

Jan Raczyński

Tabor do przewozów międzyregionalnych (1). Pociągi dużych prędkości do 250 km/h

Segment przewozów międzyregionalnych jest obsługiwany przez szeroką gamę pociągów o różnych prędkościach maksymalnych, zestawieniach wagonów i ich konstrukcji. Obsługują one połączenia między większymi ośrodkami regionalnymi na zasadach ograniczonej dostępności, czyli z postojami na wybranych stacjach. Długość relacji tych pociągów jest bardzo zróżnicowana, zasadniczo w granicach 100 do 500 km, a czas przejazdu od godziny do 10 godz. Oferta przewozowa w tym segmencie jest mocno zróżnicowana, począwszy od klasycznych pociągów o prędkościach poniżej 200 km/h do pociągów dużej prędkości, o prędkościach maksymalnych nawet do 350 km/h.

W literaturze z segmentu międzyregionalnego wyodrębnia się czasem tzw. segment międzyaglomeracyjny, obsługiwany pociągami o jeszcze mniejszej dostępności, zatrzymującymi się tylko w aglomeracjach (w Polsce przyjęto, że aglomeracja ma ponad pół miliona mieszkańców i jest ich tylko 7). Z punktu widzenia taboru podział ten jednak nie jest istotny.

Biorąc pod uwagę szeroką ofertę rynkową, przegląd konstrukcji pociągów międzyregionalnych zostanie dokonany na łamach miesięcznika **tts** w trzech częściach, tj. pociągi:

- o prędkościach maksymalnych do 250 km/h,
- powyżej 250 km/h,
- z przechylnym pudłem w łukach torowych.

Organizacja przewozów międzyregionalnych

Przewozy międzyregionalne są organizowane w Europie głównie przez duże narodowe przedsiębiorstwa kolejowe, także poprzez wyodrębnione z nich spółki. W krajach gdzie funkcjonują już sieci kolejowe dużych prędkości przewozy międzyregionalne są dzielone funkcjonalnie w ramach jednej organizacji na dwa podsegmenty:

- 1) przewozy pociągami dużych prędkości (TGV – Francja, ICE – Niemcy),
- 2) przewozy uzupełniające (*Corail Intercités* – Francja, IC – Niemcy).

W miarę rozwoju sieci połączeń dużych prędkości ten drugi podsegment ulega systematycznie redukcji.

Zasadniczo nie ma różnic pod względem komfortu w pociągach obu podsystemów. Różnice dotyczą parametrów technicznych, zwłaszcza prędkości maksymalnej. Dla podsystemu drugiego prędkości maksymalne wynoszą już współcześnie z reguły 200 km/h, w przypadku starego taboru spotykane są jednak prędkości 160 km/h i mniej, a dla taboru najnowszej generacji sporadycznie powyżej 200 km/h.

Przypadki prowadzenia przewozów międzyregionalnych w Europie przez inne przedsiębiorstwa prywatne są stosunkowo rzadkie. Nieliczne takie pociągi kursują w Niemczech. W Wielkiej

Brytanii operatorami sieci pociągów intercity są co prawda prywatne spółki, ale otrzymały one prawo ich eksploatacji na zasadach wyłączności po likwidacji byłego operatora narodowego British Railways i podziale jego rynku na części. Powody takiej sytuacji są dwa:

- 1) brak liberalizacji na tym rynku – w większości państw nie ma liberalizacji tego segmentu przewozów, a prawo unijne jeszcze tego nie wymaga;
- 2) bardzo duże koszty inwestycyjne wejścia na rynek, między innymi z powodu dużych kosztów taboru (od 10 do ponad 20 mln euro za pociąg o około 350 miejscach).

W Polsce segment międzyregionalny jest podzielony na dwie spółki, często w sposób nieracjonalny rynkowo. Niewielka część pociągów, obsługujących zasadniczo połączenia z Warszawy do wybranych miast Polski, jest eksploatowana przez spółkę PKP Intercity, a pozostałe przez spółkę PKP Przewozy Regionalne, która obsługuje w Polsce wszystkie rodzaje pociągów od regionalnych i aglomeracyjnych po międzynarodowe, włączając także typowe pociągi międzyaglomeracyjne, np. jadące bez zatrzymania pociągi między Warszawą i Łodzią.

Prawna klasyfikacja taboru kolejowego

Zgodnie z legislacją unijną pociągi o prędkości maksymalnej powyżej 190 km/h są pociągami dużej prędkości, a do 190 km/h – pociągami konwencjonalnymi. Wynika z tego, że współcześnie budowany tabor do przewozów międzyregionalnych, który poza lokalnymi przypadkami, ma prędkość maksymalną co najmniej 200 km/h, jest stosownie do technicznej specyfikacji interoperacyjności (TSI), obowiązującej obecnie na mocy decyzji Komisji Europejskiej 2002/735, taborem kolei dużych prędkości.

Specyfikacja ta została znowelizowana i jej nowa wersja ukaże się jeszcze w 2007 r. Zawarto w niej praktyczne wnioski, mające na celu podział taboru dużych prędkości na dwa rodzaje, stosownie do jego prędkości maksymalnej i związane z tym zróżnicowanie wymagań zasadniczych dla konstrukcji pojazdów.

Według znowelizowanej wersji specyfikacji TSI dla taboru do dużych prędkości, tabor ten klasyfikuje się według następujących kryteriów:

- od przynajmniej 190 km/h do mniej niż 250 km/h, jako tabor klasy 2.;
- od 250 km/h do 350 km/h, jako tabor klasy 1.;
- powyżej 350 km, jako tabor klasy 1, do którego mogą odnosić się dodatkowe wymagania, nie rozpoznane i nie zawarte jeszcze w obowiązującej specyfikacji TSI, a będące przedmiotem krajowych regulacji.

Według klauzuli zawartej w specyfikacji TSI, spełnienie wymagań specyfikacji TSI nie oznacza automatycznego dopuszczenia pojazdu do infrastruktury dużych prędkości. W tym zakresie obowiązują także inne wymagania, zawarte w dyrektywach 2001/14, 2004/49 i 2004/50. Przykładowo, zarządca infrastruktury może zdecydować o nieprzyjęciu na daną linię, np. o prę-

kości maksymalnej 300 km/h wolniejszych pociągów, obsługiwanych taborem klasy 2. (o mniejszej prędkości, np. tylko 250 km/h) ze względu na ograniczenia w zdolności przepustowej danej linii.

