

Dr inż. Jacek Kukulski
Mgr inż. Witold Groll
Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa

NOWOCZESNY TABOR DO PRZEWOZÓW MIĘDZYAGLOMERACYJNYCH

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie
2. Rys historyczny kolei dużych prędkości (KDP)
3. Klasyfikacja taboru kolejowego do przewozów międzyaglomeracyjnych
4. Pociągi dużych prędkości w Europie
5. Pociągi dużych prędkości na świecie
6. Pociągi zestawione z klasycznych składów wagonowych
7. Pociągi międzyaglomeracyjne w Polsce
8. Dobór taboru do przewozów międzyaglomeracyjnych
9. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono rys historyczny Kolei Dużych Prędkości, a także przegląd rozwiązań technicznych taboru do obsługi połączeń międzyaglomeracyjnych w Europie i na świecie. Scharakteryzowano podstawowe parametry techniczne pociągów międzyaglomeracyjnych zestawianych z klasycznych składów wagonowych. Przedstawiono stan obecny i perspektywy rozwoju połączeń międzyaglomeracyjnych w Polsce oraz plany zakupu pociągów do obsługi tych połączeń.

1. WPROWADZENIE

Ruch międzyaglomeracyjny oprócz ruchu aglomeracyjnego jest najbardziej rozwijającym się segmentem rynku przewozów pasażerskich. Długość relacji międzyaglomeracyjnych jest bardzo zróżnicowana i zawiera się w granicach 100–1 000 km. Zapotrzebowanie na tego typu przewozy jest bardzo duże, co można zauważyć na przykładzie takich krajów jak: Francja, Niemcy, Włochy, Hiszpania oraz innych krajów europejskich i azjatyckich. Przy odległościach mniejszych niż 1000 km przewozy te stają się konkurencyjne dla transportu lotniczego ze względu na coraz większe pręd-

kości eksploatacyjne i możliwość szybkiego dojazdu do centrum aglomeracji, ponieważ lokalizacja portów lotniczych wymaga określonego czasu na dojazd i odprawę lotniskową.

Do przewozów międzyaglomeracyjnych mogą być wykorzystane sieci linii dużych prędkości oraz linii modernizowanych do prędkości 160–200 km/h. Segment przewozów tego typu może być obsługiwany przez wiele typów pociągu o różnych prędkościach maksymalnych. Oferta przewozowa w ruchu między aglomeracjami miejskimi obejmuje obsługę z wykorzystaniem klasycznych składów wagonowych o V_{max} w zakresie do 230 km/h, a także składów pociągów zespolonych o V_{max} do 350 km/h. Pociągi złożone z klasycznych wagonów są prowadzone lokomotywą, w której jest skupiona cała moc trakcyjna. Zastosowanie składów wagonowych ciągniętych przez lokomotywę przy prędkości powyżej 230 km/h jest niekorzystne ze względu na znaczne opory aerodynamiczne i naciski na oś. Przy prędkości pociągu wynoszącej około 80 km/h opór powietrza jest już większy od oporu toczenia, z kolei przy prędkościach rzędu 300 km/h stosunek tych oporów jest już 5-krotny [28]. Na wielkość oporu powietrza ma wpływ ukształtowanie czoła i końca pociągu, jednolitość powierzchni zewnętrznej oraz przestrzeń pomiędzy wagonami. W związku z tym pociągi o prędkości większej niż 250 km/h są zwartymi składami o takim samym ukształtowaniu czoła i końca pociągu – pociągi dla dużych prędkości mają specjalnie ukształtowane strefy połączeń wagonów.

Wadą systemu wykorzystującego klasyczne składy wagonowe jest brak symetrii kierunkowej umożliwiającej szybką zmianę kierunku jazdy, jednak układ ten umożliwia wykorzystanie istniejącego już zaplecza utrzymania dla pojazdów trakcyjnych – lokomotywni, a dla wagonów – wagonowni. Nakłady na infrastrukturę i utrzymanie taboru są mniejsze niż dla składów zespolonych. W dalszej części artykułu bardziej szczegółowo przedstawiono rozwiązania techniczne zastosowane w międzyaglomeracyjnych pociągach klasycznych wagonowych i w zwartych składach pociągowych.

2. RYS HISTORYCZNY KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI (KDP)

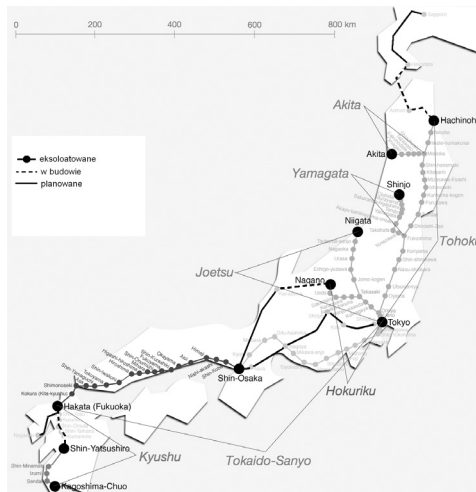
Pierwszą linią dużych prędkości zbudowaną na świecie była linia kolei japońskich *Tokaido* łącząca Tokio z Osaką. Jej pierwsza część o długości 515 km, normalnotorowa (1 435 mm), została oddana do eksploatacji w październiku 1964 r. Budowę tej linii rozpoczęto w styczniu 1959 r. Na zaprojektowanej do prędkości 250 km/h linii, odbywał się ruch pociągów (rys. 1) z prędkościami 210 km/h [23]. W owych czasach była to rekordowa prędkość i ogromny skok technologiczny dla kraju, w którym linie kolejowe o szerokości toru 1 064 mm zapewniały ruch z prędkością nie wyższą niż 80 km/h. Kolejną linią, przystosowaną już do maksymalnej prędkości 300 km/h, eksploatowaną od marca 1972 r. była linia *Sanyo I* o długości 164 km. Następne linie dużych prędkości w Japonii oddano do eksploatacji w 1975 r. (linię *Okayama* i *Hakata*), w 1982 r. linię *Tohoku Shinkansen* łączącą Omiya z Marioką, a później Omiya z Nugato. W 1985 r. uruchomiono linię *Tohoku Shinkansen* między Omiya i Ueno. W marcu 1997 r. uruchomiono nową linię szybkich

połączeń kolejowych Akita – Morioko, a w ślad za nią w październiku linię do Nagano. Na linii *Joetsu Shinkansen* uruchomiono połączenie między Tokio a Takasaki/Yusawa.



Rys. 1. Pociąg Shinkansen serii 0 [21]

Na rysunku 2 przedstawiono sieć połączeń istniejących i planowanych linii dużych prędkości w Japonii.



Rys. 2. Sieć istniejących i planowanych linii dużych prędkości w Japonii [21, 2]

W Europie pierwszą linię dużych prędkości wybudowały koleje francuskie. Studia nad tą linią (TGV – *Train à Grande Vitesse*) rozpoczęto we Francji już w sześćdziesiątych latach ubiegłego wieku. Określono specjalne warunki jakim powinny odpowiadać linie dużych prędkości: linie te powinny być przeznaczone wyłącznie do ruchu pasażerskiego i eksploatowane taborem o specjalnej konstrukcji. Pierwszy odcinek linii TGV oddano do eksploatacji w 1981 r., drugi w 1983 r. Linia długości 417 km połączyła Paryż z Lyonem przez Dijon, obsługując najbardziej obciążony przewozami kierunek we Francji. Ruch odbywał się z prędkością handlową 213 km/h (prędkość maksymalna wynosiła 270 km/h) [23]. W 1987 r. ukończono budowę odcinka linii TGV *Atlantique* o dłu-

gości 202 km, łączącej Paryż z Le Mans. Linię zaprojektowano dla prędkości 330 km/h i osiągnięto na niej średnią prędkość handlową równą 220 km/h (prędkość maksymalna wynosiła 300 km/h). W 1987 r. rozpoczęto budowę linii TGV *Nord* łączącej Paryż z Lille, a następnie przedłużono ją do Brukseli i przez tunel pod kanałem La Manche do Londynu. Jest to pierwszy odcinek europejskiej sieci, na której przejazd z Paryża do Londynu, Brukseli, Amsterdamu, Kolonii i Frankfurtu odbywa się w czasie nie dłuższym niż trzy godziny. W 1989 r. otworzono Linie Atlantycką o długości 280 km obejmującą swym zasięgiem obszar zachodniej Francji, a w 1992 r. uruchomiono linię Rodan – Alpy pozwalającą na ominięcie Lyonu i przedłużenie do Valence. W 2001 r. przedłużono południową linię dużych prędkości do Morza Śródziemnego. Na rysunku 3 przedstawiono istniejącą i planowaną sieć połączeń liniami dużych prędkości we Francji.



Rys. 3. Sieć istniejących i planowanych linii dużych prędkości we Francji [10]

W Niemczech pierwszą linię dużych prędkości uruchomiono w 1991 r. na odcinkach Hanower – Würzburg i Mannheim – Stuttgart. Prędkość maksymalna na tych odcinkach wynosiła 250 km/h. Plany rozwoju sieci ICE (*Intercity Ekspres*) ograniczono w pierwszym etapie do trzech linii: Hamburg – Würzburg – Monachium, Hamburg – Frankfurt – Bazylea oraz Hanower – Frankfurt – Stuttgart – Monachium [23]. W 1995 r. rozpoczęto budowę nowej linii Kolonia – Frankfurt nad Menem. Była to jedna z ważniejszych inwestycji europejskiej sieci linii dużych prędkości. W projekcie przewidziano również łącznicę do Wiesbaden i lotniska obsługującego Kolonię i Bonn. Układ linii dostosowano do prędkości 300 km/h.

We Włoszech pierwszą linią dużych prędkości była *Diretissima*, łącząca Rzym z Florencją. Jest to linia dwutorowa, przeznaczona do ruchu pasażerskiego, budowana w pierwszej fazie do prędkości 250 km/h. Sieć linii dużych prędkości jest we Włoszech cały czas rozbudowywana. Oddano już do eksploatacji linię łączącą Turyn z Mediolanem. W roku 1996 rozpoczęto prace na linii Bolonia – Florencja (79 km) prowadzącej

przez Apeniny. Z powodu dużej liczby obiektów inżynierskich i tuneli o łącznej długości 72 km, linia ta jest najdroższą linią w świecie. Na rysunku 4 przedstawiono istniejącą i planowaną sieć linii dużych prędkości we Włoszech.



