

# Tramwaje niskopodłogowe w Polsce

**Rok 1999 zaowocował w Polsce realizacją 3 kontraktów, w ramach których w trzech polskich miastach (Warszawa, Kraków i Gdańsk) pojawiły się 22 wagony niskopodłogowe, tj. o 4 więcej niż zakupiono łącznie w latach 1996–1998. W 2000 roku kolejne 33 nowe wagony pojawią się w Katowicach, Krakowie i Gdańsku. Wskazuje to na znaczne ożywienie rynku tramwajowego. Wraz ze zwiększaniem się liczby kupowanych pojazdów, wzorem Europy Zachodniej zwiększa się także różnorodność taboru eksploatacyjnego w polskich miastach.**

Niniejszy artykuł jest próbą podsumowania rozwoju konstrukcji tramwajowych w Polsce w latach 90. – od jednoczłonowego tramwaju wysokopodłogowego 105N/805N, będącego standardowym wyposażeniem polskich przedsiębiorstw tramwajowych w ostatnich 30 latach, do wielocłonowych tramwajów niskopodłogowych.

## Ogólna charakterystyka rynku tramwajowego w Polsce

Problem odnowy taboru tramwajowego w Polsce jest obecnie najbardziej istotnym problemem komunikacyjnym dużych i średnich miast. O ile w trakcji autobusowej w ostatnich latach nastąpiło zdynamizowanie sprzedaży nowych autobusów, o tyle w trakcji tramwajowej panuje stagnacja. W latach 1994–1999 polskie miasta zakupiły jedynie 177 nowych wagonów tramwajowych, w tym 37 niskopodłogowych, gdy rzeczywiste potrzeby w analizowanym okresie szacowane były na poziomie 760 wagonów. Na taki stan rzeczy wpływają następujące czynniki:

- wysoki koszt zakupu tramwajów;
- zły stan techniczny torowisk i sieci trakcyjnej;
- brak stabilnych systemów finansowania inwestycji w zakresie taboru tramwajowego.

Wysoka cena nowoczesnego tramwaju jest podstawowym problemem nawet dla dużych, zasobnych miast. Przy obecnych potrzebach wymiany taboru środki niezbędne na

ich zakup przekraczałyby ponad 10% budżetów miast przeznaczonych na inwestycje. Z drugiej strony, pozyskanie środków na zakup z amortyzacji jest także niemożliwe z uwagi na zamortyzowanie większości wagonów będących na stanie polskich przedsiębiorstw.

Pewnym ratunkiem dla części miast był import używanych tramwajów z Niemiec i Holandii. Jednak polityka taka jest polityką krótkoterminową, pozwalającą zmniejszyć skutki ograniczonych zakupów oraz braku odpowiednich środków na naprawy główne taboru w minionych latach. Podstawową wadą tej polityki jest ukształtowanie u decydentów świadomości o możliwości taniego pozyskania „nowego” taboru, co uwzględniając aktualne trendy prowadzenia rachunku w całym okresie eksploatacji (LCC – Life Cycle Cost) jest tezę fałszywą. Ponadto w chwili obecnej polityka ta musi ulec zasadniczej zmianie z uwagi na wyczerpanie się zasobów starych tramwajów (duży eksport do Rumunii i Turcji). W tabelicy 1 przedstawiono wielkość zakupów taboru tramwajowego w latach 1994–1998.

Należy mieć nadzieję, że kontrakty podpisane w ostatnich dwóch latach, jak również aktualnie przygotowywane zwiastują zasadnicze zmiany na rynku. Wśród ostatnich dostaw z Alstom Konstal należy wymienić: 23 niskopodłogowe tramwaje 116N i 116Na dla Warszawy, 4 tramwaje NGd99 dla Gdańska i 17 niskopodłogowych tramwajów dla Katowic do obsługi linii nr 6 i 41 na trasie Katowice – Bytom (dostawa w I połowie 2000 r.). W grudniu 1999 r. Bombardier rozpoczął dostawę 14 tramwajów dla MPK Kraków. Zakup 15 tramwajów jest planowany przez MPK Łódź. Również w bieżącym roku wspólny przetarg na wieloletni kontrakt zamierzają rozstrzygnąć Poznań, Wrocław i Szczecin.

Mimo tych optymistycznych akcentów, w dalszym ciągu należy dążyć do tworzenia stabilnych metod finansowania zakupu taboru w połączeniu z modernizacją infrastruktury torowej i kompleksu energetycznego oraz wprowadzeniem nowoczesnych elementów sterowania ruchem. Przykładem takiego rozwiązania jest modernizacja trasy tramwajowej Katowice – Bytom.

Historia tramwaju niskopodłogowego w Polsce rozpoczyna się w 1930 r., kiedy to podczas Wystawy Komunikacji i Turystyki zorganizowanej na terenie Międzynarodowych Targów Poznańskich zaprezentowano wagon doczepny z nisko-

Tabela 1

## Odnowa taboru tramwajowego w Polsce w latach 1994-1999

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Razem
Wagony nowe	60	20	14	25	32	26	177
Wagony używane	17	7	52	47	10	16	149
Razem	77	27	66	72	42	42	326
Stan	4100	3996	3923	3906	3856	3781	X
Udział tramwajów niskopodłogowych	0%	0%	0%	0,23%	0,44%	0,98%	X
Wskaźnik odnowy taboru*	1,4%	0,5%	0,35%	0,64%	0,80%	0,68%	0,75%

\* Wskaźnik liczony w odniesieniu do zakupu nowych wagonów.

Źródło: Biuletyny IGKM: Komunikacja miejska w liczbach za lata 1994–1999

podłogowym pomostem umieszczonym w środkowej części, wybudowany w warsztatach Poznańskiej Kolei Elektrycznej na ul. Gajowej. W chwili obecnej jedyny egzemplarz tego wagonu znajduje się w zbiorach krakowskiego Muzeum Komunikacji. Na kolejną konstrukcję tramwaju niskopodłogowego polscy przewoźnicy musieli czekać ponad 65 lat – do 1996 r., kiedy to niemal równolegle pojawiły się dwie konstrukcje: trójczłonowy 105N/2 z HCP Cegielski i dwuczłonowy 112N z chorzowskiego Konstalu.

### HCP 105N/2

Trójczłonowy tramwaj 105N/2 powstał jako propozycja relatywnie taniego, niskopodłogowego wagonu przeznaczonego do obsługi budowanej trasy Poznańskiego Szybkiego Tramwaju. Oprócz tego, wagon ten określa możliwe kierunki modernizacji najpopularniejszych w Polsce wagonów typu 105N. Z uwagi na ograniczone środki finansowe, jakie w tamtym okresie posiadało poznańskie MPK, przy modernizacji tramwaju użyto wielu komponentów po regeneracji, co w późniejszym okresie miało wpływ na pracochłonność obsługi i napraw. Pudło nowego wagonu zostało zbudowane niemal od podstaw. Człony skrajne „A” i „B” powstały na bazie pudeł wagonów 105Na, w którym całkowicie przekonstruowano kratownice w strefie czopa skrętu oraz wyeliminowano jedne drzwi ze strefy środkowej każdego z wagonów. Całkowicie nowym elementem jest niskopodłogowy człon środkowy długości 7 m, wyposażony w 2 pary dwuskrzydłowych drzwi. Zastosowanie podwójnych drzwi w części niskopodłogowej w pełni rekompensowało zmniejszenie liczby drzwi w porównaniu z dwuwagonowym zestawem

105 Na i pozwoliło na zwiększenie szybkości wymiany pasażerów na przystankach. Część nisko- i wysokopodłogowa została połączona trzema stopniami o wysokości 195 mm każdy. Duża szerokość stopni wewnętrznych znacznie ułatwiła przemieszczanie się pasażerów we wnętrzu pojazdu, jednak stanowiła poważne zagrożenie w przypadku awaryjnego hamowania.

