



Józef MARCINIAK

LEKKIE POJAZDY TRAKCYJNE W PRZEWOZACH REGIONALNYCH I AGLOMERACYJNYCH

Streszczenie

Artykuł omawia dotychczasowe metody obsługi ruchu podmiejskiego i regionalnego. Podaje przegląd konstrukcji i właściwości użytkowych autobusów szynowych produkowanych w Polsce i w Europie. W konkluzji artykuł podaje, że autobusy takie mogą być stosowane na liniach o prędkości do 90 km/h i nacisku na oś do 14 ton.

WSTĘP

Dotychczasowe działania Zarządu Kolei mające na celu oddłużenie lub zmniejszenie zadłużenia, prowadzą się do poważnego ograniczenia relacji pociągów w ruchu regionalnym poprzez zamykanie linii kolejowych o małym natężeniu ruchu - czyli jak twierdzi Zarząd Kolei – nieekonomicznych.

Dotychczasowe prowadzenie ruchu w przewozach regionalnych polegało na użytkowaniu elektrycznych trójwagonowych zespołów trakcyjnych ezt EN57 lub EN71 na zastosowaniu lokomotyw spalinowych SP42 lub SM32 ciągnących od jednego do czterech wagonów na trasach niezelektryfikowanych.

Wymienione pociągi elektryczne lub spalinowe to pojazdy o dużej masie i dużych naciskach na oś wynoszących 160÷170 kN. Efektem użytkowania standardowych „składów” było niszczenie (rozbijanie) torów, których stan techniczny był i jest niezadowolający, było także duże zużycie energii elektrycznej i oleju napędowego, oraz degradacja środowiska naturalnego, przez wibracje, hałas i zanieczyszczenia ekologiczne. Prostem następstwem tego stanu rzeczy były i są duże nakłady finansowe na eksploatację pociągów regionalnych.

Wpływy gotówkowe dla Kolei z przewozu pasażerów w ruchu regionalnym sięgają ledwie 10% [5]. Ogólnie, można więc powiedzieć, że zadłużenie to wynika z braku zbilansowania wpływów do ponoszonych kosztów. Zaistniałą sytuację można znacznie złagodzić stosując do przewozów regionalnych i lokalnych na liniach niezelektryfikowanych tabor bardziej nowoczesny, lekki i bardziej ekonomiczny, jakimi są autobusy szynowe.

1. DOTYCHCZASOWE METODY OBSŁUGI RUCHU PODMIEJSKIEGO I REGIONALNEGO

Połączenia kolejowe w ruchu podmiejskim i regionalnym o odległości około 150 km o większym natężeniu ruchu i na liniach zelektryfikowanych – realizowane są z zastosowaniem elektrycznych zespołów trakcyjnych EN 57.

Natomiast na liniach drugorzędnych niezelektryfikowanych – a linii takich jest około 6500 km – ruch prowadzony jest lokomotywami spalinowymi SM42, SP42 i SP32 i doczepionymi wagonami klasy drugiej w liczbie 2÷3. Linie te według koncepcji PKP przewidziane są do likwidacji jako nierentowne.

Pomijając niską prędkość handlową pociągów na liniach drugorzędnych, prowadzenie ruchu lokomotywami spalinowymi jest bardzo kosztowne. Koszty te można znacznie obniżyć jeżeli zastąpi się lokomotywę np. SP42 z doczepionymi 2-ma wagonami np. autobusem szynowymi Regio-Tramp 215M (dwuczłonowym lub 213M jednoczłonowym).

Uzyskane efekty ze stosowania tych pojazdów w stosunku do lokomotyw spalinowych są następujące [7, 8]:

- koszty materiałów, obsługi i napraw silnika szybkoobrotowego firmy MAN (takie silniki zastosowano w autobusach Regio Tramp 215M i 213M są niższe od odpowiednich kosztów materiałów, obsługi i napraw silnika (spalinowego typu a8C22 (zastosowanego w lokomotywie SP42));
- zużycie paliwa i oleju silnikowego przez 2 silniki autobusu szynowego typu 210M jest o 13% niższe niż zużycie paliwa i oleju silnikowego w silniku a8C22

Koszty użytkowania autobusu szynowego są zdecydowanie mniejsze niż koszty przyjętego do rozważań składu pociągu, ze względu na mniejsze masy autobusu szynowego i mniejsze jego oddziaływanie na tor.

Porównanie poszczególnych parametrów wynikających z prowadzenia ruchu autobusami szynowymi i lokomotywą SP42, przedstawia tablica 1. Uzyskane rezultaty porównania przedstawiono również w tej tablicy 1.

Analiza danych w tablicy 1 wskazuje, że liczba przewożonych pasażerów w obu przypadkach jest prawie jednakowa, lecz zużycie paliwa jest znacznie mniejsze w autobusach szynowych. Pasażerowie posiadają bardziej komfortowe warunki podróży a autobus szynowy, ze względu na mniejszą masę, jak już wspomniano, mniej niszczy tory.