Specyfikacja TSI dla pociągów dużej prędkości ma zastosowanie zarówno do pociągów zespołowych, jak i pojedynczych pojazdów, ale w tym drugim przypadku z rozpatrzeniem funkcji całego zestawu pociągu.

Dla obu przypadków możliwe są następujące konfiguracje pociągów:

- zespołowe (połączone przegubowo) lub nie;
- z mechanizmem przechyłu pudła lub bez;
- jedno- lub dwupokładowe.

Pociągi klasy 1 powinny być zespołowe, dwukierunkowe, z kabinami maszynisty na obu końcach pociągu, jako jedno- lub dwupokładowe. Dopuszczalne jest łączenie dwóch zespołów w jeden pociąg. Nie jest wymagane, aby pociągi różnych producentów i różnych operatorów miały możliwość eksploatacji jako razem sprzęgnięte.

Pociągi klasy 2. mogą być zespołowe lub mogą być pociągami sprzęgniętymi w różnych konfiguracjach jako dwukierunkowe lub jednokierunkowe. Mogą one być eksploatowane w trakcji wielokrotnej lub z operatywnym dodawaniem pojazdów stosownie do natężenia ruchu – dotyczy to przypadku układu z lokomotywą i wagonami. Nie jest wymagane, aby pociągi różnych producentów i różnych operatorów miały możliwość eksploatacji w normalnych warunkach jako razem sprzęgnięte.

Stosownie do wymagań warunków ruchowych dozwolone jest aby pociągi klasy 1. i 2. miały możliwość eksploatacji w normalnych warunkach jako razem sprzęgnięte. Nie jest wymagane, aby pociągi różnych producentów i różnych operatorów miały możliwość eksploatacji jako razem sprzęgnięte.

Ocena zgodności wymagań ze specyfikacją TSI jest przeprowadzana dla całych pociągów. Nie jest możliwe dokonywanie oceny zgodności pojedynczych pojazdów – może być ona dokonywana tylko w kontekście całego pociągu.

Przyjęta w specyfikacji TSI klasyfikacja pociągów dużej prędkości jest adekwatna do obecnej sytuacji na rynku taboru dla tego zakresu prędkości. I tak:

- 1) ukształtowały się konstrukcje pojazdów dla zakresu dużych prędkości 250 km/h i więcej (Francja – pociągi serii TGV i AGV z napędem rozłożonym w poszczególnych wagonach, Niemcy – seria ICE w różnych konfiguracjach, Włochy – seria ETR 500, Hiszpania – Talgo 350);
- 2) istnieją i rozwijane są konstrukcje pojazdów o prędkości maksymalnej nie większej niż 250 km/h;
- 3) zakres do 200 km/h jest pokrywany przez:
 - a) pociągi z lokomotywą i wagonami typu Z1;
 - b) zespoły trakcyjne, będące w części adaptacją konstrukcji zespołów o prędkości 160 km/h – różnica polega głównie na wzmocnieniu układu biegowego (zwiększenia kosztu o około kilkanaście procent);
 - c) uproszczone wersje pociągów z grupy do 250 km/h lub więcej.

Podział ten ma także swoje odbicie w cenach taboru.

Różnice między taborem do prędkości 200 km/h a 250 km/h są duże – różnica w cenie przekracza 50%.

Dla wszystkich tych przedziałów ceny taboru pojazdów piętrowych są mniejsze o około kilkadziesiąt procent, w przeliczeniu na jedno miejsce siedzące, niż dla taboru jednopokładowego.

Charakterystyka pociągów dużej prędkości klasy 2.

Kategoria ta obejmuje pociągi o prędkości maksymalnej od 190 km/h do mniej niż 250 km/h.

Podaż taboru dla tego zakresu prędkości nie jest obecnie zbyt duża. Sektor przewozów międzyregionalnych w Europie, a przynajmniej w największych krajach (Niemcy, Francja, Hiszpania, Włochy), jest w coraz większym stopniu dominowany przez systemy połączeń dużych prędkości. Mimo, że sieć linii dużych prędkości nie jest zbyt rozległa, to pociągi dużych prędkości wyjeżdżają znacznie poza tę sieć, obsługując przyległe lub będące przedłużeniami, klasyczne połączenia do 200 km/h, lub nawet mniej. Sieci połączeń TGV we Francji i ICE w Niemczech rozwijają się także kosztem klasycznych połączeń, odpowiednio Intercity Corail i IC. Podobna sytuacja nastąpi także w Polsce, po otwarciu linii dużej prędkości Warszawa – Łódź – Wrocław/Poznań, która wraz z linią CMK, po jej modernizacji do 300 km/h, utworzą jeden z największych w Europie systemów kolei dużych prędkości.

Charakterystyczne cechy konstrukcyjne pociągów klasy 2.

Konfiguracja pociągów

Oferowany jest obecnie szeroki zakres rozwiązań konstrukcyjnych, począwszy do składów wagonów ciągniętych lokomotywami, po pociągi zespołowe złożone z od 3 do 9 wagonów, jedno- i dwupokładowe.

W konstrukcji pociągów zespołowych dominują rozwiązania zespołów trakcyjnych z wagonami opartymi na dwóch wózkach i z wykorzystaniem wagonów czołowych dla pasażerów.

Pociągi piętrowe, w analizowanej kategorii pociągów, są stosowane niezbyt często. Spotykane są we Francji, Szwajcarii i Szwecji. Ich zaletą jest krótszy zestaw pociągowy i mniejsze koszty zakupu w przeliczeniu na jedno miejsce do siedzenia, w porównaniu z pociągiem jednopokładowym (około 20 do 30%). Mniejsza masa pojazdu na jedno miejsce do siedzenia wpływa także na mniejszy koszt eksploatacji pociągu między innymi w wyniku zmniejszonego zużycia energii (około 30%).

Obecnie udział tradycyjnych pociągów z lokomotywą i wagonami jest bardzo duży, a w niektórych krajach dominujący. Jednak wiek eksploatowanych wagonów wynosi często powyżej 20 lat. Nie są też dokonywane istotne, na dużą skalę, zakupy nowych wagonów, np. kontrakt na 1000 wagonów, jaki miała ogłosić kolej DB, nie doszedł do skutku. Nie ma też zakupów uzupełniających ze strony kolei SNCF. Trendy rynkowe wskazują, że uzupełnienia i wymiana obecnego taboru wagonowego będzie realizowana głównie poprzez zakupy zespołów trakcyjnych. Koszt zakupu zespołu trakcyjnego, a także jego późniejszego utrzymania, jest mniejszy niż składu lokomotywy z wagonami. Zespoły trakcyjne mają ponadto zdecydowanie lepsze parametry trakcyjne i mniejszą energochłonność.