Pudło wagonu zostało osadzone na czterech zmodernizowanych wózkach napędnych typu 2NN, mających drugi stopień odsprężynowania. Do napędu wagonu o łącznej długości 26,5 m służy 8 silników prądu stałego LTA-220 o mocy ciągłej 40 kW każdy. Zasilanie obwodów sterowniczych i pomocniczych odbywa się za pomocą dwóch przetwornic statycznych.

W zagospodarowaniu wnętrza zastosowano niezbyt trwałe siedzenia tapicerowane z firmy Growag, które po trzech latach eksploatacji, z uwagi na akty wandalizmu, trzeba było wymienić na standardowe siedzenia plastikowe. Wszystkie siedzenia umieszczono przodem do kierunku jazdy, z wyjątkiem siedzeń zamontowanych ponad skrzynią aparatuową, w której zamontowano przetwornicę. Naprzeciwko drzwi członu środkowego zainstalowano 2 deski oporowe wraz z bezwładnościowymi pasami bezpieczeństwa przeznaczone do mocowania wózków inwalidzkich. Podobnie jak w późniejszych konstrukcjach Konstalu stanowiska te zostały zamocowane poprzecznie do kierunku jazdy i w przypadku awaryjnego hamowania deska oporowa nie jest w stanie spełnić swojego zadania. Ponadto przy poprzecznie ustawionym stanowisku przewracający się wózek może spowodować obrażenia u innych pasażerów.

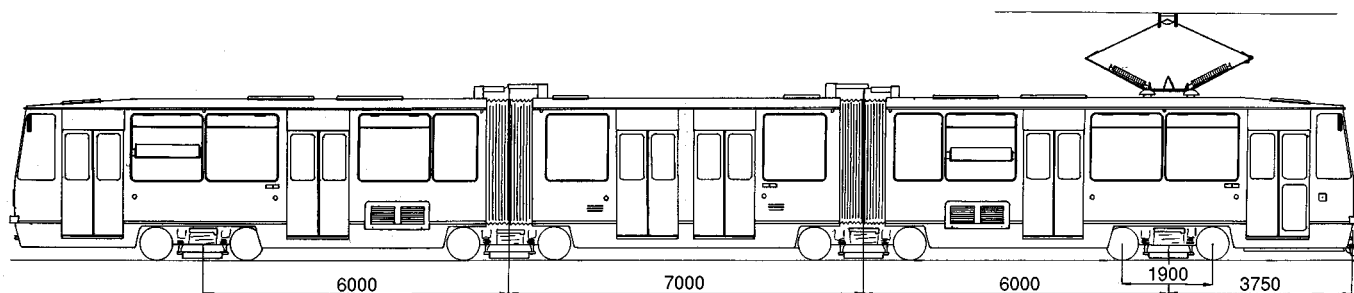
W kabinie motorniczego zastosowano wymuszoną wentylację mechaniczną i wstawiono pulpity sterownicze gdańskiego Elmoru stosowany powszechnie w tramwajach typu 105Ng, 105N2k, 112N, 114Na, 116Na i NGd99.

W systemie informacji pasażerskiej zastosowano automatyczną zapowiedź przystankową bazującą na zapisie magnetofonowym oraz przewijalną tablicę kierunkową firmy Brose. Obydwa elementy z uwagi na niską trwałość taśmy magnetofonowej jako nośnika zapisu danych oraz wysokie koszty wykonania aktualnych napisów na zwijkach zdemontowano z tramwaju.

Do chwili obecnej 105N/2 został wykonany w jednym egzemplarzu przeznaczonym dla MPK Poznań.



Fot. 1. Tramwaj HCP 105N/2



Rys. 1 Tramwaj HCP 105N/2

Rys. D. Walczak

### Konstal 112N

Powstały w grudniu 1995 r. dwuczłonowy wagon 112N, w zamierzeniach konstruktorów miał być modelem przejściowym, przed wprowadzeniem do eksploatacji nowoczesnych wagonów niskopodłogowych z osprzętem elektrycznym wykonanym w technice prądu przemiennego.

Wagon ten, w porównaniu z popularnym 105N, odznaczał się nową stylistyką pudła, w którym zaokrąglono krawędzie ścian czołowej i tylnej, wprowadzono panoramiczną szybę ściany przedniej oraz obniżono górną krawędź okien bocznych. Część niskopodłogowa o powierzchni 5,7 m<sup>2</sup> została zlokalizowana naprzeciwko trzecich drzwi w drugim

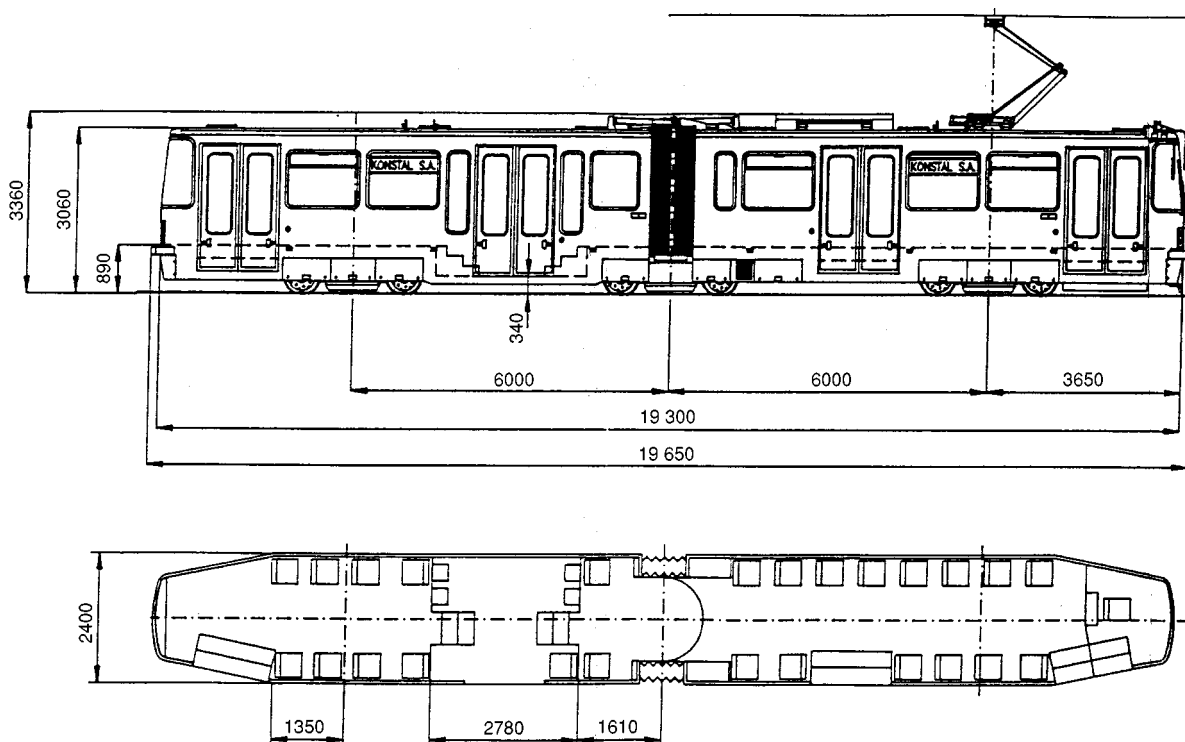
członie wagonu. W strefie tej zostało umieszczone jedno stanowisko do mocowania wózków inwalidzkich. Część nisko- i wysokopodłogowa została połączona trzema stopniami wysokości 18 cm i szerokości 60 cm. Zastosowanie wąskich schodów utrudniło przejście pasażerów do drzwi podczas postoju na przystanku. Z drugiej jednak strony zmniejszyło niebezpieczeństwo upadku pasażera z wewnętrznych schodów podczas awaryjnego hamowania. Wejście do wagonu umożliwiają 3 pary dwuskrzydłowych drzwi odkładanych na zewnątrz o szerokości czynnej 1300 mm oraz tylna połowa drzwi zlokalizowanych na zwisie przednim. Druga połowa tych drzwi stanowi niezależne wejście do wydzielonej kabi-



