

Jacek MAKUCH*
Politechnika Wrocławska

PROBLEMY UTRZYMANIA TORÓW TRAMWAJOWYCH W WARUNKACH SUKCESYWNEGO WPROWADZANIA NOWOCZESNEGO TABORU NISKOPODŁOGOWEGO

1. Wstęp

Wiosną 2007 roku wrocławskie Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji (MPK) wprowadziło do ruchu liniowego nowoczesne niskopodłogowe tramwaje Skoda 16T. Pół roku później, w krótkich odstępach czasu wystąpiły po sobie dwa wykolejenia tych tramwajów w tym samym miejscu - na najazdowej zwrotnicy w ul. Nowy Świat przed skrzyżowaniem z ul. Cieszyńskiego.

Wrocławski Zarząd Dróg i Komunikacji (ZDiK), jako zarządzający infrastrukturą, w celu ustalenia przyczyn tych wykolejeń zlecił Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Komunikacji RP we Wrocławiu wykonanie ekspertyzy technicznej zwrotnicy tramwajowej w ul. Nowy Świat.

Niniejszy referat jest skróconym opisem przeprowadzonej ekspertyzy [1]. Zamiarem autora jest zwrócenie uwagi na pewne ogólne wnioski dotyczące dokonującego się obecnie w kilku największych miastach Polski procesu sukcesywnej wymiany starego taboru tramwajowego na nowoczesny niskopodłogowy i wynikających z tego tytułu problemów w zakresie utrzymania torów tramwajowych.

2. Charakterystyka analizowanej zwrotnicy

Zwrotnica jest początkiem rozjazdu jednotorowego pojedynczego lewego (fot.1 i 2) umożliwiającego przejazd w kierunku ul. Mikołaja (tor zasadniczy) albo ul. Kazimierza Wielkiego (tor zwrotny) i posiada typową geometrię: tor zasadniczy prosty, tor zwrotny w łuku o promieniu 50 m, półzwrotnice o długościach 5,3 m oparte na kącie środkowym 6 stopni. Tor przed zwrotnicą posiada promienie 150 i 100 m, natomiast tory za zwrotnicą - 50 m (tor zwrotny) oraz 50 i 30 m (tor zasadniczy). Tory w zwrotnicy ułożone są z przechyłką odpowiadającą kierunkowi łuków o wartości około 75 mm.

Konstrukcyjnie zwrotnica jest wykonana z szyn rowkowych i blach stalowych, posiada iglice płytko posadowione (o wysokości 60 mm) osadzone sprężysto w sposób niewymienny (za pomocą spawów). Zwrotnica została zabudowana w torze w roku 1999, w ramach przebudowy ul. Nowy Świat.

Obciążenie ruchem zwrotnicy w normalnym układzie linii tramwajowych jest następujące: na kierunku zwrotnym kursują trzy linie (6, 7 i 24), natomiast na kierunku zasadniczym tylko jedna (21).

*) dr inż., adiunkt, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel.: 071-320-39-36, e-mail: jacek.makuch@pwr.wroc.pl



Fot.1 Widok na analizowaną zwrotnicę zgodnie z kierunkiem jazdy



Fot.2 Widok na analizowaną zwrotnicę przeciwnie do kierunku jazdy

3. Opis wykolejeń i dokonanych napraw

Pierwsze wykolejenie miało miejsce w dniu 23.08.2007 o godz. 8.20. Tramwaj linii 6 typu Skoda uległ wykolejeniu pierwszym zestawem kołowym na zwrotnicy i po przejechaniu około 15 m zatrzymał się na krawężniku oddzielającym torowisko od trawnika (fot.3). Drugi wózek zatrzymał się tuż za zwrotnicą i nie uległ na niej wykolejeniu. Zwrotnica była przestawiona do jazdy na kierunek zwrotny - zgodnie z trasą przebiegu linii 6. Pod tramwajem w końcu lewej półzwrotnicy znaleziono leżący na płask wyłamany fragment dzioba opornicy, posiadający od góry ślad przejechania kołem tramwajowym (fot.4), na początku dalszej niewyłamanej części dzioba opornicy widoczny był ślad uderzenia koła tramwaju. Po usunięciu wykolejonego tramwaju dokonano naprawy uszkodzonej części dzioba opornicy przez wspawanie nowego klina najazdowego. Po sprawdzeniu komisyjnie poprawności działania zwrotnicy dopuszczono ją do ruchu.

Drugie wykolejenie miało miejsce w dniu 3.09.2007 o godz. 21.25. Tramwaj linii 6 typu Skoda uległ wykolejeniu pierwszym zestawem kołowym na zwrotnicy. Przy usuwaniu tramwaju wystąpiły problemy z blokowaniem się jego hamulców. Normalny ruch tramwajowy przywrócono dopiero następnego dnia rano, wtedy też przeprowadzono pomiary geometrii torów i po sprawdzeniu komisyjnie poprawności działania zwrotnicy dopuszczono ją do ruchu. W dniu 12.09.2007 dokonano wymiany prawej iglicy analizowanej zwrotnicy na nową, a następnego dnia powtórzono pomiary geometrii torów.

W przypadku obu wykolejeń MPK nie było w stanie udokumentować nie przekroczenia przez motorniczych dopuszczalnej prędkości przejazdu przez zwrotnicę (10 km/h) tłumacząc to brakiem możliwości odczytu zapisów kart pamięci pojazdów, spowodowanym zmianą systemu rejestracji.



Fot.3 Pierwsze wykolejenie [2]



Fot.4 Wyłamany fragment dzioba opornicy

4. Oględziny i wizje lokalne

4.1 Wyłamany fragment opornicy

W dolnej i tylnej części wyłamanego elementu dzioba opornicy występuje pęknięcie, które najprawdopodobniej rozwijało się w co najmniej trzech różnych okresach czasu: najświeższe - nieskorodowany złom kruchy, starsze - skorodowany złom kruchy i najstarsze - skorodowany i wygładzony złom.

