

**mgr inż. Marcin Dębiński**  
**mgr inż. Krystian Kiercz**  
**dr inż. Sławomir Kowalski**  
NEWAG S.A. Nowy Sącz  
**dr inż. Tomasz Kądziołka**  
Państwowa Wyższa Szkoła  
Zawodowa w Nowym Sączu

## Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych wybranych elektrycznych zespołów trakcyjnych

*W artykule przedstawiono przegląd rozwiązań konstrukcyjnych współczesnych elektrycznych zespołów trakcyjnych na przykładzie wybranych jednostek, które w ostatnich latach zmodernizowano lub wyprodukowano w NEWAG S.A. Nowy Sącz*

### 1. Wprowadzenie

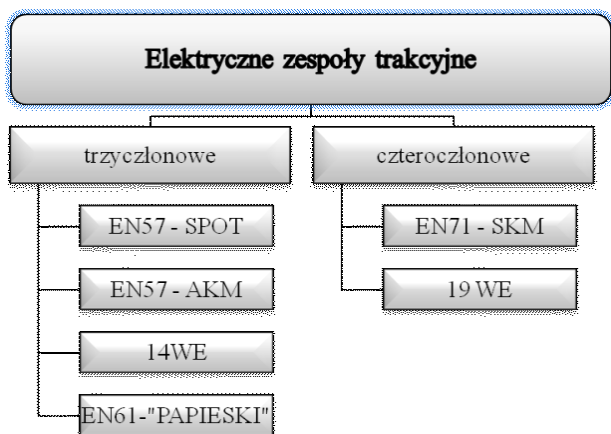
Elektryczne zespoły trakcyjne serii EN i WE są przeznaczone do obsługi lokalnego ruchu pasażerskiego. Wszystkie wagony w tych pojazdach są sprzęgnięte w sposób zapewniający trwałe połączenie w czasie eksploatacji, jednocześnie zapewniając przejście pomiędzy poszczególnymi wagonami. W skład elektrycznego zespołu trakcyjnego wchodzi wago-ny silnikowy oraz wagony doczepne, które na czas remontów i przeglądów mogą być rozłączane. Pociągi mogą poruszać się w trakcji wielokrotnej dzięki zastosowaniu automatycznych sprzęgów samoczynnych Scharfenberga. Kabina sterownicza niezależnie od konfiguracji członów znajduje się po obu końcach pojazdu. Jednostki serii EN i WE pokryte zostały farbami o zwiększonej trwałości i odpornymi na działanie czynników atmosferycznych oraz powłokami antygraffiti. Wygląd zewnętrzny i kolorystyka każdorazowo jest dopasowywana do potrzeb klienta jednocześnie nadając pojazdowi nowoczesny i estetyczny wygląd. Dla podniesienia komfortu jazdy, elektryczne zespoły trakcyjne wyposażono w nowoczesne układy

biegowe. Na rysunku 1 przedstawiono podział elektrycznych zespołów trakcyjnych na trzyczłonowe i czteroczłonowe, które wyprodukowano lub zmodernizowano w ostatnich latach w NEWAG S.A. Nowy Sącz. Natomiast podstawowe dane techniczne tych zespołów przedstawiono w tabeli 1.

### 2. Opis pojazdów

#### ▪ Zespół trakcyjny typu 14 WE – SKM

Elektryczny zespół trakcyjny 14WE (rys. 2.) jest najbardziej zaawansowaną modernizacją jednostek typu EN57. Z pierwotnej konstrukcji pozostała jedynie ostoja i elementy ramy, które dla potrzeb modernizacji zregenerowano. Pojazdowi nadano nowoczesny i aerodynamiczny wygląd.