Fot. 2. Tramwaj 112Na



Fot. 3. Wejście do części niskopodłogowej tramwaju 112Na



Rys. 2. Tramwaj 112Na

ny motorniczego. Obniżenie górnej linii okien pozwoliło na wprowadzenie nowej aranżacji oświetlenia wnętrza, w którym klosze lamp przeniesiono w strefę pasa nadokiennego. We wnętrzu zastosowano nowy typ siedzeń wykonanych z tworzyw sztucznych z wandaloodpornymi wkładkami tapicerowanymi. W systemie informacji pasażerskiej wykorzystano tablice mozaikowe zewnętrzne i wewnętrzne oraz akustyczne urządzenie zapowiadające firmy R&G z Mielca.

W kabinie motorniczego zastosowano nowy pulpit gdańskiego Elmoru wyposażony w ręczny zadajnik jazdy z funkcją czuwaka.

Pudło wagonu osadzono na 3 wózkach typu 5NNa z drugim stopniem odsprężynowania. Każdy wózek wyposażony jest w dwa samoprzewietrzalne silniki prądu stałego. W tramwaju zastosowano tyrystorowy układ rozruchowy łódzkiej firmy WOLTAN na licencji Instytutu Elektrotechniki z Warszawy.

### Konstal 114Na

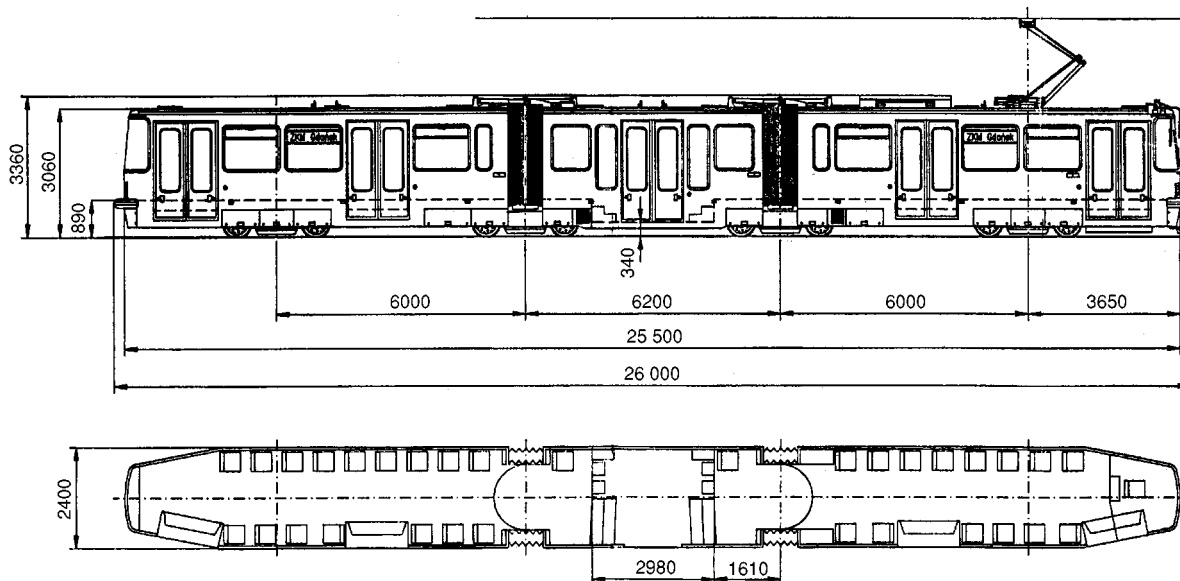
Trójczłonowy tramwaj 114Na z 1997 r., przeznaczony dla Gdańska stanowił rozwinięcie konstrukcji dwuczłonowego 112N. W wagonie tym zachowano tę samą stylistykę pudła. Nowym elementem jaki wprowadzono do konstrukcji był niskopodłogowy człon środkowy długości 6,3 m. W porównaniu z tramwajem dwuczłonowym powiększono szerokość schodów i umieszczono je asymetrycznie względem osi podłużnej tramwaju. Tym samym poprawiono funkcjonalność wnętrza, minimalizując możliwość upadku pasażera przy gwałtownym hamowaniu. Dwa stanowiska do mocowania wózków inwalidzkich umieszczono tak, jak w tramwaju 105N/2. W zakresie systemów informacji pasażerskiej tramwaj został wyposażony w zewnętrzne, kierunkowe tablice mozaikowe i 3 tablice wewnętrzne typu LED szwedzkiej firmy Mobitec oraz układ zapowiadający VIATEX. We wnętrzu zastosowano siedzenia wandaloodporne łódzkiej firmy TAPS. Dodatkowym elementem jaki pojawił się w konstruk-



Fot. 4. Tramwaj 114Na



Fot. 5. Środkowy wagon z częścią niskopodłogową 114Na



Rys. 3. Tramwaj 114Na

cji mechanicznej tramwaju był układ smarowania obrzeży kół firmy REBS zainstalowany na pierwszym wózku.

### CKD/HCP RT-6 N1 Tatra

Pierwsze tramwaje niskopodłogowe TATRA RT-6 N1 pojawiły się na poznańskich torach w sierpniu 1997 r. Poznań zdecydował się na zakup tych wagonów do obsługi linii PST, w związku z zakładanym krótkim okresem realizacji zamówienia, dużym doświadczeniem w zakresie produkcji tramwajów oraz współpracą z polskim partnerem, jakim był HCP Cegielski. Z przyczyn proceduralnych Poznań miał możliwość wyboru przyszłego tramwaju jedynie z dwóch oferowanych modeli: RT-6 N1 i 105N/2. Niestety rzeczywistość okazała się inna niż zakładano. Produkcja pierwszych egzemplarzy zbiegła się z przeprowadzką fabryki do nowej siedziby, częstymi reorganizacjami i zmianami w składzie zarządu firmy oraz przejściem większości pracowników działu konstrukcyjnego do konkurencyjnej Skody. Te czynniki miały poważny wpływ na jakość wykonania całej partii zakupionych wagonów. Niedopracowanie wielu elementów konstrukcyjnych wynikało także z krótkiego okresu od podpisania umowy do realizacji zamówienia, który wynosił niecałe 12 miesięcy.