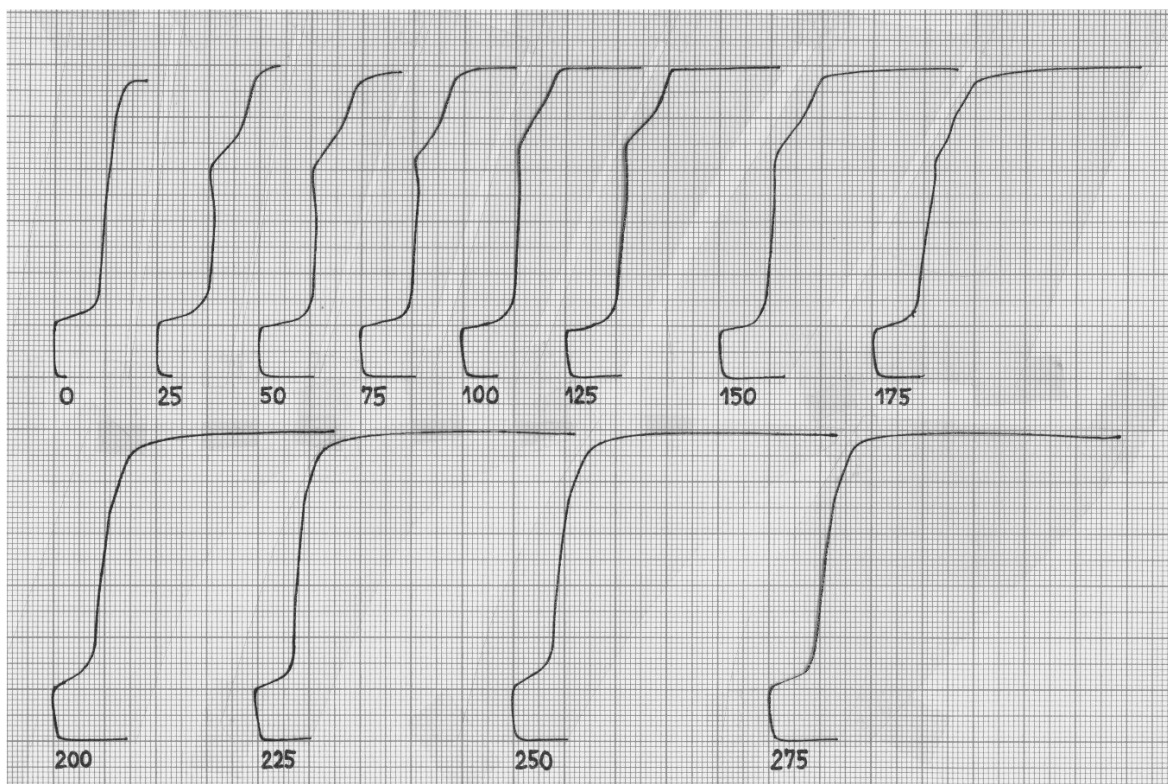
4.2 Zwrotnica

W wyniku oględzin zwrotnicy oraz torów w jej sąsiedztwie przeprowadzonych w dniach 18 i 20.11.2007 stwierdzono:

- widoczne gołym okiem są przewężenia prześwitu toru około 1,75 m od początków iglic w prawym toku szynowym w przypadku jazdy na kierunek zwrotny, jak i w lewym toku szynowym w przypadku jazdy po torze zasadniczym,
- klin najazdowy w lewej iglicy dospawany po pierwszym wykolejeniu, w stosunku do swego właściwego położenia jest przesunięty o około 90 mm zgodnie z kierunkiem jazdy, gdyż zastępuje wyłamany fragment opornicy - niestety powoduje to nieregularny przebieg powierzchni bocznej w połączeniu lewej iglicy z dziobem lewej opornicy,
- widoczne są już początki zużycia prawej iglicy (40 dni po jej wymianie !).

4.3 Wymontowana zużyta iglica

Oględziny i pomiary dotyczą prawej iglicy wymontowanej z analizowanej zwrotnicy po drugim wykolejeniu. Pomiary zużycia iglicy wykonano w przekrojach co 25 cm i przedstawiono na rys.1.

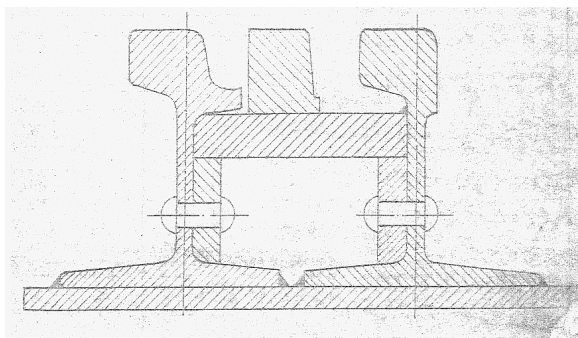


Rys.1 Pomiary zużycia prawej iglicy w przekrojach co 25 cm

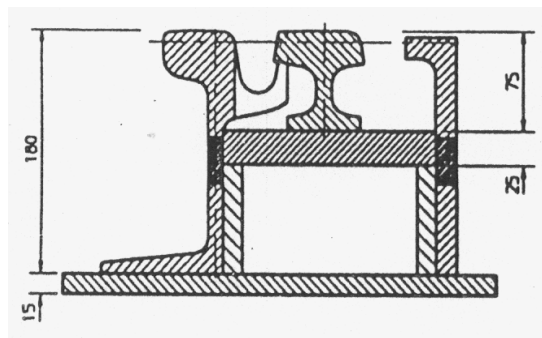
5. Analiza materiałów ZDiK oraz własnych

5.1 Konstrukcja analizowanej zwrotnicy

Iglice, mimo iż są osadzone sprężysto, w końcowych odcinkach swych długości (przed osadami) posiadają kształt przekroju zbliżony do prostokąta (rys.2), podczas gdy powinny mieć podobny do dwuteownika (rys.3) [3] w celu zapewnienia właściwej swobody odkształceń w kierunku poziomym (wykształcenie przegubu sprężystego).



