

# **Analiza dynamicznych oddziaływań pomiędzy rozjazdem a napędem**

**Autor:**  
**dr inż. Jacek Paś**

**V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna**  
**"Nowoczesne technologie w projektowaniu, budowie i utrzymaniu rozjazdów kolejowych"**  
**Bydgoszcz - 17.05.2019**

# Plan prezentacji

- Linia kolejowa dużych prędkości w Polsce.
- Wymagania dla KDP w Polsce.
- Układ badawczy.
- Wybrane wyniki badań rozjazdu kolejowego.
- Podsumowanie.

# Centralna Magistrala Kolejowa

- 224 km
- 11 stacji kolejowych
- 3 posterunki odgałęźne
- $V_{max} = 200-250 \text{ km/h}$
- 139 rozjazdów w torze nr 1 i nr 2



# Typy rozjazdów na CMK

Stacja	Rozjazdy wielonapędowe	Rozjazdy jednonapędowe	Krzyżownica
Grodzisk Mazowiecki	8	0	Stała
Korytów	10	0	Stała
Szeligi	0	13	Ruchoma
Biała Rawska	0	4	Ruchoma
Strzałki	1	11	Ruchoma
Idzikowice	0	20	Ruchoma
Opoczno Południe	0	12	Ruchoma
Pilichowice	0	4	Ruchoma
Olszamowice	0	12	Ruchoma
Włoszczowa Północ	0	14	Ruchoma
Knapówka	5	0	Ruchoma
Psary	5	8	Ruchoma
Góra Włodowska	12	0	Ruchoma
Zawiercie		x	Stała

# Typy rozjazdów na CMK

Dominującym obecnie rozwiązaniem przestawiania rozjazdu jest układ jednonapędowy, stanowiący około 70% z wszystkich rozjazdów; w tym:

Systemy przestawiania rozjazdu		
Wielonapędowy	Jednonapędowy z sprzężeniem zamknięć nastawczych	
-	mechanicznym	hydraulicznym
30%	20%	50%

# Typy rozjazdów na CMK

Rozjazdy zwyczajne na CMK są eksploatowane w trzech geometriach:

- Rz 60E1-2500-1:26,5 sbS 1:40.
- Rz 60E1-1200-1:18,5 sbS 1:40,
- Rz 60E1-500-1:12 sbS 1:40,



# Wymagania dla KDP w Polsce

## Standardy Techniczne

Standardy Techniczne szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości  $V_{max} \leq 200$  km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem).

TOM I – Droga szynowa, Wersja 1.1. z 2009 roku.

### STANDARDY TECHNICZNE

POBIERZ >

Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości  $V_{max} \leq 200$  km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)  
Wersja 1.1

.zip 12.4 M

POBIERZ >

Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych. Tom I – Załącznik ST1-T1-A.9 - Obowiązują od 01.06.2018

.pdf 739 K

Źródło: <http://www.plk-sa.pl/dla-klientow-i-kontrahentow/akty-prawne-i-przepisy/standardy-techniczne/>

# Wymagania dla KDP w Polsce

## Standardy Techniczne

### Odmiany konstrukcyjne rozjazdów na liniach typu P250

- Typy i rodzaje rozjazdów w torach głównych zasadniczych – o zmiennej krzywiznie toru zwrotnego, 60E1-2500-1:26,5, 60E1-1200-1:18,5, 60E1-760- 1:14.
- Krzyżownica ruchoma
- Układ sterowania jednonapędowy ze sprzężeniem specjalnym gwarantującym wysoką dostępność lub układ wielonapędowy (po uzgodnieniu z Zarządcą Infrastruktury).

należy stosować rozwiązania przestawiania zwrotnicy i krzyżownicy jednym napędem ze specjalnym sprzężeniem zamknięć gwarantujących ręczne przestawienie zwrotnicy/ruchomego dziobu przez 1 osobę w czasie do 4 minut w celu zapewnienia dostępności rozjazdu w sytuacjach awaryjnych (brak zasilania, uszkodzenie kabla, uszkodzenie obwodu nastawczego itp. uszkodzenia umożliwiające ręczne przestawienie zwrotnicy). Wszelkie odstępstwa od powyższej ogólnej zasady tylko za zgodą Zarządcy Infrastruktury.