Rys 1. Podział elektrycznych zespołów trakcyjnych



Rys. 2 Widok 14WE-SKMWA

Układ wagonów w jednostce jest oparty na systemie 410B-309B-410B (Wagon sterowniczy – wagon silnikowy – wagon sterowniczy). Podczas modernizacji zmniejszono liczbę miejsc siedzących na rzecz

Dane techniczne elektrycznych zespołów trakcyjnych

Tabela 1

Dane	14WE SKMWA	EN61 Papieski	EN57 AKM	EN71 SKMT	19WE SKMWA
Rok produkcji	2005	2005/2006	2008/2009	2009	2009/2010
Długość (ze sprzęgami)	68 400 mm	68 400 mm	64770 mm	86 840 mm	86 500 mm
Masa pojazdu próżnego	125 t	125 t	126t ±3%	170 t	190 t ±3%
Maksymalna masa brutto pojazdu	165 t	165 t	165 t	182 t	260 t
Liczba drzwi wejściowych	12	12	12	16	20
Szerokość przejścia w części pasażerskiej	820 mm	820 mm	820 mm	820 mm	800 mm
Wysokość podłogi od główki szyny	1 157 mm	1 157 mm	1 157 mm	1 157 mm	1 150 mm
Układ miejsc	2+2	Autobus i 2 + 2	2 + 2	Metro i 2 + 2	Metro i 2+2
Liczba miejsc siedzące/stojące	184/225	181/283	190/210	234/288	182/374
Liczba miejsc dla osób niepełnospraw.	2 miejsca	8 miejsc	2 miejsca	2 miejsca	2 miejsca
Winda dla niepełnospraw.	TAK	TAK	TAK	brak	TAK
Maksymalna prędkość eksploatacyjna	110 km/h	110 km/h	120 km/h	120 km/h	160 km/h
Łączna moc ciągła silników trakcyjnych	608 kW	740 kW	1000 kW	2000 kW	2240 kW
Przyspieszenie rozruchu około:	0,5 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>	0,8 m/s <sup>2</sup>	0,8 m/s <sup>2</sup>	ok. 1 m/s <sup>2</sup>
Wózka	toczny	36AN	36AN	36AN	70RSTa
	napędny	23MN	23MN	23MN	70RSNa
Układ osi	2'2' + Bo'Bo' + 2'2'	2'2' + Bo'Bo' + 2'2'	2'2' + Bo'Bo' + 2'2'	2'2'+ Bo'Bo'+ Bo'Bo'+ 2'2'	Bo'Bo'+ 2'2' + Bo'Bo'

miejsc stojących, co jest bardziej praktyczne w przewozach aglomeracyjnych. Fotele dwumiejscowe zamontowano w układzie rzędownym lub naprzeciwległym (rys. 3). Wnętrze pojazdu w pełni przystosowano do przewozów osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich. Wydzielono również miejsce dla osób z większym bagażem i rowerzystów. W pojeździe zamontowano podnośniki umożliwiające wsiadanie osobom niepełnosprawnym do jednostki.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa podróży w zespole trakcyjnym dotychczas stosowane lusterka zewnętrzne umożliwiające obserwację otoczenia zewnętrznego pojazdu zastąpiono zestawem kamer zewnętrznych zamontowanych na zewnątrz pojazdu.

W każdym wagonie rozrządczym, na zewnątrz po obydwu stronach kabiny maszynisty zamontowane i okablowane zostały dwie kamery zewnętrzne, hermetyczne. Kamery te współpracują z monitorem 14" umieszczonym na pulpicie.

W kabinie maszynisty dokonano modernizacji pulpitu (rys. 3) dostosowując go do obecnie istniejących standardów ergonomii i wyposażenia.

Pojazd wyposażono w zmodernizowane wózki 23MN z silnikami LKF450 o mocy 185 kW i wózki 36AN.



Rys. 3 Wnętrze 14WE – SKMWA

▪ **Zespół trakcyjny typu EN61 – „Papieski”**

Elektryczny zespół trakcyjny EN61 – „Papieski” (rys. 4) został zaprojektowany przez krakowską firmę EC Engineering i wykonany przez nowosądecką firmę Newag jako podziękowanie polskich kolejarzy za pontyfikat Jana Pawła II. W dniu 28 maja 2006 roku pociąg poświęcił podczas wizyty w Polsce Papież Benedykt XIV.