Rys.2

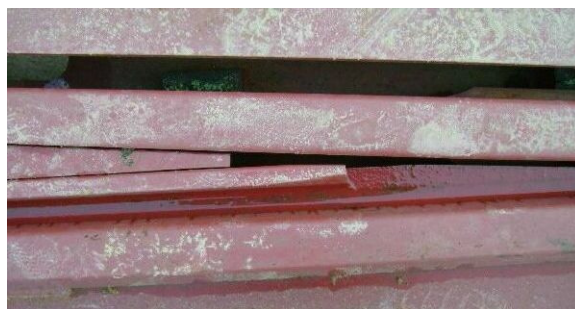


Rys.3

Dzioby opornic styknie przylegające do osad iglic są z nimi połączone spoinami (fot.5), co może dodatkowo obniżać postulowaną pożądaną swobodę odkształceń w kierunku poziomym - inni producenci nie stosują takiego rozwiązania (fot.6).



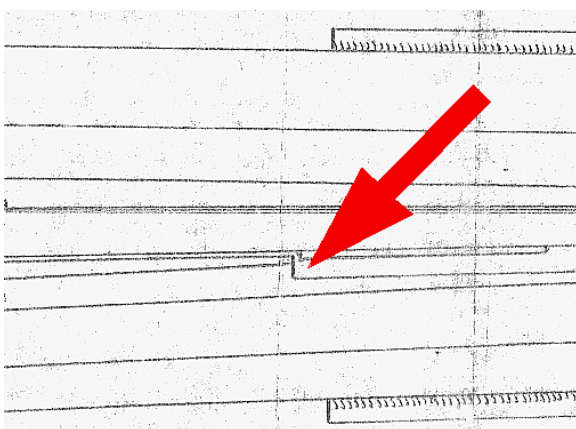
Fot.5



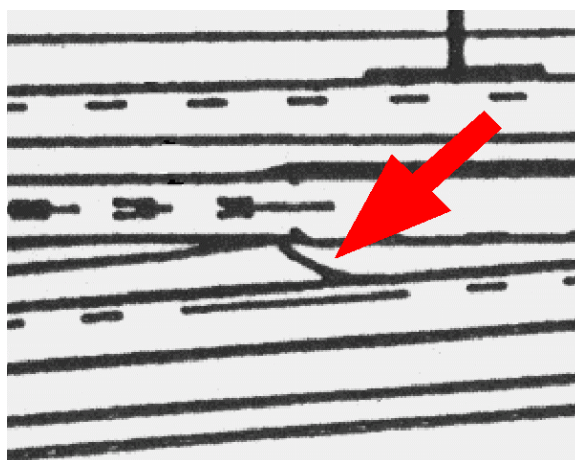
Fot.6

Podsumowując dwie powyższe uwagi, w analizowanej zwrotnicy iglice mogą pracować w sposób niewłaściwy pod tym względem, że przedział ich sprężystej pracy przypada na odcinek pierwszej połowy ich długości (licząc od ostrza iglicy), natomiast druga połowa - jest praktycznie sztywna, podczas gdy w poprawnie pracujących iglicach powinno być dokładnie na odwrót. Efektem zastosowania takiego rozwiązania mogą być lokalne zwężenia prześwitu torów - właśnie w połowie długości iglic. Zwężenia takie zostały zauważone podczas oględzin zwrotnicy oraz wykazane w wyniku przeprowadzonych pomiarów geometrii torów.

Opornica wykonana z szyny rowkowej w miejscu początku swego dzioba jest docięta w ten sposób, że powierzchnie cięcia podłużna i poprzeczna tworzą kąt prosty (rys.4), co powoduje wytworzenie efektu karbu, który może być początkiem rozwoju pęknięcia zmęczeniowego w tej szynie - inni producenci stosują w tym miejscu łagodne wyokrąglenie łukiem o promieniu rzędu 130 mm (rys.5) [3].

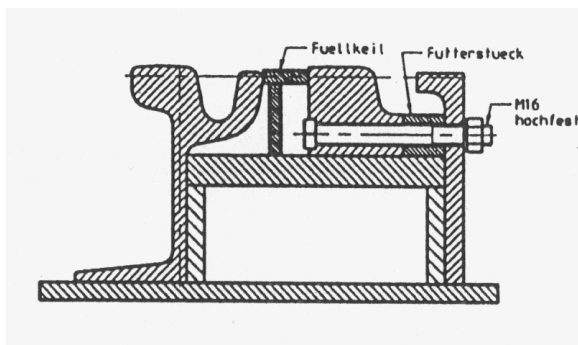


Rys.4

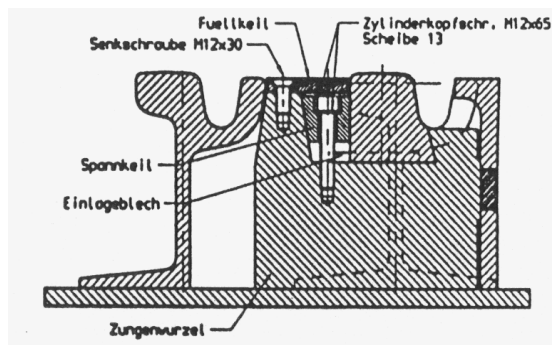


Rys.5

Iglica jest przyspawana na stałe do szyny, która jest jej kontynuacją. Ewentualna jej wymiana polega na przecięciu spawu (w praktyce niestety najczęściej wypaleniu palnikiem - co powoduje zmiany strukturalne stali) i usunięciu starej iglicy, a następnie przyspawaniu elektrodą nowej iglicy - inni producenci stosują w tym miejscu mocowania klinowe na śruby (rys.6 i 7) [3].



