

*mgr inż. Jerzy Dolański
mgr inż. Bartosz Grzelka
mgr inż. Adam Sienicki
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”*

Modernizacja trójosiowego wózka lokomotywy typu 303D w kontekście współczesnych wymagań w dziedzinie właściwości dynamicznych pojazdów szynowych

W artykule przedstawiono zakres modernizacji wózka lokomotywy typu 303D mającej na celu osiągnięcia lepszych właściwości dynamicznych w dziedzinie bezpieczeństwa biegu, obciążenia toru i właściwości biegowych pojazdów. Jako główny cel do osiągnięcia postawiono obniżenie wskaźnika ryzyka wykolejenia Y/Q , co wymagało zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych prowadzących do zmniejszenia siły prowadzącej Y oraz zwiększenia minimalnego nacisku koło-szyna Q . Zmniejszenie siły Y na kole prowadzącym osiągnięto przez uwolnienie środkowego zestawu kołowego na przesuw poprzeczny względem ramy wózka (tzw. przesuwna oś środkowa), natomiast zwiększenie minimalnego nacisku Q osiągnięto głównie dzięki zastosowaniu zmiękzonego usprężynowania pierwotnego. Jako drugi istotny cel do osiągnięcia postawiono wyrównanie nacisków nadwozia lokomotywy przypadających na poszczególne podpory gumowo-metalowe znajdujące się na każdym z wózków, w kontekście rozkładu ciężaru lokomotywy na poszczególne osie. Cel ten osiągnięto przez zastosowanie pięciu zamiast czterech podpór gumowo-metalowych, o zmniejszonej sztywności naciskowej, korzystnie skonfigurowanych na planie wózka.

Ponadto opisano rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w ramach modernizacji wózka oraz przedstawiono wyniki obliczeń symulacyjnych parametrów biegowo-dynamicznych i wstępne wnioski z prób ruchowych.

1. Wprowadzenie

Lokomotywa typu 303D (SU 46) wyposażona jest w trójosiowe wózki przystosowane do prędkości 120 km/h. Każda z osi ma indywidualny napęd, w którym każdy z trzech silników jest łożyskowany na napędzanej przezeń osi i zawieszony za tzw. nos na ramie wózka. W wózku lokomotywy typu 303D wszystkie zestawy kołowe prowadzone są bezluzowo w ramie wózka w identyczny sposób za pomocą układu prowadników przegubowych w liczbie 2 szt. na każdą maźnicę, realizujących stosunkowo duże sztywności połączenia „maźnica - rama wózka” wzdłużnie i poprzecznie względem osi toru. Jest to tzw. system prowadzenia Alsthom'a. System ten zapewnia stosunkowo dużą prędkość krytyczną pojazdu, co jest jego zaletą, jednak posiada też dwie istotne wady.

Pierwszą wadą jest stosunkowo duże oddziaływanie siłowe prowadzącego zestawu kołowego na tor w kierunku poprzecznym, zwłaszcza podczas jazdy na łuku torowym, spowodowane sztywnym prowadzeniem środkowego zestawu kołowego w ramie wózka w kierunku poprzecznym, ze skutkami w postaci stosunkowo szybkiego zużywania się obrzeży kół oraz stosunkowo wysokiego poziomu ryzyka wykołowania (Y/Q).

Drugą wadą jest sztywność pasożytnicza generowana przez układ prowadników w kierunku pionowym, która superponuje w sposób równoległy ze sztywnością pionową usprężynowania pierwotnego. Podwyższona w ten sposób wypadkowa sztywność zawieszenia pierwotnego wpływa niekorzystnie na chwilowy rozkład nacisków „koło-szyna” w obrębie wózka, co pociąga za sobą wzrost poziomu ryzyka wykołowania pojazdu.

W związku z powyższym w ramach modernizacji lokomotywy serii SU46 podjęto działania mające na celu obniżenie wskaźnika ryzyka wykołowania (Y/Q) a także siły poprzecznej Y działającej na koło prowadzące oraz tzw. siły łożyskowej H działającej w osi zestawu kołowego.

Zarówno wskaźnik Y/Q jak i siła Y i H muszą być utrzymane w obrębie kryteriów normy PN-EN 14363.

2. Cele do osiągnięcia w ramach modernizacji wózka

Głównym celem modernizacji była poprawa właściwości biegowych wózka w celu spełnienia wymagań określonych w przepisach a w szczególności poprawa wskaźnika ryzyka wykołowania Y/Q . Obniżenie wartości wskaźnika (Y/Q) oraz sił Y i H poprzez zmiany w konstrukcji wózka jest sprawą skomplikowaną technicznie i organizacyjnie. Teoretycznie najskuteczniej-

szym i najbardziej efektywnym środkiem prowadzącym do obniżenia siły poprzecznej Y_1 na kole prowadzącym jest uwolnienie środkowego zestawu kołowego, w sposób umożliwiający jego poprzeczną przesuwność względem ramy wózka, przy udziale jak najmniejszych sił reakcyjnych. W wózkach trójosiowych, w których środkowy zestaw kołowy nieprzesuwny względem ramy wózka, siła łożyskowa H_2 działająca na ten zestaw kołowy może osiągać wartość rzędu 60 kN. Siła ta przenoszona jest na skrajne zestawy kołowe przyczyniając się do zwiększenia działających tam sił Y o ca 30 kN. Tak więc uwalniając środkowy zestaw kołowy zyskuje się spadek siły Y_1 na kole prowadzącym o wspomniane 30 kN, przenosi się na poprawę wskaźnika Y_1/Q_1 na tymże kole.