Nacisk na zwiększenie wskaźnika dostępności linii kolejowej poprzez działania po wystąpieniu awarii, brak danych odnośnie parametrów niezawodności dla układu starowania rozjazdem kolejowym dedykowanym na linie kolejowe dużych prędkości – działania zapobiegawcze.

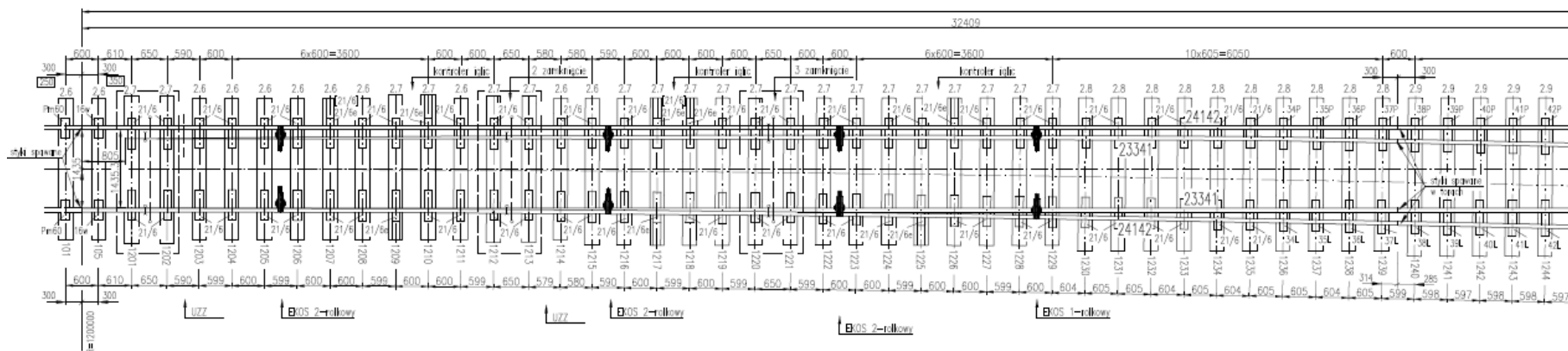


# Układ badawczy

Model badawczy to

Rozjazd zwyczajny Rz60E1-1200-1:18,5-1:40\_Ssb z ruchomym dziobem krzyżownicy w:

- w wielonapędowym układzie sterowania oraz
- w jednonapędowym układzie sterowania z mechanicznym sprzężeniem zamknięć.



# Układ badawczy

## Badania oporów przestawiania zwrotnicy



Pomiary w punkcie połączenia suwaka napędu z prętem nastawczym:

- 1 zamknięcia nastawczego
- 2 zamknięcia nastawczego
- 3 zamknięcia nastawczego

# Wyniki badań rozjazdu

## Zwrotnica - 1 zamknięcie nastawcze [kN]

Próba 1		Próba 2		Próba 3	
kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)
<b>2,8</b>	<b>1,91</b>	<b>2,92</b>	<b>2,01</b>	<b>3,34</b>	<b>2,16</b>

## Zwrotnica - 2 zamknięcie nastawcze [kN]

Próba 1		Próba 2		Próba 3	
kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)
<b>0,47</b>	<b>0,12</b>	<b>0,31</b>	<b>0,37</b>	<b>0,35</b>	<b>0,39</b>

## Zwrotnica - 3 zamknięcie nastawcze [kN]

Próba 1		Próba 2		Próba 3	
kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)	kierunek (-)	kierunek (+)
<b>2,76</b>	<b>2,88</b>	<b>2,66</b>	<b>2,61</b>	<b>2,84</b>	<b>2,78</b>

# Układ badawczy

Badania sił oddziaływania taboru na zamknięcie nastawcze



Pomiary w punkcie połączenia suwaka napędu z prętem nastawczym:

- 1 zamknięcia nastawczego
- 2 zamknięcia nastawczego
- 3 zamknięcia nastawczego

$V=160\text{km/h}$

$V=200\text{km/h}$

# Wyniki badań rozjazdu

Siła oddziaływania zwrotnicy na napęd podczas jazdy taboru przez rozjazd w wielonapędowym układzie sterowania

Prędkość [km/h]	Maksymalna siła w sworzniu - napęd I [kN]	Maksymalna siła w sworzniu - napęd II [kN]	Maksymalna siła w sworzniu - napęd III [kN]
160	0,6	0,05	0,56
200	1,08	0,17	0,92