Tab. 1. Dane porównawcze autobusu szynowego i lokomotywy SP42 i 2-u wagonów

Typ składu pociągu lub autobusu szynowego	Jednostka	Lokomotywa typu SP42 +2 wagony typu 120A	Autobus Szynowy Regio Tramp typu 215	% 215M/ SP42
Masa składu	[t]	159,5	58	36
Liczba pasażerów	[szt.]	128	120	94
Masa pasażerów	[t]	8,96	8,4	94
Typ silnika	-	A8C22	2xMAN 2866LUH-21	-
Liczba i układ cylindrów	-	8V50°	R6	-
Moc nominalna	[kW]	588	2x250	85
Prędkość obrotowa nominalna	[1/min]	1000	2000	-
Jednostkowe zużycie paliwa nominalne	[g/kWh]	224	195	87
Zużycie oleju silnikowego	[g/kWh]	1,12	1,135	101
Zużycie paliwa w warunkach normalnych	[kg/h]	131,7	114,5	37
Zużycie oleju silnikowego na dolewki	[kg/h]	0,659	0,244	37
Zużycie paliwa na biegu jałowym	[kg/h]	9,0	2x2,2	49

2. PRZEGLĄD KONSTRUKCJI I WŁAŚCIWOŚCI AUTOBUSÓW SZYNOWYCH PRODUKOWANYCH W EUROPIE

Czołowymi producentami autobusów szynowych w świecie są firmy: Siemens Holandia, Adtranz Niemcy, Bombardier, DWA Niemcy, Wagonka Studenka Węgry, Fuji HI Japonia, Alstom Niemcy, Goninan Austria, De Dietrich Francja, tablica 2.

Porównawcze parametry produkowanych autobusów szynowych przedstawiono w tablicy 2.

Tab. 2. Parametry autobusów szynowych firm zachodnich

Lp.	Producent	Kraj użytkownika	Rok budowy	Tor [mm]	Prędkość eksploatacyjna [km/h]	Moc [kW]	Długość [mm]	Liczba miejsc siedzących / stojących	Moc na jednostkę masy [kW/t]	Uwagi
1.	SIEMENS	Holandia	1980	1435	120	2x320	26170			
2.	Adtranz	Niemcy	1990	1435	129	2x257	25500	53/13	12,9	Silnik MAN Euro I
3.	Bombardier/DWA	Niemcy	1990	1435	100	265	16540	53/13	11,5	Silnik Volvo Euro I
4.	Wagonka Studenka	Czechy	1990	1435	90	206	13250	36	11,1	Silnik Volvo Euro I
5.	Fujii HI	Japonia	1990	1067	110	296	20000	3x35	8,5	Silnik Niigata DMF
6.	Alstom	Niemcy	1992	1435	120	315	27260	60/13	7,7	Silnik MTU Euro I
7.	Goninan	Australia	1994	1600	135	2x231	25900	50	9,2	Silnik Bentz
8.	ABB	Australia	1994	1435	150	3x380	3x25250	3x54	7,0	Silnik Commins
9.	SIEMENS	Niemcy	1995	1435	100	2x228	24800	74/100	11,12	Silnik Euro II
10.	Alstom	Niemcy	1999	1435	120	2x257	28900	63/17	10,5	Silnik MAN Euro II
11.	De Dietrich	Francja	2000	1435	140	2x257	28900	63/17	10,5	Silnik MAN Euro II

Źródło: Opracowanie własne

3. AUTOBUSY SZYNOWE KRAJOWEJ PRODUKCJI TYPU REGIO TRAMP

Autobusy szynowe krajowej produkcji typu Regio Tramp to lekkie, nowoczesne niskopodłogowe pojazdy spalinowe przeznaczone do obsługi ruchu osobowego na liniach normalnotorowych. Szeroka paleta możliwości pojazdów jest realizowana przez modułowość wyposażenia dostosowanego do życzeń użytkownika.

Pojazdy te mogą składać się z dwu członów połączonych sprzęgiem i mostkiem przejściowym w przypadku pojazdu 214M lub pojedynczego członu przy typie 213M. Pojazdy te mają możliwość składać się z dwu członów połączonych sprzęgiem i mostkiem przejściowym w przypadku pojazdu 214 M lub pojedynczym członu przy typie 213M. Pojazdy te mają możliwość samoczynnej zmiany rozstawu kół – do ruchu przygranicznego – 1435 mm/1520 mm. Charakterystycznym jest, że występują tu niskie koszty zakupu i eksploatacji co w istocie podwyższa rentowność przewozów pasażerskich na liniach wyłączonych przez PKP ruchu kolejowego [3].