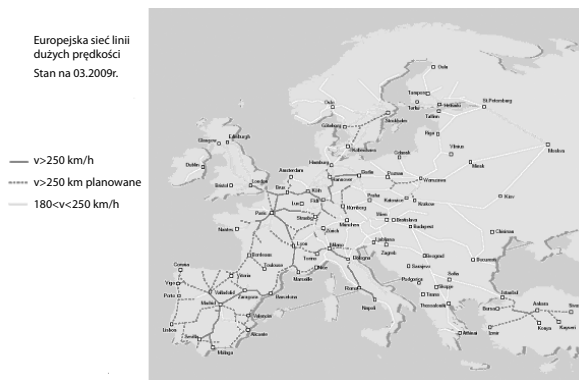
Rys. 4. Istniejące i planowane linie dużych prędkości we Włoszech [24]

W Hiszpanii w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku nakreślono program modernizacji ok. 3 500 km linii kolejowych, umożliwiającej zwiększenie prędkości ruchu. W latach 1990–1996 powstała nowa dwutorowa linia łącząca Madryt z Sewillą, przystosowana do ruchu pasażerskiego z prędkościami do 300 km/h. W roku 1997 podjęto decyzję o budowie nowej linii Madryt – Barcelona (620 km) z etapowym uruchamianiem w latach 2002–2004. Przewidywana maksymalna prędkość to 350 km/h, czas przejazdu 2 godziny 30 min (zamiast 6 godzin 30 min). Na rysunku 5 przedstawiono istniejącą i planowaną sieć połączeń liniami dużych prędkości w Hiszpanii.



Rys. 5. Linie dużych prędkości eksploatowane i planowane w Hiszpanii [1]

Przedstawiony rys historyczny KDP (*Kolei Dużych Prędkości*) dotyczy tylko wybranych krajów w Europie i na świecie, które są pionierami budowy i eksploatacji pociągów dużych prędkości. Kraje te kształtowały i kształtują wizerunek pociągów i infrastrukturę dużych prędkości. Wniosły one i wnoszą największy wkład w rozwój tego segmentu rynku przewozów. Liczba krajów, w których uruchomiono linie dużych prędkości w celu obsługi połączeń międzyaglomeracyjnych ciągle rośnie, są to m.in.: Wielka Brytania, Szwecja, Finlandia, Austria, Norwegia, Belgia, Turcja, a niedługo uruchomią eksploatację na nowo wybudowanych i zmodernizowanych liniach Holandia, Rosja, Korea Południowa, Tajwan i Chiny. Na rysunku 6 przedstawiono istniejące i planowane linie dużych prędkości w Europie, a w tablicy 1 wykaz krajów w Europie i na świecie, gdzie są eksploatowane, budowane i planowane linie dużych prędkości.



Rys. 6. Istniejąca i planowana sieć kolei dużych prędkości w Europie [3]

Tablica 1

Wykaz krajów w Europie i na świecie gdzie są eksploatowane, budowane i planowane linie dużych prędkości [22, 3]

Lp.	Kraj	Długość linii HS [km]			Maksymalna prędkość [km/h]
		Eksploatowane	W budowie	Planowane	
1	Francja	1 872	299	2616	210–320
2	Niemcy	1285	378	670	230–300
3	Włochy	744	132	395	200–300
4	Hiszpania	1599	2219	1702	250–350
5	Belgia	137	72	—	250–300
6	Wielka Brytania	113	—	—	300
7	Szwajcaria	35	—	—	200–230
8	Rosja	—	650	—	210
9	Norwegia	60	—	—	210
10	Finlandia	60	—	—	220

Tablica 1

Wykaz krajów w Europie i na świecie gdzie są eksploatowane, budowane i planowane linie dużych prędkości [22, 3] (cd.)

Lp.	Kraj	Długość linii HS [km]			Maksymalna prędkość [km/h]
		Eksploatowane	W budowie	Planowane	
11	Austria	Brak danych	Brak danych	Brak danych	230
12	Turcja	235	510	1679	250
13	Japonia	2459	Brak danych	Brak danych	260–300
14	Korea Płd.	412	—	—	240–300
15	Tajwan	345	—	—	240–300
16	Chiny	6003	Brak danych	Brak danych	200–350
17	Holandia	—	120	—	300
18	Polska	—	—	712	300–350
19	Portugalia	—	—	1006	300–350
20	Brazylia	—	—	450	350
21	Kanada	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
22	Indie	—	—	495	250
23	Iran	—	—	475	250
24	Maroko	—	—	680	300
25	Arabia Saudyjska	—	—	550	300
26	Argentyna	—	—	996	250–320
27	Meksyk	Brak danych	Brak danych	Brak danych	250
28	Indonezja	—	—	683	Brak danych

3. KLASYFIKACJA TABORU KOLEJOWEGO DO PRZEWOZÓW MIĘDZYAGLOMERACYJNYCH

Jak wspomniano w pierwszym rozdziale, do obsługi ruchu międzyaglomeracyjnego może być wykorzystywany zarówno tabor konwencjonalny, jak i tabor dużych prędkości. Zgodnie z legislacją unijną, tj. TSI HS RST uznaje się, że pociągi do prędkości powyżej 190 km/h są pociągami dużej prędkości, a pociągi do prędkości 190 km/h – pociągami konwencjonalnymi. Współcześnie budowany tabor do przewozów między aglomeracjami – z prędkością maksymalną 200 km/h, jest taborem dużych prędkości klasy drugiej [26, 19]. Po znowelizowaniu specyfikacji TSI dla taboru dużych prędkości określono następujący podział:

- od 190 km/h do 249 km/h – jako tabor klasy 2,
- od 250 km/h do 350 km/h – jako tabor klasy 1,

- powyżej 350 km/h – tabor klasy 1, konieczne będą dodatkowe specyfikacje nie ujęte w obowiązującej TSI HS RST.

4. POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI W EUROPIE

4.1. Francja

Pociągi TGV powstały w latach siedemdziesiątych XX wieku w wyniku obszernych badań, do eksploatacji zostały wprowadzone w 1981 r. na pierwszej linii dużych prędkości. Pierwszą generację tych pociągów stanowiły: TGV PSE (linia Paryż – Lyon), drugą TGV *Atlantique* (linia Paryż – Le Mans i Tours) oraz TGV *Nord* (Paryż – Calais). Trzecią generacją są pociągi dwupoziomowe TGV-2N (*Duplex*) [28, 27]. Pojawiły się również inne wersje TGV, takie jak: TGV *Thalys* (obsługa połączenia Paryż – Bruksela – Amsterdam – Kolonia); TGV *Eurostar* do obsługi linii związanych z tunelem pod kanałem La Manche. Powstały też wersje AVE dla kolei hiszpańskich i TGV KTX dla Korei Południowej. Najnowszą generacją pociągów dużych prędkości stanowi prototyp pociągu AGV.

TGV-PSE

W konstrukcji pociągów przyjęto podstawową koncepcję, która jest obecnie standardem budowy pociągów dużych prędkości we Francji. Koncepcja ta uwzględnia m.in. [17]:

- dwie jednostki napędowe na końcach pociągu w układzie osi BoBo,
- największy nacisk na oś 17 ton,
- środkowe wagony pasażerskie oparte na wspólnych wózkach Jacobsa, przy czym wagony przylegające do jednostek napędowych posiadają samodzielny wózek napędny.

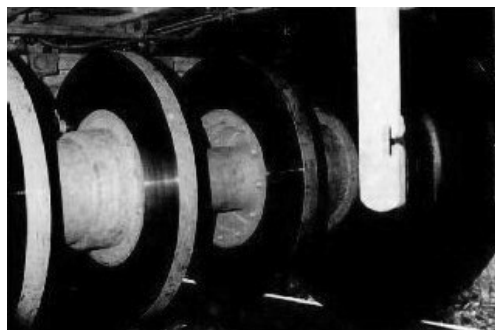
Pociągi TGV-PSE (rys. 7) składają się z dwóch członów napędowych oraz ośmiu wagonów doczepnych i mają łącznie 13 wózków i 12 silników trakcyjnych umieszczonych na czterech wózkach jednostek napędowych oraz na dwóch skrajnych wózkach w przylegających do tych jednostek wagonach pasażerskich.



Rys. 7. Pociąg TGV-PSE [21]

Silniki trakcyjne są zawieszane w pudłach wagonów, a moment napędowy jest przekazywany na zestawy napędne za pośrednictwem wałów Cardana. Całkowita moc napędu wynosi 6 400 kW i umożliwia utrzymanie prędkości 270 km/h. Są to silniki prądu stałego, zasilane przez przekształtnik tyrystorowy lub transformator i prostownik sterowany. Większość pociągów zbudowano jako dwusystemowe na prąd przemienny 25 kV, 50 Hz i stały 1,5 kV. Część z nich została również przystosowana do zasilania prądem 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz i jest przeznaczona do ruchu na sieci kolei szwajcarskich. Zastosowano wózki napędne z kolumnowym prowadzeniem łożysk osi, ze specjalnie ukształtowanymi przekładkowymi elementami gumowymi. Wózki toczne wyposażono w takie samo prowadzenie łożysk osi jak wózki napędne, z tym że drugi stopień stanowią pojedyncze sprężyny śrubowe [28], na których jest wsparta rama, stanowiąca element łączący pudła sąsiadujących wagonów. Skład pociągu TGV-PSE jest wyposażony w trzy rodzaje hamulców:

- 1) elektrodynamiczny (wózki napędne),
- 2) tarczowy (wózki toczne), po cztery tarcze na oś (rys. 8),
- 3) klockowy.



Rys. 8. Tarcze hamulcowe nie wentylowane w wózku tocznym [17]

Tarcze hamulcowe są pozbawione kanałów wentylacyjnych, ponieważ stwierdzono, że straty mocy na wentylację przy prędkości 300 km/h sięgają 3 kW na zestaw.

TGV-A

Pociągi serii TGV *Atlantique* (TGV-A) weszły do eksploatacji w 1989 r. na linii dużej prędkości Paryż – Le Mans (Bretania). W pociągach tej serii po raz pierwszy zastosowano silniki trakcyjne trójfazowe synchroniczne prądu przemiennego o prawie dwukrotnie lepszym wskaźniku mocy na jednostkę masy oraz przekształtniki z wykorzystaniem tyrystorów GTO z chłodzeniem freonem. Umożliwiło to ograniczenie liczby silników do 8 (tylko w członach napędowych) i rezygnację z ich montażu w wagonach dla pasażerów, przy zwiększeniu mocy napędu pociągu do 8 800 kW. Duża moc pozwala pociągowi TGV-A na osiągnięcie prędkości maksymalnej 300 km/h. Pociągi TGV-A (rys. 9) są przystosowane do dwóch systemów zasilania: 25 kV, 50 Hz prądu przemiennego i 1,5 kV prądu stałego [7].