Rys.6



Rys.7

Podsumowując, analizowana zwrotnica w momencie jej wbudowania w roku 1999 stanowiła pewien krok do przodu, dzięki zastosowaniu sprężystych osad iglic zamiast czopowych - bardziej zawodnych, stosowanych powszechnie we Wrocławiu we wcześniejszym okresie. Obecnie jednak w świetle przedstawionych uwag, jej konstrukcję należy uznać za przestarzałą.

5.2 Pomiary geometrii torów

Pomiary geometrii torów na długości analizowanej zwrotnicy zostały przeprowadzone przez pracowników ZDiK w dniach 4.09.2007 (po drugim wykojeniu) i 13.09.2007 (po wymianie prawej iglicy) za pomocą mikroprocesorowego toromierza samorejestrującego do pomiarów ciągłych.

Ponieważ toromierz jest urządzeniem analogicznym do stosowanych na kolei, posiada on sposób ustalania wartości odchyłek dopuszczalnych odpowiedni dla kolejowej instrukcji D75 - poprzez określenie prędkości jazdy i przyjęcie odpowiedniego zestawu wartości odchyłek dopuszczalnych, zgodnych z załącznikiem 1 tejże instrukcji (obecnie odchyłki dopuszczalne są również podawane w załączniku 13 kolejowej instrukcji Id-1).

W przypadku analizowanych pomiarów przyjęto prędkość jazdy 20 km/h (jest to najniższa prędkość, brana pod uwagę w instrukcji D75), a w efekcie wartości odchyłek zgodne lub zbliżone do odpowiadających tej prędkości. Niestety wartości te niezupełnie pokrywają się z obowiązującymi w tramwajach normami dopuszczalnego zużycia torów, określonymi w "Wytycznych technicznych projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych" z roku 1983.

Dla szerokości toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 10 mm (nieco inaczej niż w D75: +32 mm i -10 mm), podczas gdy w tramwajach obowiązują wartości: +10 (proste i łuki $R \geq 100$ m), +15 mm (łuki $R < 100$ m), natomiast odchyłka ujemna jest określona jedynie w przypadku obiorów torów nowych lub remontowanych (PN-K-92011:1998 Torowiska tramwajowe. Wymagania i badania) i wynosi: 0 mm (na łuku) i -2 mm (na prostej). Dla zużycia eksploatacyjnego należy w tym przypadku zakładać większe wartości odchyłek, jednakże na pewno nie tak duże jak na kolei, gdyż tzw. "luz" czyli odstęp pomiędzy bocznymi powierzchniami główek szyn i obrzeży kół, w przypadku nowych szyn i obręczy kół, o wymiarach nominalnych i symetrycznego ustawienia zestawu kołowego - na kolei wynosi 4,5 mm, natomiast w tramwajach tylko 2 mm.

Dla gradientu szerokości toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 4 mm (tak jak w D75), podczas gdy w tramwajach odchyłki te nie są wprost określone. Do ich ustalenia interpretuje się zapis dotyczący odbiorów torów nowych lub remontowanych dla odcinków prostych - ich wartości wynoszą wtedy $\pm 0,67$ mm (4 mm na 6 m). Dla zużycia eksploatacyjnego należy w tym przypadku zakładać większe wartości odchyłek, jednakże tak jak poprzednio, na pewno nie tak duże jak na kolei.

Dla przechyłki toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 25 mm (tak jak w D75). W tramwajach odchyłki te są określone w nieco inny sposób: ± 30 mm - na prostej i jako 5% wymaganej przechyłki - na łuku, czyli znacznie mniej (przykładowo dla przechyłki wynoszącej 75 mm - tylko $\pm 3,75$ mm) - choć ten sposób ustalania odchyłki należy uznać za zdecydowanie zbyt rygorystyczny (przykładowo: na kolei nawet przy prędkości 200 km/h obowiązuje większa odchyłka wynosząca ± 5 mm).

Dla wichrowatości toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 33 mm (nieco inaczej niż w D75: ± 30 mm), podczas gdy tramwajach obowiązuje odchyłka ± 25 mm - ale dla bazy o długości 10 m. Dla bazy 5 m wynosiłaby więc $\pm 12,5$ mm - choć taką wartość odchyłki należy również uznać za zdecydowanie zbyt rygorystyczną (na kolei taka odchyłka obowiązuje dopiero przy prędkości 115 km/h).

Dla nierówności pionowych toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 56 mm (nieco inaczej niż w D75: ± 50 mm). W tramwajach odchyłki te niestety nie są wprost określone, dlatego niekiedy do ich ustalenia interpretuje się zapis dotyczący różnicy poziomu obu szyn na prostej (wykorzystany już przy określaniu odchyłki przechyłki torów na prostej) i przyjmuje się ± 30 mm, jednakże taki sposób ustalania odchyłek należy uznać za wątpliwy.

Dla nierówności poziomych toru przyjęto w pomiarach odchyłki ± 53 mm (tak jak w D75). W tramwajach odchyłki te również niestety nie są wprost określone, dlatego niekiedy do ich ustalenia interpretuje się zapis dotyczący przesunięcia toru w poprzek z normy dotyczącej skrajni budowli (PN-K-92009:1998 Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania) i przyjmuje się ± 25 mm, jednakże podobnie jak w przypadku nierówności pionowych taki sposób ustalania odchyłek należy uznać za wątpliwy.