Ważnym atutem zespołów trakcyjnych jest ich mniejszy nacisk na oś, zasadniczo nie przekraczający 18 t w przypadku zespołów jednopokładowych i 20 t – piętrowych. Umożliwia to eksploatację pociągów tej konstrukcji ze stosunkowo dużymi prędkościami na liniach niższej kategorii. Naciski na oś w loko-

motywach dużej mocy wynoszą ponad 20 t, a nawet do 22 t w przypadku lokomotyw wielosystemowych.

Zespoły napędowe i moc zainstalowana

Zespoły napędowe w pociągach zespołowych umieszczone są w wybranych wagonach, przy czym ustalona została proporcja liczby osi napędnych do tocznych na poziomie od 1:2 do 1:1. Stosowane są rozwiązania polegające bądź na wyodrębnieniu wagonów, których wszystkie osie mają napęd, bądź wyborze osi napędnych w poszczególnych wagonach, np. z rozwiązaniem jeden wózek napędny i jeden toczny na jeden wagon. Takie rozwiązanie umożliwia swobodne zestawianie składu pociągu z liczby wagonów odpowiednio do potrzeb przewozowych, bez zmian charakterystyk trakcyjnych pociągu. Moc zainstalowana na 3 wagony wynosi od 2,5 do 3 MW dla prędkości do 250 km/h. W pociągach 9-wagonowych moce napędów dochodzą do około 8 MW. Oznacza to, że dla jednego wagonu średniej długości ok. 27 m zapotrzebowanie na zainstalowaną moc wynosi 1 MW. Dla prędkości do 200 km/h wystarczająca jest moc 4 MW na pociąg np. 6-wagonowy o liczbie miejsc do siedzenia ok. 350. Dla 160 km/h wystarczająca jest dla takiego zespołu moc 3 MW. W pociągu złożonym z wagonów moc lokomotywy do 200 km/h wynosi z reguły około 6 MW.

Prędkości maksymalne

Prawna klasyfikacja według specyfikacji TSI w klasie 2. obejmuje pojazdy o prędkości maksymalnej do 249 km/h.

Należy wziąć jednak pod uwagę, że prędkości maksymalne pociągów w systemie zasilania trakcyjnego 3 kV DC, jaki jest stosowany w Polsce, będą mniejsze niż 250 km/h, przy czym osiągnięcie górnego pułapu prędkości wymaga szczególnie korzystnych warunków zasilania i cech napędu trakcyjnego. I tak niektóre wersje pociągów Pendolino (znamionowa prędkość maksymalna 250 km/h) dla systemu zasilania 3 kV mają mniejsze prędkości maksymalne. Np. czeskie Pendolino ma prędkość maksymalną 230 km/h. Także pociągi dużej prędkości klasy 1. mają ograniczenia prędkości dla systemu 3 kV, np. ICE 3

(220 km/h zamiast 330 km/h przy 15 kV AC) lub TGV (230 km/h zamiast 320 km/h przy 25 kV AC). Także najnowsze generacje pociągów serii 120 i 130, zakupione przez koleje hiszpańskie Renfe, mają prędkości maksymalne 250 km/h dla systemu zasilania 25 kV AC i 220 km/h dla systemu 3 kV DC.

Grupa pociągów Pendolino bez mechanizmu przechyłu nadwozia Zunifikowana oferta Pendolino

Zdobyte doświadczenia w eksploatacji pociągów serii Pendolino umożliwiły wypracowanie przez producenta taboru, Alstom, oferty rodziny pociągów o średnich prędkościach od 200 do 250 km/h, już bez mechanizmu przechyłu, zbytecznego w większości warunków eksploatacji. Cechą charakterystyczną tych pociągów jest ich lekka konstrukcja w wyniku zastosowania nadwozia wykonanego z aluminium. Napęd jest rozłożony w poszczególnych wagonach na dużej liczbie osi (około 50%), w wyniku czego – przy stosunkowo małej zainstalowanej mocy – parametry trakcyjne pociągów są bardzo dobre.

Możliwe konfiguracje pociągów przedstawiono na rysunku 1. Pociągi tej koncepcji zostały zakupione w większej liczbie przez koleje hiszpańskie i chińskie.







Serie 104/105 kolei Renfe

Pierwszą z konstrukcji jest pociąg kolei hiszpańskich o nazwie zespołów Alaris (oznaczenie kolejowe Renfe S-104). Pociągi te są przeznaczone do ruchu międzyregionalnego na krótsze odległości, uzupełniając sieć klasycznych pociągów dużej prędkości (300 do 350 km/h).

Z punktu widzenia klasyfikacji według specyfikacji TSI można je traktować jako pociągi dużej prędkości klasy 1., ale dla systemu zasilania 25 kV AC. Ich wersje dla systemu 3 kV mają prędkość maksymalną tylko 220 km/h, tak więc ich wykonanie dla tego systemu można byłoby kwalifikować jako pociągi klasy 2. Należy jednak wziąć pod uwagę, że konstrukcje mechaniczne tych pojazdów są dostosowane do większych prędkości, co ma odbicie w kosztach pojazdu. Mimo że nie są to typowe konstrukcje klasy 2., do analiz porównawczych zostaną rozważone w tej części opracowania.

Konstrukcja pociągów S-104 jest oparta na konstrukcji pociągów Pendolino z przechylnym nadwoziem. Pierwsza seria tych pociągów (oznacz. 490) z przechylnym nadwoziem została dostarczona przez konsorcjum Alstoma i CAF dla kolei Renfe w 1999 r. w liczbie 10 szt. Prędkość maksymalna tych zespołów wynosi 220 km/h i są przeznaczone do zasilania z sieci 3 kV DC (moc 1960 kW).

