości maksymalne przy zastosowaniu wartości granicznej ze względów bezpieczeństwa:  $5 \text{ m/s}^2$ .



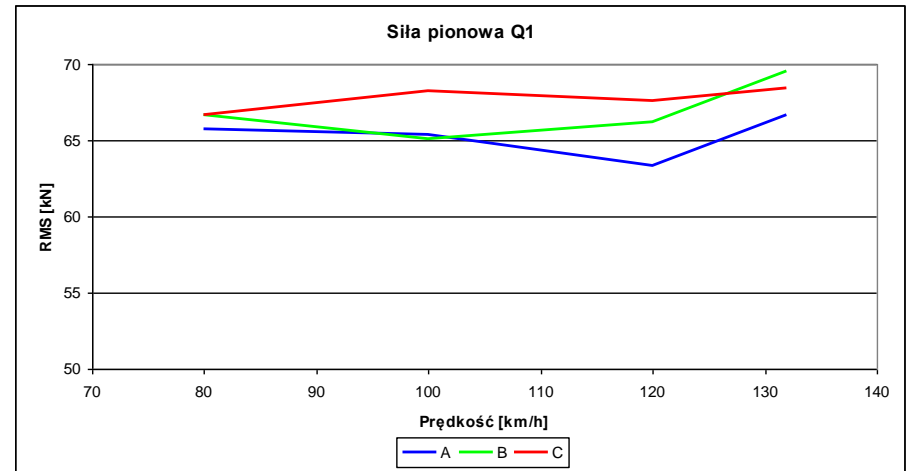
Rkpd nr 24 - max.  $0,5 \text{ m/s}^2$



Rkpd nr 27 - max.  $0,65 \text{ m/s}^2$

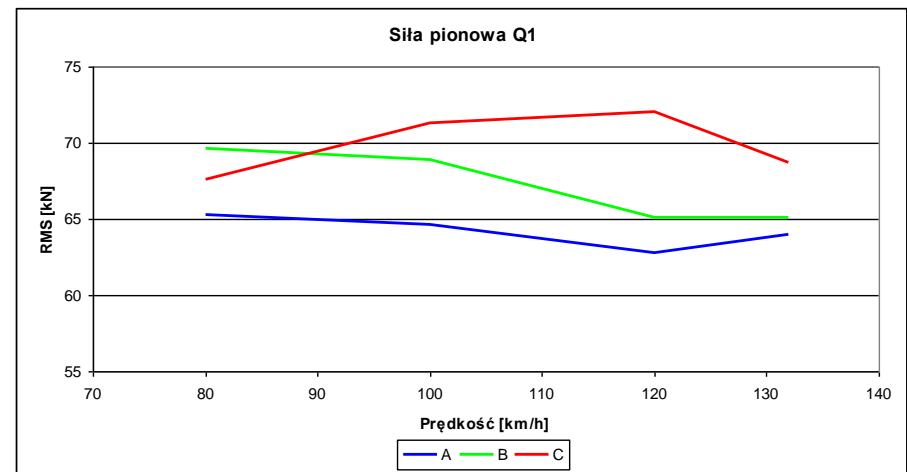


Rkpd nr 13 - max. 68 kN



Rkpd nr 24 - max. 70 kN

Ocenę sił pionowych przeprowadzono ze względu na wytrzymałość zmęczeniową toru. Z tego względu przyjmuje się wartość graniczną 180 kN. Do oceny przyjęto wartości średniokwadratowe (RMS)



Rkpd nr 27 - max. 72 kN

Kryteria oceny sumy sił poprzecznych przyjęto również w oparciu o Kartę UIC nr 518. Ze względu na bezpieczeństwo jazdy przyjmuje się następujące wartości graniczne sumy sił poprzecznych  $(\Sigma Y_{2m})_{lim}$ :

$$(\Sigma Y_{2m})_{lim} = \alpha (10 + P_0/3)$$

gdzie:

$\alpha = 1$  dla wagonów pasażerskich,

$P_0 = 120$  kN dla wagonu.

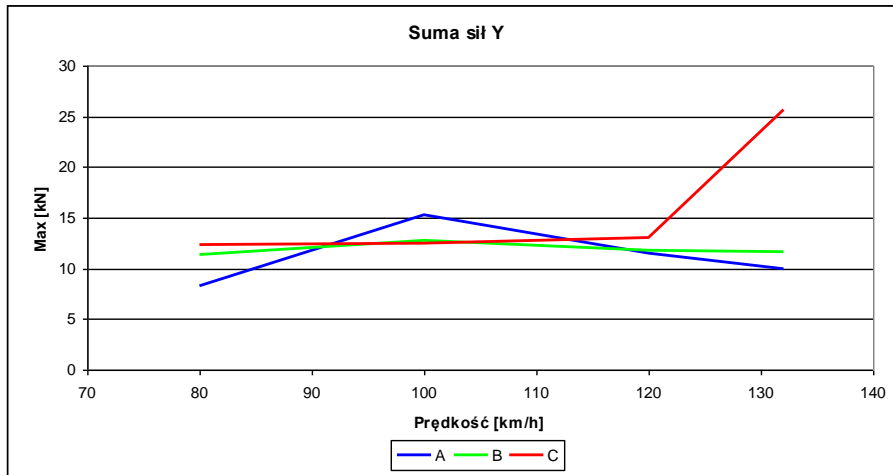
Stąd:

$$(\Sigma Y_{2m})_{lim} = 50 \text{ kN}$$

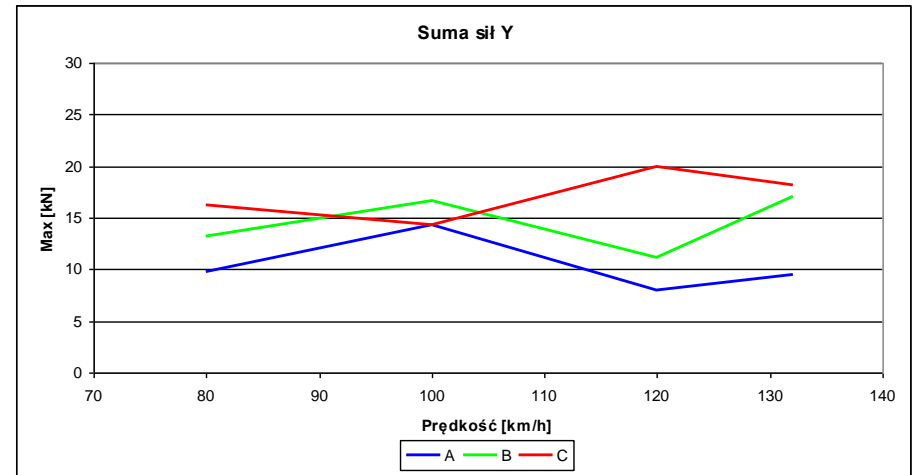
Do oceny przyjęto wartości maksymalne



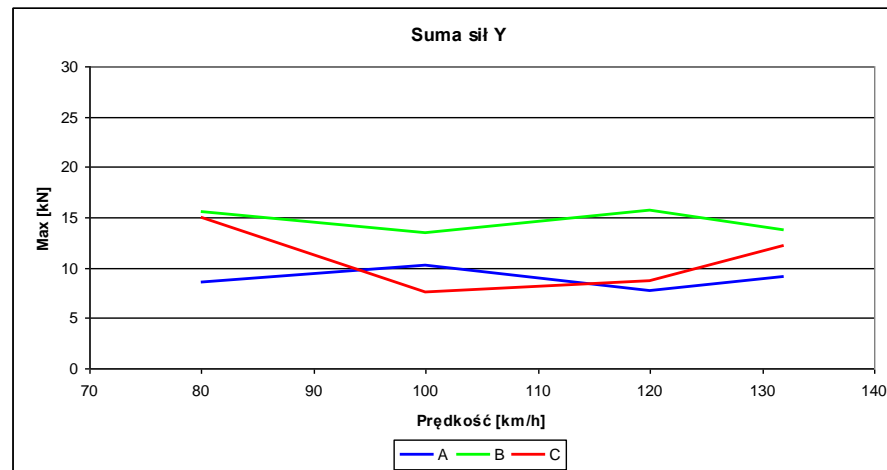
# SUMA SIŁ POPRZECZNYCH



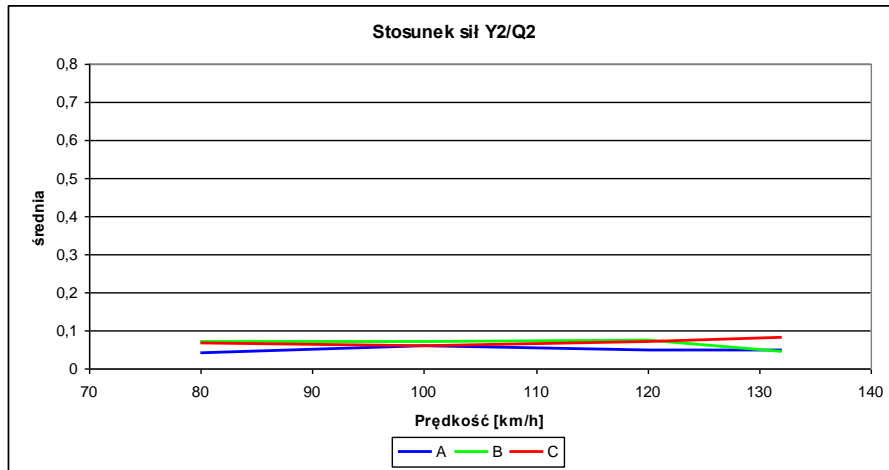
Rkpd nr 13 - max. 26 kN



Rkpd nr 24 - max. 20 kN

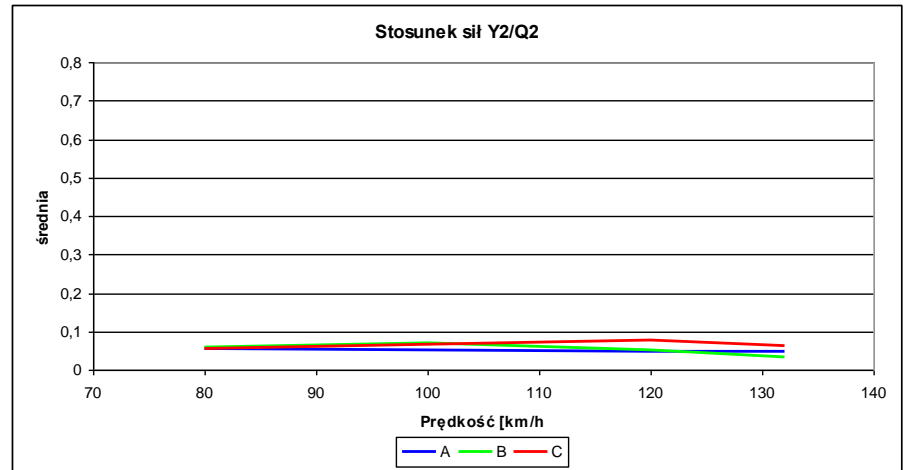


Rkpd nr 27 - max. 16 kN

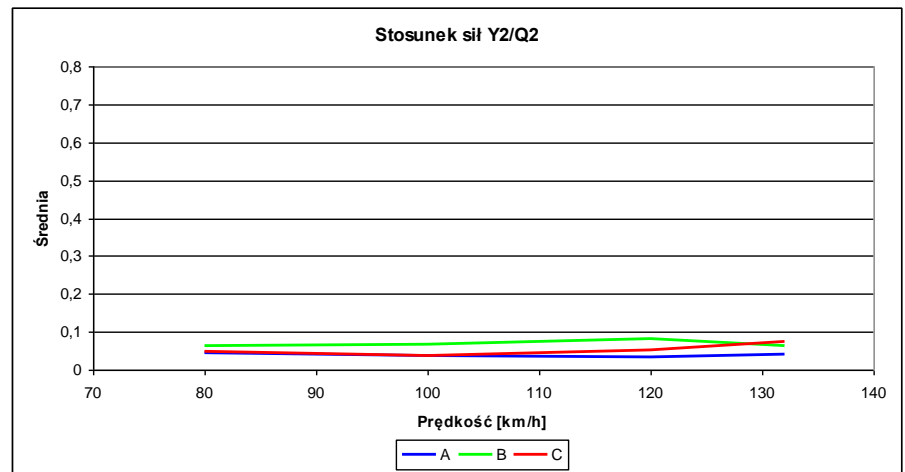


Rkpd nr 13 - max. 0,1

Graniczna wartość stosunku sił poprzecznych i pionowych Y/Q, czyli tzw. kryterium wykołowania, ze względu na bezpieczeństwo jazdy wynosi 0,8. Do oceny przyjęto wartości średnie.



Rkpd nr 24 - max. 0,1



Rkpd nr 27 - max. 0,1



Nie można stwierdzić zdecydowanej zależności naprężeń w iglicach od prędkości pociągu. Ich wartości, które powstały podczas jazd pomiarowych, można określić jako bardzo niskie i nie stanowiące ograniczenia w kontekście zwiększenia prędkości ruchu pociągów.

Siły pionowe wywierane przez koła nie wykazywały zależności od prędkości jazdy i strefy rozjazdu. W stosunku do przyjętego kryterium (180 kN) siły te były stosunkowo niskie (maksymalnie około 70 kN).



Wszystkie kryteria bezpieczeństwa przyjęte w niniejszej opinii technicznej:

- przyspieszenia poprzeczne ramy wózka,
- przyspieszenia pionowe i poprzeczne pudła wagonu,
- suma sił prowadzących,
- stosunek sił  $Y/Q$ ,

zostały spełnione z dużym zapasem w całym zakresie prędkości od 80 do 132 km/h.

***W opinii Instytutu Kolejnictwa – biorąc pod uwagę kryteria bezpieczeństwa jazdy oraz pozostałe parametry oddziaływań dynamicznych w torze i taborze – można bezpiecznie prowadzić ruch pociągów z prędkościami do 120 km/h na kierunkach zasadniczych rozjazdów krzyżowych podwójnych typu 60E1-190-1:9 na podrozjazdnicach betonowych.***



**Dziękujemy za uwagę**

*ikolej@ikolej.pl*

*jcejmer@ikolej.pl*

*kochocinski@ikolej.pl*