Do podstawowych czynników prowadzenia ruchu tymi pojazdami należy:

- redukcja emisji zanieczyszczeń szkodliwych przez zastosowanie silników wysokoprężnych według wymagań EURO2 [1],
- redukcja hałasu przez zastosowanie osłon, zwiększenie grubości podłogi, ze szczególnym uwzględnieniem izolacji cieplnej i akustycznej,
- redukcja zużycia energii przez zastosowanie lekkich komponentów do budowy autobusów,
- zmniejszone masy pojazdów przez lekką konstrukcję stalową, zastosowanie silników spalinowych o małym zużyciu paliwa oraz wykorzystanie ciepła z układu chłodzenia silnika i przekładni do ogrzewania pojazdu,
- redukcję nakładów na przeglądy i obsługę przez zastosowanie podzespołów bezobsługowych mało zużywających się i nie wymagających stałego nadzoru,

- zastosowanie materiałów nieszkodliwych dla środowiska np. rozpuszczalnych w wodzie materiałów malarskich,
- zastosowanie materiałów zdolnych do recyklingu np. stali i części z tworzyw sztucznych.

Pojazd charakteryzuje się częścią niskopodłogową w strefie środkowej i częścią wysokopodłogową przy końcach pojazdu [7]. Wejścia pasażerów są usytuowane w części niskopodłogowej, podczas gdy układy napędowe i wózki zabudowane są w części wysokopodłogowej.

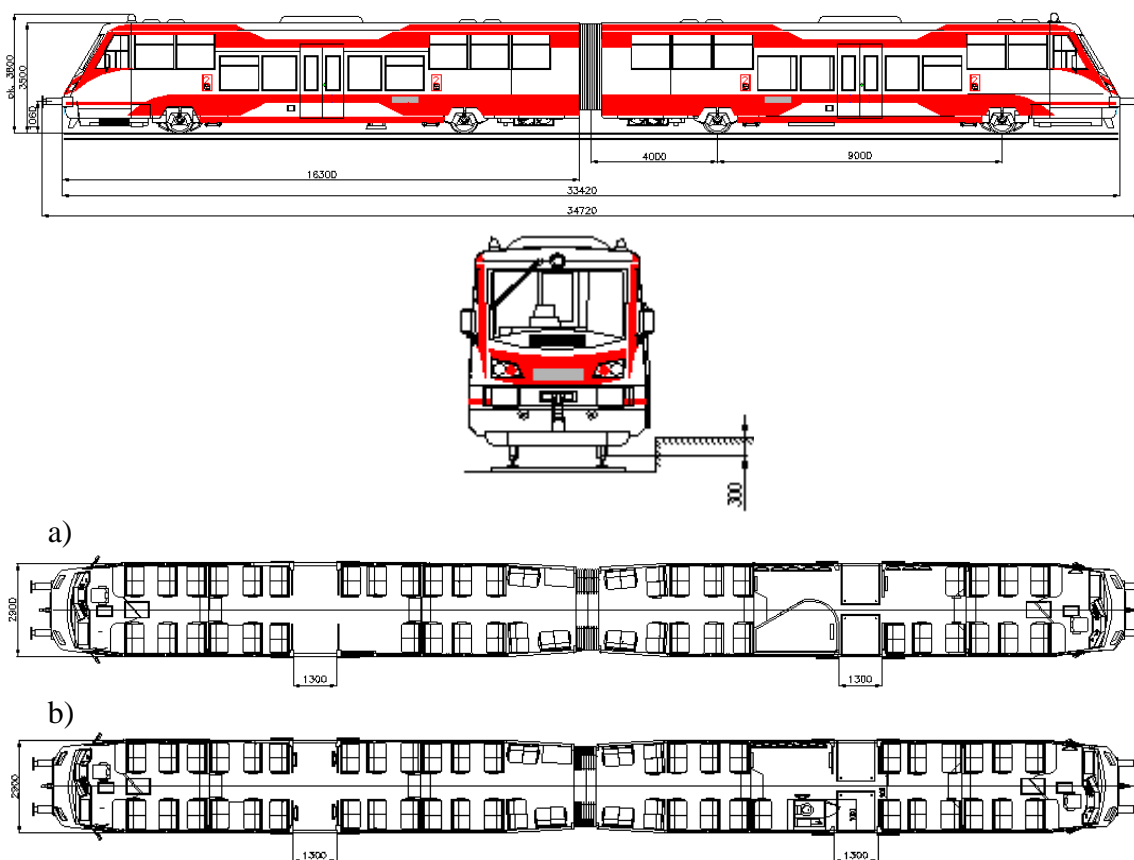
Wysokość wejścia wynosi 550 mm nad poziomem główki szyny. Przejście między zakresem niskopodłogowym i wysokopodłogowym jest możliwe przez trzystopniowe schody.

W pojeździe 215M przejście między członami pojazdu wykonane jest z harmonii zewnętrznej, wewnętrznej i platformy przejściowej, tworzącej wraz z przedziałami pasażerskimi strukturę jednoprzestrzenną.