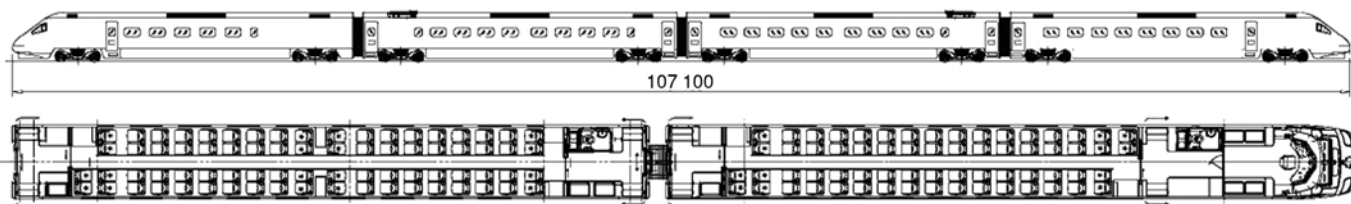
Kolejny kontrakt, z 2001 r., opiewał na 20 zespołów 4-wagonowych, ale już bez mechanizmu przechyłu. Ich konstrukcja była analogiczna, jak dostarczonych w 1999 r. dziesięciu pociągów z przechylnym nadwoziem serii 490. Dostawę zrealizowano w latach 2003–2005. Drugą partię zespołów (S-105) zamówiono w 2004 r. i dostarczano w liczbie 13 szt. począwszy od 2007 r. Obie

| Konfiguracja pociągu | Oznaczenie | Długość [m] | Pojemność standard. | Pojemność maks. |
|---|------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|
|  | NP 4 | 109 | 216 | 292 |
|  | NP 5 | 135 | 272 | 318 |
|  | NP 6 | 161 | 352 | 406 |
|  | NP 7 | 187 | 432 | 494 |
|  | NP 8 | 214 | 512 | 582 |
|  | NP 9 | 240 | 568 | 638 |
| Długość siedzeń [mm] | Klasa 1. | vis a vis w jednym kierunku | 2000 | 2000 |
| | Klasa 2. | vis a vis | 950 | 950 |
| | | w jednym kierunku | 1900 | 1900 |
| | | | 900 | 870 |

Rys. 1. System modułów pociągów grupy Pendolino

CM1 - wagon sterowniczy, klasa 1., 44 miejsca do siedzenia; M1 - wagon silnikowy, klasa 1., 56 miejsc do siedzenia; TR2 - wagon doczepny, klasa 2., 24 miejsca do siedzenia + bar; M2 - wagon silnikowy, klasa 2., 80 miejsc do siedzenia; CM2 - wagon sterowniczy, klasa 2., 66 miejsc do siedzenia; TT2 - wagon doczepny, klasa 2., 80 miejsc do siedzenia

Źr. Alstom



Rys. 2. Schemat zespołu Alaris (S-104)

Źr. Alstom

dostawy dotyczą taboru na system zasilania 25 kV AC i prędkość maksymalną 250 km/h.

Producentem zespołów jest Alstom w kooperacji z hiszpańskim CAF. Pudła wagonów z profili aluminiowych wykonano przez CAF w Hiszpanii. Każdy wagon ma dwie pary drzwi szerokości 800 mm. Pociąg jest wyposażony w cztery toalety, w tym w jedną dla osób z ograniczoną mobilnością.

Każdy z wagonów ma własny napęd. W zespole zamontowano osiem silników trakcyjnych, po dwa silniki (zestawy napędne) na jeden wagon. Moc jednostkowa na masę wynosi 18 kW/t.

Zespoły mogą być eksploatowane w trakcji wielokrotnej.

Schemat zespołu przedstawiono na rysunku 2, a zasadnicze dane techniczne zawarto w tabeli 1.

Tabela 1

Główne parametry techniczne zespołu Alaris seria 104 (105)

| | | |
|-----------------------|---------------------|---|
| Długość zespołu | [m] | 107,1 |
| Długość wagonów | [m] | 27,65/25,90 |
| Wysokość podłogi | [mm] | 1250 |
| Masa | [t] | 225/248 (normalna ładowność) |
| Nacisk osi maksymalny | [t] | 17 |
| Liczba miejsc | | 236 (w tym 31 w klasie 1.) |
| Zasilanie | [kV; Hz] | 25; 50 |
| Moc | [kW] | 4000 |
| Przyspieszenie | [m/s ²] | 0,72 (0–100 km/h); 0,5 m/s ² (przy 250 km/h) |
| Siła trakcyjna | [kN] | 212 |
| Prędkość maksymalna | [km/h] | 250 (25 kV AC) |



Fot. 1. Montaż pierwszych zespołów S-104 w zakładach CAF

Fot. J. Peña

Serie 120/120MD kolei Renfe

Pierwsze zespoły serii 120 wyprodukowane w kooperacji Alstom z CAF zostały oddane do eksploatacji w 2006 r. Ich konstrukcja jest analogiczna, jak zespołów serii 104/105, ale różnią się od nich dodatkowym:

- systemem zmiany rozstawu kół 1435/1668 mm,
- napięciem zasilania 3 kV DC.

Prędkość maksymalna, dla napięcia zasilania 3 kV DC, wynosi tylko 220 km/h.

Ogółem w latach 2006–2007 dostarczono 28 zespołów tej serii.

W latach 2007–2008 będzie dostarczonych także 29 zespołów serii 120MD, o tych samych parametrach technicznych.



Fot. 2. Zespół serii 120

Fot. F. Aranda

Tabela 2

Główne parametry techniczne zespołu Alaris seria 120 (120MD)

| | | |
|-----------------------|---------------------|--|
| Długość | [m] | 106,23 |
| Długość wagonów | [m] | 27,35/25,78 |
| Wysokość podłogi | [mm] | 1300 |
| Masa | [t] | 225/248 (normalna ładowność) |
| Nacisk osi maksymalny | [t] | 17 |
| Liczba miejsc | | 237 (w tym 31 w klasie 1.) |
| Zasilanie | | 25 kV 50 kV/3 kV DC |
| Moc | [kW] | 4000 (25 kV AC); 2700 (3 kV DC) |
| Przyspieszenie | [m/s ²] | 0,72 (0–100 km/h); 0,5 (przy 250 km/h) |
| Siła trakcyjna | [kN] | 212 |
| Prędkość maksymalna | [km/h] | 250 (25 kV DC); 220 (3 kV DC) |

Seria CA250 dla kolei chińskich

Aktualnie realizowany jest przez Alstom kontrakt dla Chin na 60 zespołów 8-wagonowych o oznaczeniu CA250 na prędkość maksymalną 200 km/h dla systemu zasilania 25 kV AC. Zespoły te są przeznaczone do obsługi linii Pekin – Qingdao.

Umowę na dostawę zespołów pomiędzy Alstom a kolejami chińskimi (CR) podpisano w 2004 r. Na jej podstawie Alstom ma dostarczyć stronie chińskiej 3 kompletne zespoły CA250 i 6 takich zespołów w częściach, do zmontowania w fabrykach chińskich. Pozostałych 51 zespołów będzie zmontowane w Chinach na podstawie licencji.

Zespół typu CA250 oparty jest w dużej mierze na zespole Pendolino, jednak nie będzie on wyposażony w układ przechyłu.

Pudła zespołów CA250, z pneumatycznym zawieszeniem drugiego stopnia, są podobne do drugiej partii zespołów typu S-104 i oparte na konstrukcji zespołów Pendolino SM3 na tor 1524 mm, zbudowanych dla fińskich kolei VR o szerszej skrajni. Silniki trakcyjne i układy sterowania są podobne do zastosowanych w zespołach Pendolino, budowanych aktualnie dla kolei Trenitalia i Pendolino Cisalpino (Pendolino IV generacji).

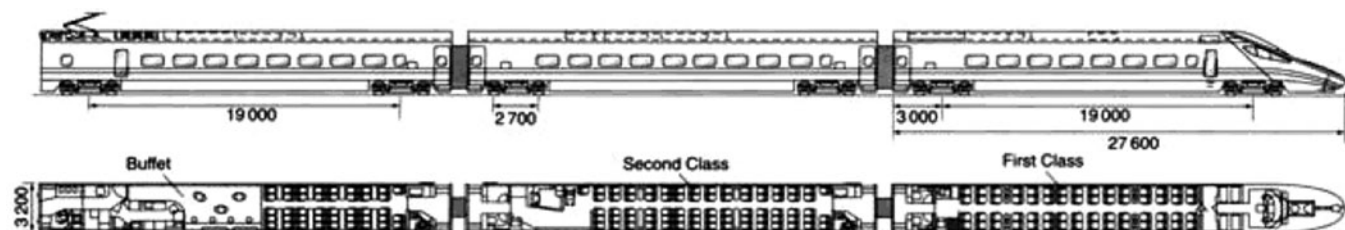
Masa zespołów wynosi 492 t (w stanie załadowanym). Nacisk maksymalny na oś wynosi 17 t.

Zespół CA250 składa się z 5 wagonów silnikowych i 3 doczepnych. W wagonach silnikowych napędzany jest jeden zestaw kołowy w każdym z wózków. Przeniesienie napędu odbywa się za pomocą wału Kardana od silnika zawieszono poprzecznie pod pudłem wagonu, czyli z zastosowaniem typowego rozwiązania stosowanego w zespołach Pendolino. Moc znamionowa zespołu wynosi 5500 kW. Aparatura pomocnicza jest zespólna z urządzeniami obwodu głównego. Zastosowano urządzenia na elementach IGBT, chłodzone wodą. Przyspieszenie rozruchu zespołów CA250 wynosi 0,5 m/s². Pierwszy pociąg CA250 oddano do eksploatacji w 2007 r.



Fot. 3. Zespół serii CA250

Fot. Alstom



Rys. 3. Schemat zespołu CA250

© RfBI 2006.

Źr. Alstom

Tabela 3

Główne dane zespołu trakcyjnego typu CA250 dla kolei chińskich

| Układ wagonów | | SSDSDDSS |
|--------------------------------|----------|--------------------------|
| Zasilanie | [kV; Hz] | 25; 50 |
| Szerokość wagonu | [mm] | 3200 |
| Wysokość wewnętrzna | [mm] | 2285 |
| Wysokość podłogi | [mm] | 1270 |
| Odległość między osiami wózków | [mm] | 1900 |
| Baza wózka | [mm] | 2700 |
| Średnica koła nowego/zużytego | [mm] | 890/810 |
| Prędkość maksymalna | [km/h] | 200 |
| Nacisk na oś maksymalny | [t] | 17 |
| Masa w stanie załadowanym | [t] | 492 |
| Siła początkowa przy rozruchu | [kN] | 302 |
| Moc znamionowa | [kW] | 5500 |
| Liczba miejsc do siedzenia | | 622 + 1 wózek inwalidzki |

Gardermoen Express i zespoły Intercity kolei norweskich

W 1998 r. spółka eksploatująca połączenie kolejowe długości 48 km z Oslo na nowe lotnisko zakupiła do jego obsługi 16 pociągów o prędkości maksymalnej 210 km/h u producenta Adtranz, później przejętego przez Bombardiera. Zespoły składają się z 3 wagonów o pojemności 170 miejsc do siedzenia. Każdy wagon ma jeden wózek napędny i jeden toczny. Moc ciągła silników wynosi 325 kW, a moc całego pociągu – 1950 kW. Wyposażenie wnętrza dla pasażerów jest na poziomie pociągu regionalnego. Nadwozia wagonów wykonano ze stali nierdzewnej.

Na bazie tego zespołu powstała seria (oznacz. kolejowe BM73) 4-wagonowych pociągów klasy Intercity do obsługi połączeń na północ od Oslo. Ogółem zamówiono 16 zespołów, ale z mechanizmem przechyłu nadwozia. Ich dostawa nastąpiła w 1999 r. W 2002 r. dostarczono kolejnych 6 zespołów takiej samej konstrukcji, o oznaczeniu BM73B. Zespoły te mają tylko po jednej parze drzwi na wagon – zespoły Gardermoen Express mają po dwie pary drzwi.

Także w tym zespole wykorzystano taką samą koncepcję napędu – jeden wózek napędny z dwoma silnikami na każdy wagon. Łączna moc zespołu wynosi 2600 kW

Pociągi BM73 wyposażone zostały w system przechyłu nadwozia z hydraulicznym napędem, oparty na stosowanej w Szwecji konstrukcji w pociągach X-2000.

Na bazie tego zespołu została przygotowana przez ówczesną firmę Adtranz oferta pociągu z wychylnym pudłem dla PKP (nazwa Fala) i Norwegii. Adtranz nie otrzymał jednak tego zamówienia i wybrana została oferta pociągów Pendolino, która nie została jednak zrealizowana.



Rys. 4. Schemat zespołu BM73

Źr. Bombardier

Tabela 4

Podstawowe parametry techniczne pociągów BM73 i BM73B

| | | |
|----------------------------|----------|------------|
| Długość | [m] | 108 |
| Masa | [t] | 208 |
| Maksymalny nacisk na oś | [t] | 16,5 |
| Zasilanie elektryczne | [kV; Hz] | 15; 16 2/3 |
| Moc | [kW] | 2600 |
| Maksymalne przyspieszenie | [m/s] | 0,6 |
| Liczba miejsc do siedzenia | | 220 |
| Wysokość podłogi | [mm] | 1150 |



Fot. 4. Zespół serii BM73, stacja Kristiansand, Norwegia (10.04.2005) Fot. K. Föhl

Talgo XXI

Koncepcja zespołów Talgo XXI opiera się na doświadczeniach firmy z pociągami zespołowymi składającymi z krótkich wagonów opartych na wspólnych kołach bez osi. Zestawy takie są eksploatowane od dziesiątków lat, ale z napędem lokomotywy. Dopiero w pociągach dużej prędkości klasy 1. (Talgo 350) w zestawie z takimi wagonami wprowadzono dwie jednostki napędowe na końcach pociągu. Taka sama koncepcja została zastosowana w zespołach Talgo XXI.

Koleje hiszpańskie Renfe zamówiły 45 takich pociągów (oznac. kolejowe seria 130) z opcją zakupu 4 dalszych. Pierwsza dostawa 16 zespołów nastąpiła w 2007 r.

Według oferty Talgo zespoły Talgo XXI mogą być wyposażone w system zmiany rozstawu kół stosownie do szerokości toru oraz w system pasywnego przechyłu nadwozia. W system ten są wyposażone zespoły serii 130.

Wagony w zespole Talgo XXI są krótsze i niższe od standardowych wagonów – mają długość 15,3 m. W pociągu serii 130 zestawionych jest 11 wagonów tego typu (tzw. seria 7).

Jednostki napędowe do zespołów serii 130 dostarczył Bombardier. Są to 4-osiove lokomotywy jednokabinowe o mocy 2,4 MW każda. Całkowita moc pociągu wynosi 4,8 MW. W koncepcji pociągów Talgo XXI założono, że jako jednostki napędowe mogą być stosowane także lokomotywy z silnikiem spalinowym.

Prędkość maksymalna pociągu wynosi 220 km/h (zasilanie 3 kV DC) i 250 km/h (zasilanie 25 kV AC).

Zespoły Talgo 22

Zespoły piętrowe Talgo 22 mają ten sam układ wagonów i taką samą koncepcję układów biegowych co 1-poziomowe zespoły Talgo XXI, a więc dwie jednostki napędowe na końcach pociągu o mocy 1,7 do 3,2 MW każda (stosownie do długości zamawianego pociągu i jego prędkości maksymalnej) i zestaw sprzężonych wagonów bez napędu własnego. Wagony te są sprzęgnięte ze sobą i mają wspólne oparcie na umieszczonych między nimi pojedynczych kołach (bez osi). Katalogowa prędkość maksymalna – od 140 do 200 km/h.

Zespół znajduje się w ofercie dla kolei fińskich.



Fot. 5. Zespół serii 130

Fot. J. Peña

Zespoły trakcyjne piętrowe Coradia Duplex

Są one przeznaczone do przewozów międzyregionalnych do 200 km/h. Jest to oferta firmy Alstom oparta na bazie doświadczeń z pociągami TGV Duplex i TER2N. Pociągi można składać z wybranej liczby wagonów od 2 do 7 (możliwe konfiguracje przedstawiono na rys. 7). Każdy z wagonów ma jeden wózek toczny i jeden napędny, a więc zwiększanie liczby wagonów w zespole nie pogarsza charakterystyk trakcyjnych.

Dotychczas pociągi Coradia Duplex zamówiły:

- SNCF, 420 wagonów z opcją na dodatkowe w konfiguracjach 2–5 wagonów w zespole, prędkość maksymalna 160 km/h (w tym z opcją dla systemu 3 kV);
- CFL (Luksemburg), 12 zespołów 3-wagonowych, prędkość maksymalna 160 km/h;
- SJ (Szwecja), w różnych konfiguracjach do 4 wagonów w zespole, prędkość maksymalna 200 km/h; dotychczas weszło do eksploatacji 16 zespołów 2-wagonowych i 27 trzywagonowych; oznaczenie zespołów X-40; moc zespołów: 800 kW na jeden wagon; pojemność: 2-wagonowy – 120 miejsc + 17 w klasie 1. i 3-wagonowy – 210 miejsc + 17 w klasie 1.

Wyposażenie przedziałów dla pasażerów w wersji dla SNCF i CFL odpowiada standardowi pociągów regionalnych, a dla kolei SJ dla pociągów Intercity. Wersja dla 200 km/h jest droższa



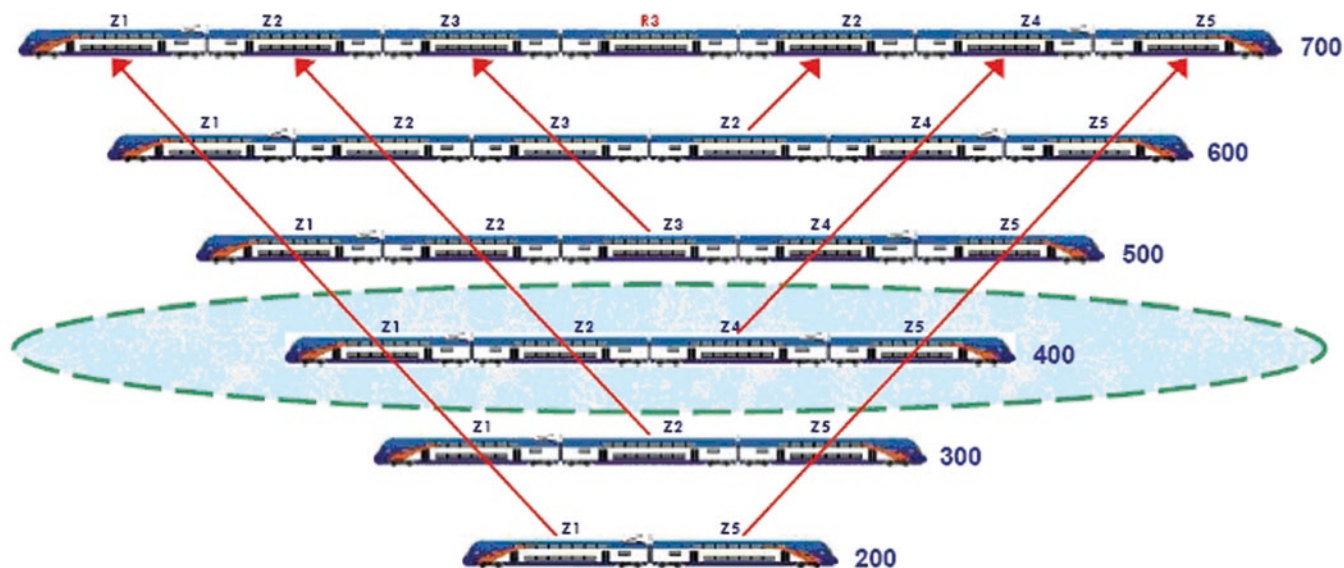
Rys. 5. Schemat zespołu Talgo 22

Źr. Talgo



Rys. 6. Układ osi napędnych (kolor czerwony) w zespole Coradia Duplex (wersja dla kolei szwedzkich)

Źr. Alstom



Rys. 7. Możliwe konfiguracje pociągów Coradia Duplex

Źr. Alstom



Fot. 6. Zespół X-40

Fot. Alstom

o około 12% w stosunku do wersji na 160 km/h z powodu konieczności wzmocnienia układu hamulcowego i biegowego.