Rys. 4 Widok EN61 Pociąg Papieski"

Pociąg papieski został zbudowany na podstawie elektrycznego zespołu trakcyjnego 14WE. Różnica pomiędzy pojazdami występuje jedynie w kolorystyce i wyposażeniu przedziału pasażerskiego. Wnętrze pojazdu zaopatrzone w jedną toaletę w członie rozrządczym A. Toaleta jest wyposażona w system zam-

knięty firmy SEMCO, który współpracuje ze zbiornikami umieszczonymi za jej tylną ścianą. Konstrukcja oraz wyposażenie umożliwia korzystanie z toalety osobom niepełnosprawnym.

Kanapy, siedzenia odchylnie, fotele dwumiejscowe (rys. 5) usytuowane w układzie rzędownym lub naprzeciwległym (2+2) są wykonane z materiału zapewniającego odpowiedni komfort i trwałość.



Rys. 5 Wnętrze EN61 „Pociąg Papieski”

W członie rozrządczym C wydzielono przedział „studio”, w którym zamontowano urządzenia do obsługi systemu multimedialnego. Przedział „studio” wyposażono m.in. w monitory 17” LCD, odtwarzacze DVD, wielokanałowy system audio z indywidualnymi panelami odsłuchowymi dla każdego pasażera pozwalający na odsłuch prezentacji multimedialnych w różnych językach, kamery kolorowe obserwujące obraz z czoła pociągu. W przedziale tym można oglądać emitowane materiały filmowe i zdjęcia dotyczące życia Jana Pawła II.

Kolorystyka zewnętrzna pojazdu została wykonana w barwach papieskich, tj. w kolorach: złotym i białym, oraz wykonano napis TOTUS TUUS.

W elektrycznym zespole trakcyjnym EN61 jak i w 14WE zmodernizowano układ ciągowo-zderzny. W pojazdach zastosowano sprzęgi czołowe typu Scharfenberga, które umożliwiają automatyczne połączenie

dwóch pojazdów bez dodatkowej obsługi. Pociąg papieski wyposażono w taki sam układ jezdny jak EZT 14WE.

▪ **Zespoły trakcyjne typu: EN57 – AKM i EN – 71 SKM**

Przy okazji napraw głównych elektrycznych zespołów trakcyjnych EN-57 i EN-71 dokonano modernizacji niektórych elementów pojazdów. Zakres modernizacji obejmował m.in.: zastąpienie przetwornicy wirującej przetwornicą statyczną, zabudowę nowego wyłącznika szybkiego, montaż stojaków na rowery, zastosowanie silników asynchronicznych do napędu, zabudowę systemu monitoringu, modernizację czoła (rys. 6) i kabiny maszynisty.

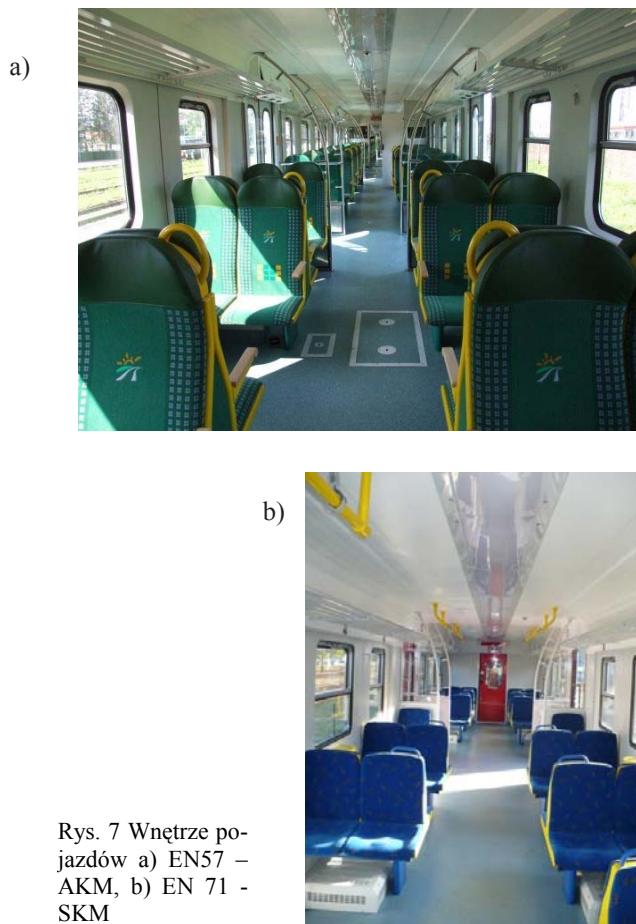
Konstrukcja kabiny maszynisty została zmieniona poprzez wykonanie nowego szkieletu stalowego wkomponowanego w pozostałą część jednostki. Na szkielet, stosując klejenie, nałożono samonośne czoło z laminatu poliestrowo – szklanego. W czole wklejono szybę panoramiczną.

