

Tramwaje Alstom Citadis – ponad 1000 zamówionych pojazdów

Dzięki trzem nowym zamówieniom dla Lyonu, Stambułu i Algieru, zamówienia na tramwaje Citadis przekroczyły 1000 pojazdów. Tramwaje Citadis wykonywane są w konstrukcji modułowej z dopasowaniem – stosownie do potrzeb zamawiającego – parametrów technicznych i projektu pojazdu. Oprócz standardowych konstrukcji, tramwaje produkowane są w wersjach z systemem zasilania APS (z trzeciej szyny), zasilaniem akumulatorowym, systemem magazynowania energii hamowania, w wersji dwusystemowej, kolejowo-miejskiej (Citadis Dualis) – z dostosowaniem do ruchu regionalnego, także z silnikiem spalinowym do poruszania się liniach kolejowych niezelektryfikowanych (Regio Citadis)

Pierwsze tramwaje Citadis 300 Alstom dostarczył we wrześniu 1999 r. dla miasta Montpellier. Do obsługi nowej linii tramwajowej, długości 15 km, mającej 28 przystanków, zamówiono 28 tramwajów przegubowych, 3-wagonowych. W tramwajach tych nadwozia wykonano z profili aluminiowych, łączonych ze sobą za pomocą spawania i elementów śrubowych. Kabina motorniczego, wykonana jest jako odrębny moduł. Modułowa budowa wagonów umożliwia szybką wymianę uszkodzonych elementów – np. okien i całych paneli według deklaracji producenta w ciągu 20 min – oraz realizację zamówienia stosownie do specyfikacji klienta. Szerokość wagonu może się wahać od 2,3 do 2,65 m. Długość całego tramwaju zależy od liczby i długości wagonów. Podłoga może być obniżona do 350 mm na poziomie szyny na całej długości pojazdu lub na jego części. Dla Montpellier, stosownie do zamówienia, wykonano to drugie rozwiązanie.

Standardowo napęd tramwaju stanowią cztery silniki, o mocy od 120 do 140 kW, umieszczone w skrajnych wózkach. Prędkość maksymalna, zależnie od wykonania, wynosi od 70 do 80 km/h.

Zasadnicze parametry techniczne ostatnio wykonanych lub zamówionych tramwajów zestawiono w tabeli 1.

Alstom na ogół stara się zdobywać kontrakty także na utrzymanie pojazdów Citadis. Podpisały je między innymi Barcelona, Dublin, Orléans, Melbourne, Walencja, Reims i Jerozolima. Umo-

wy zawierane są najczęściej na 10 do 15 lat. Przykładowo w Bordeaux okres trwania kontraktu na utrzymanie i wyposażenie w części zamienne dla 22 tramwajów Citadis 301 wynosi 12 lat (lata 2000–2012). Codziennie w ciągu ośmiu godzin szczytowych 20 z 22 pojazdów musi być w stanie pełnej gotowości do eksploatacji, dopuszcza się nie więcej niż trzy awarie na 10 tys. km. W Bordeaux do wykonania tego zadania zatrudnionych jest 11 osób.

Finalna produkcja tramwajów Citadis odbywa się w Aytre pod la Rochelle we Francji. Podwozia wykonywane są w polskim zakładzie Alstom Konstal S.A. w Chorzowie.

25. miastem, który zamówił tramwaje Citadis jest Stambuł. Zamówienie opiewa na 30 pojazdów najnowszej generacji Citadis, wyposażonych w wózki z kołami osadzonymi na osiach. Tramwaje będą wyprodukowane w zakładzie Alstom Konstal S.A. w Chorzowie, a eksploatowane na linii Zytinburnu to Kabatas, długości 14 km, w trakcji podwójnej (pojemność takiego zestawu wynosi 500 osób). Dostawy tramwajów rozpoczną się w 2009 r. (po trzy pojazdy miesięcznie).

Tramwaje zasilane z szyny w torowisku

System APS (*Alimentation Par le Sol* – zasilanie od strony ziemi) może być stosowany w sieciach miejskich, gdzie względy architektoniczne lub inne uniemożliwiają zastosowanie klasycznej, napowietrznej sieci trakcyjnej. Po raz pierwszy taki system zastosowano przy okazji budowy sieci tramwajowej w Bordeaux, na częściach wszystkich trzech budowanych linii – A, B i C. Nowy system umożliwia zasilanie pojazdu z szyny wbudowanej w ziemię, co wykorzystano zwłaszcza na ulicach historycznego centrum miasta, aby nie zakłócać architektury górną siecią zasilającą. Ogółem system ten wprowadzono na 14 z 44 km całej sieci w mieście.

Ze względów bezpieczeństwa pojazd jest zasilany tylko z krótkiego odcinka szyny znajdującej się w danej chwili pod przejeżdżającym pojazdem. Załączanie napięcia następuje po otrzymaniu przez obwód indukcyjny układu sterującego sygnału od anteny wbudowanej w rejonie środka pojazdu, w pobliżu klocków ślizgowych odbierających prąd.