*Rozprawa doktorska UTH Radom, z dnia 18 listopada 2018 roku*

# Wyniki badań rozjazdu

Prędkość [km/h]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd I [kN]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd II [kN]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd III [kN]
160	3,41	0,74	1,23
180	2,94	0,64	1,42
200	3,78	0,52	1,51
220	3,56	0,79	1,79

Prędkość [km/h]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd I [kN]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd II [kN]	Maksymalna siła w sworzniu – napęd III [kN]
160	5,13	0,24	2,31
180	6,24	0,41	2,28
200	7,81	0,34	3,01
220	6,67	0,59	2,89

*Instytut Kolejnictwa, Zakład dróg kolejowych i przewozów, Praca nr 3998/11, Warszawa, wrzesień 2012 r.*



# Układ badawczy

## Pionowe i poziome przemieszczenia iglicy odlegającej

- Badanie przeprowadzone podczas jazdy taboru kolejowego na ostrze iglicy, dla wielonapędowego układu starowania oraz podczas jazdy z ostrza dla jednonapędowego układu starowania z mechanicznym sprzężeniem zamknięć nastawczych.
- Badania przeprowadzone z prędkościami przejazdu przez rozjazd kolejowy:
  - 160[km/h] - Lokomotywa elektryczna EP09 z wagonami,
  - 200[km/h] - Zespół trakcyjny Pendolino, serii ED250.

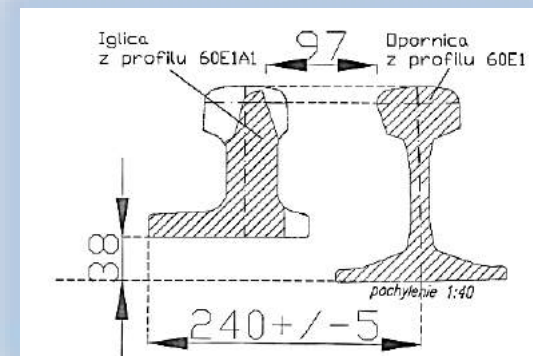
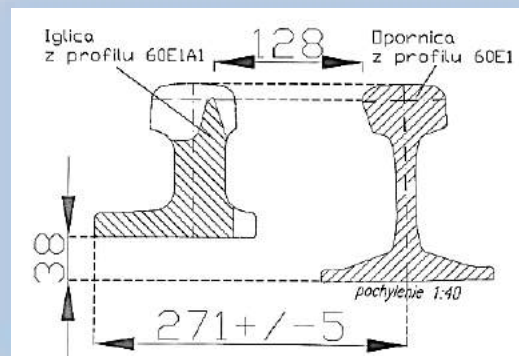
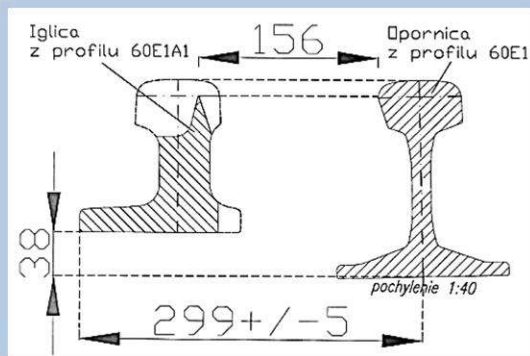


# Układ badawczy

## Pionowe i poziome przemieszczenia iglicy odlegającej

Przekroje iglicy 60E1A1, dobrano w sposób następujący:

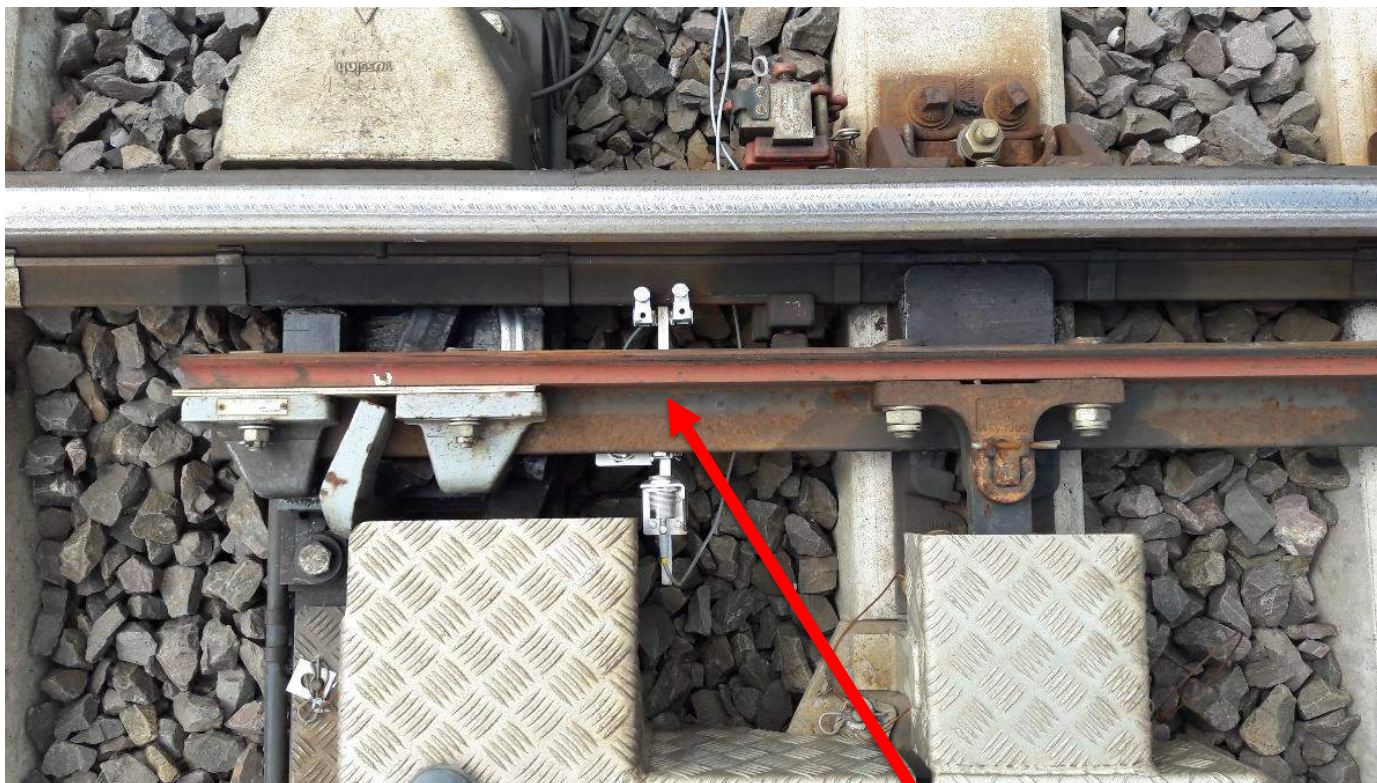
- przekrój pierwszy, pierwsze pole pomiędzy podrozjazdnicami za pierwszym zamknięciem nastawczym.
- przekrój drugi, pole pomiędzy podrozjazdnicami w środkowym rozłożeniu pierwszego i drugiego zamknięcia nastawczego.
- przekrój trzeci, pole pomiędzy podrozjazdnicami przed drugim zamknięciem nastawczym.