Mimo początkowych problemów z uruchomieniem wagonów i bardzo niskim wskaźnikiem uruchomienia rzędu 40%, w chwili obecnej, dzięki działaniom HCP znacznie poprawiono niezawodność pracy wielu komponentów. Jednak z ostatecznymi wynikami realizowanego planu modernizacyjnego na razie trzeba się wstrzymać.

Trójczłonowy wagon niskopodłogowy RT-6 N1 jest przedstawicielem tramwajów rodziny B2 o układzie osi Bo'2 Bo' z krótkim członem środkowym podpartym na wózku tocznym. W członach skrajnych umieszczono klasyczne wózki napędowe z silnikami prądu stałego o łącznej mocy 410 kW. Pudło wagonu przekracza o 4 cm dopuszczalną szerokość tramwaju w Polsce, w związku z czym wagon ten uzyskał dopuszczenie do ruchu jedynie po wyznaczonych trasach. Mimo znacznych wymiarów tramwaj nie przytłacza swoją

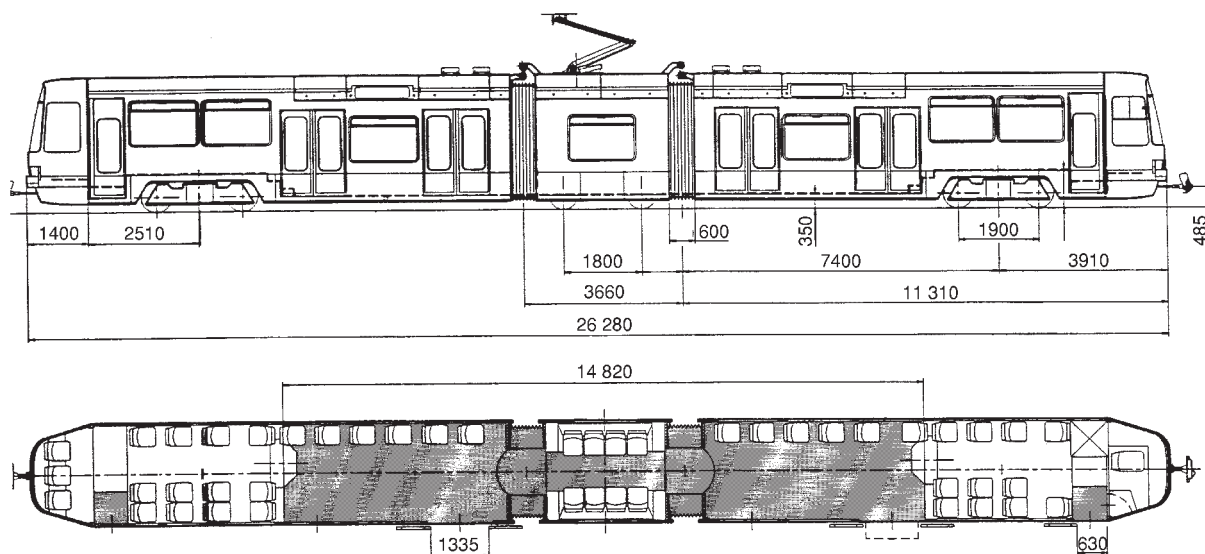


Fot. 6. Tramwaj RT-6 N1



Fot. 7. Tramwaj RT-6 N1

masywnością, a dzięki odpowiedniemu doborowi malowania udało się optycznie zmniejszyć różnicę linii okien między strefą nisko- i wysokopodłogową. Pudło wagonu charakteryzuje się dobrą funkcjonalnością dzięki zastosowaniu 4 dwuskrzydłowych drzwi szerokości 1335 mm w strefie niskopo-



Rys. 4. Tramwaj RT-6 N1

dłogowej. Dodatkowo dla zapewnienia lepszego przepływu pasażerów we wnętrzu pojazdu zastosowano jednoskrzydłowe drzwi na zwisie przednim i tylnym. Bardzo ważnym elementem z punktu widzenia bezpieczeństwa jest lokalizacja tylnych drzwi na płaszczyźnie bocznej wagonu, a nie na skośnych ścianach zwisu tylnego. Części wysokopodłogowe wagonu zabudowano maksymalnie miejscami siedzącymi, tak aby podłoga w tej strefie miała jedynie charakter komunikacyjny. Stanowisko do mocowania wózków inwalidzkich umieszczono przy pierwszych drzwiach części niskopodłogowej, w którym zgodnie z normami niemieckimi deskę oporową umieszczono tyłem do kierunku jazdy. Drzwi w pobliżu stanowiska wyposażono w elektrycznie wysuwaną rampę, sterowaną z miejsca motorniczego. Najmniej funkcjonalny jest człon środkowy z przejściem o szerokości 120 cm, w którym zastosowano 8 siedzeń w układzie vis-a-vis. Przy zajętych wszystkich miejscach siedzących nie ma możliwości przejścia z jednej części wagonu do drugiej. Także przebieg zastosowany w Tatrze odznacza się małą szerokością przejścia i zastosowaniem materiałów o niskiej estetyce (czarna guma ochraniająca, utrudniająca utrzymanie tej części w czystości).

We wnętrzu tramwaju zabudowano tapicerowane siedzenia poznańskiej firmy STER, które zamontowano do ścian bocznych, co w znaczny sposób ułatwia utrzymanie czystości we wnętrzu. System informacji pasażerskiej składa się z tablic zewnętrznych mozaikowych i tablic wewnętrznych typu LED niemieckiej firmy LAWO-Luminator oraz akustycznego urządzenia pokładowego firmy Daister. Pracą tych urządzeń steruje poprzez magistralę IBIS komputer pokładowy TTI BON-III, który kontroluje także pracę kasowników (ELGEB MC-600 mo), układ sterowania zwrotnic TRACK-200 oraz wymienia dane z CNR w kanale cyfrowym za pośrednictwem radiotelefonu RADMOR.

Sterowanie pracą silników odbywa się za pośrednictwem 2 układów impulsowych z tyrystorami GTO i regulatorem mikroprocesorowym. Elementy osprzętu elektrycznego umieszczono w skrzyniach aparaturowych na dachu tramwaju oraz w skrzynce rozdzielczej za stanowiskiem motorniczego. Dostęp do aparatury ułatwiają specjalne pokrywy dachowe.



Fot. 8. Tramwaj 116Na/1 podczas prezentacji w Szczecinie

Deska rozdzielcza motorniczego obok zestawu standardowych przycisków została wyposażona w wyświetlacz komputera technicznego informującego o stanie poszczególnych podzespołów za pomocą piktogramów i komunikatów słownych oraz terminal komputera ruchowego z dużym ciekłokrystalicznym ekranem. Sterowanie pracą tramwaju, podobnie jak w tramwaju 114N odbywa się za pomocą ręcznego zadajnika jazdy z funkcją czuwaka.