Rys. 9. Pociąg TGV-A [17]

TGV Réseau

Pociągi TGV Réseau oddano do eksploatacji w 1995 r. na trasie Paryż – Bruksela przez Lille. Część pociągów TGV-R jest dostosowana do trzech systemów zasilania, tj. 25 kV, 50 Hz prądu przemiennego oraz 1,5 i 3 kV prądu stałego. Pociągi TGV-R składają się z 10 wagonów, w tym 2 członów napędowych i 8 wagonów pasażerskich. Ich konstrukcja wykorzystuje rozwiązania stosowane w pociągu TGV Atlantique zarówno w części elektrycznej, jak i mechanicznej z pewnymi udoskonaleniami, np. wprowadzeniem niemal hermetycznej szczelności składu, którą uzyskano przez zmianę konstrukcji przejść międzywagonowych. Pociąg TGV-R (rys. 10) przy zasilaniu napięciem 25 kV ma moc ciągną 8 800 kW i wówczas może rozwinąć prędkość maksymalną 300 km/h, natomiast przy zasilaniu napięciem 3 kV ma moc 4 000 kW i prędkość maksymalną 240 km/h. Podobnie jak w innych pociągach TGV, pociąg TGV-R ma dwa różne pantografy na każdym wagonie silnikowym. Przy zasilaniu napięciem 25 kV jazda odbywa się z wykorzystaniem tylko jednego (tylnego) pantografu, a silniki w członie czołowym są zasilane przewodem 25 kV, poprowadzonym wzdłuż całego składu, natomiast przy zasilaniu napięciem 1,5 kV lub 3 kV podniesione są oba pantografy i każdy człon jest zasilany ze swojego pantografu [17, 7].



Rys. 10. Pociąg TGV-R [21]

TGV Thalys

Pociągi TGV *Thalys* (TGV-T) weszły do eksploatacji w 1997 r. Obsługują one sieć połączeń między Francją, Belgią, Niemcami i Holandią. Pociąg *Thalys* może być zasilany z czterech systemów napięć 25 kV, 50 Hz oraz 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz prądu przemiennego i 1,5 kV i 3 kV prądu stałego. Jest wyposażony w siedem różnych systemów automatycznej kontroli pociągu ATP/ATC obejmujących dwa systemy francuskie, dwa belgijskie, dwa niemieckie i jeden holenderski. Pociąg TGV *Thalys* (rys. 11), przy zasilaniu napięciem 25 kV może osiągać na nowych liniach prędkość maksymalną 300 km/h, natomiast przy zasilaniu napięciem 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz prędkość maksymalna wynosi 260 km/h, a przy napięciu 3 kV i 1,5 kV – 240 km/h [7].



Rys. 11. Pociąg TGV *Thalys* [21]

TGV Duplex

Szybki wzrost przewozów na pierwszej linii LGV Paryż – Lyon spowodował zainteresowanie kolei SNCF pociągami o dużej pojemności, jakimi są konstrukcje z wagonami piętrowymi. Pociągi TGV-D (rys. 12) są już III generacją pociągów TGV.



Rys. 12. Pociąg TGV *Duplex* [21]

W tym rozwiązaniu zastosowano lekkie materiały konstrukcyjne do wykonania pudeł wagonów ze względu na konieczność utrzymania nacisku na oś nie większego niż odpowiadającego masie 17 ton. Pociąg TGV-D składa się z dwóch członów napędzo-

wych i ośmiu piętrowych wagonów doczepnych. Wagony doczepne (pasażerskie) są oparte na wspólnych wózkach, podobnie jak dotychczas wagony jednopoziomowe. Łączna pojemność składu TGV-D wynosi 548 miejsc, w tym: 195 miejsc w klasie pierwszej i 353 miejsca w klasie drugiej. Całkowita masa zespołu z kompletem pasażerów wynosi ok. 427 ton. Kabina maszynisty i połączenia międzywagonowe mają specjalnie zaprojektowane strefy zgniatania służące pochłanianiu energii w czasie zderzenia, przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniej sztywności całego składu. Pociągi TGV-D są dwusystemowe: 25 kV, 50 Hz i 1,5 kV prądu stałego. Jak w poprzednio produkowanych pociągach TGV, zastosowano napęd ośmioma silnikami trójfazowymi synchronicznymi o łącznej mocy 8 800 kW [17, 7].

TGV Eurostar

Po wybudowaniu tunelu pod kanałem La Manche, w 1994 r. uruchomiono pociągi typu *Eurostar* w celu połączenia m.in. Paryża z Londynem. W pociągach tego typu zastosowano rozwiązania konstrukcyjne pociągów TGV. Większość zmian, jakie wprowadzono w pociągach *Eurostar*, wynikała z konieczności sprostania wymaganiom bezpieczeństwa podczas przejazdu przez tunel oraz dostosowania do skrajni obowiązującej na kolejach brytyjskich, która jest mniejsza niż w kontynentalnej Europie. Pociągi *Eurostar* (rys. 13) są węższe niż inne typy pociągów TGV – szerokość nadwozia wynosi 2,8 m zamiast 2,904 m. Poddano także modyfikacji wózki – w celu ograniczenia wystawiania elementów zawieszenia pneumatycznego i tłumików. Pociąg składa się z dwóch symetrycznych części. Każda z nich ma jedną czołową jednostkę napędową i 9 wagonów pasażerskich. Ponieważ ostatni wagon pasażerski każdej z dwóch części pociągu jest także oparty na jednym własnym wózku, jest możliwe rozdzielenie pociągu na dwie części w sytuacjach awaryjnych (np. w tunelu) i samodzielne ich odjechanie w przeciwnych kierunkach. Pociąg jest zasilany z sieci trakcyjnej przy napięciach 25 kV, 50 Hz oraz z trzeciej szyny przy napięciu 3 kV i 750 V prądu stałego. Ta ostatnia możliwość była wykorzystywana w regionie Londynu. Maksymalna moc napędu pociągu wynosi dla: 25 kV, 50 Hz – 12,2 MW; dla 3 kV – 5,7 MW i napięcia 750 V – 3,4 MW. Do napędu



Rys. 13. Pociąg TGV Eurostar [21]

zastosowano silniki synchroniczne – po cztery w każdym członie napędowym i dwa na wózku wagonów od strony członu napędowego. Pociągi *Eurostar* wyposażono w 5 różnych systemów automatycznej kontroli pociągu ATP/ATC stosowanych we Francji, Belgii i Wielkiej Brytanii [7].

TGV-POS

W 2007 r. oddano do eksploatacji linię TGV *Est* z Paryża w kierunku wschodnim. Umożliwia ona stworzenie sieci szybkich połączeń kolejowych we wschodniej Francji aż do Strasburga oraz połączeń międzynarodowych do Luksemburga, Niemiec i Szwajcarii. Do obsługi tych relacji wykorzystano pociągi TGV-POS (POS: Paryż – Ost Frankreich – Süd Deutschland, rys. 14). Pociągi są przystosowane do trzech systemów zasilania trakcyjnego: 25 kV AC, 15 kV AC i 1,5 kV DC. Układ pociągu jest identyczny z TGV *Réseau*, natomiast dokonano poważniejszych zmian w jednostkach napędowych. Zmieniono również rodzaj napędu z silników synchronicznych, stosowanych począwszy od pociągów TGV-A, na nowe silniki asynchroniczne, które mają większą moc o 100 kW. W wyniku tego moc całego pociągu wynosi 9 600 kW. Zastosowano też nowe moduły przekształtnikowe chłodzone wodą, wykorzystujące tranzystory IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*). Każdy z silników jest zasilany własnym przekształtnikiem. Masa pociągu wynosi 389 ton, a prędkość maksymalna 320 km/h [172]. Pociąg jest wyposażony w kilka systemów zabezpieczenia i prowadzenia ruchu pociągu: KVB i TVM we Francji, LZB w Niemczech, ZUB i SIGNUM w Szwajcarii, ETCS poziomu 2.



Rys. 14. Pociąg TGV-POS [7]

AGV

Ten pociąg jest prototypem najnowszej generacji pociągów dużej prędkości, w którym producent wprowadził rozproszony napęd trakcyjny i silniki trakcyjne ze stałymi magnesami. Postęp, jaki nastąpił w ostatnich latach w dziedzinie energoelektroniki i przetwarzania energii, zwłaszcza w dziedzinie przekształtników budowanych na elementach IGBT oraz asynchronicznych silników trakcyjnych, umożliwił zabudowanie zespołów napędowych w wagonach pasażerskich bez istotnego ograniczania przestrzeni dostępnej dla pasażerów [7]. Pociągi AGV mogą być budowane jako składy od 3 do 11

wagonów lub więcej. Dla pociągu składającego się z 7 lub 8 wagonów, prędkość maksymalna będzie równa 300 km/h, dla pociągu złożonego z 10 wagonów maksymalna prędkość wyniesie 320 km/h, a skład złożony z 11 lub więcej wagonów osiągnie prędkość 360 km/h. Wynika to z konfiguracji napędu pozwalającego na większy procentowy udział zestawów napędowych dla składów o większej liczbie wagonów. Pociągi typu AGV zostały zamówione przez jednego z przewoźników włoskich.



Rys. 15. Pociąg AGV [Fot. J. Kukulski]

4.2. Niemcy

Pierwszy pociąg ICE-1 seryjnej produkcji (rys. 16) oddany do eksploatacji w 1991 r., był złożony z dwóch członów napędowych i 10–14 wagonów doczepnych, w tym wagonu restauracyjnego. W pociągach przewidziano zastosowanie następujących rodzajów wózków [28, 20]:

- człon napędowy jest wyposażony w wózek z prowadzeniem łożysk osi jednym ciągnem, usprężynowanie I stopnia stanowią dwie sprężyny zwojowe na zestaw, w drugim stopniu przewidziano sprężyny zwojowe w układzie *flexicoil*,
- w wagonach doczepnych zastosowano wózki wagonów pasażerskich M52-350 z prowadzeniem łożysk osi dwoma stalowymi elementami sprężystymi ze zwojowymi sprężynami I stopnia i belką bujawkową opartą na czterech sprężynach zwojowych II stopnia usprężynowania.

Wózki członów doczepnych wyposażono w hamulec tarczowy (4 tarcze wentylowane na zestaw) i dwa hamulce szynowe w każdym wózku. Skrajnia pociągów ICE-1 jest według karty UIC o 20 cm szersza od dopuszczalnego wymiaru. Pociąg miał być przeznaczony tylko do ruchu po niemieckiej sieci kolejowej. Po szczegółowych analizach został on również dopuszczony do jazd w krajach sąsiednich – Austrii, Szwajcarii, Belgii i Holandii. Ze względu na dużą liczbę tuneli na liniach dużych prędkości w Niemczech, pociągi ICE jako pierwsze w Europie musiały być hermetycznie szczelne. Pociągi ICE-1 są przystosowane do zasilania tylko napięciem 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz. Do napędu zastosowano trójfazowe silniki asynchroniczne o mocy 1,2 MW każdy.