Dalszą poprawę wskaźnika Y/Q można uzyskać zmniejszając zawieszenie pojazdu a zwłaszcza zawieszenie pierwotne. Dzięki zmniejszeniu tego zawieszenia można wydatnie zmniejszyć stratę nacisku „koło-szyna” Q podczas jazdy na wchrowatym torze.

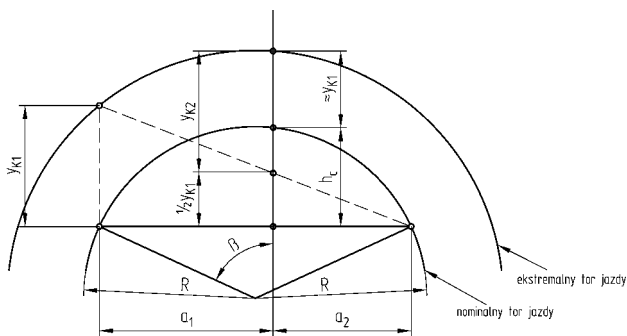
Nieco mniejsze korzyści w aspekcie wskaźnika Y/Q daje zmniejszenie zawieszenia wtórnego, jednakże jest ono bardzo korzystne dla komfortu jazdy, zwłaszcza w odniesieniu do przyspieszeń poprzecznych występujących na nadwoziu.

Kierując się powyższym uznano, że realizacja zamierzonych celów wymaga wdrożenia zmian konstrukcyjnych prowadzących do:

- uwolnienia środkowego zestawu kołowego
- zmniejszenia zawieszenia pierwotnego
- zmniejszenia zawieszenia wtórnego

3. Przesuwność środkowego zestawu kołowego w wózku trójosiowym

Jednym z głównych zadań modernizacji wózka lokomotywy typu 303D było umożliwienie przesuwu poprzecznego środkowego zestawu kołowego względem ramy wózka w celu obniżenia siły H . Przyjęto koncepcję, wg której zestaw kołowy przemieszczać się będzie razem z maźnicą a także silnikiem gdy wyczerpie on luz na panewkach. Na podstawie analiz konstrukcyjnych ustalono, że maksymalny, technicznie możliwy do zrealizowania przesuw poprzeczny środkowego zestawu kołowego wynosi 25 mm. Z kolei zapotrzebowanie na przesuwność środkowego zestawu kołowego jest funkcją warunków prowadzenia wózka w łuku torowym co pokazano na rys. 1.



Rys.1 Przemieszczenie poprzeczne koło/rama środkowego zestawu kołowego na łuku torowym

Z zależności geometrycznych widocznych na powyższym rysunku wyprowadzono wzór na podstawie którego można obliczyć przemieszczenie poprzeczne y_{K2} środkowego zestawu kołowego względem ramy wózka dla określonego promienia łuku torowego.

$$y_{K2} = Y_{K1} \cdot \frac{a_1}{a_2 + a_2} + \sqrt{R^2 - \left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right)^2} - R \cdot \cos \frac{a_1 + a_2}{2R} \quad (1)$$

gdzie:

a_1, a_2 - rozstaw osi wózka:

$$a_1 = 1,95 \text{ m} \quad a_2 = 1,8 \text{ m}$$

$y_{K1} = \delta_{K/S} + \delta_K + \delta_S + 0,5 + \delta_T$ - luz prowadny koła prowadzącego

$\delta_{K/S} = 0,5 [1,435 - (1,36 + 2 \cdot 0,325)] = 0,005$ - nominalny luz prowadny koło/szlina

$\delta_K = 0 \div 0,0105 \text{ m}$ - zużycie boczne koła nabiegającego

$\delta_S = 0 \div 0,005 \text{ m}$ - zużycie boczne główki szyny

δ_T = poszerzenie toru w strefie łuku

Po podstawieniu stałych do wzoru otrzymujemy:

$$y_{K2} = Y_{K1} \cdot \frac{1,95}{1,95 + 1,8} + \sqrt{R^2 - \left(\frac{1,95 - 1,8}{2}\right)^2} - R \cdot \cos \frac{1,95 + 1,8}{2R}$$

$$y_{K1} = 0,005 + \delta_K + \delta_S + 0,5 + \delta_T$$

$$y_{K2} = \sqrt{R^2 - 0,005625} - R \cdot \cos \frac{1,875}{R} + 0,52 \cdot (\delta_K + \delta_S + 0,5\delta_T + 0,005)$$

Po przekształceniu wzoru i podstawieniu przemieszczenia $y_{K2} = 25 \text{ mm}$ obliczono minimalny przejezdny promień łuku torowego.