W modernizowanych pojazdach zrezygnowano z drzwi zewnętrznych do przedziałów dla podróżnych z większym bagażem ręcznym, natomiast zabudowano nowe drzwi zewnętrzne bezpośrednio do kabin maszynisty. Powierzchnię zewnętrzną jednostek, oraz drzwi wejściowe pomalowano w ustalonej z użytkownikami kolorystyce farbami poliuretanowymi chemo-utwardzalnymi, oraz farbami proszkowymi.



Rys 6 Widok a) EN57 – AKM, b) EN71 - SKM

W modernizowanych elektrycznych zespołach trakcyjnych zlikwidowano ściany i drzwi przedziałowe. W to miejsce zamontowano „wiatrochrony” wykonane w dolnej części z blach nierdzewnych, w górnej części ze szkła bezpiecznego a na ścianie wiatrochronu zamontowano uchwyty dla stojących pasażerów.



Rys. 7 Wnętrze pojazdów a) EN57 – AKM, b) EN 71 - SKM

Pozostałe wyłożenie wnętrza (rys. 7), jak ściany boczne i sufit wykonano z paneli z niepalnych żywic poliestrowo szklanych. Niezbędne listwy wykończeniowe wykonano z tworzyw sztucznych niepalnych lub profili stalowych. Izolację termiczną i dźwiękochłonną wagonów stanowi w ścianach bocznych i suficie mata z wełny mineralnej o grubości 50 i 30 mm pokryta jednostronnie folią aluminiową, a w podłodze wagonów płyty styropianowe o grubości 30 mm. Całość podłogi wyłożono w systemie wannowym wykładziną podłogową o grubości 3 mm trudnościelastyczną, ułatwiając czyszczenie i mycie wagonu.

W pojazdach przewidziano przedziały służbowe, które dostosowano do przewozu osób na wózkach inwalidzkich. Przedziały te zostały dodatkowo wyposażone w specjalne stojaki do przewożenia rowerów w pozycji pionowej. Ponadto w wagonie rozrządczym EZT EN71-SKM wydzielono przedział drugiej klasy z siedzeniami w układzie „metro”.

Napęd elektrycznych zespołów trakcyjnych jest realizowany przez asynchroniczne silniki trakcyjne 2xANT-500-3000-UF. Napęd ten składa się z dwóch

falowników napięcia ANT500-3000, silników napędowych M1, M2, M3, M4 z czujnikami prędkości oraz temperatury, układu łagodnego włączenia falowników oraz dławików sieciowych EN57, zabudowanych w rozdzielni wysokiego napięcia RWN EN57. Obwód wysokiego napięcia składa się ponadto z dwóch pantografów, jednego odłącznika trakcyjnego, jednego wyłącznika szybkiego i zespołu uziemiaczy.