Rys. 16. Pociąg ICE-1 [fot. J. Kukulski]

ICE-2

Nową wersję pociągów ICE stanowi wyprodukowany w 1994 r. pociąg ICE-2, utworzony z połowy składu pociągu ICE-1, tj. z członem napędowym z jednej strony, a z drugiej strony z kabiną sterowniczą i siedmioma wagonami doczepnymi. Wprowadzono wiele usprawnień konstrukcyjnych, przez co uzyskano nieco lepszy wskaźnik masy w stosunku do pociągu ICE-1. Zasadniczej zmianie uległa część układu biegowego wagonów doczepnych. Po przebadaniu wózków wielu producentów, wybrano wózek SGP 400. W nowszej wersji ICE ograniczono liczbę hamulców szynowych do dwóch na wagon doczepny. Eksploatacja pociągów okazała się bardziej ekonomiczna na liniach o mniejszym natężeniu ruchu [28, 20].

ICE-3

Do obsługi nowej linii dużej prędkości Kolonia – Frankfurt powstało zapotrzebowanie na pociąg nowej generacji. Duże pochylenia trasy, dochodzące do 40‰, i prędkość maksymalna do 330 km/h wymagały znacznie wyższego wskaźnika mocy napędu w stosunku do masy. Podjęto decyzję o przyjęciu koncepcji budowy zespołu trakcyjnego z napędem rozproszonym. Zespół ICE-3 (rys. 17), złożono z 8 wagonów, w tym 4 silnikowych i 4 doczepnych. Pociągi ICE-3 wprowadzono do regularnej eksploatacji w 2000 r. na trasie Frankfurt nad Menem – Kolonia – Amsterdam jako pociągi ICE *International* [20, 17].



Rys. 17. Pociąg ICE-3 [21]

W pociągach ICE-3 zastosowano napęd silnikami asynchronicznymi. W wypadku zasilania wielosystemowego przewidziano utworzenie przekształtnika prąd stały – prąd stały przez odpowiednie podłączenie modułów sterownika. Przekształtniki są wyposażone w tyrystory GTO chłodzone wodą. Przeniesienie napędu między silnikiem i zestawem kół odbywa się przez sprzęgło odchylnie i przekładnię zębatą. Hamowanie jest realizowane za pomocą elektrodynamicznego hamulca odzyskowego, indukcyjnego hamulca szynowego (wagony doczepne) i elektropowietrznego hamulca tarczowego. Podobnie jak w wypadku pociągów ICE-1 i ICE-2, pudła pociągu ICE-3 są wykonane z elementów wyciskanych ze stopu lekkiego. W części biegowej zespołu wykorzystano zmodyfikowane wózki SGP 400. Jako usprężynowanie I stopnia przewidziano stalowe sprężyny zwojowe i przekładkowe elementy gumowe, jako II stopień wykorzystano sprężyny powietrzne. Wózki toczne mają hamulce tarczowe z tarczami na osi zestawów kół i płozy indukcyjnego hamulca szynowego. Wózki napędne zostały wyposażone w hamulec z tarczami na kołach. Pociągi ICE+3 jako pierwsze w Europie zostały wyposażone w hamulce wiropądowe. Hamulec na prądy wirowe działa na zasadzie wytworzenia siły hamującej przy wykorzystaniu główki szyny jako ośrodka odniesienia w stosunku do uzwojenia pierwotnego, którym są cewki elektromagnesów zawieszane na wózku [28, 7].

4.3. Włochy

Historia pociągów dużych prędkości (ETR) we Włoszech sięga roku 1976, kiedy pojawił się zespół o symbolu ETR 401. Zespół ten składał się z czterech wagonów silnikowych z napędem silnikami trakcyjnymi prądu stałego ze sterowaniem oporowym. Zespół był wyposażony w układ aktywnego przechyłu nadwozia. Rozwiązanie to umożliwiało skrócenie czasu przejazdu na linii Florencja – Wenecja ze znaczną liczbą łuków. Następnym pociągiem typu ETR oddanym do eksploatacji w 1987 r. był zespół ETR 450 (rys. 18), który składał się z 8 wagonów napędowych, przy czym w każdym z dwuosioowych wózków tylko jeden zestaw kół jest napędny. Największy nacisk zestawu kół na szyny odpowiada masie 13 ton. Zespół ETR 450 jest dostosowany do zasilania prądem stałym o napięciu 3 kV.



Rys. 18. Pociąg ETR 450 [21]

Do napędu zastosowano silniki trakcyjne prądu stałego. Dwa silniki wagonu silnikowego są połączone szeregowo i zasilane przez przekształtnik prąd stały – prąd stały (czoper). Napęd jest przenoszony przez wał przegubowy i kątową przekładnię zębatą na jeden zestaw kół w każdym z wózków. Pudła wagonów są wykonane z elementów tłoczonych i blach ze stopów lekkich. Prowadzenie łożysk osi wózków w pociągu jest wahaczowe. Usprężynowanie I stopnia stanowi zespół (jeden na maźnicę) współśrodkowych sprężyn zwojowych, usprężynowanie II stopnia – zespół współśrodkowych sprężyn zwojowych w układzie *flexicoil* [28]. Wózki wyposażono w powietrzny hamulec tarczowy z dwoma wentylowanymi tarczami na zestaw kołowy.

Kolejnym rozwiązaniem zespołu trakcyjnego z przechylnym nadwoziem jest pociąg ETR 460. Jego ogólna koncepcja jest taka sama jak zespołu ETR 450. Zespół składa się z 6 wagonów napędowych i trzech doczepnych. Największy nacisk zestawu kół na szynę odpowiadał masie 13,5 ton. Przewidziano napęd asynchronicznymi silnikami trakcyjnymi zasilanymi z falownika napięcia przez przekształtnik prąd stały – prąd stały. Cztery silniki dwóch wagonów są zasilane w układzie równoległym. Umieszczenie silników trakcyjnych i przeniesienie napędu do zestawu kół jest takie same jak w zespole ETR 450. Hamowanie odbywa się za pomocą oporowego hamulca elektrycznego i hamulca elektropneumatycznego. Moc pociągu wynosi 6 MW, prędkość maksymalna 250 km/h, a długość składu 236,6 metra. W składzie znajduje się 480 miejsc siedzących, w tym 341 miejsc w klasie drugiej, a 139 w klasie pierwszej. W 1994 r. pociąg serii ETR 460 (rys. 19) w specjalnej konfiguracji ustanowił na CMK rekord prędkości na polskich liniach kolejowych, uzyskując prędkość 250,1 km/h.



Rys. 19. Pociąg serii ETR+460 [21]

Listę pociągów z przechylnym nadwoziem o oznaczeniu 400 zamyka seria ETR 470, z której 9 zespołów zamówiono dla połączeń *Cisalpino*. Pociągi te są tożsame z serią ETR 460, mają jedynie mniejszą prędkość maksymalną (200 km/h) oraz są dostosowane do eksploatacji przy zasilaniu napięciem 3 kV prądu stałego oraz 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz prądu przemiennego. Pociągi te obsługują połączenia kolejowe z Niemiec do Włoch przez Szwajcarię i są eksploatowane przez koleje słoweńskie i czeskie. Rozwiązanie

czeskie ma siedem wagonów w składzie [4]. Zespoły te osiągają maksymalną prędkość 230 km/h i są przystosowane do eksploatacji przy zasilaniu napięciem 3 kV, 15 kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz oraz 25 kV, 50 Hz.

W 1992 r. rozpoczęto seryjną produkcję pociągu ETR 500 (bez wychylnego nadwozia). Początkowo pociąg był zasilany napięciem 3 kV, a następnie został dostosowany do zasilania napięciem 25 kV, 50 Hz prądu przemiennego. Składa się z dwóch członów napędnych i jedenastu wagonów doczepnych. Wagony doczepne są łączone sprzęgiem śrubowym i wyposażone w zderzaki. Największy nacisk zestawu kół na szynę odpowiada masie 17 ton. Do napędu zastosowano asynchroniczne silniki trakcyjne. Przeniesienie napędu między przekładnią a zestawem kół odbywa się za pomocą wału przegubowego o specjalnej konstrukcji, umożliwiającej dość znaczne ruchy względne zespołu silnika trakcyjnego i ramy wózka. Najnowsze generacje pociągów ETR z wychylnym nadwoziem stanowią zespoły ETR 600 i 610 (rys. 20). W składzie są 4 wagony silnikowe, co daje moc 5,5 MW zdolną do rozpędzenia składu do 275 km/h, przy czym prędkość eksploatacyjna wynosi 250 km/h. Oprócz zastosowania przekształtników trakcyjnych w technologii IGBT, nowe składy cechują się nową, dynamiczną stylistyką oraz zasilaniem zarówno 3 kV DC, 25 kV, 50 Hz AC i 15kV, 16 $\frac{2}{3}$ Hz w wersji ETR 610.



Rys. 20. Zespół serii ETR 610 [21]

4.4. Hiszpania

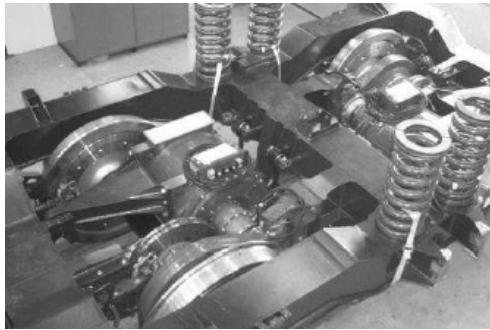
Po wybudowaniu linii dużych prędkości koleje hiszpańskie zakupiły od firmy Alstom pociągi typu TGV, które są eksploatowane pod nazwą AVE serii 100. Pociągi są zasilane napięciem 25 kV, 50 Hz. Pociągi AVE mają dwa człony napędowe i osiem wagonów doczepnych. Podstawowe parametry tych pociągów – poza liczbą wagonów – są w zasadzie takie same, jak pociągów TGV-A. Drobne różnice wynikają między innymi z zastosowania innych urządzeń ATC, to jest systemu LZB, dostarczonego podobnie jak inne urządzenia sterowania ruchem, przez firmę Alcatel SEL [7]. Wraz z rozbudową sieci połączeń liniami dużych prędkości, wzrosło zapotrzebowanie na nowy tabor trakcyjny do obsługi nowych połączeń. Jednym z rozwiązań jest pociąg serii 102 (*Tal-*

go 350), którego producentem jest Talgo – Bombardier (rys. 21). Pociągi obsługują linię Madryt – Barcelona przystosowaną do prędkości 350 km/h.



Rys. 21. Pociąg serii 102 (*Talgo 350*) [21]

Pociąg składa się z dwóch członów napędnych o układzie Bo'Bo' na obu końcach pociągu i 8 lub 12 wagonów *Talgo*. Jest zasilany napięciem 25 kV, 50 Hz. W członach napędowych pociągu zastosowano wózki firmy ABB Henschel (rys. 22), w których usprężynowanie I i II stopnia stanowią śrubowe sprężyny stalowe.