Należy ponadto zaznaczyć, że nierówności pionowe i poziome na kolei określa się dla długości bazy wynoszącej 10 m, podczas gdy wartości z pomiarów torów tramwajowych były wyliczane przez toromierz dla długości bazy 2 m. Dlatego przy pięciokrotnie mniejszej długości bazy, należałoby w ten sam sposób zmodyfikować wartości dopuszczalnych odchyłek.

Wnioski z analizy wartości uzyskanych w pomiarach geometrii torów tramwajowych są następujące:

- dla toru zasadniczego - w 4 (zarówno z 4.09.07 jak i z 13.09.07) pomiarach na 35 analizowanych (czyli w 11% pomiarów) występuje przekroczenie odchyłki dopuszczalnej szerokości toru "na plus" (poszerzenie), przy czym maksymalna jego wartość wynosi 11,1 mm (co stanowi 111% odchyłki dopuszczalnej), poszerzenia te są zgrupowane w jednym miejscu - ok. 2,5 m przed początkiem iglic,
- dla toru zasadniczego - w 3 (zarówno z 4.09.07 jak i z 13.09.07) pomiarach na 35 analizowanych (czyli w 9% pomiarów) występuje przekroczenie "odbiorowej" odchyłki dopuszczalnej szerokości toru "na minus" (zwężenie), przy czym maksymalna jego wartość wynosi -6,3 mm (co stanowi 315% ale "odbiorowej" odchyłki dopuszczalnej), zwężenia te są zgrupowane w jednym miejscu - ok. 2 m za początkiem iglic,
- dla toru zwrotnego - w 7 (z 4.09.07) i 9 (z 13.09.07) pomiarach na 27 analizowanych (czyli odpowiednio w 26% i 33% pomiarów) występuje przekroczenie odchyłki dopuszczalnej szerokości toru "na plus" (poszerzenie), przy czym maksymalna jego wartość wynosi 20,3 mm (co stanowi 135% odchyłki dopuszczalnej), poszerzenia te są zgrupowane w trzech miejscach - ok. 4 m i 8 m za początkiem iglic oraz w krzyżownicy,
- dla toru zwrotnego - w 1 (zarówno z 4.09.07 jak i z 13.09.07) pomiarze na 27 analizowanych (czyli w 4% pomiarów) występuje przekroczenie "odbiorowej" odchyłki dopuszczalnej szerokości toru "na minus" (zwężenie), przy czym maksymalna jego wartość wynosi -2,3 mm, zwężenie to występuje ok. 2 m za początkiem iglic,

- dla toru zwrotnego, miejsca największego jego przewężenia (ok. 2 m za początkiem iglic) sąsiadują bezpośrednio z miejscami największych poszerzeń (ok. 4 m za początkiem iglic) co powoduje wzrost gradientu szerokości do wartości maksymalnie 15,0 mm (z 4.09.07) i 14,5 mm (z 13.09.07),
- podobnie w torze zasadniczym, w sąsiedztwie miejsc największego jego przewężenia występuje wzrost gradientu szerokości do wartości maksymalnie 12,3 mm (zarówno z 4.09.07 jak i z 13.09.07).

Podsumowując pomiary należy stwierdzić, że przekroczenia dopuszczalnych wartości zużycia - mimo iż występują, to jest ich stosunkowo niewiele, za wyjątkiem gradientu szerokości są to przekroczenia o niewielkich wartościach i są one rozłożone równomiernie na długości toru. Natomiast przyjęty w pomiarach sposób ustalenia wartości odchyłek dopuszczalnych nie do końca jest właściwy, jednakże wynika to w dużej mierze z braku aktualności, jednoznaczności i kompletności w zapisach obowiązujących wytycznych dotyczących torów tramwajowych.

5.3 Analiza zużycia iglic

Charakterystykę zużycia iglic w oparciu o karty konserwacji i czyszczenia analizowanej zwrotnicy przedstawiono w tabeli 1.

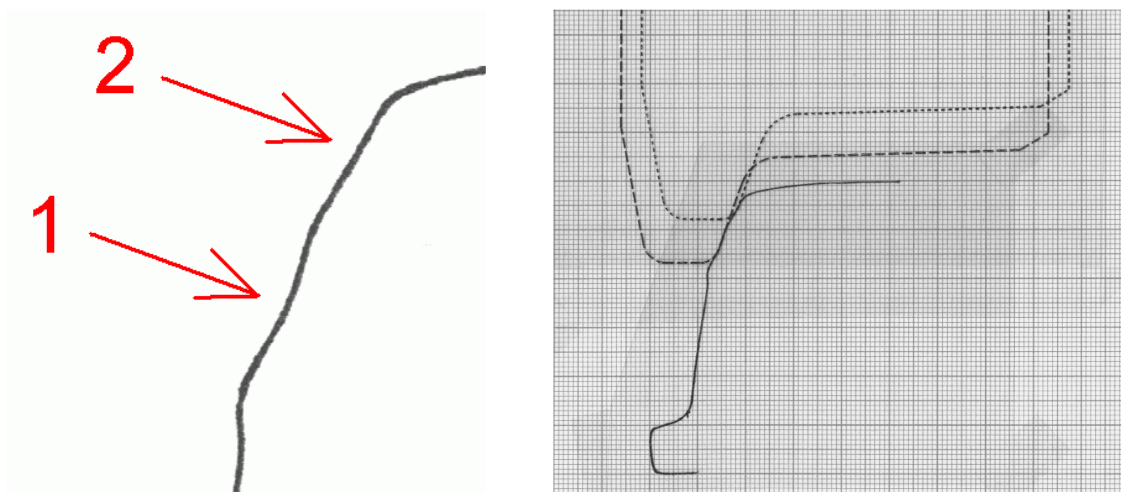
Tabela 1

Iglica		Czas użytkowania			Uwagi
		od	do	w miesiącach	
prawa	pierwsza	10.1999	10.2000	13	gwarancyjna wymiana iglicy
	druga	11.2000	09.2004	47	-
	trzecia	10.2004	08.2006	23	napawana pomiędzy 7 a 19 miesiącem
	czwarta	09.2006	08.2007	12	-
	piąta	09.2007	-	1 (*)	-
lewa	pierwsza	10.1999	05.2004	56	-
	druga	06.2004	-	40 (*)	napawana pomiędzy 11 i 23 miesiącem i w 40-tym