Na obu końcach pojazdu znajdują się kabiny maszynisty oddzielone od pomieszczenia dla pasażerów. Każdy pojazd typu 215M wyposażony jest w dwa a w typie 213M w jeden - podpodłogowy układ napędowy. Układy napędowe umieszczone są przed wózkami jednoosiowymi, napędzającymi osie wózków napędnych.

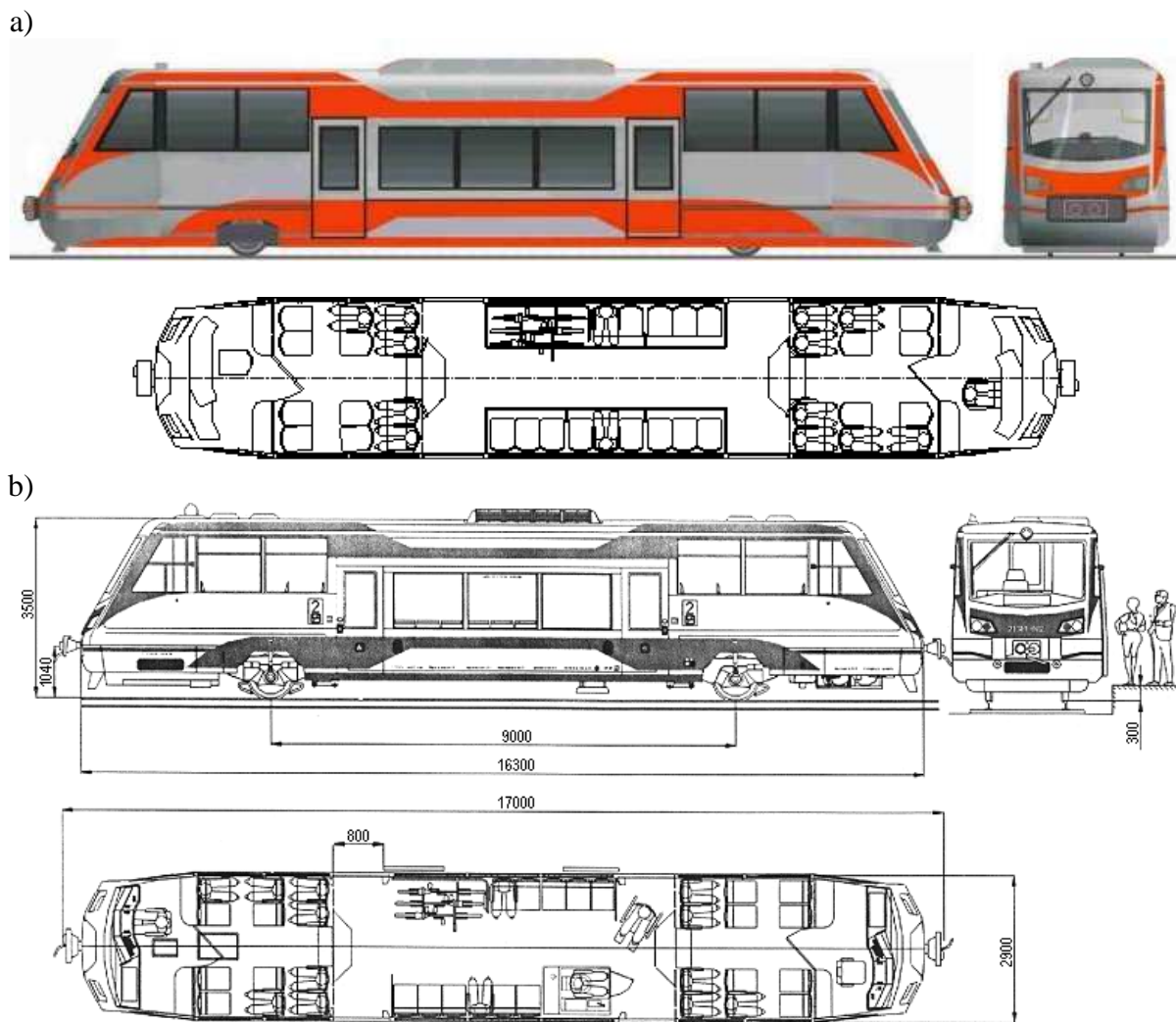
W typie 215M i 213M układ wielokrotnego sterowania umożliwia prowadzenie pojazdu składającego się z 2÷3 członów z jednej kabiny maszynisty, za pomocą złącz sterowania wielokrotnego.

Najbardziej znanymi w kraju autobusami szynowymi krajowej produkcji są autobusy typu Regio Tramp 215M – rys. 1 i 2 i Regio Tramp 213M – rys. 1 i 2. Producentami obu typów autobusów 213M i 215M jest ZNTK Poznań.