# Układ badawczy

Rozkład czujników magnetyczno - indukcyjnych



**Czujniki magnetyczno – indukcyjne za pierwszym zamknięciem nastawczym – I. punkt pomiarowy**



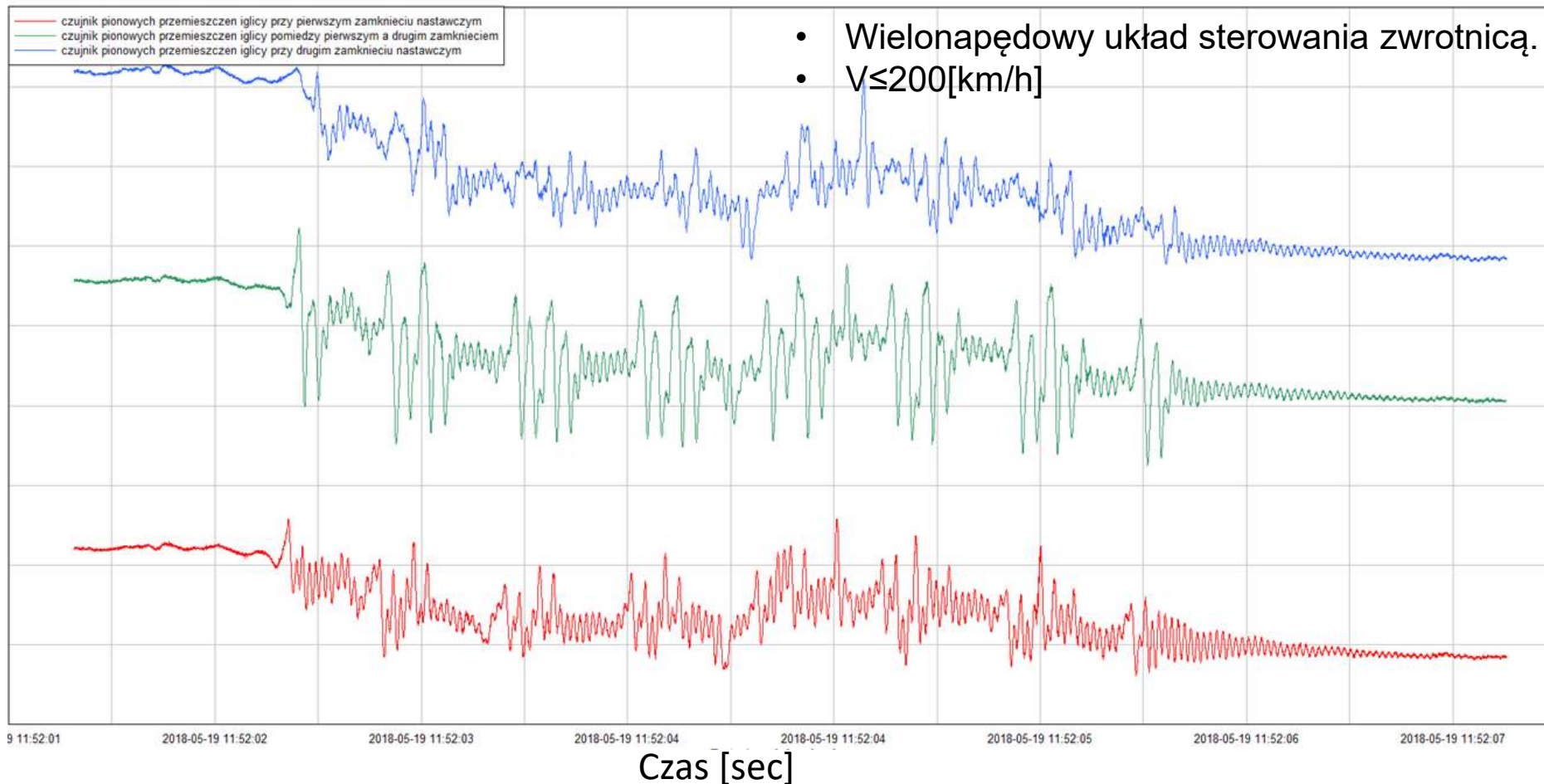
# Układ badawczy

Rozkład czujników magnetyczno - indukcyjnych



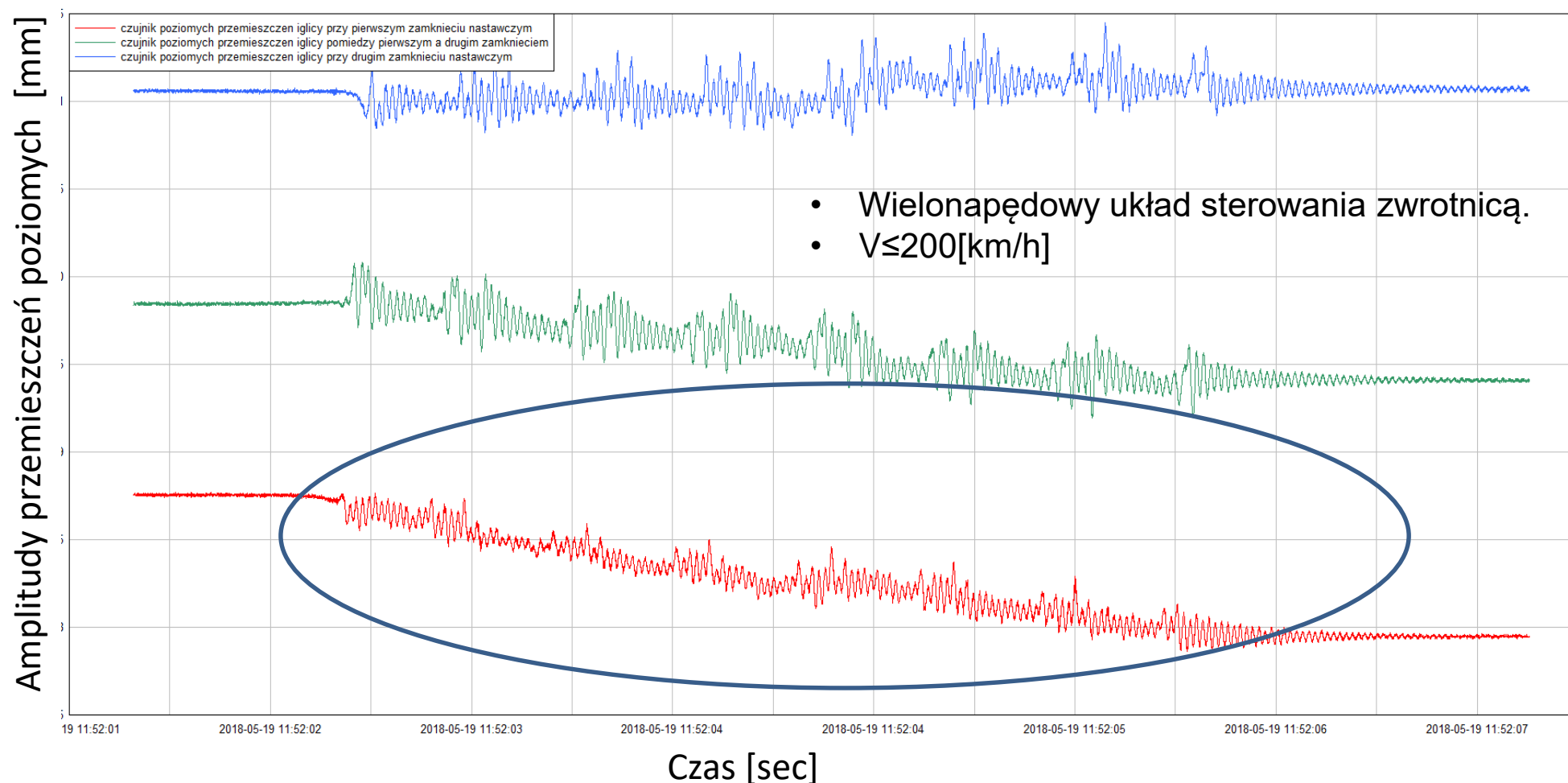
# Wyniki badań rozjazdu

Amplitudy przemieszczeń pionowych [mm]



- Wielonapędowy układ sterowania zwrotnicą.
- $V \leq 200 [\text{km/h}]$

# Wyniki badań rozjazdu



# Wyniki badań rozjazdu

## Wielonapędowy układ sterowania zwrotnicą

Dla każdego z trzech punktów badawczych:

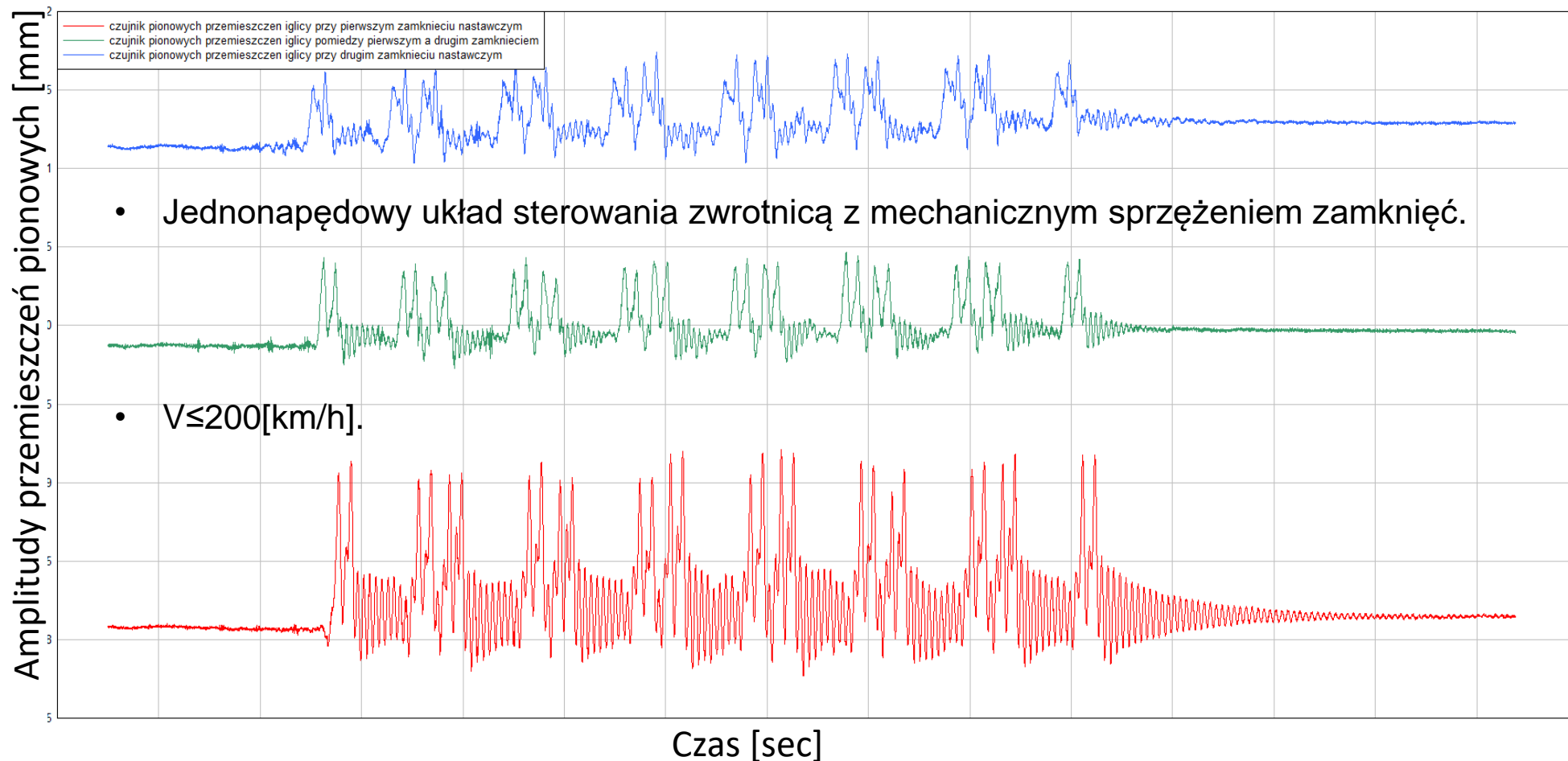
- a) przy pierwszym zamknięciu nastawczym,
- b) pomiędzy pierwszym i drugim zamknięciem nastawczym oraz
- c) przy drugim zamknięciu nastawczym

dla prędkości przejazdu pojazdu trakcyjnego  $V=200[\text{km/h}]$  amplitudy przemieszczeń pionowych i poziomych osiągają większe wartości od prędkości przejazdu trakcyjnego  $V=160[\text{km/h}]$ .