(*) - do października 2007

Pomijając pierwszą prawą iglicę (którą wymieniono w ramach gwarancji), zauważalny jest znacznie krótszy czas użytkowania czwartej prawej iglicy wynoszący tylko 12 miesięcy - czas ten przypada na okres wprowadzenia do eksploatacji tramwajów Skoda. Iglica ta na swej długości wykazuje ponadto dwa odmienne sposoby swego zużycia (rys.1):

- na odcinku od początku iglicy do przekroju 125 cm oraz od przekroju 200 cm do końca iglicy występuje wyraźnie jeden ślad zużycia eksploatacyjnego spowodowanego przejazdem koła tramwajowego,
- pomiędzy przekrojami 150 i 175 cm występują wyraźnie dwa ślady (jeden nad drugim) zużycia eksploatacyjnego spowodowanego przejazdem koła tramwajowego (rys.8).



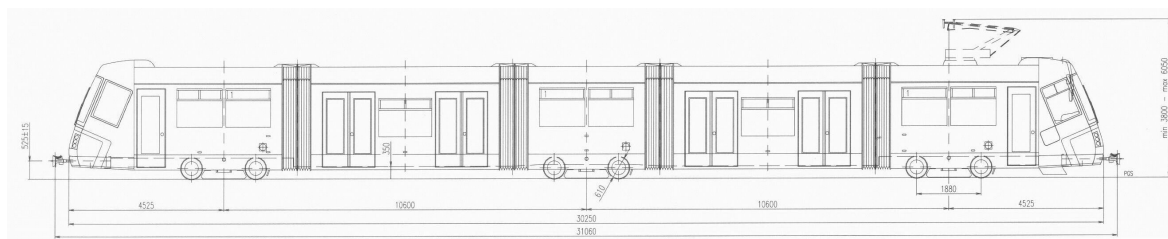
Rys.8 Dwa ślady zużycia i w efekcie dwa odmienne sposoby przejazdu kół tramwajowych po środkowym odcinku prawej iglicy (przekrój "175 cm")

O ile dolny ślad gwarantuje jeszcze bezpieczny przejazd koła tramwajowego po iglicy - bez niebezpieczeństwa wjechania obrzeża koła na górną powierzchnię iglicy, o tyle górny ślad nie jest już w stanie takiego bezpieczeństwa zagwarantować. Bieżnia obręczy koła jest w tym przypadku wyniesiona około 14 mm powyżej górnej powierzchni iglicy, może więc dochodzić do przypadków chwilowego wjechania prawego koła obrzeżem na górną jej powierzchnię i prowadzenia zestawu kołowego jedynie wewnętrzną powierzchnią obrzeża lewego koła po bocznej zewnętrznej powierzchni lewej iglicy przechodzącej w dziób lewej opornicy.

5.4 Parametry tramwaju Skoda 16T

Tramwaje Skoda 16T w znacznym stopniu różnią się od eksploatowanych do tej pory we Wrocławiu tramwajów krajowej produkcji typów 102N i 105N:

- konstrukcja pojazdu jest pełnym odejściem od rozwiązania klasycznego (tramwaje typu PCC opracowane w latach 30-tych dla USA, które rozpowszechniły się w Europie zarówno zachodniej, jak i w państwach bloku socjalistycznego) w postaci jednoczołowego wagonu opartego w obu końcach na skrętnych wózkach (105N) albo wagonu wieloczołowego, ale ze skrętnymi wózkami: w obu końcach skrajnych członów i pod wszystkimi przegubami (102N),
- pojazd składa się z pięciu członów połączonych przegubami (rys.9), z których jedynie środkowy i skrajny są oparte na wózkach, człony drugi i czwarty to tzw. "lektyki", natomiast wszystkie cztery przeguby są typu "wiszącego" (nie podparte wózkami),



Rys.9 Tramwaj Skoda 16T [4]

- wózki są skrętne jedynie w minimalnym zakresie,
- rozstawy osi w wózkach są nieznacznie mniejsze niż w wagonach 102N i 105N (1880 mm i 1840 mm zamiast 1900 mm)

- profil obręczy koła nieznacznie odbiega od stosowanego do tej pory we Wrocławiu profilu "T": średnica nominalna 610 mm zamiast 650 mm, wysokość obrzeża nominalna 20 mm zamiast 22 mm, szerokość obrzeża nominalna 20,5 mm zamiast 24 mm, szerokość obręczy koła nominalna 95 mm zamiast 90 mm,
- stosowane są koła z elastycznymi wkładkami, jednakże ich konstrukcja jest odmienna od rozwiązań zastosowanych w tramwajach 102N i 105N - możliwa jest więc inna pozioma i pionowa charakterystyka sprężysta koła,
- naciski kół na szyny dla tramwaju Skoda nieobciążonego pasażerami pozostają na poziomie $28 \div 33$ kN - naciski te są znacznie mniejsze dla tramwajów 102N i 105N i wynoszą około 22 kN,
- przy dopuszczalnym napełnieniu występują dość duże różnice nacisków na koła prawe w stosunku do kół lewych - nawet do 14%.