Obliczenia przeprowadzono przy następujących założonych warunkach:

- poszerzenie toru δ_T [mm] – $0 \div 25$
- zużycie boczne koła δ_K [mm] – $0 \div 10$
- zużycie boczne szyny δ_S [mm] – $0 \div 5$

Wyniki obliczeń dla poszczególnych kombinacji warunków przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wielkość przemieszczenia środkowego zestawu kołowego w kierunku poprzecznym w zależności od parametrów $R, \delta_T, \delta_K, \delta_S$.

Promień łuku torowego	Poszerzenie toru	Zużycie boczne		Przemieszczenie poprzeczne środkowego zestawu kołowego względem ramy wózka
		koło	szyna	
R	δ_T	δ_K	δ_S	Y_{K2}
m	mm	mm	mm	mm
200	10	0	0	16,575
	10	5	2,5	17,875
	10	5	5	19,175
	10	10	5	21,775 ¹⁾
150	25	0	0	20,800 ²⁾
	25	5	2,5	24,700
	25	5	5	26,000
	25	10	5	28,600
100	25	0	0	26,649
	25	5	2,5	30,549
	25	5	5	31,849
	25	10	5	34,449
190	15	10	5	23,537 ¹⁾

¹⁾ Dotyczy eksploatacji łuk 190 m, 200 m.

²⁾ Dotyczy homologacji łuk 150 m.

Na podstawie obliczeń udowodniono, że przesuw środkowego zestawu kołowego na poziomie 25 mm, zapewnia przejezdność przez łuk torowy o promieniu 150 m.

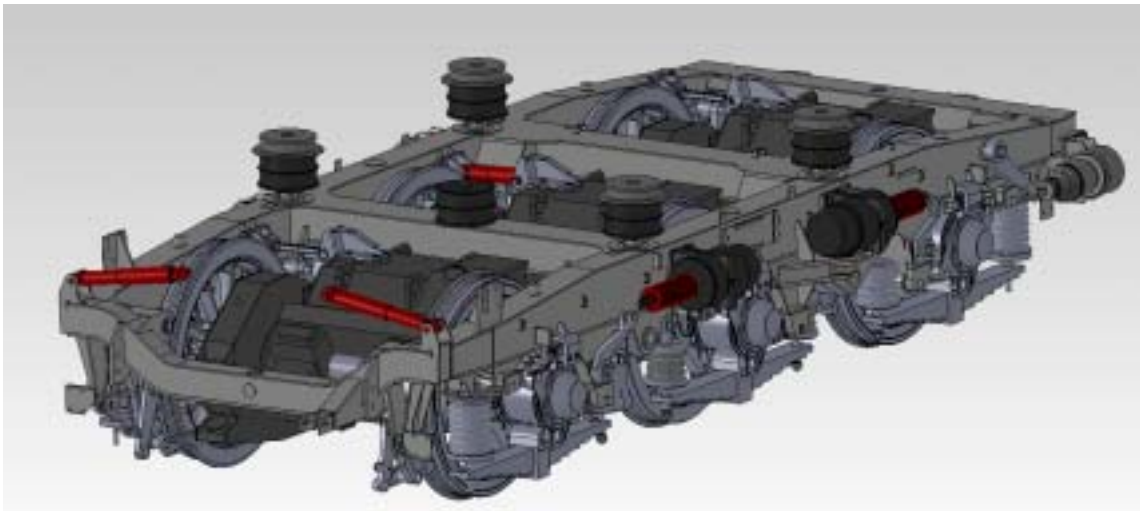
4 Zakres modernizacji wózka

Zakres prac modernizacyjnych na wózku 303D można podzielić na dwie grupy. Do grupy pierwszej z nich zalicza się wszystkie nowe lub zmodernizowane elementy wózka oraz zabiegi technologiczne konieczne do zapewnienia przesuwu środkowego zestawu kołowego tj:

- prowadniki maźniczne środkowego zestawu kołowego,
- sprężyny śrubowe o nowej charakterystyce,
- prowadzenie boczne oraz zabezpieczenie środkowego silnika trakcyjnego,
- zabezpieczenie przed opadnięciem na tor środkowego zestawu kołowego,
- odbijaki poprzeczne,
- dźwignie, wieszako-dźwignie oraz ciągnia hamulcowe,
- wstawki hamulcowe z obrzeżem,
- osłona przekładni trakcyjnej.

Do grupy drugiej zaliczają się pozostałe nowe lub zmodernizowane elementy wózka oraz prace modernizacyjne nie związane z zapewnieniem przesuwności środkowego zestawu kołowego. Należą do nich:

- zabudowa 5-tej podpory w II-gim stopniu usprężynowania,
- tłumiki poziome SACHS,
- cylindry hamulcowe z hamulcem postojowym,



Rys.2 Wózek typu 303Da - model 3D

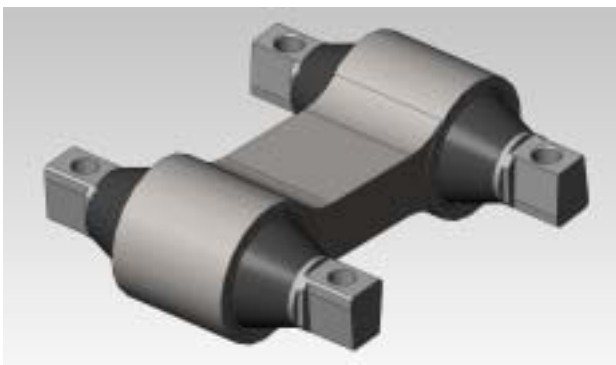
- czujniki prędkości (w tym jeden do systemu LZB/PZB)
- nadajniki prędkości do układu przeciwoślizgowego,
- system smarowania obrzeży kół.