Rys. 22. Wózek pociągu AVE serii 102 [9]

Silniki trakcyjne są zawieszane na ostoi wózka, a moment obrotowy silnika trakcyjnego jest przenoszony na małe koło przekładni napędu osi przez wychylne sprzęgło zębate. Na osi zestawu znajdują się tarcze hamulcowe do hamulca elektropneumatycznego. Dodatkowo zastosowano tarcze hamulcowe na kole monoblokowym. Człon napędne oprócz hamulca pneumatycznego mają hamulec odzyskowy i oporowy, a wszystkie osie zestawu są wyposażone w układ antypoślizgowy. Konstrukcje pudeł są wykonane ze stopów lekkich. W pociągach zastosowano system ETCS (*European Train Control System*) [17]. W odróżnieniu od pozostałych pociągów dużych prędkości pociągi systemu *Talgo* charakteryzują się trzema rozwiązaniami technicznymi nie spotykanymi w innych konstrukcjach:

- niezależne kinematycznie koła ze stałym prowadzeniem osi,
- pasywny system wychyłu nadwozia,
- oparcie sąsiednich wagonów na jednym półwózku (rys. 23).



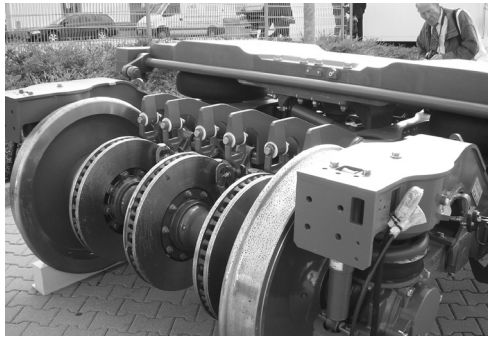
Rys. 23. Rozwiązanie konstrukcyjne oparcia nadwozia pociągów *Talga* [fot. J. Kukulski]

Jednym z najnowszych pociągów eksploatowanych na sieci dużych prędkości jest pociąg AVE serii 103. Producentem jest firma Siemens, a pociąg jest wersją ICE-3 *Velaro* (rys. 24).



Rys. 24. Pociąg AVE serii 103 [9]

Napęd pociągu dostosowano do zasilania 25 kV, 50 Hz, moc napędu wynosi 8 800 kW. W pociągu zastosowano trakcyjne silniki asynchroniczne zawieszony w ostoi wózka (rys. 25). Napędzają one zestawy kołowe przez wychylne sprzęgło zębate i dwukołową przekładnię Voitha.



Rys. 25. Wózek toczny pociągu AVE 103 Velaro [fot. J. Kukulski]

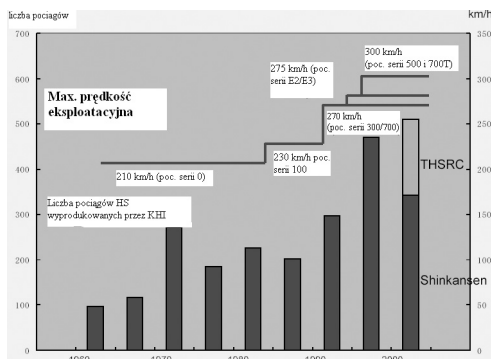
W przedziałach pasażerskich przewidziano system informowania oraz system audiowizualny. Pociąg jest wyposażony w system ETCS poziomu 2 i system łączności systemu GSM-R.

5. POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI NA ŚWIECIE

5.1. Japonia

Japonia jako kraj najwcześniej eksploatujący linie dużych prędkości ma znaczną liczbę pociągów dużych prędkości. Pierwszym pociągiem dostosowanym do prędkości powyżej 200 km/h był pociąg *Shinkansen* serii 0, która charakteryzowała się następującymi cechami:

- konstrukcja stalowa,
- liczba wagonów w składzie 8 lub 16 wagonów,
- napięcie zasilania 25 kV, 60 Hz,
- przyśpieszenie rozruchu 0,96 m/s²,
- typ wózka DT200,
- maksymalny nacisk zestawu na oś 160 kN,



Rys. 26. Zestawienie liczby różnych serii pociągów Shinkansen wyprodukowanych od 1960 r. [8]

- hamowanie hamulcem elektromagnetycznym i elektropneumatycznym,
- system ATC – automatyczna kontrola pociągu.

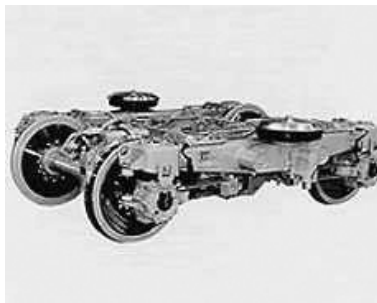
Od wyprodukowania pierwszej serii pociągu *Shinkansen* powstało kilka innych rozwiązań technicznych. Na rysunku 26 przedstawiono historię produkcji pociągów *Shinkansen* różnych serii.

Cechą charakterystyczną składów zespolonych kolei japońskich są małe naciski na oś odpowiadające masie 11–13 ton, poza pierwszymi seriami, których naciski odpowiadały masie rzędu 16 t/oś. Układ biegowy bazuje na trzech typach wózków (tabl. 2).

Tablica 2

Typy wózków zastosowanych w poszczególnych seriach pociągów *Shinkansen*

Typ wózka	Seria pociągu
DT 200 (baza wózka 2 500 mm)	Seria 0
	Seria 100
	Seria 200
Wózek Bolsterless (od 1992 r.) (baza wózka 2 500 mm), rys. 27	Seria 300
	Seria 500
	Seria 700
	Seria E1
	Seria E2
	Seria E4
Wózek Bolsterless (baza wózka 2 250 mm)	Seria 400
	Seria E3



Rys. 27. Wózek Bolsterless do pociągu *Shinkansen* Serii E2 [15]

Następną generacją pociągów dużych prędkości w Japonii będzie pociąg serii N700-7000 oraz pociągi serii E5, E954 i E955. Pociąg N700–7000 będzie się składał z 8 wagonów napędnych i wejdzie do eksploatacji w 2011 r. Jego prędkość konstrukcyjna wyniesie 300 km/h, moc 9 760 kW, a maksymalny nacisk na oś będzie odpowiadał masie 11 ton. Pociąg serii E5, o prędkości 320 km/h, wejdzie do eksploatacji w 2010 r., pociągi serii E954 i E955 o prędkości konstrukcyjnej 405 km/h i eksploatacyjnej 360 km/h są planowane na 2011 r. (rys. 28).

Rys. 28. Pociąg *Shinkansen* serii E954 [24]

5.2. Korea Południowa

Po oddaniu w 2004 r. do eksploatacji linii dużych prędkości, koleje Korei Południowej zamówiły w firmie Alstom tabor, który jest pochodną konstrukcji pociągów TGV *Réseau*. Pociągi KTX (rys. 29) o długości 393 m mają większą liczbę wagonów – 18, przez co uzyskano w nich 935 miejsc do siedzenia, inny jest także kształt czoła pociągu. Pociąg KTX jest zasilany napięciem 25 kV, 60 Hz i ma możliwość hamowania odzyskowego. Prędkość maksymalna wynosi 300 km/h, a nacisk na oś odpowiada masie 17 ton. Każdy z pociągów jest wyposażony w 12 silników trakcyjnych synchronicznych o mocy 1,1 MW każdy. Silniki są umieszczone na wszystkich osiach członów napędowych oraz na dwóch wózkach wagonów pasażerskich, przyległych do członów napędowych. Dwa pierwsze składy pociągów zbudowano całkowicie we Francji, kolejne w Korei przez firmy Hyundai, Daewoo i Hanjin pod nadzorem specjalistów Alstoma. Składy te zostały dodatkowo dobrze zabezpieczone przed gwałtownymi zmianami ciśnienia z powodu znacznej liczby tuneli na całej trasie (138 km linii przebiega w tunelach) [5, 17].



Rys. 29. Pociąg TGV KTX eksploatowany na kolejach Korei Południowej [10]

W tabelicy 3 scharakteryzowano pociągi dużych prędkości w Europie i na świecie.

Tablica 3

Charakterystyka pociągów dużej prędkości w Europie i na świecie

Operator	Typ	Liczba wagonów		Liczba zespołów	Rok produkcji	Moc [kW]	Maksymalna siła pociągowa [kW]	Prędkość maksymalna [km/h]	Prędkość eksploatacyjna [km/h]	Napięcie zasilania	Masa na oś [t]	Liczba miejsc	Wytwórca	Długość całkowita [m]
		całkowita	napędnych											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DB AG	401-ICE 1	-	-	59	1989	4800	200	280	280	15 kV, 16,7 Hz	19,5	759	Siemens	358
DB AG	402-ICE 2	-	-	44	1996	4800	200	280	280	15 kV, 16,7 Hz	19,5	368	Siemens	205
DB AG	403-ICE 3	EMU-8	4M4T	50	2000	8000	300	330	300	15 kV, 16,7 Hz	16	394	Siemens	200
DB AG	406-ICE 3	EMU-8	4M4T	7	2002	8000	300	220 330	300	1,5 kV; 3 kV 15 kV, 16,7 Hz	16	384	Siemens	200
DB AG	606-ICE 3	EMU-8	4M4T	6	2000	8000	300	220 330	300	1,5 kV; 3 kV 15 kV, 16,7 Hz	16	384	Siemens	200
DB AG	411-ICET	EMU-7	4M3T	32	1999	4000	200	230	230	15 kV, 16,7 Hz	15	351	Siemens	184
DB AG	411-ICET	EMU-7	4M3T	28	2004	4000	200	230	230	15 kV, 16,7 Hz	15	370	Siemens	184
DB AG	415-ICET	EMU-5	3M2T	11	1999	3000	150	230	230	15 kV, 16,7 Hz	15	250	Siemens	133
NS N.V.	ICE3	EMU-8	4M4T	4	2002	8000	300	220 330	300	1,5 kV; 3 kV 15 kV, 16,7 Hz	16	384	Siemens	200
Renfe Operadora	100	-	-	18 (+6)	1992	8800	-	300	300	25 kV, 50 Hz 3 kV	17,2	328 (+1hp)	Alstom	200,15
Renfe Operadora	102	-	-	16 (+30 w 2011)	2005	8000	-	330	300	25 kV, 50 Hz	17	314 (+2hp) 346 (+2hp)	Talgo Bombardier	200 244
Renfe Operadora	103	EMU-8	4M4T	26	2007	8800	-	350	300	25 kV, 50 Hz	<17	402 (+2hp)	Siemens	200
Renfe Operadora	104	EMU-4	4M	20 (+13 w 2011)	2004	4000	-	250	250	25 kV, 50 Hz	17	236 (+1hp) 229 (+1hp)	Alstom CAF	107,1
Renfe Operadora	120	EMU-4	4M	12 (+45 w 2011)	2006	4000 (2500)	-	250 (220)	250 (220)	25 kV, 50 Hz 3 kV	16,2	237 (+1hp)	CAF Alstom	107,3
Renfe Operadora	130	-	-	45	2007-2008	4800 (4000)	-	250 220	250 220	25 kV, 50 Hz 3 kV		298 (+1hp)	Talgo Bombardier	185,2