Zespół 4-wagonowy na prędkość 200 km/h ma 400 miejsc do siedzenia i moc zainstalowaną 3200 kW.

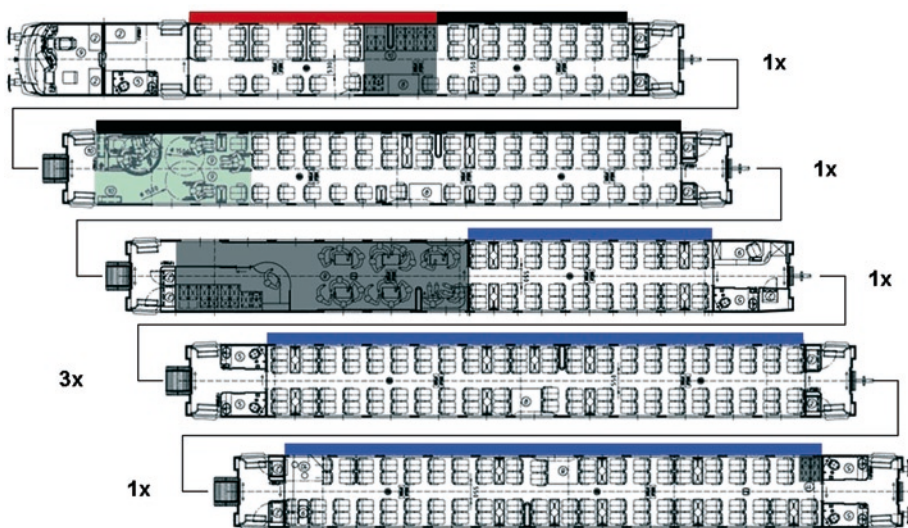
Także dla tej konstrukcji pociągów producent przedstawił unifikowaną ofertę dla różnych ich konfiguracji (rys. 7).

Pociągi zestawione z lokomotywy i wagonów – Railjet kolei austriackich (ÖBB)

W kategorii pociągów złożonych z klasycznych wagonów i lokomotywy dominują rozwiązania z wagonami jednopokładowymi klasy Z1. Wagony piętrowe są stosowane na szerszą skalę w pociągach Intercity w Szwajcarii w systemie *push-pull* (pociągi IC2000).

Do pociągów tych wykorzystywane są lokomotywy o mocy około 6 MW i prędkości maksymalnej zazwyczaj do 200 km/h.

Jedynym przypadkiem wykorzystania pociągu z lokomotywą do prędkości powyżej 200 km/h jest projekt austriackiego pociągu Railjet. W lutym 2006 r. zarząd Austriackich Kolei Federalnych (ÖBB) zatwierdził umowę z firmą Siemens na dostawę w latach 2007–2009 takich pociągów dużej prędkości do ruchu Intercity na łączną kwotę 244 mln euro. W ramach tego zamówienia Siemens ma dostarczyć w ciągu najbliższych dwóch lat 23 składy pociągów, po 7 wagonów każdy, które będą ciągnięte przez lokomotywy elektryczne typu Taurus, serii 1016, 1116 (moc 6400 kW, prędkość maksymalna 230 km/h, masa 86 t) i 1216. W każdym składzie będą wagony o trzech klasach: ekonomicznej, pierwszej i biznes. Wagony będą zbudowane na prędkość 230 km/h, z możliwością zwiększenia jej do 250 km/h. Wagony będą wzo-



Rys. 8. Typowe wagony pociągu Railjet

Źr. ÖBB



Fot. 7. Wagon klasy 2. pociągu Railjet

Źr. ÖBB



Fot. 8. Wagon klasy 1. pociągu Railjet

Źr. ÖBB

rowane na wagonach doczepnych najnowszego zespołu trakcyjnego dużej prędkości ICE 3, z hermetycznymi przejściami międzywagonowymi i odsprężynowaniem pneumatycznym.

W 2007 r. zamówiono dodatkowo 44 zestawy wagonów za łączną kwotę 540 mln euro.

Długość zestawu 7-wagonowego (w tym jeden wagon czołowy sterowniczy) będzie wynosić 185,5 m, a masa 330 t. Liczba miejsc do siedzenia będzie wynosić 421, w tym w klasie:

- ekonomicznej 329,
- pierwszej biznes 76,
- premium 16.

W koncepcji pociągów Railjet założono zestawienie pociągów z 5 do 10 wagonów, w zależności od potrzeb przewozowych.

Koncepcja pociągów Venturio

Siemens opracowuje obecnie koncepcję modułowego pociągu o nazwie Venturio, która ma spełnić oczekiwania operatorów w zakresie zespołów trakcyjnych na prędkości maksymalne od 160 km/h do 250 km/h. Z założenia będą to więc pociągi dużej prędkości klasy 2. jako uzupełnienie oferty pociągów klasy 1. serii Velaro (ICE 3 Niemczech). Moc napędu, liczba wagonów oraz prędkość maksymalna będą dobierane stosownie do wymagań zamawiającego.

Podstawowe założenia konstrukcyjne dla pociągów Venturio są następujące:

- liczba wagonów zespołu – od 3 do 7 (opcjonalnie 8 lub 9),
- rodzaj napędu – elektryczny (15 kV, 15 KV, 3 kV DC) lub spalinowy (z przekładnią elektryczną),
- prędkości maksymalne – 160–250 km/h,
- opcjonalnie wyposażenie w system przechwytu nadwozia.

Koncepcja pociągów Zefiro

Bombardier przedstawił koncepcję platformy pociągów dużej prędkości o prędkościach maksymalnych od 200 km/h do 350 km/h. Pociągi składałyby się z modułów 4-wagonowych długości 100 m każdy. Liczba modułów pociągu zależna byłaby od potrzeb zamawiającego.

Oferta pokrywa zakres prędkości zarówno dla pociągów klasy 1., jak i klasy 2.

Pierwsze zamówienie na pociągi koncepcji Zefiro zostało złożone przez koleje chińskie w październiku 2007 r. Otrzymała je spółka joint venture Bombardier Sifang Power (Qingdao) Transportation Ltd. (BSP). Opiewa ono na czterdzieści 16-wagonowych składów (za około 1 mld euro) długości 430 m.



Fot. 9. Wagon klasy Premium pociągu Railjet

Źr. ÖBB



Fot. 10. Koncepcja pociągu Venturio

Źr. Siemens

Zespoły będą miały prędkość maksymalną 250 km/h. Dwadzieścia zespołów będzie przeznaczonych do obsługi potąceń nocnych i będą mieć wnętrza sypialne.

Pozostałe 20 zespołów stanowiąc będą unowocześnione 16-wagonowe wersje 8-wagonowych, które są obecnie dostarczane MK w ramach realizacji zamówień złożonych w maju 2005 r. i październiku 2004 r.



Fot. 11. Koncepcja pociągu Zefiro

Źr. Bombardier

Pierwsze dostawy nowych pociągów zaplanowane są na luty 2009 r. Dostawa ostatnich pociągów z tego kontraktu spodziewana jest na sierpień 2010 r.

Zapotrzebowanie na pociągi dużych prędkości w Polsce

W planach rozwoju sieci kolejowej w Polsce przewidziane jest dla szybkich pasażerskich połączeń utworzenie sieci nowych i zmodernizowanych linii o prędkościach maksymalnych:

- 300 km/h i więcej: nowa linia Warszawa – Łódź – Wrocław/Poznań oraz zmodernizowana linia CMK Warszawa – Katowice/Kraków;
- 200 km/h (przynajmniej częściowo): Wrocław – Poznań – Szczecin, Warszawa – Gdańsk, Warszawa – Białystok oraz nowa linia z Krakowa w kierunku Zakopanego i Krynicy;
- 160 km/h: Zgorzelec – Legnica – Wrocław – Katowice – Kraków – Przemyśl, Katowice – Zebrzydowice, Warszawa – Radom, Rzepin – Poznań – Warszawa – Terespol oraz inne analizowane linie.

Biorąc pod uwagę relacje pociągów pojawi się więc zapotrzebowanie na nowy tabor o prędkościach maksymalnych:

- 200 km/h, które będą kursować także na liniach o prędkościach niższych;
- 300–350 km/h, dla linii dużych prędkości i połączeń z nimi związanych.

Rozważenia wymaga potencjalne zapotrzebowanie na pociągi o prędkościach maksymalnych 160 km/h dla sieci połączeń uzupełniających. Nie ma natomiast już uzasadnienia zakupu pociągów na prędkość 250 km/h, co planowano w latach poprzednich, a stało się nieaktualnie z chwilą podjęcia decyzji o modernizacji linii CMK do prędkości większej niż 250 km/h i budowie nowej linii dużej prędkości Warszawa – Łódź – Wrocław/Poznań.

Z analizy rynku nowego taboru w Europie i potrzeb przewoźnych w Polsce wynika, że zakupy taboru powinny koncentrować się na zespołach trakcyjnych o pojemności około 350 miejsc (około 7 wagonów). Nie ma bowiem w Polsce parku odpowiednich lokomotyw, które uzasadniałyby decyzję o zakupie do nich wagonów. Obecnie tylko 47 lokomotyw ma prędkość maksymal-

ną 160 km/h i brak jest lokomotyw o prędkości 200 km/h. W tej sytuacji najbardziej optymalnym wyjściem będzie zakup zespołów trakcyjnych.

W przypadku taboru o prędkości maksymalnej 200 km/h wystarczającą mocą zespołu trakcyjnego o około 7 wagonach będzie 4 MW, z udziałem około 50% osi napędnych. Takie parametry pozwolą na eksploatację takich pociągów na linii CMK nawet bez potrzeby modernizacji obecnego systemu zasilania trakcyjnego. W przypadku zakupu zespołów o prędkości maksymalnej 160 km/h wystarczającą będzie moc zespołu 3 MW, co umożliwi także jego eksploatację na liniach o słabszych systemach zasilania.

Mimo daleko posuniętej standaryzacji taboru w Europie, podjęcie decyzji o sporządzeniu specyfikacji na jego zakup wymaga uwzględnienia lokalnych warunków eksploatacyjnych i potrzeb przewoźnych. Jak poważne mogą być skutki błędów w specyfikacji świadczy przykład zespołu ED74 zamówionego przez PKP Przewozy Regionalne do obsługi relacji Warszawa – Łódź, która jest jednym z najważniejszych połączeń międzyregionalnych w Polsce. Zespoły te spotkały się z wyjątkowo negatywną oceną ze strony pasażerów. Wyjątkowo niski, oszczędnościowy komfort nie spełnia oczekiwań pasażerów, przy stosunkowo długiej – nawet po modernizacji linii – podróży, czyniąc ją bardzo uciążliwą.

Popelnione jednak zostały także inne poważne błędy, które wpłyną na zwiększenie kosztów eksploatacji, takich jak zakup krótkich zespołów, które będą eksploatowane zawsze po dwa razem (niepotrzebny koszt dodatkowych kabin maszynisty i kosztownych systemów zabezpieczenia ruchu), nierozłożenie napędu na większą liczbę osi (w efekcie większa moc zainstalowana, energochłonność i gorsze warunki hamowania rekuperacyjnego), brak drzwi do przedsiónek (większe straty ciepła przy otwartych drzwiach na postojach na stacjach), brak żaluzji przeciwsłonecznych w bardzo dużych oknach (oprócz znacznego dyskomfortu dla pasażerów także znaczne nagrzewanie przedziałów i zbyteczne dodatkowe straty na klimatyzację). Lista błędów jest znacznie większa, a ich przestudiowanie jest zalecane przed przygotowaniem specyfikacji na kolejne zakupy taboru. Nie została tym samym wykorzystana szansa wypracowania krajowej konstrukcji pociągu do szybkich połączeń międzyregionalnych w Polsce i to z dofinansowaniem ze środków unijnych.

□

Autor

mgr inż. Jan Raczyński

Członek Grupy Studiów SG-5 Tabor trakcyjny Platforma Badania i Rozwój w UIC

Ekspert w grupie roboczej Europejskiej Agencji Kolejowej

ds. Specyfikacji TSI Lokomotywy i zespoły trakcyjne (z mandatu Wspólnoty Kolei Europejskich CER)

PKP CARGO S.A.