Zmodernizowany wózek lokomotywy ST46 o nowym oznaczeniu 303Da przedstawiono na rys.4

5. Skrócony opis rozwiązań konstrukcyjnych zastosowanych w zmodernizowanych węzłach wózka

Prowadniki maźniczne

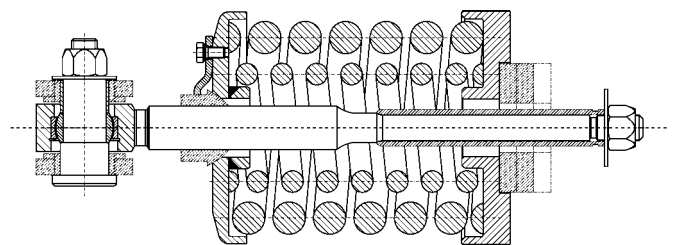
Dla osi środkowej zastosowano przeguby o dużej podatności osiowej, skrętnej i kardanowej, dzięki czemu środkowy zestaw kołowy wraz z maźnicami może znacznie przemieszczać się względem ramy wózka w kierunku poprzecznym a prowadniki mają ograniczony wpływ na sztywność zawieszenia pierwotnego w tym obszarze.



Rys.3 Nowy prowadnik maźniczny środkowego zestawu kołowego – model 3D

Zawieszenie I-go stopnia

W zawieszeniu I-go stopnia zastosowano nowe, zmiękczone sprężyny śrubowe a także zmodyfikowano wieszaki zabudowując łożyska wahlne. Umożliwiło to odchylanie się wieszaków w ślad za przesuwanym się resorem piórowym.



Rys.4 Zmodernizowany węzeł zawieszenia I-go stopnia – przekrój obrocony o 90°

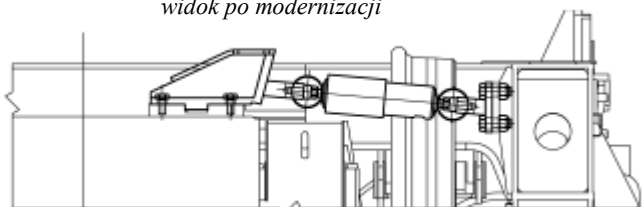
Prowadzenie boczne oraz zabezpieczenie silnika trakcyjnego

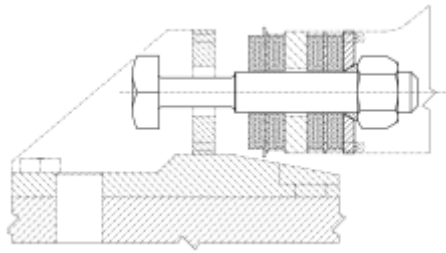
Dotychczasowe prowadzenie zmodyfikowano stosując tłumik hydrauliczny w miejsce dotychczasowego sztywnego prowadnika. Pozwoliło to na ruch silnika wzdłuż osi w ramach luzów na panewkach a po jego wyczerpaniu dalszy przesuw wraz z osią zestawu kołowego. Zastosowanie tłumika zapewnia stateczność silnika w trakcie jazdy tłumiąc drgania poprzeczne. Zabezpieczenie silnika trakcyjnego zmodyfikowano dodając pomiędzy nakrętkę a wspornik podkładkę kulistą i poddając przetoczeniu śrubę zabezpieczającą. W ten sposób umożliwiono wahlwą pracę śruby podczas przesuwu silnika.