Tablica 3

Charakterystyka pociągów dużej prędkości w Europie i na świecie (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SNCF	1-102 TGV-SE bic.	-	-	96	1978- 1985	6400	-	300	300	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	-	Alstom	200
SNCF	110-118 TGV-SE tric. Lyria	-	-	9	1978- 1988	6400	-	270	270	1,5 kV 15 kV, 16,7 Hz, 25 kV, 50 Hz	17	358	Alstom	200
SNCF	901-907 TGV Postal bic.	-	-	6	1978- 1985	6400	-	270	270	-	-	N/A	Alstom	200
SNCF	301-405 TGV Atlantique bic.	-	-	105	1988- 1992	8800	-	300	300	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	480	Alstom	237
SNCF	501-550 TGV Reseau bic.	-	-	49	1993- 1996	8800	-	320	320	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	375	Alstom	200
SNCF	4501-4530 TGV Roseau tric	-	-	30	1993- 1996	8800	-	320	320	1,5 kV; 3 kV 25 kV; 50 Hz	17	-	Alstom	200
SNCF, Eurostar	3001-TGV TMSST tric. Eurostar	-	-	31 7	1993- 1994	12200	-	300	300	0,75 kV; 3 kV 25 kV, 50 Hz	17	750 558	Alstom	394 320
SNCF	4531-4540 PBA tric. Thalys	-	-	9	1996	8800	-	320	300	1,5 kV; 3 kV 25 kV, 50 Hz	17	377	Alstom	200
SNCF, DB, SNCF, NS	4301-4346 PBKA quadric. Thalys	-	-	17	1996- 1997	8800	-	320	300	1,5 kV; 3 kV 15 kV, 16,7 Hz 25 kV, 50 Hz	17	377	Alstom	200
SNCF	201-289 TGV Duplex	-	-	89	1996- 2007	8800	-	320	320	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	512	Alstom	200
SNCF	601-619 TGV Reseau Duplex	-	-	19	2006- 2008	8800	-	320	320	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	512	Alstom	200
SNCF	4401-4419 TGV POS tric.	-	-	19	2006- 2008	9280	-	320	320	1,5 kV 15 kV, 16,7 Hz 25 kV, 50 Hz	17	357	Alstom	200

Tablica 3

Charakterystyka pociągów dużej prędkości w Europie i na świecie (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SNCF	700 TGV Dasy	-	-	49	2007-2009	9280	-	320	320	1,5 kV 25 kV, 50 Hz	17	512	Alstom	200
SNCF	800 TGV Duplex NG	-	-	55	2009	-	-	320	320	1,5 kV 15 kV, 16,7 Hz 25 kV, 50 Hz	17	-	Alstom	-
Southeastern	395	EMU-6	4M2T	29	2009	3360	-	225	225	0,75 kV 25 kV, 50 Hz	11	348	Hitachi	121,8
Trenitalia	ETR450	EMU-9	8M1T	0	1988-	5000	-	250	250	3 kV	12	390	Alstom	-
Trenitalia	ETR460	EMU-9	6M3T	10	1995-	5880	-	250	250	3 kV	13,5	480	Alstom	237
Trenitalia	ETR480	EMU-9	6M3T	15	1997-	5880	-	250	250	25 kV, 50 Hz 3 kV	13,5	480	Alstom	237
Trenitalia	ETR500	-	-	59	1995-	8800	-	300	300	25 kV, 50 Hz 3 kV	-	662	Alstom	328
Trenitalia	ETR600	EMU-7	4M3T	12	-	5600	-	250	250	25 kV, 50 Hz 3 kV	17	432	Alstom	-
Cisalpino	ETR610	EMU-7	4M3T	14	-	5600	-	250	250	25 kV, 50 Hz 15 kV, 16,7 Hz 3 kV	17	431	Alstom	-
NTV	AGV	EMU-11	6MB6TB	25	2011	-	-	300	300	25 kV, 50 Hz 3 kV	-	500	Alstom	200
RZD	-	EMU-10	-	60	2009	-	-	330	250	-	-	605	Siemens	-
Korail Railways	-	EMU-7	-	4	2009	-	-	-	220	25 kV, 50 Hz 3 kV	-	352	-	-
CR	CRH1	EMU-8	5M3T	40	2007-	5500	-	200	200	25 kV, 50 Hz	16	667	Bombardier Sifang Power	214
CR	CRH2	EMU-8	4M4T	63 (+120)	2007-	4800	-	250	250	25 kV, 50 Hz	14	610	Kawasaki - CSR Sifang	201
CR	CRH2-300	EMU-8	6M2T	-	2008	7342	-	300	300	25 kV, 50 Hz	-	-	-	201
CR	CRH3	EMU-8	4M4T	60	2008	8800	-	350	300	25 kV, 50 Hz	15	600	Siemens - Sifang Qingdao	200

Tablica 3

Charakterystyka pociągów dużej prędkości w Europie i na świecie (cd.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CR	CRH5	EMU-8	5M3T	60	2007-	5500	-	200	200	25 kV, 50 Hz	17	586	Alstom	212
THSRA	700T	EMU-12	9M3T	30	2007-	10260	-	300	300	25 kV, 60 Hz		989	KHI, NS, H	304
JRW	0	EMU-6	6M	6	1964- 2008	4440	-	220	220	25 kV, 60 Hz	16	400	KHI, NS, H, KS, TCC	150
JRW	100	EMU-6	6M	10	1985-	5520	-	230	220	25 kV, 60 Hz	15	394	KHI, NS, H, KS, TCC	152
JRW	100	EMU-4	4M	12	1985-	3680	-	230	220	25 kV, 60 Hz	15	250	KHI, NS, H, KS, TCC	102
JRE	200	EMU-10	10M	11	1982-	9200	-	240	240	25 kV, 50 Hz	16,1	762	KHI, NS, H, KS, TCC	250
JRC, JRW	300 300-3000	EMU-16	10M6T	70	1992-	12000	-	270	270	25 kV, 60 Hz	12	1323	KHI, NS, H, KS	402,1
JRE	400	EMU-7	6M1T	12	1992-	5040	-	240	240	25/20 kV, 50 Hz	12,9	399	KHI, TCC	149
JRW	500	EMU-16	16M	9	1996-	18240	-	300	300	25 kV, 60 Hz	11,7	1324	KHI, NS, H, KS	404
JRC, JRW	700 700-3000	EMU-16	12M4T	75	1998-	13200	-	285	285	25 kV, 60 Hz	11,4	1323	KHI, NS, H, KS	404,7
JRW	700-7000	EMU-8	6M2T	16	2000-	6600	-	285	285	25 kV, 60 Hz	11,4	571	KHI, NS, H, KS	204,7
JRC, JRW	N700	EMU-16	12M4T	24 (+72 w 2011)	2007-	17800	-	300	300	25 kV, 60 Hz	11	1323	KHI, NS, H, KS	404,7
JRK	800	EMU-6	4M2T	6	2004-	6600	-	260	260	25 kV, 60 Hz	11,4	392	H	154,7
JRE	E1	EMU-12	6M6T	6	1994-	9840	-	240	240	25 kV 50 Hz	17	1235	KHI, H	302
JRE	E2	EMU-8	6M2T	14	1997-	7200	-	275	275	25 kV, 50/60 Hz	13,2	630	KHI, NS, H, TCC	201,4
JRE	E2 E2-1000	EMU-10	8M2T	33	1997- 2002-	9600	-	275	275	25 kV, 50 Hz	13,2	814	KHI, NS, H, TCC	251,4
JRE	E3	EMU-6	4M2T	26	1997-	4800	-	275	275	25/20 kV, 50 Hz	12,2	338	KHI, TCC	128,2
JRE	E3-1000	EMU-7	5M2T	3	1997-	6000	-	275	275	25/20 kV, 50 Hz	12,2	402	KHI, TCC	148,7
JRE	E4	EMU-8	4M4T	26	1997-	6720	-	240	240	25 kV, 50 Hz	16	817	KHI, H	201,4
JRE	E5	EMU-10	-	-	2011	-	-	320	320	25 kV, 50 Hz	-	-	-	-
Korail	KTX	-	-	46	2004-	13200	-	300	300	25 kV, 60 Hz	17	935	Alstom Rotem	388

6. POCIĄGI ZESTAWIONE Z KLASYCZNYCH SKŁADÓW WAGONOWYCH

6.1. Lokomotywy

Pojazdy trakcyjne wykorzystywane do ciągnięcia składów wagonowych w ruchu międzyaglomeracyjnym charakteryzują się następującymi cechami:

- układ osi Bo'Bo',
- moc ciąгла 4 800–7 000 kW,
- masa własna 82–90 ton,
- prędkość maksymalna 160–230 km/h,
- sygnalizacja kabinowa,
- komputer pokładowy do współpracy z systemem ETCS,
- napęd za pomocą silników trakcyjnych prądu przemiennego,
- hamulec elektrodynamiczny i hamulce tarczowe,
- pudła wykonane ze stali o podwyższonej wytrzymałości i odporności na korozję,
- prowadzenie łożysk osi bez elementów ciernych,
- układ odsprężynowania drugiego stopnia za pomocą sprężyn śrubowych *flexicoil*,
- całkowicie odsprężynowane silniki trakcyjne, w niektórych przypadkach częściowo zawieszane w ramie wózka, a częściowo w nadwoziu lokomotywy.

W tabelicy 4 przedstawiono zestawienie podstawowych parametrów technicznych lokomotyw elektrycznych wykorzystywanych do obsługi składów pasażerskich w ruchu międzyaglomeracyjnym w krajach europejskich (rys. 30–32).

Tablica 4

Parametry techniczne pojazdów trakcyjnych używanych przez koleje w wybranych krajach europejskich

Typ	Napięcie zasilania	Układ	Moc [kW]	Maks. Prędkość [km/h]	Masa pojazdu [t]	Maksymalna siła pociągowa [kN]	Rodzaj silników trakcyjnych	Producent
1116 ÖBB Taurus	15 kV, 25 kV AC	Bo'Bo'	6400	230	86	300	Silniki asynchroniczne	Siemens
Europrinter ES64U2	15 kV AC / 16% Hz 25 kV AC / 50 Hz	Bo'Bo'	6400	230	86	300	Silniki asynchroniczne	Siemens
Europrinter ES64U4	15 kV AC / 16% Hz 25 kV AC / 50 Hz 3 kV DC	Bo'Bo'	6 000 do 6 400 dla AC 6 000 dla 3 kV DC	200 – 230 (357)	87	300	Silniki asynchroniczne	Siemens
TRAXX AC	15 kV, 25 kV AC	Bo'Bo'	5 600	160/200*	83	300	Silniki asynchroniczne	Bombardier
TRAXX MS	15 kV, 25 kV AC, 3 kV DC	Bo'Bo'	5 600	160/200*	85-87	300	Silniki asynchroniczne	Bombardier
109E	15 kV AC / 16% Hz 25 kV AC / 50 Hz 3 kV DC	Bo'Bo'	6 050	200	86	274	Silniki asynchroniczne	Škoda Transportation

* W aktualnej ofercie firmy Bombardier występują tylko lokomotywy o prędkości 160 km/h.