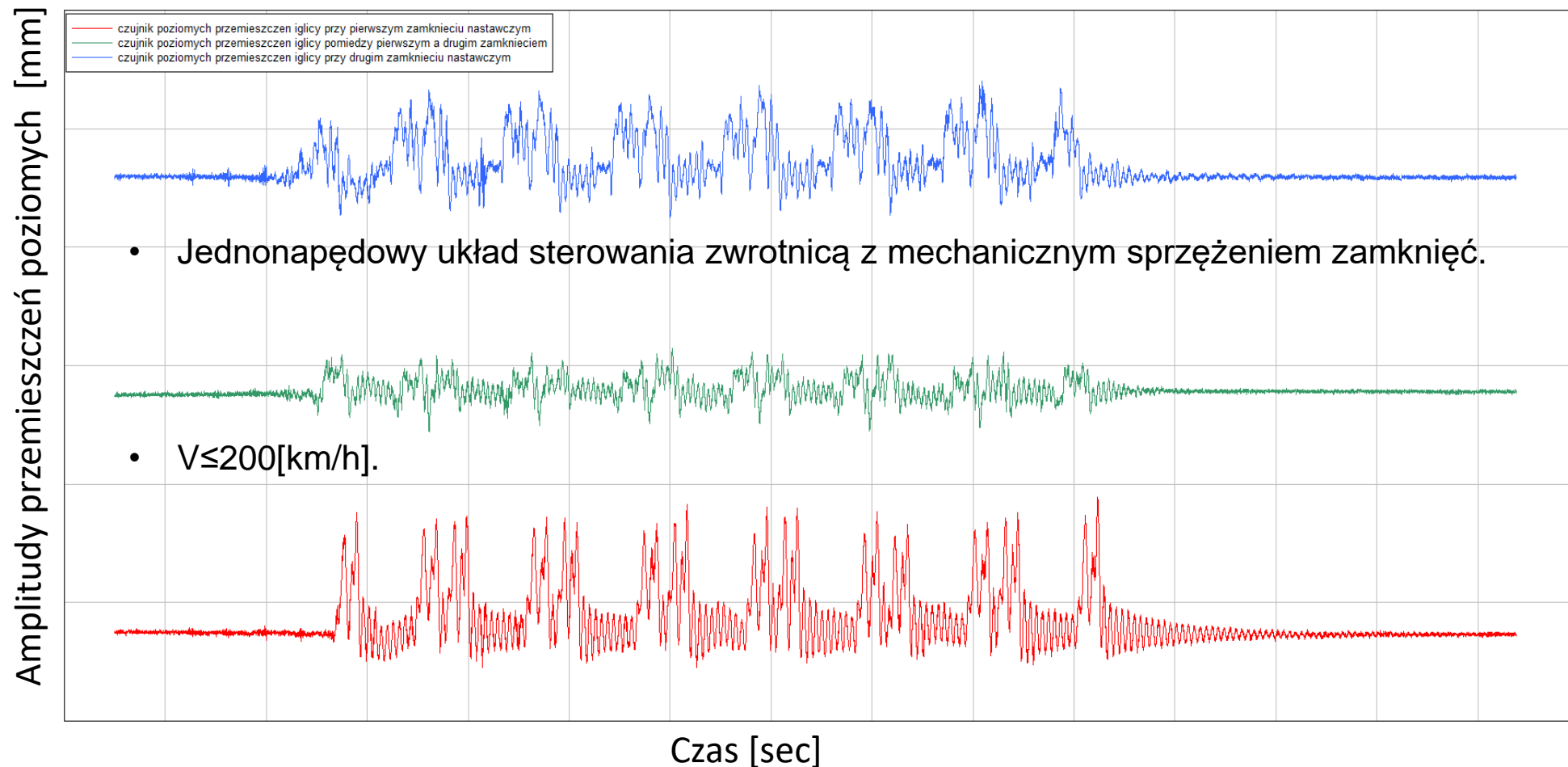
Największe amplitudy przemieszczeń pionowych występują na 2 punkcie pomiarowym.

Przemieszczenia poziome na 1 punkcie pomiarowym w kierunku opornicy.

# Wyniki badań rozjazdu



# Wyniki badań rozjazdu



# Wyniki badań rozjazdu

## Jednonapędowy układ sterowania zwrotnicą

Wyniki pomiarów nie pokazują wzrostu wartości amplitudy przemieszczeń pionowych i poziomych wraz z wzrostem prędkości przejazdu pojazdu trakcyjnego.

Największe amplitudy przemieszczeń pionowych i poziomych występują na 1 punkcie pomiarowym, w pobliżu napędu.

Najmniejsze amplitudy przemieszczeń pionowych i poziomych występują na 2 punkcie pomiarowym, pomiędzy 1 i 2 zamknięciem.



- Należy rozważyć zastosowanie 4 zamknięć nastawczych w obrębie zwrotnicy dla wielonapędowego układu sterowania - badanego rozjazdu.
- Prędkość maksymalna 200 [km/h] generuje niskie siły oddziaływania taboru na zamknięcie nastawcze, konieczne badania z większymi prędkościami dla oceny tendencji zmian.
- Nierównomierne przebiegi amplitudy przemieszczeń dla rozjazdu w wielonapędowym układzie sterowania mogą być przyczyną zbyt dużych luzów pionowych jak i poziomych w zamknięciu nastawczym
- Sprzęgi iglicowe, tworzące ramę układu zwrotnicy w jednonapędowym układzie sterowania, spełniają rolę stabilizacji przemieszczeń.
- W wyniku kolejnych prac i badań nad zjawiskami zachodzącymi w układzie stalowe elementy rozjazdu kolejowego - napęd, należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość dostarczania danych o stanie technicznym systemu, zdalnie bez konieczności diagnostyki bezpośredniej.

# Dziękuję za uwagę

[www.tracktec.eu](http://www.tracktec.eu)