Tabela 1

Parametry techniczne ostatnio wykonanych lub zamówionych tramwajów Citadis [2]

	Nicea	Montpellier	Jerozolima	Tenerifa	Tunis	Le Mans	Madryt	Tuluza	Algier	Angers	Reims	Orlean
Typ	302	302	302	302	302	302	302	302	402	302	302	302
Liczba	20	24	46	20	23	23	70	18	34	17	18	21
Długość [m]	33,02	32,52	32,52	32,16	31,58	32,16	32,52	32,16	43,81	32,41	32,42	32,42
Szerokość [m]	2,65	2,65	2,65	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,65	2,4	2,4	2,4
Masa [t]	42,2	40,9	42,8	41,4	39,2	39,1	39,7	39,4	54,2	39,6	39,6	40,2
Liczba miejsc do siedzenia	54	56	56+8	56	58	48	54	48	78	56	56	48
Liczba miejsc do stania [4/m ²]	162	154	164	144	138	163	149	163	224	147	149	156
Liczba par kół	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Średnica kół napędnych [mm]	590	590	590	590	590	590	590	610	590	610	610	610
Średnica kół tocznych [mm]	590	590	590	590	590	590	590	610	590	610	610	610
Moc [kW]	4×120	4×120	6×120	6×120	4×120	4×120	4×120	4×120	6×120	4×120	4×120	4×120



Fot. 1. Citadis w Montpellier



Fot. 3. Citadis w Lyonie



Fot. 2. Citadis w Rotterdamie



Fot. 4. Citadis w Orleanie

Szyna zasilająca zbudowana jest z włókna szklanego, a zatem z materiału nie przewodzącego prądu i jest w kształcie litery I. Na jej powierzchni umocowane są dwie metaliczne nakładki, połączone z kablem zasilającym o napięciu 750 V dc. W środkowej części szyny, która ma 17 cm wysokości, poprowadzone są 4 kable, którymi biegną przewody. Poza miedzianym przewodem zasilającym znajduje się tam zerowy przewód powrotny, przewody do celów łączności i zasilania urządzeń pomocniczych. Odcinki pod napięciem mają po 8 m długości i są poprzedzielane odcinkami izolacyjnymi długości 3 m. Odcinki izolacyjne mają nakładki wykonane z plastiku takiej samej wysokości, jak nakładki na odcinkach zasilających, tak że utworzony jest jeden ciąg dla klocków ślizgowych. Czujniki sterujące złączaniem i wyłączeniem napięcia z odcinków, kiedy pojazd zbliża się do nich i następnie je opuszcza, rozmieszczone są co 22 m.

Zmiany zasilania z górnej sieci trakcyjnej na dolną szynę i odwrotnie dokonuje motorniczy w czasie postoju pojazdu na przystanku. Zdecydowano się na taki sposób zmiany zasilania ze względu na jego prostotę. Jednak system APS może być także dostosowany do zmiany zasilania podczas jazdy.

Klockowe odbieraki prądu mają nakładki grafitowe i naciskają na szynę zasilającą z siłą 100 N. Odbieraki dolne są unoszone, kiedy włączany jest górny pantograf. Na wypadek uszkodzenia się systemu, pojazd na dachu pojazdu ma baterię 11 akumulatorów, na których można przejechać do 1 km z małą prędkością. Napięcie zasilania sieci dolnej i górnej wynosi 750 V dc.

Tramwaje z system zasilania APS zamówiły także miasta Angers, Reims i Orléans.



Fot. 5. Citadis na linii T3 w Paryżu

Tramwaje zasilane z akumulatorów

System APB (*Alimentation Par la Batterie* – zasilanie przez baterie) może być stosowany z tych samych względów co system zasilania z szyny w torowisku (APS). Jednak zbyt duży jest dodatkowy koszt budowy niezbędnej infrastruktury zasilania trakcyjnego. Ograniczenia w pojemności baterii predestynują system APB tylko do stosowania na krótkich odcinkach bez zasilania z klasycznej sieci trakcyjnej. W pierwszym zastosowaniu tego systemu w Nicei jest krótki odcinek w rejonie Place Massena i Place Garibaldi, ogółem 11% długości całej sieci liczącej ogó-

tem 8,8 km. Linie otwarto w 2007 r. do jej obsługi zakupiono 20 tramwajów Citadis z systemem APB.

Tramwaje z magazynowaniem energii hamowania

System opiera się na zastosowaniu w pojeździe bezwładnościowego koła zamachowego, umieszczonego na jego dachu. Podczas hamowania energia elektryczna z silników trakcyjnych jest przetwarzana w generatorze na energię mechaniczną, napędzającą koło. Ilość zgromadzonej energii kinetycznej jest proporcjonalna do liczby obrotów koła. Energia ta jest przekazywana z powrotem do układu zasilającego tramwaj podczas jego rozruchu. W efekcie następuje zmniejszenie całkowitego zużycia energii przez pojazd.

System po raz pierwszy zastosowano w 2005 r. w Rotterdamie, gdzie tramwaje wyposażone w ten system eksploatowane są w normalnym ruchu.