widok przed modernizacją



widok po modernizacji

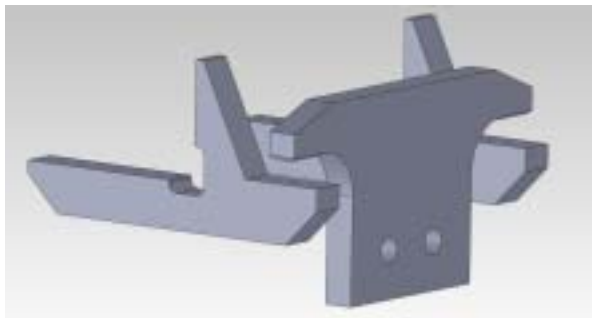




Rys.5 Prowadzenie boczne silnika trakcyjnego oraz zabezpieczenie po modernizacji

Zabezpieczenie zestawu kołowego przed opadnięciem na tor

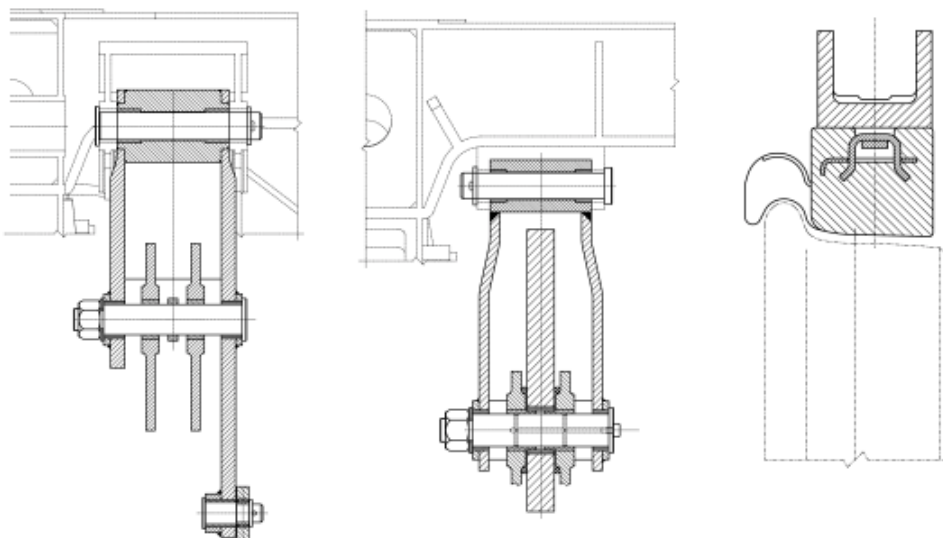
Uwolnienie środkowej osi wymagało całkowitego przeprojektowania dotychczasowego zabezpieczenia zestawu kołowego przed opadaniem na tor. Nowy kształt zabezpieczenia przykręcanego do korpusu maźnicy oraz wsporników na ramie przedstawia poniższy rysunek.



Rys.7 Zmodernizowane zabezpieczenie zestawu kołowego przed opadnięciem na tor

Dźwignie i wieszako-dźwignie hamulcowe

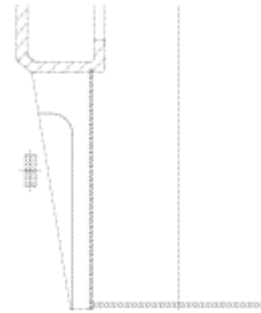
Zaprojektowano nowe dźwignie i wieszako-dźwignie układu hamulcowego w sposób umożliwiający swobodny ruch obsady w kierunku poprzecznym. Ruch obsady wymuszany jest przez wstawki hamulcowe z obrzeżem prowadzone przez obrzeże środkowego zestawu kołowego. Ciężna hamulcowe wyposażono w łożyska wahlne dzięki czemu mogą odchylić się kątowo podczas przesuwu osi.



Rys.6 Zmodernizowane dźwignie i wieszaki hamulcowe oraz prowadzenie klocka hamulcowego

Oslona przekładni trakcyjnej

Aby uniknąć kolizji z ciągnem hamulcowym wymagana była niewielka korekta jednego z żeber na obudowie przekładni.



Rys.8 Zmiana kształtu żebra osłony przekładni

6. Weryfikacja założeń

W trakcie prac nad modernizacją wózka opracowano model do obliczeń i obliczenia dynamiczne mające na celu określenie i przedstawienie zbliżonych do optymalnych parametrów układu biegowego i które są dalszą częścią badań lokomotywy ST46 służących do jej homologacji. Ich głównym celem jest ocena i poprawa oddziaływań na tor i spokojności jazdy krytycznie ocenionych w zrealizowanych już badaniach doświadczalnych i symulacyjnych w oparciu o wymagania zawarte w Karcie UIC 518 i PN-EN-14363. Wyniki obliczeń i analiz przedstawiono poniżej.

Tabela 2. Wyniki sił prowadzących Y, ich sum, kątów nabiegania zestawów kołowych na tor, uniesienie koła prowadzącego i wskaźniki bezpieczeństwa Y/Q podczas przejazdu przez łuki torowe z nie zrównoważoną przechyłką $bg=0.72m/s^2$ dla lokomotywy z zestawami kołowymi z wyłączonym sprzęgiem i nie przesuwaną osią