### **Alstom Konstal 116N/116Na/116Na1**

Tramwaj dla Warszawy jest pierwszą konstrukcją wyprodukowaną przez chorzowski producenta po przejściu jego przez międzynarodowy koncern Alstom. Pierwsze egzemplarze tramwaju zostały zaprezentowane specjalistom we wrześniu 1998 r. podczas Wystawy Komunikacji Miejskiej w Łodzi. Wagon 116Na jest 6-osiowym tramwajem niskopodłogowym, w którym w układzie elektrycznym zastosowano asynchroniczne silniki prądu zmiennego z mikroprocesorowym układem sterującym ELTAS w technice IGBT firmy ELIN. W tramwaju 116N, którego zbudowano jeden egzemplarz (pod względem mechanicznym nie różni się on od wagonów 116Na) zastosowano jeszcze silniki prądu stałego z napędem tyrystorowym z Voltanu i Instytutu Elektrotechniki. Pierwsze trzy egzemplarze (jeden 116N i dwa 116Na) dostarczone do Tramwajów Warszawskich nawiązywały stylistyką pudła do tramwajów 112N i 114Na. Od następnego egzemplarza w tramwajach 116Na/1 wprowadzono nowy kształt ścian przedniej i tylnej, z pochyloną panoramiczną szybą. Estetykę przedniej części nadwozia podkreślają lusterka boczne sterowane z miejsca motorniczego. Nowa stylistyka



Fot. 9. Część niskopodłogowa w tramwaju 116Na/1

styka świateł przednich pozwoliła zmniejszyć liczbę wszelkich zagłębień, w których podczas eksploatacji gromadzi się brud. Boczna linia została poprawiona dzięki zmniejszeniu różnicy wysokości okien bocznych między częścią niski i wysokopodłogową. Mimo to, patrząc na tramwaj z boku, należy stwierdzić, że stylistycznie odbiega on od konstrukcji oferowanych obecnie w Europie Zachodniej poprzez zastosowanie okien osadzanych w uszczelkach, szerokich słupków okiennych, wystających poza obrys pudła elementów aparatury oraz braku zaokrąglenia bryły wagonu w strefie pasa nadokiennego. Wnętrze przestrzeni pasażerskiej zostało wykończono starannie i estetycznie oraz zoptymalizowane pod względem utrzymania czystości (zastosowanie siedzeń wandaloodpornych mocowanych do ściany bocznej). W porównaniu z Tatrami RT-6N należy podkreślić funkcjonalność aranżacji siedzeń w członie środkowym, gdzie zachowano szeroki przejście ułatwiające przepływ pasażerów we wnętrzu wagonu. Dzięki temu, mimo mniejszej liczby drzwi, wymiana pasażerów na przystankach porównywalna była z tramwajami typu 105N i RT-6N. Jedynym mankamentem aktualnej stylistyki jest umieszczenie tylnych drzwi na skosie. Zastosowanie dwóch pojedynczych rzędów siedzeń w części wysokopodłogowej tylnego członu, w połączeniu z szerokimi tylnymi drzwiami powoduje, że jest to obok części niskopodłogowej zasadniczą część dla pasażerów stojących. W przypadku awaryjnego hamowania pasażerowie przebywający w części wysokopodłogowej są najbardziej narażeni na urazy. 20 tramwajów dostarczonych w 1999 r. zostało wyposażonych w mozaikowe tablice kierunkowe oraz tablice wewnętrzne typu „sznur pereł” informujące w sposób dynamiczny o nazwie następnego przystanku, nazwie przystanku docelowego i możliwych połączeniach przesiadkowych. Komponenty te zostały dostarczone przez czeską firmę Buse.

Wydzielona kabina motorniczego została wyposażona w klimatyzację i zgodnie z obowiązującymi trendami w ręczny zadajnik jazdy. W odróżnieniu jednak od poprzednio opisywanych pojazdów zastosowano dodatkowy czuwak przy lewej nodze motorniczego, który umożliwia zdjęcie ręki z zadajnika jazdy (joystick), gdy tramwaj porusza się z wybiegu, jak również samoczynne przejście zadajnika z pozycji „jazda” w pozycję neutralną po zdjęciu ręki.

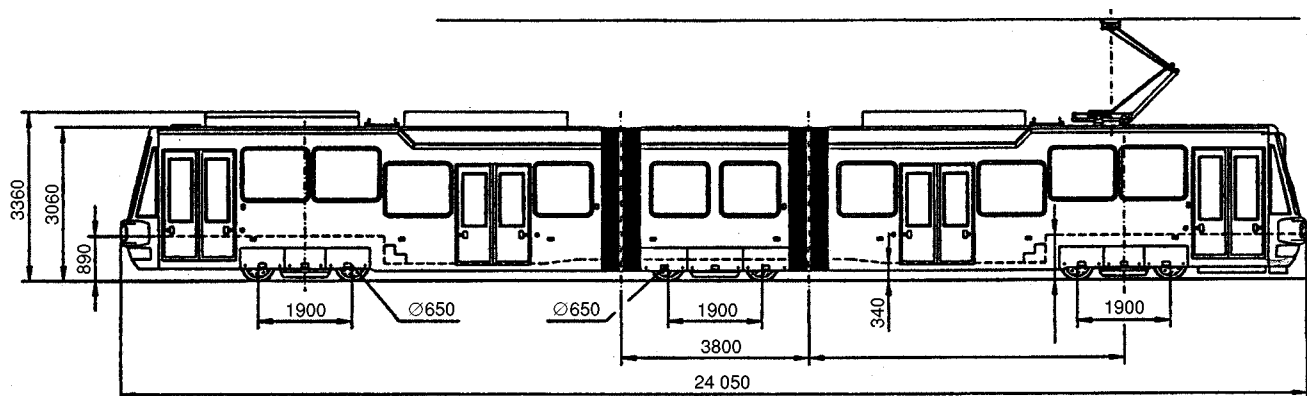
W układzie biegowym zastosowano nowe typy wózków z kołami typu SAB: napędowego 6NNa osadzonego na czopie skrętu i tocznego 7NNa mocowanego do członu środkowego za pośrednictwem czterech sprężyn śrubowych, spełniających rolę drugiego stopnia odsprężynowania.

### Alstom Konstal Citadis 100 Gdańsk (NGd-99)

Citadis® 100 dla Gdańska (robocze oznaczenie NGd99) jest jednokierunkowym, trójczłonowym tramwajem niskopodłogowym, długości 26,6 m i szerokości 2,3 m (dłuższy o 2,6 m od 116Na i 60 cm od NGT-6). Dzięki zastosowaniu nowych wózków napędowych, znanych z wagonów LHB GT6N Magdeburg i Citadis®300, podłoga ponad wózkami została obniżona do poziomu 590 mm. Wejście do tramwaju ułatwiają 4 pary dwuskrzydłowych drzwi odskokowo-przesuwanych firmy Bode o szerokości czynnej 1300 mm, zlokalizowane w niskopodłogowej części wagonu. Ponadto zastosowano dodatkowo jednoskrzydłowe drzwi na zwisie tylnym, z jednym stopniem o wysokości 250 mm. Aby ułatwić motorniczemu obserwację tylnych drzwi podczas postoju na przystanku i spełnić jednocześnie warunki skrajni, w tylnej części pudła zastosowano asymetryczny układ ścian bocznych, co pozwoliło uniknąć usytuowania otworu drzwiowego na skosie. Biorąc pod uwagę doświadczenia poznańskie, dodatkowe tylne drzwi ułatwiają przepływ pasażerów wewnątrz tylnego członu i znacznie skracają czas wymiany pasażerów na przystankach w godzinach szczytu.

Linia zewnętrzna tramwaju uległa znacznej zmianie. Jedynym wspólnym elementem stylistycznym modeli Gdańsk i Warszawa jest kształt ścian przedniej i tylnej, z dużymi wklejnymi panoramicznymi szybami. Pochylenie szyb przedniej i tylnej, w połączeniu z dużymi szybami bocznymi, wąskimi słupkami międzyokiennymi i obudową aparatury dachowej nadało wrażenie lekkości i dynamiki całej sylwetki tramwaju. W stylistyce ścian bocznej i tylnej wprowadzono jednolite klosze maskujące indywidualne reflektory świateł drogowych, kierunkowskazy i świateł pozycyjnych.

Dzięki zmniejszeniu wysokości podłogi ponad wózkami napędowymi wprowadzono jednakową wysokość dolnej linii okien na całej długości wagonu. Okna boczne wklejono w specjalne ramy aluminiowe tworzące jednolitą powierzch-



Rys. 5. Tramwaj 116Na/1



Fot. 10. Tramwaj Citadis 100 (NGd-99)

nię z ścianami bocznymi pudła, które umożliwiają szybką wymianę szyby w przypadku jej zbitcia.

W strefie między drzwiami oraz naprzeciwko drzwi tylnych zabudowano po trzy fotele ustawione poprzecznie do kierunku jazdy (podobnie jak w wagonach metra), ułatwiające zajmowanie miejsca przez osoby o ograniczonej sprawności ruchowej. O ile na zwisie tylnym wydaje się to uzasadnione, z uwagi na celowe ograniczenie powierzchni do stania w tej strefie i nadania podłozce charakteru komunikacji wewnętrznej (szybki przepływ pasażerów w stronę miejsc siedzących), o tyle poprzeczne usytuowanie miejsc w strefie niskopodłogowej może być niefunkcjonalne przy maksymalnym napełnieniu wagonu w godzinach szczytu.

W części niskopodłogowej pierwszego członu umieszczono stanowisko do mocowania wózków inwalidzkich wyposażone w deskę oporową oraz bezwładnościowy pas bezpieczeństwa. W porównaniu z poprzednimi konstrukcjami

z Chorzowa zrezygnowano z poprzecznego ustawienia tego stanowiska.

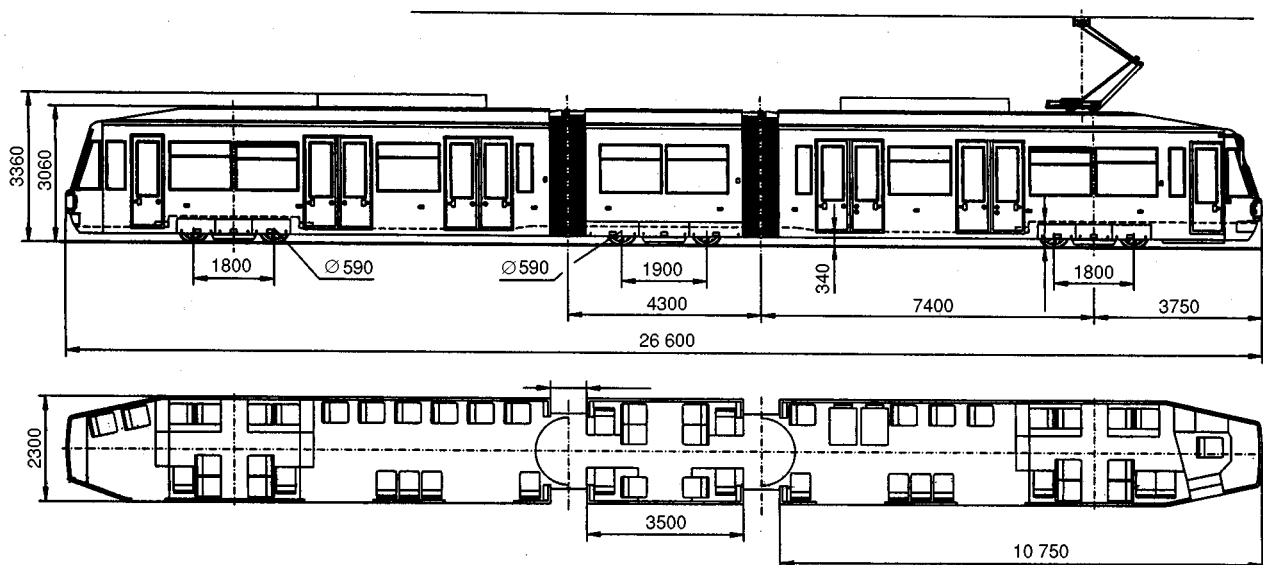
Elementem nierozdzielnie związanym ze stanowiskiem dla wózków inwalidzkich jest elektrycznie wysuwana rampa sterowana ze stanowiska motorniczego i usytuowana w tylnych drzwiach pierwszego członu. Rozwiązanie takie nie zmusza motorniczego do opuszczania kabiny w przypadku pojawienia się na przystanku osoby poruszającej się na wózku. Jednak pewne obawy budzi usytuowanie rampy w drugich drzwiach, gdzie pole obserwacji skutecznie zasłaniają motorniczemu pasażerowie korzystający z pierwszych drzwi.

Wejście do klimatyzowanej kabiny motorniczego odbywa się za pomocą niezależnych, jednoskrzydłowych drzwi zlokalizowanych na zwisie przednim. W porównaniu z modelem Warszawa poprawiono pole obserwacji, dzięki zmniejszeniu szerokości słupków narożnych, które ograniczały widoczność lusterek bocznych.

W układzie napędowym nowego tramwaju zastosowano 4 silniki asynchroniczne prądu zmiennego firmy Alstom sterowane za pomocą mikroprocesorowego układu ONIX. Nowy system sterowania umożliwia także zbieranie i przekazywanie danych na temat pracy poszczególnych komponentów układu.

#### Bombardier NGT-6

NGT-6 jest trójczłonowym tramwajem niskopodłogowym długości 26 m. Niewątpliwie, pod względem stylistycznym jest jednym z ciekawszych tramwajów oferowanych na rynku europejskim. W podobnej stylistyce utrzymane są tramwaje Bombardiera przeznaczone dla Essen, Kassel i Schwerina. Łącznie na krakowskich ulicach pojawi się 14 tramwajów tego typu, z których 7 zostanie zmontowanych w Miejskich Zakładach Naprawy Tramwajów w Krakowie. Charakterystycznym elementem stylistycznym nowego tramwaju jest obramowanie przedniej i tylnej szyby w kształcie litery U, której ramiona płynnie przechodzą w zwieńczenie pasa nad-



Rys. 6. Tramwaj NGd-99



oikennego. Z drugiej strony estetycznie wkomponowane grube słupki brzegowe ściany przedniej zmniejszają pole obserwacji z miejsca motorniczego, podobnie jak w przypadku 116Na dla Warszawy. Szyba czołowa jednoczęściowa, wklejana w konstrukcję nadwozia, stanowi także osłonę dla tablicy kierunkowej i górnego światła obrysowego. Ściana przednia została podzielona na trzy części, z których środkowa maskuje zaczep do podnoszenia wagonu, natomiast zewnętrzne elementy stanowią osłonę zintegrowanych świateł zewnętrznych.