Rys. 30. Lokomotywa 109 E produkcji Škoda Transportation [14]



Rys. 31. Lokomotywa elektryczna ES64U4 w barwach PKP Intercity S.A. [21]



Rys. 32. Pociąg kolei austriackich Railjet utworzony z lokomotywy serii 1216 i indywidualnych wagonów [fot. J. Kukulski]

6.2. Wagony pasażerskie

Główne parametry i cechy konstrukcji nowoczesnych wagonów pasażerskich stosowanych w ruchu międzyaglomeracyjnym są ujęte m.in. w karcie UIC 567 i projekcie „TSI Pojazdy trakcyjne i wagony pasażerskie”. Budowa nowoczesnych wagonów opiera się na dwóch typach wagonów: Z1 – przeznaczonych do prędkości $V_{max} = 200$ km/h i Z2 – prze-

znaczonych do prędkości $V_{max} = 160$ km/h. Wagony pasażerskie do tego typu przewozów mają zazwyczaj wnętrza o podwyższonym standardzie, m.in.: z klimatyzacją, zamkniętym systemem WC, możliwością korzystania z osobistego komputera i łączności oraz zgodnie z TSI PRM są przystosowane do obsługi osób o ograniczonej możliwości poruszania się. Wagony pasażerskie typu Z1 powinny się charakteryzować następującymi cechami:

- długość 26,5 m,
- klimatyzacja,
- maksymalna prędkość eksploatacyjna 200 km/h,
- możliwość skorzystania z napięcia 230 V we wnętrzu wagonu,
- zamknięty układ WC,
- wózki z pneumatycznym zawieszeniem II stopnia,
- hamulce pneumatyczne – tarczowe i szynowe – magnetyczne,
- drzwi boczne odskokowo-przesuwne,
- liczba miejsc siedzących w wagonie 1 klasy – 58 w wersji bezprzedziałowej lub 54 w wersji przedziałowej,
- liczba miejsc siedzących w wagonie 2 klasy – 80 w wersji bezprzedziałowej lub 66 w wersji przedziałowej,
- jeden wagon w składzie dostosowany do potrzeb osób z ograniczoną mobilnością.

Wszystkie materiały wyposażenia wagonu powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa przeciwpożarowego, oraz być odporne na zabrudzenia i uszkodzenia mechaniczne. Pod względem wytrzymałości pudła wagonów muszą uwzględniać wymagania karty UIC 566. Nowoczesne wagony powinny być wyposażone w układ diagnostyki pokładowej z możliwością odczytu informacji na wyświetlaczu lub komputerze przenośnym. Konstrukcja wózka powinna zapewniać komfort i bezpieczeństwo jazdy oraz spełnienie kryterium torowego (rys. 33–35).



Rys. 33. Wózek toczny 25 ANa [13]



Rys. 34. Wózek GP-200 [16]



Rys. 35. Francuski wózek Y32 [12]

Wózek typu Y32 produkcji francuskiej charakteryzuje się prowadzeniem łożysk osi za pomocą wahaczy osadzonych w ramie wózka za pomocą specjalnego elementu gumowego. Usprężynowanie I stopnia stanowią sprężyny śrubowe, podobnie jak i II stopnia – w układzie *flexicoil*. Siły wzdłużne między nadwoziem i wózkiem są przenoszone specjalnym cięgłem. Nowo budowane wagony pasażerskie powinny być dostosowane do potrzeb pasażerów o ograniczonych możliwościach poruszania się. W składzie zestawionym z klasycznych wagonów pasażerskich powinny być przygotowane co najmniej dwa miejsca dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich, drzwi wejściowe powinny mieć zwiększoną szerokość, a toalety odpowiednio przystosowane.

7. POCIĄGI MIĘDZYAGLOMERACYJNE W POLSCE

7.1. Stan obecny

Spółka PKP *Intercity* jest obecnie jedynym przewoźnikiem kolejowym świadczącym pasażerskie międzyaglomeracyjne usługi przewozowe na terenie Polski. Spółka ma własny tabor do przewozu pasażerów liczący 1 275 wagonów (rys. 36). W tablicy 5 zestawiono wybrane typy wagonów i ich parametry techniczne. Zasoby wagonowe spółki obejmują wagony przedziałowe i bezprzedziałowe pierwszej i drugiej klasy, wagony sypialne, barowe, restauracyjne oraz konferencyjne.



Rys. 36. Wagon pasażerski Z1 (152A / 152Aa) [21]

Tablica 5

Wybrane wagony pasażerskie i ich podstawowe parametry techniczne

Typ wagonu	Długość [m]	Liczba miejsc siedzących	Maksymalna prędkość [km/h]	Masa wagonu [t]	Producent	Ogrzewanie
Z1 (152A / 152Aa)	26,40	54	200	48	FPS Poznań, Polska	Klimatyzacja
Z1A	26,40	54	200	48	ABB / Henschel AG, Niemcy	Klimatyzacja
Z2A	26,40	54	160	38	VEB Waggonbau Bautzen, NRD	Nawiewowe lub klimatyzacja

Tablica 5

Wybrane wagony pasażerskie i ich podstawowe parametry techniczne (cd.)

Typ wagonu	Długość [m]	Liczba miejsc siedzących	Maksymalna prędkość [km/h]	Masa wagonu [t]	Producent	Ogrzewanie
Z2B	26,40	66	160	38	VEB Waggonbau Bautzen, NRD	Nawiewowe lub klimatyzacja
111 Arow	24,50	72	160	42	PESA Bydgoszcz	Nawiewowe lub klimatyzacja
XB GÖRLITZ	26,40	66	160	38	VEB Waggonbau Bautzen, NRD	Nawiewowe lub klimatyzacja
Z1B 154A / 154Aa	26,40	80	200	49	FPS Poznań, Polska	Klimatyzacja
Z1B	26,40	66	200	49	ABB Henschel AG, Niemcy	Klimatyzacja

Do obsługi trakcyjnej składów pociągowych wykorzystywany jest własny tabor odkupiony od spółki PKP CARGO S.A. Obsługa trakcyjna odbywa się z wykorzystaniem lokomotyw następujących serii: EP09 (rys. 37), EP08, EP05, EP07/EU07, SU 46. Połączenie Warszawa – Łódź obsługiwane jest od niedawna nowymi zespołami trakcyjnymi ED74 produkcji PESA Bydgoszcz (rys. 38).



Rys. 37. Lokomotywa elektryczna EP09 [21]



Rys. 38. Elektryczny zespół trakcyjny ED74 obsługujący połączenia kolejowe Warszawa – Łódź

W tablicach 6 i 7 przedstawiono podstawowe parametry techniczne wymienionych lokomotyw do obsługi składów pociągowych i zespołów trakcyjnych używanych przez PKP Intercity.

Tablica 6

Podstawowe parametry techniczne lokomotyw

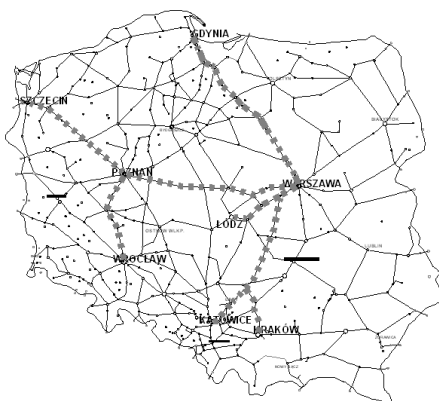
Typ	Napięcie zasilania	Układ osi	Moc [kW]	Maksymalna prędkość [km/h]	Masa pojazdu [t]	Lata produkcji
EP 09	3 kV DC	Bo'Bo'	2920	160	83,5	1986–1997
EP 08	3 kV DC	Bo'Bo'	2000	140	80	1972–1976
EP 05	3 kV DC	Bo'Bo'	2032	160	82,5	1973–1977
EP 07	3 kV DC	Bo'Bo'	2000	125	80/83	1995–2003 przebudowa
EU 07	3 kV DC	Bo'Bo'	2000	125	80	1965–1994
SU 46	Spalinowa	Co'Co'	1654	120	105	1974–1985

Tablica 7

Podstawowe parametry techniczne zespołu trakcyjnego

Typ	Napięcie zasilania	Układ osi	Moc [kW]	Maksymalna prędkość [km/h]	Masa pojazdu [t]	Lata produkcji
ED 74	3 kV DC	Bo'2'2'2'Bo'	2000	160	158,9	od 2007

Przewozy są wykonywane na głównych ciągach komunikacyjnych w Polsce i obejmują między innymi następujące relacje (rys. 39): Warszawa – Katowice, Warszawa – Kraków, Warszawa – Poznań – Wrocław / Szczecin, Warszawa – Gdynia, Warszawa – Łódź.



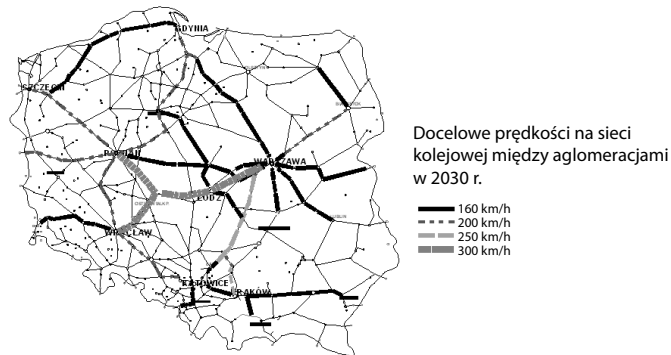
Rys. 39. Mapa połączeń międzyaglomeracyjnych w Polsce [fot. J. Kukulski]

Wykonywanie przewozów pasażerskich na wysokim poziomie wywołuje potrzebę odnawiania i pozyskiwania nowego taboru (wagonów). Obecnie wykorzystywane po-

jazdy trakcyjne do obsługi składów pasażerskich są pojazdami o znacznym wieku i ograniczonych możliwościach trakcyjnych. Maksymalna prędkość, jaką mogą rozwijać pojazdy typu EP wynosi 140÷160 km/h. Liczba tych pojazdów jest ograniczona.

7.2. Perspektywy rozwoju

Podniesienie w niedalekiej perspektywie prędkości eksploatacyjnej na wybranych liniach kolejowych do $V_{max} = 200\div 250$ km/h, a także budowa *Kolei Dużych Prędkości* spowoduje potrzebę pozyskania nowych pojazdów trakcyjnych lub składów zespołowych. Obecnie Spółka PKP *Intercity* zakupiła w firmie Siemens 10 lokomotyw o prędkości maksymalnej 200 km/h. Trwają badania tych lokomotyw konieczne do uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji. W 2011 r. planuje się bieżącą eksploatację nowych lokomotyw do obsługi połączeń międzyaglomeracyjnych, które na przełomie 2011 r. i 2012 r. powinny jeździć po liniach PKP PLK S.A. Koszt zakupu 20 składów zespołowych wyniesie niemal 400 mln euro. Biorąc pod uwagę perspektywę modernizacji linii kolejowych do $V_{max} = 200\text{--}250$ km/h i budowę linii dużych prędkości do 2020 r. (rys. 40), należy również przewidywać zakup taboru do przewozów z prędkościami powyżej 250 km/h.



Rys. 40. Docelowa mapa prędkości powyżej 160 km/h na sieci kolejowej Polski w 2030 r. [11, 29].

8. DOBÓR TABORU DO PRZEWOZÓW MIĘDZYAGLOMERACYJNYCH

Wymagania stawiane nowoczesnym systemom przewozowym w pasażerskim transporcie kolejowym to: wygoda podróżowania, czas przejazdu, bezpieczeństwo i niezawodność, wysoka dostępność, duża zdolność przewozowa, niezależność od warunków pogodowych, a także stosowanie technologii przyjaznych dla środowiska. Wymagania te różnią się jednak w zależności od segmentu rynku oraz rodzaju pasażera. Chcąc sprostać konkurencji, transport kolejowy powinien w możliwie najwyższym stopniu spełniać oczekiwania nabywców. Oczekiwania te są konkretyzowane jako po-

stulaty przewozowe, będące jakościowym opisem cech usługi przewozowej. W zależności od segmentu rynku, różne postulaty przewozowe nabierają większego znaczenia, a ich znajomość wraz z bieżącym monitoringiem jest kluczowym elementem systemu informacji marketingowej przewoźnika lub organizatora transportu kolejowego. W przewozach międzyaglomeracyjnych przeważają potrzeby o charakterze obligatoryjnym, związane przede wszystkim z realizacją podróży służbowych. Wśród czynników determinujących wybór transportu kolejowego dominuje przede wszystkim bezpośrednio połączenie (bez przesiadek) oraz krótszy w stosunku do transportu drogowego czas podróży pociągiem. Dalszymi czynnikami są bezpieczeństwo osobiste, bezpieczeństwo podróży pociągiem oraz komfort podróżowania. Pasażerowie pociągów międzyaglomeracyjnych oczekują zdecydowanego zwiększenia komfortu i skrócenia czasu jazdy i skłonni są zaakceptować wyższe ceny biletów, by usługi te uległy poprawie.

Segment przewozów międzyaglomeracyjnych w Polsce będzie się rozwijał bardzo szybko, a docelowa oferta przewozowa obejmie zarówno połączenia promieniste wszystkich ważniejszych aglomeracji z Warszawą, jak i najważniejsze połączenia pomiędzy tymi aglomeracjami. Kryteria doboru taboru do przewozów międzyaglomeracyjnych w Polsce powinny być tak sformułowane, aby zostały spełnione dwa główne cele:

- zapewnienie w najważniejszych relacjach czasów przejazdu krótszych niż 3 godziny, a w relacji o największych potokach (na przykład Warszawa – Kraków, Warszawa – Katowice, Warszawa – Wrocław, Warszawa – Poznań) – krótszych niż 2 godziny.
- rozszerzenie zakresu usług świadczonych pasażerom na pokładzie, szczególnie dostęp do szerokopasmowego Internetu i zapewnienie wysokiej jakości usług gastronomicznych.

9. PODSUMOWANIE

W artykule zaprezentowano przegląd rozwiązań konstrukcyjnych taboru do obsługi połączeń międzyaglomeracyjnych. Ten segment usług przewozowych bardzo szybko się rozwija m.in. za sprawą *Kolei Dużych Prędkości*. Rozwój KDP w Europie i na świecie jest bardzo dynamiczny, co można zauważyć śledząc wydłużającą się listę użytkowników linii dużych prędkości, jak i planowane inwestycje związane z budową i modernizacją linii dużych prędkości. Oprócz odpowiedniej infrastruktury torowej istotnym elementem umożliwiającym obsługę połączeń międzyaglomeracyjnych jest tabor. Właściwy dobór pojazdów uzależniony jest od wielu czynników, m.in. technicznych i ekonomicznych. Szczegółowe analizy pozwalają na określenie najlepszego rozwiązania dla danego przewoźnika. Należy brać pod uwagę aspekty ekonomiczne, eksploatacyjne, uwzględniać wymagania stawiane przez TSI HS i nową specyfikację TSI PRM (techniczna specyfikacja dla obsługi osób o ograniczonych możliwościach ruchowych). Istotnym elementem są również możliwości trakcyjne pojazdu trakcyjnego lub składu zespoło-

nego, własności układu biegowego, a dla pasażera komfort podróżowania i bezpieczeństwo.

Dobór właściwych pojazdów do tego typu połączeń kolejowych mimo daleko posuniętej standaryzacji taboru w Europie, wymaga uwzględnienia lokalnych warunków eksploatacyjnych i potrzeb przewozowych. Elementem, o którym nie można zapomnieć przygotowując specyfikację na zakup nowoczesnego taboru na duże prędkości, jest zapewnienie właściwego utrzymania taboru przez producenta, bowiem to decyduje o dostępności i niezawodności taboru.

BIBLIOGRAFIA

1. Badillo Díaz S.: *Development of High Speed Services in Spain, 6th Training on High Speed Systems*, Paris, 8–12.06.2009.
2. Barrón de Angoiti I.: *High Speed Rail Developments around the World, UIC High Speed Rail Seminar Łódź 28–29th March 2006*.
3. Barrón de Angoiti I.: *High Speed Rail Systems in Europe and across the world, 6th Training on High Speed Systems*, Paris, 8–12.06.2009.
4. Graff M.: *Czeskie pociągi Pendolino*, „Technika Transportu Szynowego”, 2008, nr 7–8.
5. Graff M.: *Pociągi dużej prędkości KTX w Korei Południowej*, „Technika Transportu Szynowego”, 2008, nr 9.
6. Graff M., Raczyński J.: *Testy pociągu AGV*, „Technika Transportu Szynowego”, 2008, nr 7–8.
7. Harassek A., Rabsztyń M., Raczyński J.: *Rozwój konstrukcji pociągów TGV*, „Technika Transportu Szynowego”, 2006, nr 10.
8. Hattori A.: *The future of High-Speed Rail*, Eurailspeed 2005.
9. Jiménez J.A.: *High Speed Trains. General overview, 6th Training on high speed systems*, Paris, 8-12.06.2009.
10. Leboeuf M.: *Rozwój obsługi kolejami dużych prędkości we Francji* [tyt. oryg. *Development of high speed traffic in France*], Konferencja „Koleje dużych prędkości w Europie i projekty budowy nowych linii w Polsce”, Łódź, 28–29 marzec 2006.
11. *Master Plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku*, Załącznik do Uchwały Nr 277 Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2008 r., Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury, 2008 r.
12. Materiały informacyjne firmy ASTRA Vagoane Călători. Bogie „Y 32 R” [online], [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: www.astra-passengers.ro/2b_1_1_en.htm.
13. Materiały informacyjne firmy Poznańskie Zakłady Naprawcze Taboru Kolejowego S.A. „Wózki toczne” [online], [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: www.zntkpoznan.com.pl/readarticle.php?artide_id=5.
14. Materiały informacyjne firmy Škoda Holding a.s., „Lokomotiva 109E” [online], [dostęp 17 sierpnia 2009 r.], Dostępny w World Wide Web: <http://www.skoda.cz/>

- holding/produkty/doprawni-strojirenstui/elektrycke-lokomotivy/ lokomotiva-109-e-aid65.html.
15. Materiały informacyjne firmy Sumitomo Metals Industries Ltd, „Railway product bogie trucks”, [online], [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: www.sumitomometals.co.jp/e/osakasteelworks/daisya/index.html.
 16. Materiały informacyjne firmy TransTec Vetschau GmbH, „Drehgestell GP 200” [online], [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: www.transtec-maschinenbau.de/de/dg-gp200.php.
 17. Raczyński J.: *Pociągi dużych prędkości – kierunki rozwoju*, „Technika Transportu Szynowego”, 2005, nr 5–6.
 18. Raczyński J.: *Rządowy program budowy linii dużych prędkości w Polsce*, „Technika Transportu Szynowego”, 2008, nr 9.
 19. Raczyński J.: *Tabor do przewozów międzyregionalnych. Pociągi dużych prędkości do $V_{max} = 250$ km/h*, „Technika Transportu Szynowego”, 2007, nr 11.
 20. Rusak R.: *Pociągi dużych prędkości w Niemczech*, „Technika Transportu Szynowego”, 2007, nr 10.
 21. Szybka Kolej [online], Zmodyfikowano 23 maj 2009, [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: http://pl.wikipedia.org/wiki/Szybka_kolej.
 22. Taylor C.J.: *TGV Est lifts the record*, „Railway Gazette International”, 2007, nr 9 [Tłum. na język polski M. Rabsztyń, „Technika Transportu Szynowego”, 2007, nr 12.
 23. Towpik K.: *Infrastruktura transportu kolejowego*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2004.
 24. Train. High-speed rail [online], Zmodyfikowano 16 August 2009 [dostęp 11 sierpnia 2009], Dostępny w World Wide Web: <http://en.wikipedia.org/wiki/Train>.
 25. Wolfram T.: *Elektryczne lokomotywy pociągowe – stan rozwoju*, „Technika Transportu Szynowego”, 2003, nr 11.
 26. Wolfram T.: *Europejskie pociągi dużych prędkości 2006*, „Technika Transportu Szynowego”, 2007, nr 1–2.
 27. Wolfram T.: *Struktura szybkich pociągów pasażerskich*, „Technika Transportu Szynowego”, 2008, nr 10.
 28. Wolfram T.: *Tabor kolejowy do przewozów pasażerskich z dużymi prędkościami ze szczególnym uwzględnieniem CMK, Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Linie Dużych Prędkości. Przygotowanie Centralnej Magistrali Kolejowej do prędkości 200–250 km/godz.”, Mąchoć – Ameliówka k. Kielc, 30 września – 1 października 1997 r.*
 29. Wstępne studium wykonalności budowy linii dużych prędkości Wrocław/Poznań – Łódź – Warszawa, Praca CNTK nr 4154/74, Warszawa, 2005 r.