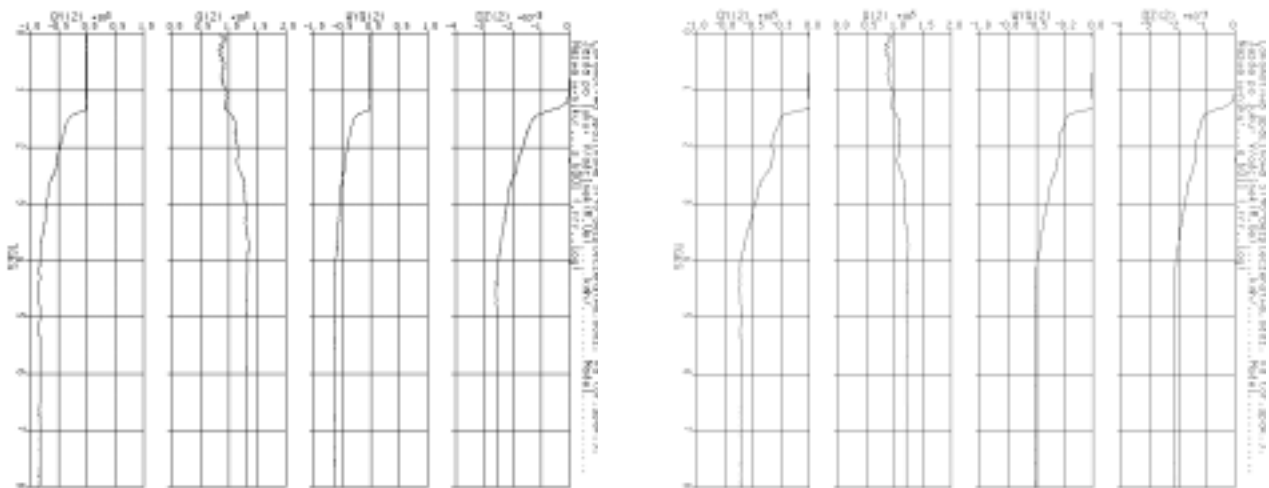
Wielkości obliczane			Wyniki symulacji komputerowej (piki/w.ustalone)			Kryteria
Określenie	Symbol	Jedn.	s_b001	s_b002	s_b003	tara
Promień łuku torowego	R	m	250	400	600	-
Siły poziome Y	QY(2)	kN	-80	-70	-55	< 60 ¹⁾
	QY(4)	kN	21	20	18	< 60 ¹⁾
	QY(6)	kN	-21	-23	-23	< 60 ¹⁾
Sumy sił Y na zestawach kołowych	QYT(1)	kN	-66	-58	-42	< 67.2
	QYT(2)	kN	58	49	39	< 67.2
	QYT(3)	kN	-27	-30	-34	< 67.2
	QYT(4)	kN	-42	-40	-31	< 67.2
	QYT(5)	kN	50	42	32	< 67.2
	QYT(6)	kN	-43	-37	-39	< 67.2
Kąt nabiegania na szynę zestawów kołowych prowadzących	DFR(1)	mrad	-13	-7	-4.3	< 50
	DFR(2)	mrad	-6	-3.3	-2	< 50
	DFR(3)	mrad	1.9	1.7	1.6	< 50
	DFR(4)	mrad	-12	-7	-4.2	< 50
	DFR(5)	mrad	-4.5	-2.4	-1.6	< 50
	DFR(6)	mrad	3.5	2.3	1.7	< 50
Uniesienie kół	DZ(2)	mm	-2.6	-2.1	-1.7	< 5
	DZ(4)	mm	-0.08	-0.07	-0.08	< 5
	DZ(6)	mm	0.035	0.02	-0.14	< 5
Ilorazy Y/Q kół nabiegających	WYQ(2)	-	-0.67	-0.6	-0.44	< 0.8
	WYQ(4)	-	0.29	0.26	0.21	< 0.8
	WYQ(6)	-	-0.2	-0.21	-0.22	< 0.8

¹⁾ Wytrzymałość doraźna szyn lub TSI

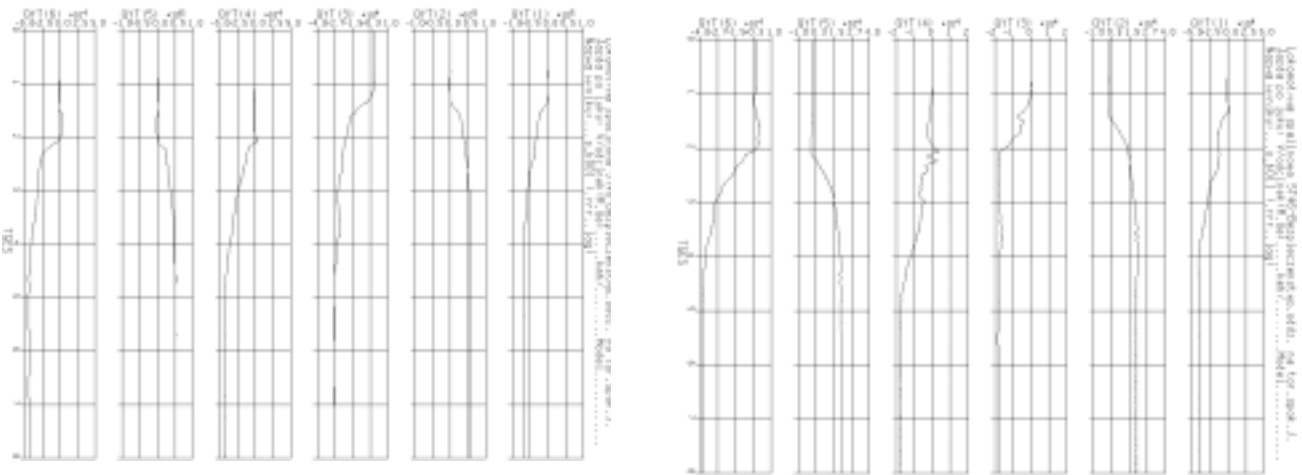
Tabela 3. Wyniki sił prowadzących Y, ich sum, kątów nabiegania zestawów kołowych na tor, uniesienie koła prowadzącego i wskaźniki bezpieczeństwa Y/Q podczas przejazdu przez łuki torowe z nie zrównoważoną przechyłką $bg=0.72m/s^2$ dla lokomotywy z zestawami kołowymi z wyłączonym sprzęgiem i przesuwaną osią.

Wielkości obliczane			Wyniki symulacji komputerowej (piki/w.ustalone)			Kryteria
Określenie	Symbol	Jedn.	s_b011	s_b012	s_b013	tara
Promień łuku torowego	R	m	250	400	600	-
Siły poziome Y	QY(2)	kN	-62	-45	-36	< 60 ¹⁾
	QY(4)	kN	-12	-7.5	-2.2	< 60 ¹⁾
	QY(6)	kN	-16	-18	-19	< 60 ¹⁾
Sumy sił Y na zestawach kołowych	QYT(1)	kN	-41	-28	-19	< 67.2
	QYT(2)	kN	20	13	10	< 67.2
	QYT(3)	kN	-18	-23	-28	< 67.2
	QYT(4)	kN	-17	-14	-13	< 67.2
	QYT(5)	kN	19	13	10	< 67.2
	QYT(6)	kN	-37	-36	-35	< 67.2
Kąt nabiegania na szynę zestawów kołowych prowadzących	DFR(1)	mrad	-13	-7.5	-4.5	< 50
	DFR(2)	mrad	-6	-2.5	-1.3	< 50
	DFR(3)	mrad	1.5	1.6	1.3	< 50
	DFR(4)	mrad	-12	-6.5	-4.2	< 50
	DFR(5)	mrad	-3.7	-1.6	-0.8	< 50
	DFR(6)	mrad	3	2.3	1.6	< 50
Uniesienie kół	DZ(2)	mm	-2.2	-1.7	-1.4	< 5
	DZ(4)	mm	-1.2	-0.85	-0.7	< 5
	DZ(6)	mm	0.07	0.06	0.003	< 5
Ilorazy Y/Q kół nabiegających	WYQ(2)	-	-0.5	-0.4	-0.32	< 0.8
	WYQ(4)	-	-0.13	-0.08	-0.02	< 0.8
	WYQ(6)	-	-0.16	-0.18	-0.18	< 0.8

¹⁾ Wytrzymałość doraźna szyn lub TSI



Rys. 9. Przebieg wskaźnika Y/Q (WYQ(2)), uniesienia koła DZ(2) i nacisku pionowego i poprzecznego koła nabiegającego (zestaw przedni - koło zewnętrzne) przedniego wózka podczas quasi-statycznego przejazdu lokomotywy po łuku torowym o promieniu $R=250\text{m}$ z nie zrównoważoną przechyłką $b_g=0.72\text{m/s}^2$ - lokomotywa z wyłączonym sprzęgiem i odpowiednio nie przesuwną osią oraz przesuwną osią.

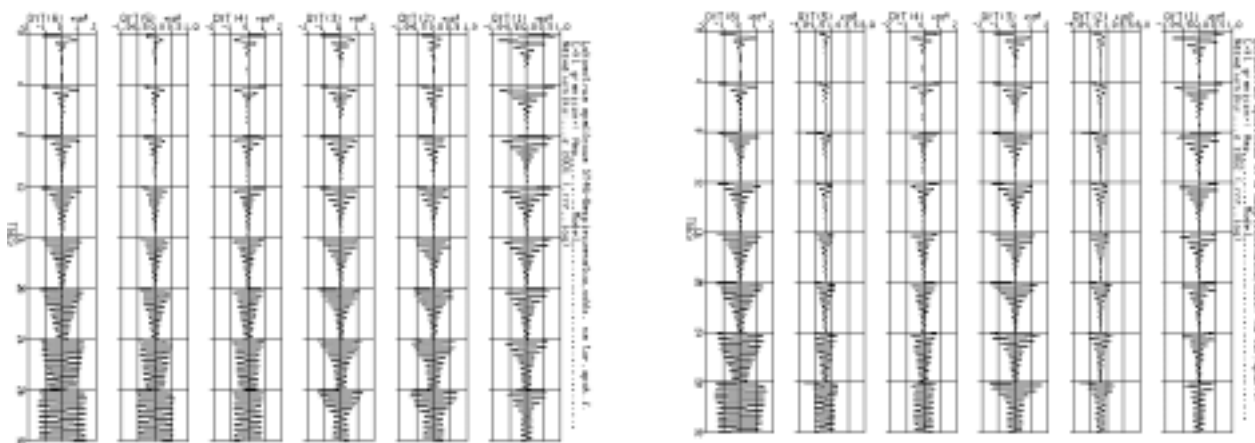


Rys. 10. Przebieg poprzecznych sił łożyskowych na zestawach kołowych przedniego i tylnego wózka podczas quasi-statycznego przejazdu lokomotywy po łuku torowym o promieniu $R=250\text{m}$ z nie zrównoważoną przechyłką $b_g=0.72\text{m/s}^2$ - lokomotywa z wyłączonym sprzęgiem i odpowiednio z nie przesuwną osią oraz z przesuwnością.