Rys. 1. Autobus szynowy 215M:

- Widok rozplanowania wnętrza wariant 2 (duża kabina WC),
- Widok rozplanowania wnętrza wariant 1 (standardowa kabina WC)



Rys. 2. Autobus szynowy 213M produkcji ZNTK Poznań:

- a) Bez WC
- b) Z WC

4. WŁAŚCIWOŚCI AUTOBUSÓW SZYNOWYCH PRODUKOWANYCH W KRAJU

Rozwijane prędkości autobusów szynowych mieszczą się w granicach 90÷150 km/h, lecz najczęściej prędkość eksploatacyjna wynosi około 120 km/h.

Moce silników tych autobusów mieszczą się w przedziale 200÷2x380 kW. Liczba miejsc siedzących mieści się w granicach 36÷74. Największa moc jednostkowa autobusu wynosi 12,9 kW/t. Jednostkami napędowymi autobusów są silniki spalinowe z samoczynnym zapłonem, podpodłogowe – znanych firm: MAN Eurol, Volvo Euro I, MTn Euro I, MTN Eurol, Dentz, Man Euro II oraz Niigata DMF.

Autobusy szynowe produkowane w kraju pochodzą zasadniczo z trzech firm:

- ZNTK Poznań, gdzie produkowane są autobusy Regio Tramp 213M i Regio Tramp 215M,
- KOLZAM Racibórz, który produkuje autobusy typu 208M oraz SPA-66/AS-66,
- ZNTK Bydgoszcz, który produkuje autobusy typu 214M.

Porównawcze zestawienie parametrów autobusów produkcji krajowej przedstawiono w tabelicy 3:

Autobusy szynowe Regio Tramp 213M i 215M [13] to lekkie, nowoczesne Niskowłogowe pojazdy spalinowe przeznaczone do obsługi regionalnego ruchu osobowego na liniach normalnotorowych.

Tab. 3. Parametry porównawcze

Typ	207M +207Mr	208M	SPA-66/ AS-66	207Ma +207Mra +207Mb	213M
Producent	ZNTK Poznań	KOLZAM	KOLZAM	ZNTK Poznań	ZNTK Poznań
Liczba sztuk	3	1	5	32	
Liczba członów	2	2	1	2	1
Długość ze zderzakami	30920mm	19200mm	16500mm	45940mm	17000m ze sprzęgiem automatycznym
Masa własna	54000kg	38800kg	23200kg	82000kg	27500kg
Obniżona podłoga	nie	nie	nie	nie	tak
Moc silnika spalinowego	200kW	157kW	92/110kW	2x200kW	250kW
Rodzaj przekładni	hydrauliczna	hydro- mechaniczna	mechaniczna	hydrauliczna	hydrokinetyczna
Prędkość max	90km/h	90km/h	90km/h	90km/h	120km/h
Liczba miejsc siedzących	96	60	66	136+4	38
Liczba miejsc stojących	140	68	74	196	52

Źródło: Opracowanie własne

Szeroka paleta możliwości pojazdów jest realizowana przez modułowość wyposażenia dostosowanego do życzeń użytkownika.

Pojazdy te mogą składać się z jednego, dwu lub trzech członów połączonych sprzęgiem i mostkiem przejściowym jak w pojeździe 214M lub pojedynczego członu jak w pojeździe 213M.

Pojazdy te posiadają jedną z ważniejszych cech a mianowicie możliwość samoczynnego rozstawienia kół z szerokości 1435 mm na 1520 mm.

Pojazdy te mają niezbyt wysoką cenę zakupu i niskie koszty eksploatacji – co w istocie podwyższa rentowność przewozów pasażerskich na liniach wyłączonych przez PKP z ruchu kolejowego.

Podstawowymi zaletami eksploatacyjnymi tych pojazdów są:

- redukcja emisji szkodliwych zanieczyszczeń przez zastosowanie silników wysokoprężnych według wymagań EURO2 [10],
- redukcja hałasu przez zastosowanie osłon, zwiększenie grubości podłogi, ze szczególnym uwzględnieniem izolacji cieplnej i akustycznej,
- niskie naciski na oś rzędu 140÷150 kN i mało rozbijanie torów,
- stosunkowo niewielkie zużycie energii przez zastosowanie lekkich materiałów użytkowych w budowie pojazdów,
- zmniejszone masy pojazdów przez lekką konstrukcję stalową, stosowanie silników spalinowych o małym zużycie paliwa oraz wykorzystanie ciepła z układem chłodzenia silnika i przekładni do ogrzewania pojazdu,

- redukcję nakładów na przeglądy i obsługę przez zastosowanie podzespołów bezobsługowych mało zużywających się i nie wymagających stałego nadzoru,
- zastosowanie materiałów nieszkodliwych dla środowiska np. rozpuszczalnych w wodzie materiałów malarskich,
- zastosowanie materiałów zdolnych do recyklingu np. stali i części z tworzyw sztucznych.

5. UKŁADY NAPĘDOWE AUTOBUSÓW SZYNOWYCH

Układy napędowe autobusów szynowych składają się [11]:

- z silnika spalinowego,
- przekładni głównej hydraulicznej,
- wałów przegubowych przenoszących napęd z przekładni głównej na osie napędowe,
- przekładni osiowych jedno lub dwustopniowych z nawrotnicą.