Podsumowując, tramwaje typu Skoda 16T przejeżdżając przez układ geometryczny będący połączeniem prostej i łuku mogą generować większe niż w przypadku eksploatowanych do tej pory we Wrocławiu tramwajów oddziaływania pojazdu na tor, gdyż:

- na jeden wózek przypada większa masa tramwaju,
- wózki nie są skrętne w takim stopniu jak w tramwajach klasycznych,
- podczas wjazdu pierwszego wózka w łuk, dzięki przegubom wiszącym i możliwości minimalnego skrętu każdego wózka, wyginać zaczyna się cały tramwaj (efekt "węża"), w skutek czego każdy człon tramwaju (a nie tylko ten bezpośrednio nad wózkiem) przeciwstawia się zmianie jego kierunku ruchu.

Przedstawiony na rys.8 dolny ślad przejazdu koła tramwajowego może więc odpowiadać tramwajom 102N i 105N, natomiast górny ślad - właśnie tramwajom Skoda 16T.

Za słusznością powyższego stwierdzenia przemawia sygnalizowane przez motorniczych zjawisko podskakiwania tramwajów Skoda na analizowanej zwrotnicy - o czym MPK informowało w jednym z oficjalnych pism kierowanych do ZDiK.

6. Wnioski z ekspertyzy

6.1 Przyczyna wyłamania elementu stalowego części opornicy

Jako podstawową przyczynę wyłamania elementu stalowego części opornicy autorzy ekspertyzy uznali pęknięcie od spodu i z tyłu wyłamanego elementu, które z pewnością nie nastąpiło tuż przed pierwszym wykolejeniem, lecz rozwijało się od dłuższego czasu, a być może istniało już od samego początku jako ukryta wada materiałowa zabudowanej w torze zwrotnicy. Inicjatorem pęknięcia był karb powstały w wyniku niepoprawnego sposobu docięcia szyny, z której wykonano opornicę.

6.2 Przyczyna pierwszego wykolejenia

Pomimo, że wyłamany fragment opornicy posiada na powierzchni, która skierowana była ku górze (fot.4) ślad najechania obrzeżem koła, przyczyny pierwszego wykolejenia nie należy utożsamiać z faktem zalegania w rowku szyny wyłamanego elementu, gdyż jego wysokość (przy sposobie ułożenia widocznym na fot.4) wynosząca około 20 mm spowodowała zmniejszenie głębokości rowka (wynoszącej 40 mm) do wymiaru około 20 mm, który przy nominalnej wysokości obrzeża koła (wynoszącej 22 mm) powinien zapewnić bezpieczny jego przejazd.

Zdaniem autorów ekspertyzy, główną przyczyną wykolejenia był brak ciągłości bocznej powierzchni dzioba lewej opornicy, w wyniku wyłamania jej fragmentu. Najbardziej prawdopodobny scenariusz pierwszego wykolejenia miał następujący przebieg: prawe koło pierwszej osi tramwaju Skoda, w wyniku większych niż w przypadku taboru krajowego oddziaływań na tor, w połowie długości prawej iglicy wjechało obrzeżem na jej górną powierzchnię, w wyniku czego prowadzenie zestawu kołowego było

realizowane jedynie dzięki kontaktowi wewnętrznej powierzchni obrzeża lewego koła z boczną zewnętrzną powierzchnią lewej iglicy, która poprzez klin najazdowy przechodzi w boczną powierzchnię dzioba lewej opornicy, i właśnie w tym miejscu w wyniku braku ciągłości tej powierzchni (wyłamany fragment) zestaw kołowy utracił jedyną możliwość prowadzenia, w wyniku czego doszło do wykolejenia. Za słuszością tej teorii przemawiają:

- sposób zużycia prawej iglicy w środku jej długości (dwa ślady przejazdu koła),
- ślad uderzenia koła tramwaju na niewyłamanej części dzioba opornicy (fot.4).

Większe oddziaływania taboru na tor w przypadku tramwaju Skoda, będące inicjatorem tak zinterpretowanego procesu wykolejenia mogły być spowodowane każdą z trzech następujących przyczyn (każdą z osobna, albo też dowolną ich kombinacją):

- niepoprawną geometrią zwrotnicy (zaburzenia szerokości toru) wynikającą po części z jej pewnych niedoskonałości konstrukcyjnych,
- przekroczeniem dopuszczalnej prędkości przejazdu tramwaju po zwrotnicy,
- odmiennością konstrukcyjną nowoczesnego taboru tramwajowego.

6.3 Przyczyna drugiego wykolejenia:

Najbardziej prawdopodobny scenariusz drugiego wykolejenia miał przebieg analogiczny do wykolejenia pierwszego, z tą tylko różnicą że inicjatorem wykolejenia nie był ubytek powierzchni bocznej dzioba lewej opornicy, lecz jej nieregularny przebieg na nieco wcześniejszym odcinku, powstały w wyniku przesunięcia miejsca dospawania klina najazdowego po pierwszym wykolejeniu.

6.4 Zalecenia

Autorzy ekspertyzy zaproponowali podjęcie następujących działań:

- usunięcie nieregularnego przebiegu powierzchni bocznej w połączeniu lewej iglicy z dziobem lewej opornicy (na przykład poprzez napawanie i szlifowanie), a do czasu wykonania tych prac - wprowadzenie ograniczenia prędkości do 5 km/h dla tramwajów typu Skoda na analizowanej zwrotnicy,
- w najbliższym sezonie budowlanym - wymiana analizowanej zwrotnicy na nową - nowocześniejszą (pozbawioną niedoskonałości konstrukcyjnych),
- przy okazji następnej naprawy głównej - zastosowanie szyny podwójnej i cofnięcie analizowanej zwrotnicy na odcinek prosty poprzedzający łuki.

7. Podsumowanie

Producenci nowoczesnych niskopodłogowych tramwajów startujący obecnie w przetargach na dostawy taboru dla polskich miast wykazują w swoich ofertach, że ich pojazdy spełniają wszystkie obowiązujące krajowe normy i przepisy. Czy jednak każdy eksploatowany obecnie w Polsce tor tramwajowy, w którym nie wystąpiły jeszcze przekroczenia dopuszczalnych wartości zużycia jest w stanie zagwarantować bezpieczny przejazd każdemu tramwajowi poruszającemu się z dopuszczalnymi prędkościami?