Dostęp do części pasażerskiej, bezpośrednio w strefie niskiej podłogi ułatwiają 2 pary drzwi odskokowo-przesuwanych o szerokości czynnej 1200 mm. Oprócz nich motorniczy ma do dyspozycji niezależne drzwi do kabiny motorniczego otwierane ręcznie i umieszczone na zwisie przednim.

Wnętrze pojazdu zostało rozwiązane pod względem funkcjonalnym niemal wzorowo. Kolorystyka utrzymana w pastelowych, szarych barwach współgra z poręczami wykonanymi ze stali nierdzewnej i z granatowym obiciem siedzeń typu Ster 4MS. Ścianki działowe przy drzwiach i szerokie przej-

ście w strefie przegubów nadaje lekkości całej konstrukcji. Pewne obawy pod względem funkcjonalności budzi tylna część pozbawiona drzwi z 6 siedzeniami w układzie vis-a-vis. Jednak w założeniach część ta przeznaczona jest dla pasażerów pokonujących dalsze odcinki, a zaproponowany układ siedzeń ma minimalizować możliwość rysowania okien ostrymi narzędziami. Likwidacja drzwi w tylnej części pojazdu była determinowana poprawą bezpieczeństwa i zlokalizowaniem wszystkich drzwi w polu widzenia motorniczego. Jak widać Bombardier nie zdecydował się na rozwiązanie zastosowane w NGd-99. W środkowym członie na pokrywach kół wózka tocznego zamontowano aż 16 siedzeń w pełni wykorzystując przestrzeń pasażerską i likwidując wszelkie martwe powierzchnie pokryw i skrzyń aparatowych.

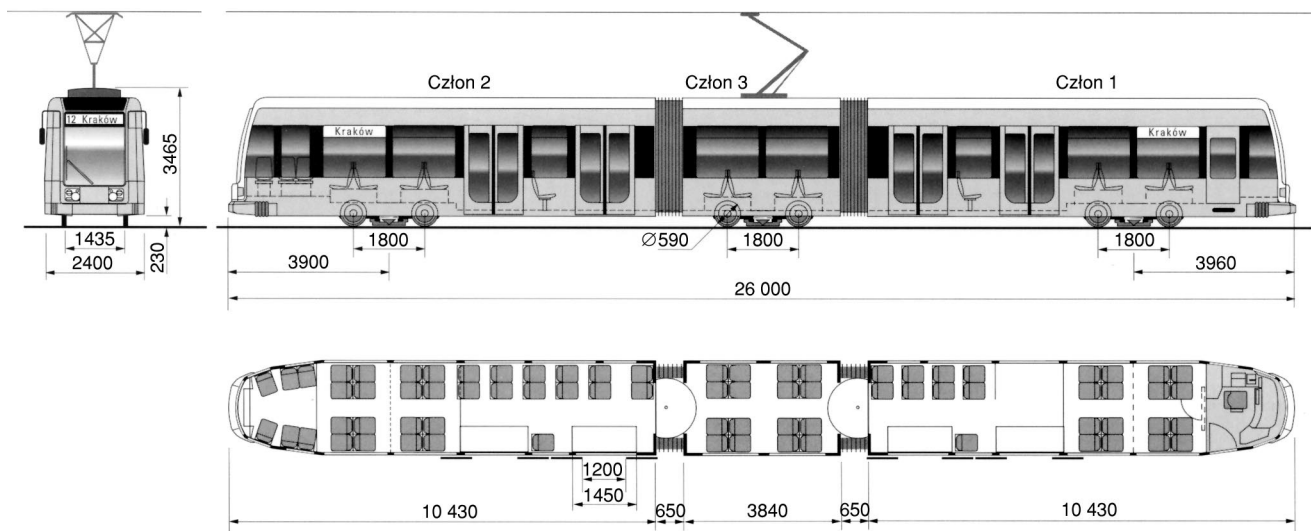
Jedynym elementem odmiennym od aktualnie obowiązujących trendów jest mocowanie podstaw foteli bezpośrednio do podłogi, co w pewnym stopniu utrudnia utrzymanie czystości podłogi, zwłaszcza pod siedzeniami podwójnymi i ogranicza możliwości zmiany aranżacji wnętrza do zmieniających się potrzeb przewozowych.



Fot. 11. Tramwaj NGT-6



Fot. 12. Podwójne siedzenia w NGT-6



Rys. 7. Tramwaj NGT-6

Stanowisko motorniczego zostało zoptymalizowane pod względem ergonomicznym. Układ deski rozdzielczej, utrzymanej w ciemnoszarej kolorystyce, wykonanej z matowych tworzyw minimalizujących powstawanie refleksów świetlnych, z zamontowanymi dużymi, podświetlanymi przyciskami pogrupowanymi pod względem funkcjonalnym oraz z zabudowanym wyświetlaczem komputera technicznego jest

najciekawszym rozwiązaniem spośród prezentowanych wagonów. Tak jak w pozostałych wagonach sterowanie pracą tramwaju odbywa się za pomocą ręcznego zadajnika jazdy z wbudowanym czuwakiem.

W systemie informacji pasażerskiej zastosowano ciekłokrystaliczne tablice kierunkowe i wewnętrzne tablice nazwy następnego przystanku wykonane w technice LCD przez fir-

Tablica 2

### Parametry techniczne tramwajów niskopodłogowych eksploatowanych w Polsce

Typ wagonu	105N/2	112N	114Na	RT-6N1	116N 116Na 116Na1	Citadis 100 NGd-99	NGT-6
Producent	HCP Cegielski	Konstal	Konstal	CKD Dopravni Systemy - HCP	Alstom Konstal	Alstom Konstal	Bombardier Transportation
Producent aparatury elektrycznej	ELMOR	WOLTAN/ /ELMOR	WOLTAN/ /ELMOR	CKD Trakce	ELIN	ALSTOM	KIEPE
Liczba egzemplarzy eksploatowanych w Polsce	[szt.] 1 Poznań	1 Warszawa	2 Gdańsk	10 Poznań	23 Warszawa	4 Gdańsk	14 <sup>1)</sup> Kraków
Szerokość toru	[mm] 1435	1435	1435	1435	1435	1435	1435
Długość wagonu	[m] 26,50	19,65	26,00	26,28	24,05	26,60	26,00
Szerokość wagonu	[m] 2,40	2,40	2,40	2,44	2,35	2,30	2,40
Wysokość od główki szyny do krawędzi dachu	[m] 3,16	3,36	3,36	3,20	3,36	3,36	3,45
Rozstaw czopów skrętu	[mm] 6000/7000/ /6000	6000/6000	6000/6300/ /6000	7400/3660/ /7400	6400/3800/ /6400	7400/ 4300/ /7400	6800/ 4500/ /6800
Rozstaw osi wózka	[mm] 1900	1900	1900	1900	1900	1800	1800
Najmniejszy dopuszczalny promień łuku	[m] 20	18	18	18	18	18	18
Średnica koła	[mm] 654	654	654	700 / 600	650	590	590
Liczba i układ drzwi	6 2-2/2-2/2-2	4 1-2/2-2	5 1-2/2/2-2	6 1-2-2/0/2-2-1	4 1-2/0/2-2	5 2-2/0/2-2-1	4 2-2/0/2-2
Liczba drzwi w strefie niskopodłogowej	2	1	1	4	2	4	4
Wysokość podłogi	[mm] 930/350	890/340	890/340	900/350	890/350	590/340	560/290
Powierzchnia niskiej podłogi	[m <sup>2</sup> ] ~8,4	~5,7	~5,7	~31	~24	~30	~30
Udział niskiej podłogi <sup>2)</sup>	[%] 13,2	12,3	9,9	48,0	43,0	49,0	48,0
Liczba miejsc siedzących	34	29	36	46	38	49	82
Liczba miejsc stojących (0,15 m <sup>2</sup> /osobę) <sup>3)</sup>	211	175	244	263	193	180	167
Ogólna liczba miejsc	245	204	280	309	231	229	249
Masa własna tramwaju	[t] ~35,00	25,85	34,00	32,85	29,00	30,00	31,60
Napięcie sieci	[V] 600 DC	600 DC	600 DC	600 DC	600 DC	600 DC	600 DC
Liczba × moc silników	8×40 kW	6×40 kW	8×40 kW	4×102,5 kW	4×75 kW	4×140 kW	4×125 kW
Rodzaj silników	prąd stały	prąd stały	prąd stały	prąd stały	asynchr. prądu zmiennego	asynchr. prądu zmiennego	asynchr. prądu zmiennego
Układ osi	Bo'Bo'Bo'Bo'	Bo'Bo'Bo'	Bo'Bo'Bo'Bo'	Bo' 2 Bo'	Bo' 2 Bo'	Bo' 2 Bo'	Bo' 2 Bo'
Prędkość maksymalna [km/h]	b.d.	70	70	80	80	80	70
Masa jednostkowa [kg/m <sup>2</sup> ]	550,0	558,0	556,0	512,3	513,1	560,4	506,0
Moc jednostkowa [kW/m <sup>2</sup> ]	5,03	5,18	5,23	6,39	5,31	9,15	8,01