Układ napędowy autobusu 208M zrealizowano w oparciu o jednostkę napędową 6R183AA12H firmy MTU, spełniającą wymagania toksyczności spalin wg Euro I.

Jest to silnik rzędowy o poziomym układzie cylindrów, umożliwiający podpodłogową zabudowę w połączeniu ze specjalnie dobraną skrzynią biegów, umożliwia bezpośrednie przeniesienie napędu na dwie osie.

Dane silnika napędowego autobusu 208M przedstawiono w tabelicy 4.

Układ napędowy autobusu 208M może się składać z dwu układów napędowych po jednym w każdym skrajnym członie (pojazd dwuczłonowy) lub jeden układ napędowy tylko w jednym skrajnym członie. Silniki znajdują się pod podłogą i napędzają oś wózków napędnych typu 6MN.

Po nabytych doświadczeniach eksploatacyjnych opracowano trójczłonowy autobus 207:

- S.A. 102A/SA111/S.A. 102B posiadający dwa wagony napędne i jeden wagon doczepny. Jednostką napędową jest wysokoprężny silnik spalinowy firmy [6] KHD-Deutz typu BF6L513RC. Parametry silnika uwidoczniiono w tabelicy 4.
- Silnik BF6L513RC jest silnikiem sześciocylindrowym w układzie rzędowym pionowym cylindrów z doładowaniem turbosprężarką i chłodzeniem powietrznym.

Tab. 4. Parametry jednostek napędowych autobusów produkcji krajowej

Parametr/typ silnika	6R183AA12II autobus 208M	KHD-Deutz BF6L513RC
Maksymalna moc przy obrotach	157 kW przy 2200 obr/min	200 kW przy 2300 obr/min
Maksymalny moment	750 Nm przy 1300 obr/min	100 Nm przy 2000 obr/min
Liczba cylindrów	6	6
Pojemność cylindra	11,96 dcm ³	9,5 dm ³
Stopień sprężenia	18:1	15,8:1
Średnica cylindra/skok tłoka	Ø 128/155 mm	Ø 125/130 mm
Średnia prędkość tłoka	11,4 m/s	
Obroty rozruchu	120 obr/min	
Moc rozrusznika (Bosch)	5,4 kW	
Masa rozrusznika	16 kg	
Jednostkowe zużycie paliwa	209 g/kWh	209 g/kWh
Napięcie zasilania	24 V	24 V
Obroty biegu jałowego	600 obr/min	600 obr/min
Pojemność układu chłodzenia	15 dm ³	
Pojemność miski olejowej	21 dm ³	
Masa silnika	785 kg	895 kg
Wskaźnik masowy	5,0 kg/kW	
Przebieg	1 mln km	

Okres pracy do naprawy głównej	20000 h	ok. 22
Jednostkowe zużycie oleju	190 kg/kW	
Gabaryty (dł. x szer. x wys.)		1390 x 830 x 1036

Źródło: Opracowanie własne

6. WYBRANE PARAMETRY AUTOBUSÓW SZYNOWYCH

Wybrane parametry autobusów szynowych przedstawiono na przykładzie autobusu 208 M.

Autobus typu 208M w nomenklaturze zakładowej [1] jest autobusem III generacji i wyróżnia się wygodą podróżowania (łatwość wsiadania i wysiadania), modułowością budowy, niską podłogą, diagnostyką pokładową, klimatyzacją kabin, zamkniętymi układami WC. W autobusach III generacji w całej części pasażerskiej obniżono podłogę a w części środkowej wysokość ta wynosi 575÷600 mm [1].

Zespoły napędowe zamontowano na niezależnej ramie nośnej, co znacznie ułatwia procesy obsługi i utrzymania.

Autobusy wyposażone są w podpodłogowe zintegrowane zespoły napędowe Power Pack. Autobusy te cechują się [1]:

- niskimi kosztami zakupu i eksploatacji, co przyczynia się do podwyższenia rentowności przewozów pasażerskich na liniach lokalnych i regionalnych,
- dostosowaniem do wsiadania pasażerów zarówno z wysokich peronów jak i niskich tj. z poziomu główki szyny (drzwi odskokowo-przesuwne),
- dostosowaniem do różnej wielkości przewozów dzięki wykorzystaniu budowy modułowej i jazdy wielokrotnej,
- możliwości wykorzystania do ruchu trans granicznego i regionalnego na liniach drugorzędnych i liniach w terenie górskim i podgórskim,
- charakteryzuje się dużymi pochyleniami nadwozia i małymi łukami torów,
- przystosowaniem do przewozu pasażerów niepełnosprawnych (wsiadania, wysiadania),
- wydzielone przestrzenie do przewozu większych bagaży i rowerów,
- ergonomicznymi fotelami i wykonaniu w technice „wandaloodpornej”,

Tab. 5. Dane techniczne autobusu [1].