W EZT EN57 – KM zamontowano system pomiaru potoków pasażerskich, który jest przeznaczony do rejestrowania strumienia pasażerów korzystających z pojazdów. Zapewnia on rejestrację stopnia zapelnienia i liczby pasażerów w rozbiciu na wsiadających i wysiadających - w korelacji z poszczególnymi przystankami i kursami. Zebrane przez niego dane umożliwiają prowadzenie obliczeń i zaawansowanych analiz statystycznych, które ułatwiają optymalizację funkcjonowania całej sieci komunikacyjnej oraz poszczególnych kursów i linii. Część pomiarowa podsystemu składa się z sensorów (aktywnych czujników ruchu w podczerwieni) typu IRS-320, modułów wejść cyfrowych typu INP-450 oraz koncentratorów TSL-998/IBIS.

Na czole EZT-ów oraz w wnękach bocznych zainstalowanych po bokach wagonu silnikowego zostały zabudowane tablice świetlne serii ETLP12420007 informujące o kierunku jazdy. Ponadto wykonano instalację rozgłoszeniową przeznaczoną do nadawania i odtwarzania komunikatów.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa podróży podczas jazdy, w elektrycznych jednostkach trakcyjnych zainstalowano system monitoringu, który jest przeznaczony do obserwacji i rejestracji zdarzeń we wszystkich wagonach. Realizowany jest przez ukryte kamery. Obraz z kamer wyświetla się na 2 monitorach 17" LCD umieszczonych po jednym w każdej z dwóch kabin maszynisty.

EN57 – AKM i EN71 – SKM wyposażono w zmodernizowane wózki napędne 23MN z silnikiem asynchronicznym LK 450X6 o mocy znamionowej 250 kW i sprawności przekraczającej 94% oraz wózki toczne 36AN.

Ze względu na trakcję wielokrotną wykonano modernizację sprzęgów czołowych typu ZEa, w firmie Dellner Couplers, zgodnie z dokumentacją modernizacji sprzęgów zatwierdzoną przez Urząd Transportu Kolejowego. Sprzęgi te umożliwiają automatyczne połączenie dwóch pojazdów bez dodatkowej obsługi. Rozłączanie jest realizowane przyciskiem z kabiny maszynisty lub manualnie. Sprzęg pozwala na pochłonięcie energii zderzenia oraz absorbuje szarpnięcia pomiędzy pojazdami.

Połączenie dwóch członów jest zrealizowane przez dotychczas stosowane sprzęgi stałe ZEk. Ze względu na konstrukcję i budowę pojazdu, do przeprowadzenia połączeń elektrycznych pomiędzy poszczególnymi członami, zastosowano wiązki kablowe

zakończone wtykami oraz gniazdami hermetycznymi Hartinga.

#### ▪ Zespół trakcyjny typu 19WE - SKM

Elektryczny zespół trakcyjny 19WE w odróżnieniu od wcześniej opisanych konstrukcji jest pojazdem całkowicie nowym zarówno pod względem konstrukcyjnym jak i wykonania. Podstawowym układem wagonów jest układ s'+d+d+s' (wagon silnikowy + wagon doczepny + wagon doczepny + wagon silnikowy). Na rysunku 8 pokazano ogólny widok elektrycznego zespołu trakcyjnego 19WE.



Rys. 8. Widok zewnętrzny EZT 19WE

Konstrukcja pudła EZT 19WE jest konstrukcją spawaną, składaną z elementów łączonych systemem interlock. Wszystkie elementy użyte do budowy pojazdu spełniają wymogi norm w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz nie zawierają azbestu. Konstrukcja pudła jest konstrukcją samonośną przenoszącą obciążenia bez trwałych odkształceń, wykonaną ze stali niskostopowych o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych i podwyższonej odporności na korozję. Pudło pojazdu zabezpieczono antykorozyjnie, dźwiękochłonie i w sposób tłumiący drgania. Ściany wyłożono izolacją typu moniflex, natomiast podłogę wełną mineralną.

W pojeździe zastosowano nowy zespół drzwi bocznych odskokowo-przesuwnych firmy Ultimate o prześwicie 1300 mm ze stałymi oknami. Drzwi posiadają napęd główny ruchu drzwi odskok + przesunięcie realizowany przy zastosowaniu silników elektrycznych krokowych. Po wejściu pasażera drzwi zamykają się automatycznie po czasie 3 sekund. Jeżeli w przestrzeni drzwiowej w momencie zamykania pojawi się pasażer, jego obecność sygnalizowana jest do układu sterowania przez zespół fotokomórek umieszczonych w obrębie drzwi co powoduje ponowne ich otwarcie. Wszystkie drzwi pojazdu są automatycznie zamykane w ruchu pojazdu po przekroczeniu przez pojazd prędkości 5km/h. Podczas ruchu pojazdu drzwi są blokowane i nie ma możliwości ich otwarcia lub wystrojenia.

Kabinę maszynisty (rys. 9) wykonano w taki sposób, żeby spełniała wymagania bezpieczeństwa pracy i ergonomii określone w normie PN-90/K-11001. Natężenie oświetlenia w kabinie maszynisty posiada regulację w zakresie 0-150 lx.



Rys. 9 Wnętrze 19WE – SKMWA

W celu uzyskania jak największej przestrzeni pasażerskiej w pojeździe zamontowano fotele w układzie „metro” (rys. 9). Ponadto w wagonie pierwszym i ostatnim oprócz układu foteli „metro” zamontowano po dwa rzędy foteli w układzie rzędowym, naprzeciwległym.

W wagonie silnikowym, wydzielono dwa miejsca dla osób niepełnosprawnych korzystających z wózków inwalidzkich. W miejscach tych zamontowano fotele odchylne jednoosobowe i zaczepy mocujące wózek inwalidzki. Ponadto w wagonie tym zamontowano dwa podnośniki dla niepełnosprawnych.

Wnętrze elektrycznego zespołu trakcyjnego 19WE jest w pełni klimatyzowane. Funkcja wentylacji i schładzania powietrza jest realizowana przez niezależne układy, po jednym na każdy z członów pojazdu. Agregaty wentylacyjne zlokalizowano w centralnej części dachu każdego z członów. Nominalna wydajność chłodnicza pojedynczej centrali wynosi  $Q_{CHVAC}=35kW$ , nominalny przepływ powietrza cyrkulacyjnego wynosi  $V_{NHVAC}=3800m^3/h$ .

Pojazd posiada system informacji audio-wizualnej. W tym celu zastosowano tablice informacyjne nowej generacji typu ETLZ-U. Wszystkie informacje wyświetlane na tablicach są dosyłane szyną transmisji RS485.

W skład systemu informacji głosowej wchodzi: urządzenie głośnomówiące GRG-4500M1, wzmacniacz linii WL-100, transformatory głośnikowe i mikrofon. Dodatkowo zamontowano ekrany LCD, na których mogą być wyświetlane różne ogłoszenia a nawet reklamy.

Elektryczne zespoły trakcyjne wyposażono w system rejestracji drogi, prędkości i parametrów pojazdu. Jego zadaniem jest zbieranie i rejestracja informacji o stanie i pracy pojazdu oraz jego podzespołów oraz wyświetlanie maszyniście podstawowych parametrów jazdy na wyświetlaczu ATM-PW3.

Ze względu na trakcję wielokrotną zastosowano sprzęgi czołowe firmy Voith. Sprzęgi te umożliwiają automatyczne połączenie dwóch pojazdów bez dodatkowej obsługi. Rozłączanie jest realizowane przyciskiem z kabiny maszynisty lub manualnie. Sprzęg pozwala na pochłonięcie energii zderzenia oraz absorbuje szarpnięcia pomiędzy pojazdami. Połączenie dwóch członów jest zrealizowane przez sprzęg półstały produkcji firmy Voith. Połówki tego sprzęgu są połączone sprzęgłem łukowym.

Jednostki wyposażono w wózki napędne typu 70RSNa z silnikami asynchronicznymi typu ANT300-3000 o mocy znamionowej 300 kW, oraz w wózki toczne typu 70RSTa. Szczegółową budowę tych wózków przedstawiono w rozdziale 3.

### 3.Opis wózków

#### ▪ Wózki typu: 23MN i 36AN

Wózki typu 5B i 6B zastosowane w elektrycznych zespołach trakcyjnych EN57 i EN71, w trakcie naprawy uległy modernizacji zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną nr RL – 4780 i RL – 4781 wykonaną przez Instytut Pojazdów Szynowych w Poznaniu. Modernizacja ta polega na zmianie sposobu usprężynowania zestawów kołowych z podwójnego na usprężynowanie z zastosowaniem sprężyn gumowo-metalowych stożkowych (rys. 10).



stożkowa sprężyna gumowo – metalowa

Rys. 10. Usprężynowanie I-go stopnia elektrycznego zespołu trakcyjnego EN57

Automatycznie zmianie uległo prowadzenie zestawów kołowych poprzez zastosowanie nowego typu oprawy łożysk specjalnie wykonanej dla ww. modernizacji. Modernizacja ta znacznie poprawia

spokojność biegu pojazdu, a zatem i komfort podróży. Ponadto dla tłumienia drgań poprzecznych i pionowych, wózki są zaopatrzone w amortyzatory hydrauliczne pionowe i poziome. Zarówno wózki napędne i toczne posiadają nowy typ oprawy dla łożysk NJ + NJP 130 x 240 x 80 mm, uwzględniający zmiany usprężynowania I stopnia.

#### ▪ Wózki typu: 70RSNa i 70RSTa

Wózki 70RSNa i 70RSTa (rys.11) zamontowano w elektrycznych zespołach trakcyjnych 19WE. Rama wózka, stanowiąca przestrzenną konstrukcję spawaną, składa się z dwóch ostojnic, połączonych kształtowaną poprzecznicą tak, aby uzyskać w miejscu połączenia jak najmniejszy teoretyczny współczynnik koncentracji naprężeń.



Rys.10. Wózek 70RSTa

Zestaw kołowy jest prowadzony w ramie wózka za pomocą jednostronnego wahacza połączonego z ramą przegubem gumowo-metalowym, składającym się ze sworznia amortyzującego i pierścieni amortyzujących. Usprężynowanie I-go stopnia składa się z czterech kompletów współśrodkowych podwójnych sprężyn śrubowych. Sprężyny każdego kompletu spoczywają na wahaczach w prowadzeniach i są naciskane ramą wózka przez podkładkę gumową i prowadzenie. Jako usprężynowanie II-go stopnia zastosowano w wózku dwie sprężyny pneumatyczne firmy PHOENIX typu SEK 680-12.

#### 4. Zakończenie

Przedstawione w niniejszym artykule przykłady rozwiązań konstrukcyjnych elektrycznych zespołów trakcyjnych pokazują, że użytkownicy taboru szynowego chętniej poddają modernizacji posiadany tabor niż kupują nowy. Fakt ten jest uzasadniony, gdyż koszt modernizacji równy jest ok. 50% wartości kupna nowego pojazdu. Decyzja o modernizacji taboru wynika także ze względu na krótszy czas i mniejszy koszt przeprowadzania badań potrzebnych do dopuszczenia do eksploatacji. Ponadto zmodernizowane pojazdy spełniają wszelkie wymagania techniczne stawiane nowobudowanym pojazdom szynowym, co można zauważyć porównując zmodernizowane elektryczne zespoły trakcyjne EN57 i EN71 z nowobudowanym pojazdem 19WE.

#### Literatura

- [1] „DTR EZT EN71 z napędem asynchronicznym”, Nowy Sącz 2009.
- [2] „DTR EZT EN57 z napędem asynchronicznym”, Nowy Sącz 2009.
- [3] „DTR EZT typu 19WE”, Nowy Sącz 2009.