<sup>1)</sup> Dostawy do końca 2000 r.

<sup>2)</sup> Udział niskiej podłogi liczony jako stosunek powierzchni niskiej podłogi do powierzchni rzutu poziomego całego tramwaju bez odliczenia powierzchni kabiny itp.

<sup>3)</sup> Dane z materiałów producentów odniesione do zagęszczenia 0,15 m<sup>2</sup>/osobę.

mę Infosystem. Sterownik tablic w standardzie IBIS kontroluje także pracę kasowników ELGEBa MC-600 mo i akustycznego urządzenia zapowiadającego. Nowością na rynku polskim było wyposażenie tramwaju w mobilne automaty biletowe ELGEBa z funkcją wydawania reszty.

Napęd tramwaju odbywa się za pomocą czterech asynchronicznych silników prądu zmiennego. Każdy z silników zasilany jest przez własną przetwornicę, zaopatrzoną w system sterujący. W układzie elektrycznym opracowanym przez

niemiecką firmę KIEPE, praca każdego z zespołów napędowych kontrolowana jest przez własny sterownik napędu wykonany w technologii IGBT. Wymiana danych między zespołami i centralnym komputerem odbywa się za pomocą magistrali pokładowej BISS w architekturze CAN.

□

*Fot.: 1, 6, 7, 9, 10, 11, 12 – A. Rusak*

*Fot.: 2, 3, 4, 5, 8 – J. Raczyński*

## IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej

# SEMTRAK '2000

Zakopane, 28–30 września 2000 r.

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej organizuje kolejną, IX Ogólnopolską Konferencję Naukową, która tradycyjnie będzie spotkaniem naukowców ze wszystkich liczących się w kraju ośrodków zajmujących się tematyką trakcji elektrycznej, przedstawicieli Dyrekcji Kolejowych Przewozów Towarowych CARGO, praktyków z PKP i znanych firm związanych z transportem szynowym.

Tematyka konferencji:

- Zasilanie i podstacje trakcji elektrycznej
- Trakcyjne napędy przekształtnikowe z silnikami prądu stałego i przemiennego
- Nowoczesne układy sterowania ruchem i systemami trakcji
- Kompatybilność elektryczna w transporcie szynowym
- Zagrożenia infrastruktury prądami błędzącymi
- Zastosowanie silników liniowych w transporcie
- Zintegrowane systemy kolejowo-tramwajowe

Szczegółowych informacji o konferencji (wysokość i terminy opłat, wymagania odnośnie formy ewentualnego referatu itp.) udziela Zakład Trakcji i Sterowania Ruchem Politechniki Krakowskiej.

Zakład Trakcji i Sterowania Ruchem  
Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej  
Politechnika Krakowska  
31-155 Kraków  
ul. Warszawska 24  
tel. (0-12) 633 03 33, w. 2615 lub 2506  
fax (0-12) 633 49 15 lub 633 84 51  
e-mail: pezajac@cyf-kr.edu.pl  
www.pk.edu.pl/semtrak2000

## Posiedzenie Sekcji Kolejowej SITK

9 listopada 1999 r., w siedzibie Zakładu Zmechanizowanych Napraw Sieci Trakcyjnej w Słotwinach, odbyło się kolejne posiedzenie wyjazdowe Sekcji Kolejowej Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji z udziałem przedstawicieli pionu energetyki kolejowej oraz firm produkujących i świadczących usługi dla kolei – również członków SK SITK. W posiedzeniu wzięło udział 19 członków z 10 oddziałów. Jednym z głównych celów tego spotkania było omówienie i przedstawienie sposobu pracy nowego pociągu PWST-01 do potokowej wymiany sieci trakcyjnej oraz pokaz procesu instalowania fundamentów palowych dla konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej za pomocą palownicy duńskiej firmy Aarsleff.

Na spotkaniu krótko omówiono historię obecnego Zakładu Zmechanizowanych Napraw Sieci Trakcyjnej w Słotwinach, zakres działania i wykonane dotychczas prace na zelektryfikowanych liniach kolejowych. Przedstawiono tradycyjne sposoby budowy sieci trakcyjnej i nowe metody instalowania fundamentów oraz montażu konstrukcji wsporczych. Dokonano porównania tradycyjnej technologii ustawiania fundamentów i słupów z technologią palową. Najważniejszą zaletą tej metody jest ograniczenie do minimum zakłóceń w ruchu kolejowym w czasie prowadzenia

robót (maksymalne skrócenie zamknięć torowych) oraz możliwość montażu słupa i sieci niemal natychmiast po wbiciu pala. Następnie przedstawiono ogólną budowę pociągu PWST-01, przeznaczenie jego poszczególnych członów oraz podstawowe zasady funkcjonowania maszyny.

Po części teoretycznej odbył się pokaz pociągu do potokowej wymiany sieci trakcyjnej PS-001 oraz pokaz procesu instalowania fundamentów palowych dla słupów trakcyjnych za pomocą palownicy na szlaku Rogów – Koluszki linii Warszawa – Katowice podczas normalnej pracy obu maszyn. Wymieniano wiele uwag, dyskutowano o problemach i korzyściach płynących z zastosowania nowych metod budowy i remontów sieci trakcyjnej.

*Lukasz Boncela*



*Fot. K. Gawel*



*Pokaz pracy palownicy*

*Fot. K. Gawel*

Prenumeratorów czeskiego miesięcznika

## Železniční magazin,

którzy dotychczas – mimo dokonania wpłaty – nie otrzymali czasopism, prosimy o bezpośredni kontakt z wydawcą:

tel. +420 603 828 928

fax +420 696 715 923 (korespondencja w języku polskim)