Wersja autobusu szynowego	Jednoczłonowy 211M	Dwuczłonowy 212M	Trójczłonowy 210M
Skrajnia kinematyczna autobusu szynowego		UJC 505-1	
Szerokość toru		1435 mm	
Prędkość max.		110km/h (120km/h)	
Najmniejszy promień łuku		150 m	
Układ osi autobusu	A+1	(A+1)(1+A)	(A+1)(1+1)(1+A)
Wagon toczny 31Anb	1 szt	2 szt	4 szt
Usprężynowanie			
I stopień	sprężyny	metalowo-gumowe	typu klinowego
II stopień		sprężyny śrubowe	
Pojemność zbiornika paliwa		380 dm ³	
Całkowita długość pojazdu bez zderzaków	14645 mm	26810 mm	38400 mm
Szerokość pojazdu		2910 mm	
Wysokość podłogi niskiej/wysokiej		575÷600/1090	
Liczba miejsc ^{X)}	90	170÷180	258÷270
całkowita ok.	42	70	114
siedzących w tym składanych	6	9	9

stojących	48	100	150
Masa autobusu ok.	~23,3 t	~45 t	~60 t
Układ napędowy autobusu		silnik wysokoprężny	
Typ silnika	RABAD10UTSLL (190-235kW)	RABAD10UTSLL 2x(190-235kW)	RABAD10UTSLL 2x(190-235kW)
Skrzynia biegów	przekładnia hydromechaniczna VOJTH(DIWA864.3)		
Przekładnia główna	przekładnia osiowa nawrotna GDB(Ganz-David-Brown) wodno-podgrzewacz spalinowy (HYDRONIC 30□Eberspacher)		
Ogrzewanie	z wykorzystaniem układu chłodzenia silnika spalinowego		
Wentylacja	naturalne oraz wymuszone poprzez wentylatory dachowe		
Smarowanie obrzeży kół	aplikatory ze smarem suchym		
Piasecznice	na każdym wózku napędnym		
Napięcie instalacji elektrycznej 24VDC			
Rodzaj trakcji ^{xx)} jednokrotna/wielokrotna			
Kabina WC-ekologiczna	(1)	1	1
Zużycie paliwa ^{xxx)}	ok. 22 litrów/100 km	ok. 40 litrów/100 km	ok. 52 litrów/100 km
^{x)} liczba miejsc bazuje na przedstawionych konfiguracjach wnętrza poszczególnych wersji autobusu (na życzenie użytkownika oraz zużycie miejsc i wyposażenie wnętrza może ulec zmianie)			
^{xx)} wg wymogów użytkownika			
^{xxx)} zużycie paliwa określono na podstawie rzeczywistego zużycia paliwa (na wybranej trasie)			

Źródło: Opracowanie własne

- ekologiczne (zamknięte) kabiny WC przystosowane do obsługi pasażerów niepełnosprawnych,
- nowoczesnym hydromechanicznym napędem podpodłogowym,
- nowoczesnym ekologicznym silnikiem spalinowym spełniającym normę EURO II,
- wyposażeniem w komputer pokładowy umożliwiający sterowanie układu napędowego jak i diagnostykę pokładową.

6. SZACUNKOWA ANALIZA KOSZTÓW EKSPLOATACJI AUTOBUSU SZYNOWEGO

Analiza uwzględnia następujące założenia: szacunkowe koszty przewozu ok. 40 pasażerów na odległość $l = 100$ km przy użyciu lokomotywy SP42 ciągnącej jeden wagon typu 134 oraz przewóz 40 pasażerów z wykorzystaniem autobusu szynowego 207 przedstawia załączona analiza.

Koszt zatrudnienia lokomotywy i wagonu

Moc lok. SP42 $P=588,2$ kW [7]

trasa $l = 100$ km

czas jazdy $t = 2$ h

jednostkowe zużycie paliwa $p = 224,4$ [g/kWh]

Zużycie energii $E = 2 \cdot 588,2 = 1176,4$ kWh

zużycie paliwa $P = 224,4 \cdot 1176,4 = 263984,16$ g ≈ 264 kg

Przeliczenie paliwa na litry 1 kg paliwa $\approx 1,3$ litra

$P = 264 \cdot 1,3 = 343,2$ l

cena 1 litra oleju napędowego 2,7 zł.

Koszt paliwa

$K_p = 343,2 \times 2,7 = 926,64$ zł

Koszt użytkowania lokomotywy K_1

czyli za 2 h pracy

$$K_1 = \frac{4000 \cdot 2}{24} = 333,5 \text{ zł.}$$

W wagonie zatrudniono konduktora, maszynistę do obsługi pasażerów, średnia pensja konduktora 2000 zł/m-c dla 200 h/m-c.