Tramwaj wielosystemowy Citadis Dualis

W ofercie Alstom znajduje się tramwaj Citadis zdolny do poruszania się zarówno po sieci miejskiej, jak i kolejowej. Wykorzystano w nim większość podzespołów stosowanych w klasycznych tramwajach Citadis do eksploatacji w sieciach miejskich. Jego podstawowe parametry zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Podstawowe parametry tramwajów Citadis Dualis

Szerokość	[m]	2,4–2,6
Długość	[m]	32–52
Wysokość nad główką szyny	[mm]	3370
Pojemność	[pasażerów]	251–292
Prędkość maksymalna	[km/h]	100

W tramwaju będą stosowane nowej generacji silniki trakcyjne synchroniczne z magnesami trwałymi o większej sprawności i lepszym wskaźniku mocy na jednostkę masy. Silniki te zostały przetestowane w tramwajach w Rotterdamie oraz w pociągu eksperymentalnym dużej prędkości V150, który w 2007 r. ustanowił światowy rekord prędkości.

Pierwsze zamówienie ze strony kolei SNCF złożono w 2007 r. na 31 pojazdów do obsługi sieci połączeń wokół Nantes (od marca 2010 r.) i Lyonu. Opcja dodatkowych zakupów pojazdów ze strony SNCF opiewa na 169 pojazdów, które będą produkowane w zakładzie Alstom Konstal S.A. w Chorzowie.



Fot. 6. Citadis w Bordeaux z systemem APS

Regio Citadis

Pierwszym miastem, które postanowiło zakupić pojazdy Regio Citadis było niemieckie Kassel, które w grudniu 2001 r. złożyło w Alstom zamówienie na 28 dwukierunkowych pojazdów Regio Citadis, z czego 18 w wersji dwusystemowej (750 V DC + + 15 kV AC) i 10 w wersji hybrydowej (750 V DC + diesel).

Pojazdy Regio Citadis Kassel, których dostawy rozpoczęły się w 2004 r. i potrwają do końca 2005 r., będą obsługiwać 3 linie podmiejskie Kassel – Hofgeismar – Warburg, Kassel – Melsungen, Kassel – Wolfshagen. Regio Citadis w wersji dla Kassel wyposażony jest w klimatyzację, obszary wielofunkcyjne oraz regały na większe bagaże. Aby umożliwić sprawną wymianę pasażerów przy różnej wysokości peronów, drzwi wyposażone są w automatycznie wysuwane schodki.

W kwietniu 2004 r. na zakup 50 dwukierunkowych Regio Citadis w wersji dwusystemowej (750 V DC/1500 V DC) zdecydował się holenderski operator transportu HTM Personenvervoer NV. Pojazdy będą dostarczane od marca 2006 r. do kwietnia 2007 r. Będą one obsługiwały połączenie między Rotterdamem a Hagą. Tramwaje w tej wersji będą wyposażone w klimatyzację oraz obszary wielofunkcyjne. Montaż finalny pojazdów odbywa się w zakładzie Alstom w Salzgitter (Niemcy). Kabiny oraz belki bujawkowe pojazdów Regio Citadis produkowane są w Alstom Konstal S.A. w Chorzowie.

Tabela 3

Parametry Regio Citadis

	Kassel E-E	Kassel E-S	RandStad
Typ pojazdu	dwukierunkowy		
Wymiary (dł. × szer. × wys.)	[mm] 36 762 × 2650 × 3650		
Rozstaw torów	[mm] 1435		
Minimalny promień skrętu	[mm] 22	22	23
Poziom podłogi (NGS)			
– strefa niskiej podłogi	[mm] 415	415	415
– strefa wysokiej podłogi	[mm] 665	665	665
Poziom wejścia (NGS)	[mm] 360	360	340
Strefa niskiej podłogi	[%] ~75	~75	~75
Liczba drzwi na stronę	4	4	5
Liczba miejsc do siedzenia/składanych	84/6	84/6	86/14
Liczba miejsc do stania	[4 os./m ²] 139	127	130
Zasilanie	750 V DC/ /15kV AC	750 V DC/ /diesel	600 V DC/ /750 V DC
Prędkość maksymalna	[km/h] 100	100	80



Literatura

- [1] Alstom wyprodukował pierwsze tramwaje CITADIS 300. Technika Transportu Szynowego 9/1999.
- [2] Nowe tramwaje CITADIS dla Rotterdamu. Technika Transportu Szynowego 9/2000.
- [3] Rabsztyn M.: Tramwaje zasilane z trzeciej szyny w Bordeaux. Technika Transportu Szynowego 4/2004.
- [4] Pierwszy 2-systemowy tramwaj dla Kassel. Technika Transportu Szynowego 3/2005.
- [5] Pojazdy RegioCITADIS dla Kassel (Niemcy) i RandStad (Holandia). Technika Transportu Szynowego 4/2005.
- [6] Hondius H.: Rozwój tramwajów i kolejek miejskich o niskiej i średniej wysokości podłogi, cz. 2. Technika Transportu Szynowego 7-8/2007 (za Stadtverkehr 1-2/2007).