Tabela 4. Wskaźniki bezpieczeństwa przed wykolejeniem lokomotywy SU/ST46 na zwichrowanym łuku o promieniu $R=150\text{m}$ bez przechyłki (warunki ORE B55 Rp.8). (lokomotywa z nie podciętymi obrzeżami środkowych osi wózków i z obrzeżami podciętymi o 10mm).

Wielkości obliczane			Wyniki symulacji komputerowej (w. quasi-statyczne)							
Wielkość	Symbol	Jedn	s_byq01	s_byq02	s_byq03	s_byq04	s_byq11	s_byq12	Wartości dopuszczalne	
Promień łuku torowego	R	m	150							
Siła pozioma Y	QY(2)	kN	-95	-80	-75	-65	-67	-50	*)	
Suma sił Y (1)	QYT(1)	kN	-58	-42	-37	-24	-28	-2	+/-67.2 *)	
Suma sił Y (2)	QYT(2)	kN	64	33	24	4.5	47	12	+/-67.2 *)	
Kąt nabiegania na szynę zestawu prowadzącego	DFR(1)	mrad	-23	-24	-24	-26	-16	-16.5	50	
Uniesienie koła	DZ(2)	mm	4.3	3.8	3.7	3.3	3.3	2.7	5	
Iloraz Y/Q koła nabiegającego	WYQ(2)	-	-1.0	-0.95	-0.85	-0.82	-0.83	-0.68	1.2	

*) Wytrzymałość doraźna szyn lub TSI



Rys. 11. Przebieg sumy sił prowadzących na zestawach kołowych przedniego i tylnego wózka - sił wywołanych 3 mm przesunięciem poprzecznym zestawów kołowych lokomotywy (parametry nominalne i wyłączony sprzęg między-wózkowy a sztywność poprzeczna prowadzenia środkowego zestawu kołowego odpowiednio $CyI=12\text{kN/mm}$ – (szyna S60 – 1:40) oraz $CyI=0.5\text{kN/mm}$ – (szyna S60 – 1:40) – analiza cyklu granicznego.

7. Podsumowanie

Podsumowując analizy symulacyjne można stwierdzić, że lokomotywa ST46 po uwzględnieniu modyfikacji zawieszenia II-go stopnia i prowadzenia zestawów kołowych w ramie wózka posiada w zakresie od 0 do maksymalnej prędkości eksploatacyjnej $V=120\text{ km/h}$ wystarczająco dobre wskaźniki dynamiczne dla jej wstępnej homologacji zgodnej z obowiązującymi normami.

Parametry drgań własnych nadwozia, wynikające z analiz liniowych, rokujące nie dość dobre wskaźniki spokojności jazdy lokomotywy na liniach głównych PLK na szczęście nie potwierdzają się przy symulacji układu nieliniowego. Natomiast dzięki sztywnemu prowadzeniu skrajnych zestawów kołowych w ramach wózków, lokomotywa ma zapewnioną w eksploatacji stateczność ruchu tj. prędkość krytyczną przekraczającą maksymalną prędkość eksploatacyjną.

Zmodernizowana konstrukcja lokomotywy zapewnia wystarczająco wysokie bezpieczeństwo przed zejściem kół lokomotywy z szyn na torach wichrowatych. Zastosowanie przesuwnej osi środkowej w trójosiowych wózkach lokomotywy typu ST46 obniża na tyle znacząco siły poprzecznego oddziaływania na tor (siły H) i a tym samym też siły prowadzące Y, że nie jest konieczne dalsze stosowanie sprzęgu międzywózkowego (lokomotywa jest do tego przystosowana). W porównaniu do lokomotywy SU46 bez sprzęgu międzywózkowego uzyskano obniżenie wskaźnika Y/Q z 0.97 na 0.65. Kryterium bezpieczeństwa $(Y/Q)_{\text{max,lim}}$, dotyczące przejeźdnosci po łuku standardowym $R=150\text{m}$ wynosi $(Y/Q)_{\text{max,lim}}=1.2$.

Po niewielkiej modernizacji zawiesznień na tej lokomotywie (dołożono piąta podporę w II-gim stopniu usprężynowania oraz znacząco zmiekkczono w kierunku pionowym prowadniki maźnicy przy środkowych zestawach kołowych wózków) uzyskuje się wystarczającą spokojność biegu lokomotywy w warunkach jazdy z maksymalną deklarowaną prędkością na liniach głównych PLK. Po zakończeniu eksploatacji nadzorowanej, która obecnie jest realizowana jako część badań homologacyjnych, nastąpi weryfikacja parametrów układu biegowego. Dotychczasowa obserwacja prototypu zmodernizowanej lokomotywy potwierdza poprawność założeń konstrukcyjnych.

Literatura

1. Sienicki A. – OR-9002 „Określenie spełnienia przez lokomotywy serii SU45 i SU46 wyposażonych w gumowo-metalowe podparcia pudła Z502 i Z502a kryteriów bezpieczeństwa przed wykołojeniem na torach kolejowych zgodnie z Raportem nr 8 Komitetu Badań ORE B55”
2. Sienicki A. – OR-9796 „Analiza dynamiczna Lokomotywy Spalinowej 6-osiowej typu ST46 (zmodernizowana SU46) (symulacja jazdy po odcinkach prostych łukach torowych – bezpieczeństwo ruchu)”