Zdaniem autora niniejszego referatu pozytywna odpowiedź na powyższe pytanie pozostaje słuszną jedynie w przypadku krajowych tramwajów typu PCC. Niestety w przypadku nowoczesnych wieloczlonowych niskopodłogowych tramwajów produkcji zarówno krajowej jak i zagranicznej nie musi już tak być, gdyż:

- dopuszczalne wartości zużycia eksploatacyjnego, według których zgodnie z prawem należy obecnie dokonywać oceny torowisk tramwajowych w Polsce pochodzą jeszcze z roku 1983, podczas gdy pierwszy nowoczesny wieloczlonowy tramwaj niskopodłogowy wprowadzono na świat do eksploatacji w Grenoble w roku 1987, w Polsce pojawiły się one dopiero w końcu lat 90-tych,

- krajowe przepisy z roku 1983 zostały opracowane z myślą o tramwajach 13N, 102N i 105N, których konstrukcja pochodzi z lat 60-tych i 70-tych; nie uwzględniają one wykazanych w ekspertyzie różnic w sposobie oddziaływania na tor, objawiających się w przypadku nowoczesnego taboru,
- dotychczasowe doświadczenia zagraniczne i krajowe, związane z wprowadzaniem do ruchu niskopodłogowych wieloczlonych tramwajów, potwierdzają większe wymagania tych pojazdów co do jakości (równości) toru w porównaniu z klasycznymi wysokopodłogowymi tramwajami opartymi na modelu PCC.

W świetle wniosków z przeprowadzonej ekspertyzy należy liczyć się z tym, że w miarę zużycia każdego eksploatowanego w Polsce toru tramwajowego, wskutek postępującej jego degradacji jako pierwsze wykolejeniu ulegać będą właśnie nowe niskopodłogowe pojazdy, podczas gdy tramwaje starego typu przejeżdżać będą przez te same miejsca z tymi samymi prędkościami bez wykolejeń.

Analiza treści korespondencji pomiędzy zarządzającym infrastrukturą (ZDiK) a przewoźnikiem (MPK) dotycząca wykolejeń dobitnie unaocznia, że obie firmy próbują zrzucić nawzajem na siebie odpowiedzialność za zaistniałe zdarzenia. MPK przyczynę wykolejeń upatruje w złym stanie torów (przekroczony dopuszczalny gradient szerokości toru, zbyt duża przechyłka), ZDiK natomiast w niewłaściwej eksploatacji tramwajów (przekroczenie prędkości jazdy albo niesprawne wózki lub hamulce). Firmy te, do swej obrony wykorzystują obowiązujące obecnie niedoskonałe prawo. MPK podkreśla, że nie jest zobowiązane do prowadzenia rejestracji prędkości przejazdu tramwajów, ZDiK z kolei - że jego inspektorzy torowcy posiadający odpowiednie uprawnienia i legalizowany sprzęt do pomiarów torów tramwajowych, wykonują je zgodnie z ustawą "Prawo budowlane". Utrwala się w ten sposób niekorzystna tendencja, w której obie firmy jedynie bronią swoich interesów, i w efekcie nie zależy im na zidentyfikowaniu właściwych przyczyn zaistniałego problemu, w celu jego rozwiązania. Prowadzi to do utrwalenia się pewnego rodzaju patologii, która może zupełnie zaprzepaścić pozytywne efekty wynikające z procesu wymiany starego, tradycyjnego taboru tramwajowego na nowy niskopodłogowy - w postaci wzrostu atrakcyjności podróżowania komunikacją zbiorową, a w efekcie zmniejszenia zatłoczenia ulic w naszych miastach.

W celu przeciwdziałania opisanemu zjawisku, a przez to wytworzenia sprzyjających warunków dla realizacji procesu wymiany starego, tradycyjnego taboru tramwajowego na nowy niskopodłogowy, w najbliższej przyszłości wskazane jest:

- wprowadzenie obowiązku stosowania przez firmy eksploatujące tramwaje urządzeń rejestrujących prędkości przejazdu we wszystkich pojazdach i ustalenie procedur kontrolujących stosowanie się przez motorniczych do obowiązujących w torach miejskich ograniczeń prędkości jazdy,
- ustalenie przez zarządy infrastruktury albo w skali całego kraju nowych dopuszczalnych wartości zużycia eksploatacyjnego torów oraz częstości i zakresu przeglądów (w tym z wykorzystaniem nowoczesnego elektronicznego sprzętu pomiarowego w postaci mikroprocesorowych toromierzy samorejestrujących do pomiarów ciągłych) uwzględniających zwiększone oddziaływania na tor nowoczesnych wieloczlonych tramwajów niskopodłogowych.

Co do drugiego z wymienionych postulatów, przykładowo w Niemczech obowiązują aż trzy standardy wymiarowania zestawów kołowych i toru odnoszące się do różnych warunków eksploatacyjnych w komunikacji tramwajowej. W niektórych państwach europejskich nie ma z kolei przepisów tramwajowych ogólnokrajowych i każde miasto ustala własne.

Literatura:

1. Krużyński M., Piotrowski A., Makuch J., Gisterek I.: "Ekspertyza techniczna zwrotnicy tramwajowej w ul. Nowy Świat we Wrocławiu po wykolejeniach w dniach 23.08.2007 i 3.09.2007", SITK RP Oddział Wrocław, grudzień 2007.
2. <http://wroclaw.hydral.com.pl/172585,foto.html>
3. VAE Aktiengesellschaft - materiały reklamowe.
4. Skoda Transportation s.r.o. - materiały reklamowe.

Słowa kluczowe: tor tramwajowy, diagnostyka, wykolejenie, tramwaje niskopodłogowe