Koszt pracy konduktora przez 2h (jazda pociągu)

$$K_2 = \frac{2000 \cdot 2}{200} = 20 \text{ zł.}$$

Przyjęto, że 1 doba pracy wagonu pasażerskiego typu 134 wynosi 2000 zł.

Koszt użytkowania wagonu:

$$K_3 = \frac{2000 \cdot 2}{24} = 166,66 \text{ zł.}$$

K_4 zużycie innych materiałów eksploatacyjnych $K_4 = 50$ zł (olej smarny do obrzeży, olej smarowania silnika, piasek, woda chłodząca).

Sumaryczny koszt przejazdu 100 km (lokomotywa i jeden wagon)

$$K = \sum K_i = 926,64 + 333 + 20 + 166,66 + 50 + 1496,30 \text{ zł.}$$

Porównanie kosztów dla obu wariantów przedstawiono w tablicy 6.

Tab. 6. Porównanie kosztów przejazdu 100 km lokomotywą ciągnącą jeden wagon i autobusem szynowym

Wyszczególnienie kosztów	Lokomotywa spalinowa i wagon	Autobus szynowy
Zużycie paliwa [zł]	926,64	294,3
Koszt użytkowania K_1 [zł] lokomotywy/autobusu szynowego	333	125
Koszt pracy konduktora K_2 [zł]	20	-
Koszt użytkowania wagonu K_3 [zł]	166,66	-
Koszt materiałów eksploatacyjnych K_4 [zł]	50	25
Razem koszty	1496,30	444,3

Zródło: Opracowanie własne

Koszt zatrudnienia autobusu 207 szynowego

Moc silnika $P=200$ kW

trasa $l = 100$ km

czas jazdy $t = 2$ h

jednostkowe zużycie paliwa $p = 209$ g/kWh

Zużycie energii $E = 2 \cdot 200 = 400$ kWh

Zużycie paliwa $P = 209 \cdot 400 = 83600$ g = 83,6 kg

Paliwo przeliczono na litry

$P = 83,6 \times 1,3 = 108,68 \approx 109$ l.

Koszt paliwa

1 l oleju napędowego kosztuje 2,7 zł/l.

$K_p = 109 \times 2,7 = 294,3$ zł.

Koszt użytkowania autobusu szynowego.

Przyjęto, że jedna doba pracy autobusu szynowego kosztuje 1500 zł czyli za 2 h pracy

$$K_1 = \frac{1500 \cdot 2}{24} = 125 \text{ zł.}$$

Konduktora w autobusie brak.

Materiały eksploatacyjne $K_4 = 25$ zł.

Sumaryczny koszt przejazdu 100 km autobusu szynowego.

$$K = \sum K_i = 294,3 + 125 + 25 = 444,30 \text{ zł.}$$

Stosunek kosztów lokomotywy i autobusu szynowego:

$$k = 1496,30 / 444,30 = 3,96$$

Koszt użytkowania lokomotywy i wagonu jest 4 razy droższy niż autobusu szynowego

Konkluzja ogólna

Z analizy tablicy 6 wynika, że autobusy tego typu mogą być stosowane na liniach drugorzędnych o stosunkowo niskim stanie technicznym i nacisku na oś 13÷14 t/oś. Rozwijają one max prędkość 90 km/h, a liczba miejsc siedzących wynosi 60 i 66 oraz stojących 68 i 74. Koszty eksploatacji autobusu na linii długości 100 km są ponad 3 krotnie niższe od lokomotywy spalinowej.

LIGHT ELECTRIC VEHICLES FOR REGIONAL AND SUBURBAN TRAFFIC

Abstract

Article tells about so-far existed and used methods of servicing suburban and regional railway's traffic. It presents characteristic including construction's aspects of rail buses produced in Poland and Europe.

BIBLIOGRAFIA

1. Dębiński M., Kierz K., Kowalski S., Kądziołka T.: Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych wybranych elektrycznych zespołów trakcyjnych, Materiały konferencyjne, Targanice 15÷17 września 2010
2. Dobrowolski M.: Rozwój produkcji elektrycznych zespołów trakcyjnych „Technika Transportu Szynowego”, (tts) nr 5/1996
3. Domański E., Świtalski M.: Elektryczne pojazdy trakcyjne, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984
4. Dokumentacja techniczno-ruchowa zespołu trakcyjnego 14WE
5. Instrukcja Obsługi HAB. 20080318pl
6. Lalik M.: Sprawozdanie z badań nr M/57.01/07 – Próby eksploatacyjne elektrycznego zespołu trakcyjnego 16Ek, CNTK Warszawa maj 2008
7. Marciniak J.: Obwody główne i pomocnicze wybranych serii pojazdów trakcyjnych PKP, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2007
8. Terczyński P.: Elektryczne zespoły trakcyjne w Polsce – stan obecny i bliska perspektywa”, TTS nr 5-6/2010

Autor:

Prof. dr hab. inż. Józef Marciniak – Uniwersytet technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu