



Marek Graff

Pociągi TGV Thalys na liniach dużych prędkości w Belgii i Holandii

TGV Thalys PBA 4533, Dordrecht, Holandia (18.05.2008 r.)

Fot. Raymond Kiès

Pomysł nowych pociągów łączących Paryż, Brukselę, Amsterdam i Kolonię powstał już w latach 80. XX w. w ramach porozumienia pomiędzy kolejami francuskimi (SNCF), belgijskimi (SNCB/NMBS), holenderskimi (NS) i niemieckimi (DB). Parametry pociągu, który miał kursować na nowej trasie, ostatecznie zaakceptowano w kwietniu 1990 r., kiedy to powołano dwie grupy robocze, z których pierwsza zobowiązała się przystosować francuski superekspres TGV, a druga – niemiecki ICE do postawionych wymagań.

W styczniu 1991 r. projektowanie nowego pociągu przypadło niezależnie od siebie dwóm konsorcjom – GEC Alstom (TGV) i Siemens (ICE). W trakcie szczegółowej dyskusji w czerwcu 1992 r. zdecydowano, że beneficjentem kontraktu będzie GEC Alstom, który to wyprodukuje 27 nowych jednostek. Jedną z przyczyn niepowodzenia pociągu niemieckiego (ICE) był zbyt duży nacisk na oś – 19,5 t (produkowany obecnie przez Bombardiera i Siemensu ICE 3 dla DB o prędkości maksymalnej 300 km/h ma nacisk na oś ok. 16,5 t).

Ostateczne ustalone założenia techniczne dla nowych pociągów są następujące:

- prędkość maksymalna 300 km/h na liniach dużych prędkości i 220 km/h na zmodernizowanych liniach konwencjonalnych;
- przystosowanie do zasilania napięciem: 1,5 kV DC na sieci NS i SNCF, 3 kV DC – SNCB/NMBS, 15 kV 16,7 Hz – DB i 25 kV 50 Hz – SNCF;

- zamontowanie systemów bezpieczeństwa ruchu ATC (ang. *automatic train protection*): TVM430, KVB i „krokodyl” (francuskie), LZB i Indusi (niemieckie), ATB (holenderski) i TBL (belgijski); w kolejnych latach ta lista wydłużyła się o dodatkowe systemy (opcjonalnie): ETCS, RBC, TBL-2 i GSM-R’;
- każda z jednostek powinna zabierać jednorazowo do 377 pasażerów i mieć maksymalny nacisk na oś nieprzekraczający 17 t.

Ostateczne porozumienie w tej sprawie zostało podpisane w styczniu 1993 r. w Brukseli – każdy pociąg miałby osiem wagonów pasażerskich i dwa silnikowe oraz zostałby wyposażony w identyczną część mechaniczną, jak już eksploatowane przez SNCF pociągi TGV Réseau. Zdecydowano, że wagony silnikowe nowego TGV Thalys będą posiadały stanowisko maszynisty umieszczone centralnie, aby zapewnić maszyniście prowadzącemu pociąg komfortowe warunki podczas przejazdu w warunkach ruchu lewostronnego (SNCF i SNCB/NMBS) i prawostronnego (DB i NS). Kolejne szczegóły techniczne nowych pociągów były ustalane przez grupę roboczą pod kierownictwem SNCB/NMBS w trakcie rozmów i negocjacji wraz z przedstawicielami pozostałych trzech zarządów kolejowych. Ostatecznie podpisano kontrakt na 700 mln euro, według ówczesnych warunków – 4,6 mld franków francuskich, opiewający na 27 jednostek (26 mln euro za pociąg), z możliwością powiększenia o 10 kolejnych. W latach 1996–1997 dostarczono 10 jednostek trójnapięciowych i 17 czteronapięciowych. Serwisem nowych pociągów miały zajmować się lokomotywnie Le Landy w Paryżu i Forest (Sud) w Brukseli. Trudności wynikały z faktu, że nowe pociągi musiały

być nie tylko kompatybilne z czterema systemami zasilania oraz łączności, ale także kursować po liniach dużych prędkości i konwencjonalnych w czterech różnych krajach.

Jednostka napędowa

Punktem wyjścia dla projektantów pociągów były czterosystemowe krótkoseryjne lokomotywy SNCF i SNCB/NMBS, używane we Francji i Belgii seria 16 kolei belgijskich o mocy 2780 kW, układzie osi Bo'Bo', prędkości maksymalnej 160 km/h, których 8 szt. wyprodukowano w 1966 r. oraz seria 40100 kolei francuskich o mocy 4320 kW, układzie osi C'C' – 10 egzemplarzy z 1964 r. Koleje francuskie postawiły warunek, że nowy pociąg może mieć maksymalny nacisk na oś 17 t, podobnie jak wcześniejsze wersje TGV. Określa to automatycznie maksymalną masę nowej jednostki napędowej na 68 t. Urządzenie o największej masie w wagonie silnikowym TGV Thalys – transformator, otrzymał izolację klasy H i chłodzenie olejem silikonowym. To urządzenie jest identyczne z odpowiednikiem zastosowanym w TGV Réseau, czyli transformatorach przystosowanych do pracy tylko pod napięciem 25 kV. Masa transformatora, który musiał być przystosowany do pracy pod napięciem 15 kV (oprócz 25 kV) wyniosła 9 t, co stanowiło tylko nieznacznie więcej niż analogiczne urządzenia montowane we wcześniejszych wersjach TGV. Nowością było zasilanie z tego samego wtórnego uzwojenia transformatora przekształtników pomocniczych zarówno podczas pracy na napięciu 25 kV 50 Hz, jak i 15 kV 16,7 Hz. Z kolei konwersja prądu 1,5 kV DC przed doprowadzeniem ich do przekształtników głównych, pozostała identyczna, jak w już eksploatowanych jednostkach TGV Atlantique. Sterowanie silnikami – czterema trójfazowymi jednostkami synchronicznymi o mocy 1100 kW każdy, odbywa się za pomocą falowników opartych na tyrystorach GTO. Moc pojedynczego pociągu wynosi 8800 kW, a prędkość maksymalna to 300 km/h. W pociągu zamontowano aż 24 odbiorniki/anteny współpracujące z sygnalizacją kabinową, plus 2 elektroniczne tachometry dla systemu LZB. Są to czujniki: 6 dla systemu LZB, 1 Indusi, 3 ATB, 12 TVM, płyta od systemu 'krokodyl' oraz antena dla KVB. Kształt wagonu silnikowego dla jednostek trójnapięciowych Thalys zaczerpnięto z TGV Réseau, a czteronapięciowych Thalys – z TGV Duplex. Wagony pasażerskie mają identyczny wygląd do odpowiedników z TGV Réseau, nie uwzględniając oczywiście kolorystyki pudła i innego wystroju wnętrza. Część mechaniczna oraz układ stref zgniotu pociągu TGV Thalys jest identyczna jak TGV Duplex. Rozplanowanie kabiny maszynisty jest bardzo podobne, jak w TGV Réseau, z analogicznym rozmieszczeniem urządzeń. Informacje dla maszynisty są wyświetlane w trzech językach (opcjonalnie): francuskim, flamandzkim i niemieckim.

Pantograf

Największą trudnością dla inżynierów stało się opracowanie projektu pantografu (pantografów), pierwszego zdolnego współpracować z siecią 15 kV i 25 kV (jeden pantograf na każdą jednostkę napędową) oraz drugiego pantografu na prąd stały. Problem ten dotyczył tylko jednostek PBKA, ponieważ jednostki PBA otrzymały pantografy typu Faiveley GPU: zmiennoprądowy (wewnętrzny, z krótkim ślizgaczem) i stałoprądowy (zewnętrzny, z szerokim ślizgaczem), przystosowane do współpracy z siecią zelektrykowaną prądem przemiennym 25 kV 50 Hz oraz stałym 3 kV i 1,5 kV. Parametry pantografu do współpracy z siecią zelektrykowaną prądem stałym były inne: urządzenie musiało być masywniejsze



TGV Thalys PBKA 4301 opuszcza stację Amsterdam Centraal kierując się do stacji docelowej Paris Nord (13.06.2011 r.)
Fot. Raymond Kiès



Pociąg TGV Thalys PBKA nr 4332 na stacji Köln Hbf. (29.09.2010 r.)

(mieć większy przekrój) ze względu na to, że przy napięciu stałym płynie prąd o kilkakrotnie większym natężeniu (zakładając podobną moc, jaką zamierza się uzyskać na pantografie), w porównaniu z prądem przemiennym. Zjawisko to tłumaczą dwa wzory:

$$P = I U \quad (1)$$

$$W = I^2 R t = \Delta Q \quad (2)$$

gdzie

P – moc,

I – natężenie,

U – napięcie,

W – praca,

t – czas,

R – opór przewodnika,

Q – straty cieplne.

Przykładowo, aby dostarczyć tę samą moc przy napięciu 3 kV potrzeba 8-krotnie większego natężenia prądu w porównaniu z napięciem 25 kV (wzór 1). Większe natężenie oznacza większe straty cieplne (wzór 2) i większe nagrzewanie się pantografu. Zwiększając przekrój czynny pantografu, czyli zmniejszając opór R przewodnika podczas przepływu prądu (wzór 2), zmniejsza się także nagrzewanie się pantografu.

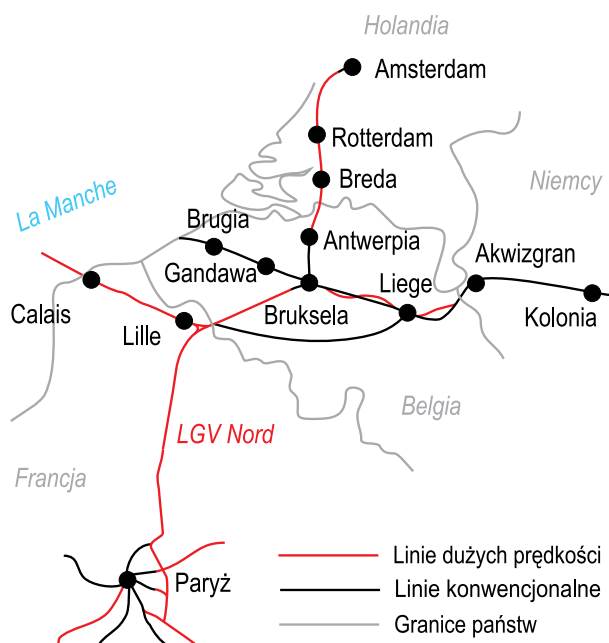
Pantograf współpracujący z siecią zelektrykowaną prądem stałym (3 kV lub 1,5 kV) z omówionych powodów powinien mieć odpowiednio duży przekrój czynny. To jednak jest problematycz-

ne: pantografy konstruowane dla pociągów dużych prędkości powinny być z jednej strony lekkie, z drugiej elastyczne, aby nie niszczyły sieci trakcyjnej przy dużych prędkościach i mieć mały przekrój. Ponadto, przepisy DB określały szerokość ślizgacza na 1950 mm, a przepisy SNCF – dla linii LGV – na 1450 mm. Po okresie prób skonstruowano pantografy uniwersalne: pierwszy, zewnętrzny, do sieci 3 kV, 1,5 kV i 15 kV i drugi, wewnętrzny, do 25 kV. Udana próba przeprowadzona we wrześniu 1993 r. na sieci DB: ślizgacze miały masę po 100 kg, nakładki ślizgowe wykonano z metalizowanego węgla i dostosowano do prądu maksymalnego 800 A. Są to pantografy półautomatyczne Faiveley Cx 25 (wewnętrzne) i Faiveley Cx 15 (zewnętrzne) wyposażone w kontrolę docisku do sieci jako funkcji: prędkości, aktualnej pozycji pociągu na szlaku, kierunku jazdy i profilu szlaku. Pantografy te zostały dopuszczone do stosowania na sieci SNCF. Postanowiono, że odbiór prądu z sieci 15 kV będzie odbywał się z tego samego pantografu (zewnętrznego), co dla sieci 3 kV (SNCB) i 1,5 kV (NS), z zastrzeżeniem, że przy jeździe pod prądem stałym podniesione są oba pantografy zewnętrzne (na dwóch wagonach silnikowych), a na liniach zelektryfikowanych prądem 15 kV – jeden, tylny i zewnętrzny pantograf. Takie rozwiązanie wynika z fak-



Pociąg TGV Thalys PBKA nr 4302 na stacji Köln Deutz (31.07.2005 r.)

Fot. Raimund Wyhnal



Schemat połączeń obsługiwanych przez TGV Thalys

tu, między innymi mniejszej mocy pociągu przy zasilaniu napięciem 3 kV DC w porównaniu z 25 kV 50 Hz podczas jazdy czy rozruchu – dla tego ostatniego odpowiednio moce chwilowe wynoszą 10 800 kW (25 kV) i 4800 kW (3 kV). Podczas jazdy pod napięciem 25 kV (SNCF, SNCB/NMBS, NS) w pociągu pracuje tylny pantograf wewnętrzny, a czołowa jednostka napędowa jest zasilana przewodem WN biegnącym po dachach wagonów.

Specyfika techniczna pociągów TGV Thalys

Każdy z czterech krajów miał odmienne przepisy kolejowe, które nowy pociąg musiał spełnić, np.:

- użycie alarmu bezpieczeństwa przez maszynistę oznaczało blokadę możliwości użycia hamulców przez pasażerów – wymogi stawiane przez DB,
- informowanie pasażerów o sytuacji awaryjnej poprzez ogłoszenie komunikatu przez głośniki lub migające światła,
- zapewnienie widoczności dla obsługi pociągu na końcu składu w przypadku prowadzenia prac torowych przez ekipy remontowe,
- zapewnienie odpowiedniej odporności na interferencje wywołanej przez jadący pociąg w stosunku do sygnalizacji szlakowej oraz zamontowanie czujników mierzących poziom interferencji i inne.

Ze względu na odmienne systemy zasilania we wszystkich czterech krajach – 25 kV 50 Hz (SNCF), 3 kV DC (SNCB/NMBS), 15 kV 16,7 Hz (DB) i 1,5 kV DC (NS i SNCF), nowy tabor przystosowano do pracy pod trzema systemami zasilania – jednostki PBA lub czterema systemami – jednostki PBKA. Zamówiono 27 składów: 10 trójnapięciowych i 17 czteronapięciowych, a odbiorcami pociągów były koleje francuskie, belgijskie i holenderskie. Koleje niemieckie wydzierżawiły od SNCB/NMBS dwie jednostki TGV Thalys. Wraz z uruchomieniem przewozów pod nowym szyldem Thalys, spółka operująca do tej pory na tym odcinku oddała kolejom SNCF wcześniej używane przezeń jednostki TGV Réseau.

Nowe pociągi TGV Thalys w stosunku do wcześniejszych TGV Réseau otrzymały nową bordowo-szarą kolorystykę, a wnętrze zaprojektowali styliści z holenderskiego salonu „Total Design”. Każda jednostka składa się z trzech wagonów 1. klasy, wagonu barowego i czterech wagonów 2. klasy oraz dwóch wagonów silnikowych. Liczba miejsc pasażerskich wynosi w 1. klasie 118 (jednostki francuskie) lub 120 (jednostki belgijskie i holenderskie), natomiast w 2. klasie – 256 (jednostki francuskie) lub 257 (jednostki belgijskie i holenderskie), czyli ogółem 377 (374) miejsc oraz 4 miejsca dla obsługi. Dodatkowo 16 miejsc znajduje się w wagonie barowym. W 1. klasie miejsca pasażerskie oddzielone są od siebie przezroczystą ścianą, biegnącą w okolicach środka wagonu, a na końcu wagonu znajduje się przedział dla sześciu osób. Zadbano także o takie udogodnienia dla pasażerów, jak miejsce zabaw dla małych dzieci, czy osobne pomieszczenie do przewijania niemowląt. Przedziały pasażerskie i obie kabiny maszynisty zostały odpowiednio uszczelnione w celu zminimalizowania fali powietrza powstającej przy wjeździe do lub wyjeździe z tunelu podczas jazdy z dużą prędkością. Pociągi Thalys obecnie przechodzą modernizację wnętrza i zostały wyposażone w system ETCS 2. Dane techniczne i statystyczne TGV Thalys podano w tabelach 1 i 2.

TGV Thalys podczas pracy pod napięciem 25 kV 50 Hz jest w stanie utrzymać prędkość 300 km/h, przy której występują opory ruchu rzędu 62 kN, nawet przy wyłączeniu jednej pary sil-

ników w wagonie napędowym. Przy ruszaniu pociągu Thalys TGV pod wzniesieniem 30–50‰ (siła pociągowa rzędu 200 kN) również jest możliwe wyłączenie jednej pary silników. Podczas jazdy pod napięciem 15 kV 16,7 Hz realnie jest utrzymanie prędkości 250 km/h, choć producent zalecił prędkość nie większą niż 220 km/h.

Tabela 1

Charakterystyka techniczna pociągów TGV Thalys (PBA/PBKA)

Zestawienie pociągu	S+8D+S		
Poszycie pudła	stalowe		
Długość całkowita	200 190 mm		
Szerokość maksymalna	2900 mm		
Długość wagonów silnikowych	22 158 mm		
Długość wagonów pasażerskich	D1 i D8	21 845 mm	
	D2–D7	18 700 mm	
Średnica kół w osiach	napędnych	920 mm	
	tocznych	910 mm	
Masa bez pasażerów (PBA/PBKA)	388 t/383 t		
Prędkość maksymalna	300 km/h		
Zamontowane systemy bezpieczeństwa ruchu	PBA	TVM430, KVB, TBL, ATB	
	PBKA	TVM430, KVB, ATBL, LZB, Indusi	
Nacisk na oś	17 t		
Napięcie pracy	PBA	AC: 25 kV; DC: 1,5 kV, 3 kV	
	PBKA	AC: 25 kV, 15 kV; DC: 1,5 kV, 3 kV	
Moc przy napięciu	PBA	3 kV, 1,5 kV	3680 kW
		25 kV	8800 kW
	PBKA	3 kV	5160 kW
		15 kV, 1,5 kV	3680 kW
	25 kV	8800 kW	

Oferta przewozowa

Oferta przewozowa spółki Thalys została wkrótce rozszerzona, początkowo pod koniec grudnia 1997 r. na okres jednego tygodnia, a od kwietnia 1998 r. na stałe w weekendy, przez uruchomienie połączenia Bruksela – Aéroport Charles de Gaulle TGV (stacja TGV obsługująca lotnisko pod Paryżem) – Marne-a-Vallée (316 km), czyli zapewnienie połączenia stolicy Belgii z paryskim Disneylandem (od 2009 r. to połączenie obsługują poc. TGV kolei francuskich). W 1997 r. pociągi TGV Thalys (i wcześniej TGV Réseau) miały 40% udziałów w przewozach między Paryżem i Brukselą i 48% w 1999 r. w stosunku do 24% w 1993 r., czyli można powiedzieć, że wprowadzenia pociągów dużych prędkości między tymi stolicami było sukcesem.

Wraz z zwiększeniem prędkości między Amsterdamem a Brukselą (po otwarciu linii HSL Zuid), a także Amsterdamem a Paryżem, zwiększeniu uległa także liczba par pociągów kursujących między tymi miastami. Pociągi Thalys docierają obecnie z Paryża przez Brukselę do:

- Kolonii przez Liège (Luik) i Akwizgran,
- Amsterdamu przez Antwerpię, Rotterdam,
- Ostendy przez Brugię i Gandawę,
- położonych we francuskich Alpach ośrodków narciarskich, jako Thalys Neige (Śnieżne Thalys):
 - Chambéry,
 - Albertville,
 - Aime la Plagne,
 - Moutiers,
 - Landy,
 - Bourg St. Maurice,



E186 z pociągiem pasażerskim relacji Bruksela – Amsterdam na przedmieściach Antwerpii (29.04.2008 r.)
Fot. Raymond Kiès



Pociąg TGV Thalys PBA nr 4536 na stacji Paris Nord (14.06.2002 r.)

Fot. Rafał Tomasiak



Pociąg TGV Thalys PBA nr 4540 na stacji Amsterdam Centraal (25.08.2000 r.)

- miejscowości na Lazurowym Wybrzeżu i Prowansji, jako Thalys Soleil (Słoneczne Thalys)
 - Marsylii,
 - Awinionu.

Przewozy z udziałem pociągów TGV Thalys po linii HSL Zuid zainaugurowano w grudniu 2009 r., początkowo na odcinku Am-

sterdam Schiphol Airport – Rotterdam z prędkością 160 km/h i Rotterdam – Antwerpia – z prędkością 300 km/h, a przystosowanie północnego odcinka do prędkości 300 km/h jest planowane na lata 2011–2012, po zamontowaniu systemu ETCS 2 w miejsce ECTS 1. Obecnie czas jazdy Paryż – Bruksela wynosi

1 godz. 25 min, Paryż – Amsterdam – 3 godz. 18 min, Paryż – Kolonia – 3 godz. 14 min.

W lutym 2009 r. na terenie zajezdni Forrest w Brukseli zaprezentowano pierwszy zmodernizowany (za 1,8 mln euro) pociąg TGV Thalys. Modernizacja całej floty – 26 pociągów ma zostać zrealizowana w okresie około dwóch lat, a wykonawcą byłby zakłady naprawcze SNCF Technicentre Hellemmes w pobliżu Lille. Do dotychczasowych barw – bordowej i szarej dodano linię chromową, biegnącą na zewnątrz pociągu. Modernizacji poddano także wnętrze – wagony obu klas oraz wagon barowy, używając czerni Bordeaux, jasnego różu i barw ciemnych bakłażanów.



Pociąg TGV Thalys PBA nr 4538 jako pociąg nr 9345 relacji Paris Nord – Amsterdam CS na stacji Rotterdam Lombardijen (12.06.1998 r.) Fot. Raymond Kiës

Zespoły Fyra na liniach dużych prędkości w Belgii i Holandii

Pociągi TGV Thalys nie będą jedynymi pojazdami dużych prędkości poruszającymi się po HSL-Zuid. Ponieważ w projekcie holenderskiej linii dużych prędkości pomięto Hagę (Haga to siedziba rządu i parlamentu Holandii, Amsterdam – rodziny królewskiej), przez którą kursowały pociągi TGV Thalys do 2009 r., jej połączenie z resztą Holandii zapewnią dodatkowe pociągi. Miały to być zespoły serii V250, których 20 szt. zamówiono w maju 2004 r. u włoskiego producenta AnsaldoBreda. Seria V250 są trójsystemowe zespoły (25 kV 50 Hz, 3 kV DC i 1,5 kV DC), przeznaczone do obsługi połączeń w relacjach Amsterdam – Rotterdam – Breda/Antwerpia – Bruksela na nowej linii HSL-Zuid w Holandii i LGV 4 w Belgii. Zamówiono 20 jednostek: 16 dla NS i 4 dla SNCB/NMBS. Pociągi będą kursować na liniach konwencjonalnych w Holandii zelektryfikowanych prądem: 1,5 kV DC, na nowej liniach dużych prędkości – 25 kV 50 Hz i po klasycznych liniach na terytorium Belgii pod napięciem 3 kV DC. Seria jest wyposażona w systemy bezpieczeństwa ruchu ETCS 2, ATB (NS) i TBL (SNCB/NS). Seria V250 otrzymała nową nazwę – Fyra, oznaczającą cztery w języku szwedzkim – od czterech miast: Amsterdam, Rotterdam, Antwerpia i Bruksela (początkowo miała nazywać się Albatros). Szczegółowe dane techniczne V250 podano w tabeli 3.

Ponieważ testy serii V250 znacznie się wydłużyły, pod koniec grudnia 2005 r. podpisano porozumienie o wypożyczeniu (leasing) od spółki Angel Trains 12 czterosystemowych elektrowozów TRAXX serii F140MS, mocy 5600 kW, produkcji Bombardiera, do prowadzenia pociągów IC złożonych z 7 wagonów po linii dużych prędkości z prędkością maksymalną 160 km/h. Te lokomotywy zostały wyposażone w nowy system bezpieczeństwa ruchu typu ETCS 2 i obsługują pociągi pasażerskie na trasie Bruksela – Antwerpia – Amsterdam, kursując przez linie dużych prędkości LGV 4 i HSL-Zuid. Prędkość maksymalna omawianych pociągów wynosi 160 km/h na całej linii, czas przejazdu 3 godz., a częstotliwość kursowania – 1–2 pociągi na godzinę. Ten stan trwał częściowo do września 2009 r., gdy zainaugurowano przewozy z użyciem zespołów Fyra, początkowo na odcinku Amsterdam – Rotterdam, z prędkością maksymalną 160 km/h i częstotliwością jeden pociąg na godzinę. W październiku tego samego roku zwiększono częstotliwość kursowania do dwóch pociągów na godzinę, a od kwietnia 2011 r. relacje wydłużono do Bredy. W przyszłości planuje się rozszerzyć przewozy o kursy Amsterdam – Schiphol – Rotterdam – Antwerpia – Bruksela (jeden po-



Wózek w wagonie silnikowym pociągu TGV Thalys PBKA



Wózek skrajny w wagonie pasażerskim pociągu TGV Thalys PBKA



Wózek Jacobsa w wagonie pasażerskim pociągu TGV Thalys PBKA

Stacjonowanie jednostek TGV Thalys

Zarząd kolejowy	Oznaczenie jednostki	Numery inwentarowe	Liczba jednostek	Początek eksploatacji	Lokomotywnia macierzysta
SNCF	434 (PBKA)	4341–4346	6	1996	Paris Le Landy
	380 (PBA) ¹	4531–4540 ²	10	1996	
SNCF/NMBS	4300 (PBKA)	4301–4307	7	1997	Bruxelles/Brussel Forest
DB ³	409 (PBKA)	4321–4322	2	1997	
NS	4300 (PBKA)	4331–4332	2	1997	

¹ Odpowiednik TGV Réseau.

² Jednostka PBA 4531 została przekazana SNCF w 2007 r.

³ Leasing od SNCB/NMBS.

ciąg na godzinę) i Haga – Rotterdam – Breda – Antwerpia – Bruksela (dwa pociągi na godzinę).

Tabela 3

Dane techniczne serii V250

Zestawienie	S+D+S+D+D+S+D+S
Napięcie	25 kV 50 Hz, 3 kV DC, 1,5 kV DC
Liczba zamówionych pociągów (NS + SNCB/NMBS)	16+4
Długość całkowita	200 900 mm
Szerokość	2870 mm
Wysokość	4080 mm
Masa całkowita	485 t
Poszycie pudła	stal + aluminium
Średnica kół (nowe/zużyte)	920/860 mm
Moc całkowita	5500 kW
Przekształtniki główne	IGBT chłodzone wodą
Maksymalna siła pociągowa	300 kN
Prędkość maksymalna	250 km/h
Systemy bezpieczeństwa ruchu	ETCS + systemy krajowe
Wysokość podłogi (odległość od główki szyny)	1260 mm
Szerokość drzwi	900 mm
Liczba miejsc dla pasażerów (1 kl. + 2 kl.)	139 + 409
Przystosowanie pociągu dla niepełnosprawnych, w tym dostępność toalet	tak



Literatura

- [1] Chemins de Fer, No 473, 2002/2, FerPress, Paris, France 2002.
- [2] Harassek A., Rabsztyń M., Raczyński J.: *Pociągi dużych prędkości TGV*. EmiPress, Łódź 1996.
- [3] *Le Rail*. Paris; egzemplarze: 2/1995, 9/1995, 10-11/1995, 12/1995, 10-11/1997.
- [4] *Eisenbahn-Revue International*. Minirex AG, Luzern 1994, egzemplarze: 1/2009, 1/2010.
- [5] *International Railway Journal*, Simons-Boardman Publ. Corp. Ashford/ New York, egzemplarze: 2/2009, 7/2009, 8/2009, 5/2010.
- [6] Materiały reklamowe koncernów Alstom i AnsaldoBreda.
- [7] *Rail Passion*, Éditions La Vie du Rail, Paris, France; egzemplarze: 11/1997, 4-5/1998.
- [8] *Railvolution* 5/2005. Modelbahnpresse s. r. o. Praha.
- [9] *Railway Gazette Int*, Reed Press Publishing, Sutton, UK; egzemplarze: 8/1992, 7/1993, 7/1994, 2/1995, 10/1995, 11/1995, 2/1996, 12/1997, 1/1998, 2/1998, 2/1999, 12/1999, 12/2001, 2/2002,



Pociąg TGV Thalys PBKA nr 4303 na linii LGV 1, Belgia (5.11.2006 r.)

Fot. Tommy Ravache



Pociąg Fyra, seria V250, podczas testów w Velimiu, Czechy (25.06.2008 r.)

- 4/2002, 1/2004, 4/2005, 9/2005, 11/2005, 12/2005, 2/2006, 2/2009, 6/2009, 12/2009, 2/2010.
- [10] Soulié C., Tricoire J.: *Le grand livre du TGV Éditions*. La Vie du Rail 2002, Paris.
- [11] *Świat kolei*, 12/2000, EmiPress, Łódź 2000.
- [12] *Voies ferrées* 4-5/1998, Edité par Presses et Editions Ferroviaires, Grenoble, France 1998.

Zdjęcia nieoznaczone – Marek Graff