

Andrzej Harassek

Rozwój kolei dużych prędkości na świecie

W ostatnich latach dał się zauważyć szybki rozwój kolejowych połączeń dużych prędkości. Obok powiększającej się sieci szybkich pociągów w Europie i Japonii, powstały pierwsze takie linie w Korei i Stanach Zjednoczonych, rozpoczęto już lub planuje się budowę dalszych w takich krajach, jak Tajwan, Australia czy Chiny. W artykule tym pragniemy przybliżyć Czytelnikom historię, dzień dzisiejszy i perspektywy rozwoju dużych prędkości w kolejnictwie. Zanim jednak do tego przejdziemy, zastanówmy się nad definicją dużych prędkości.

Sprawa, wbrew pozorom, nie jest taka oczywista. Różne koleje stosują różne definicje. Wynika to z warunków lokalnych, odmiennych tradycji, poziomu odniesienia itp. Nie istnieją, niestety, uznane powszechnie kryteria, według których można byłoby określić, czy dany pociąg lub linia kolejowa może być zaliczona do systemu dużych prędkości. Dyrektywa 96/48 Komisji Europejskiej z 23 lipca 1996 r. o interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości stanowi, iż zalicza się do niego nowo budowane linie przeznaczone do prędkości co najmniej 250 km/h oraz linie modernizowane, dostosowane do prędkości rzędu 200 km/h. Podobnie za tabor dużych prędkości uważa się pociągi mogące na nowych liniach rozwijać prędkość nie mniejszą niż 250 km/h (a w odpowiednich warunkach umożliwiające jazdę powyżej 300 km/h) i prędkość rzędu 200 km/h na istniejących, odpowiednio dostosowanych liniach. Z formalnego punktu widzenia, związanego z zakresem stosowania dyrektywy, do systemu dużych prędkości zalicza się również linie łączące, szczególnie dojazdowe do stacji w centrach miast, a także linie zmodernizowane specjalnie do ruchu pociągów dużych prędkości, na których jednak ze względu na ograniczenia wynikające z warunków topograficznych, rzeźby terenu lub zabudowy miejskiej, nie można uzyskiwać tak dużych prędkości.

W artykule zajmiemy się przede wszystkim liniami, na których pociągi mogą osiągać prędkość co najmniej 250 km/h. Wspomnimy także o zmodernizowanych odcinkach, na których pociągi rozwijają nieco mniejsze prędkości, zawsze jednak większe niż 200 km/h.

Takie były początki

Historia rekordów prędkości pociągów jest tak długa, jak historia kolei. Za pierwszy uznany rekord prędkości przyjmuje się wyczyn *Rakiety* Stephensona, która w słynnym wyścigu lokomotyw w 1829 r. rozwinęła prędkość blisko 47 km/h. Jeszcze w I połowie XIX w. w Anglii pociąg przekroczył 100 km/h (119,5 km/h w 1846 r. i 125,5 km/h dwa lata później). Prędkość powyżej 200 km/h została osiągnięta w 1903 r. przez niemiecki wagon o napędzie elektrycznym na torze doświadczalnym koło Berlina. 28 i 29 marca 1955 r. francuskie lokomotywy BB 9004 i CC 7107, każda z nich prowadząc trzywagonowy pociąg doświadczalny,

przekroczyły 300 km/h. Na specjalnie przygotowanym odcinku linii między Bordeaux a Dax obie maszyny uzyskały prędkość 331 km/h. Podstawy wprowadzania dużych prędkości zostały położone. Jednak od rekordowych jazd do normalnej eksploatacji droga była jeszcze daleka. Świadczy to tym fakt, że w wyniku jednej z tych prób tor, na którym odbywała się jazda, został poważnie zdeformowany.

Japonia

Rekordowym wyczynom towarzyszyło zwiększanie prędkości w normalnym ruchu. Już w drugiej połowie lat 30. XX w. najszybsze pociągi w Europie i Ameryce osiągały prędkość 160 km/h. W latach 50. przymierzano się do wprowadzenia 200 km/h na odpowiednio przygotowanych istniejących liniach. Jednak za ojczyznę kolei dużych prędkości przyjęto się uważać Japonię. Wkrótce po II wojnie światowej rozpoczęto tam studia nad zwiększaniem prędkości pociągów. Na istniejącej sieci krętych linii o szerokości toru 1067 mm nie było większych szans na znaczące zwiększenie prędkości. Rozwiązaniem była budowa odrębnej sieci, o normalnej szerokości toru. W 1956 r. opracowano pierwsze studium wykonalności budowy nowej linii łączącej Tokio z Osaką. Założono, że powinna ona umożliwiać jazdę z prędkością 250 km/h. W kraju, gdzie dotychczas pociągi rozwijały prędkość rzędu 80 km/h, oznaczało to rewolucyjną zmianę w standardach kolejnictwa. Budowę nowej linii rozpoczęto w kwietniu 1959 r. Celem było ukończenie budowy w roku Igrzysk Olimpijskich w Tokio. Po pięciu i pół latach, 1 października 1964 r. pierwsza linia przyszłej sieci wysokich prędkości *Shinkansen* została oddana do użytku. Na linii *The New Tokaido* z Tokio do Osaki, długości 515 km, pociągi osiągały prędkość 210 km/h. Nowa linia na 93 km biegnie na es-



Źr. UIC

takadach, łączna długość mostów wynosi 19 km, a tuneli – 65, z których najdłuższy ma 7,8 km. Największe pochylenie wynosi 15‰ (z wyjątkiem kilku krótkich, poniżej 1 km, odcinków o pochyleniu do 20‰), a minimalny promień łuku wynosi 2500 m. Początkowo planowano także ruch szybkich (130 km/h) pociągów kontenerowych w nocy, jednak konieczność prowadzenia w porze nocnej prac utrzymaniowych zdecydowała o tym, że plany te nigdy nie zostały urzeczywistnione.

Następna linia o nazwie *Sanyo* połączyła 15.03.1972 r. Osakę z Okayamą (161 km), a dwa lata później, 10.03.1975 r., przez Hiroszimę z odległą o następne 393 km, leżącą na wyspie Kyushu Fukuoką (stacja Hakata). Prędkość maksymalną, wynoszącą początkowo na całej linii z Tokio do Hakaty 210 km/h, zwiększano później stopniowo do 220, 230 i wreszcie do 270 km/h. W marcu 1997 r. wprowadzono na trasie Shin Osaka – Hakata (linia *Sanyo*) pociągi serii 500 *Nozomi*, rozwijające prędkość 300 km/h. Ciekawostką jest oddany do użytku w kwietniu 1990 r. krótki, 8,5 km odcinek ze stacji Hakata do Hakata Minami (Hakata Południe). Z technicznego punktu widzenia nie należałoby go nazywać *Shinkansen*, jednak ma on normalną szerokość toru, a wahadłowo kursujące co godzinę pociągi są obsługiwane zespołami typu *Shinkansen* serii 0 i 100.

Kolejne linie, tym razem na północ i północny wschód od Tokio, połączyły 23.06.1982 r. leżącą 28 km na północy od stolicy miejscowość Omiya z Morioką (linia *Tohoku*, 465 km, największa prędkość 240 km/h), a 15.11.1982 z Niigatą (linia *Joetsu*, 270 km, 275 km/h). 14.03.1985 r. oddano do użytku brakujący odcinek Omiya – Tokio Ueno, a w 1990 r. – 3,6-kilometrowym odcinkiem połączono stację Ueno z tokijskim dworcem centralnym, na którym zaczyna się linia *Tokaido*. Ze względu na hałas, na odcinku Tokio – Omiya prędkość pociągów jest ograniczona do 110 km/h.

W latach 90. następował dalszy rozwój sieci *Shinkansen*. Po otwartej w 1992 r. linii z Fukushimy do Yamagaty (Yamagata *Shinkansen*, w 1999 r. wydłużona do Shinjo – łącznie 149 km), w marcu 1997 r. uruchomiono odgałęzienie linii *Tohoku* z Morioki do Akity, na zachodnim brzegu wyspy (Akita *Shinkansen*, 127 km). Obie linie, znane pod nazwą *mini-Shinkansen*, powstały w wyniku modernizacji starych odcinków wąskotorowych, połączonych ze zmianą szerokości toru (z pozostawieniem na niektórych odcinkach równoległego, wąskiego toru). Ze względu na bardzo trudny teren (duże pochylenia i łuki o promieniach nawet rzędu 300 m), na liniach tych pociągi osiągają prędkość niewiele przekraczającą 100 km/h. Zgodnie z przyjętą w tym artykule definicją nie należałoby tych linii zaliczać do sieci dużej prędkości. Niemniej jednak wchodzi one w skład wydzielonej w Japonii sieci szybkich połączeń *Shinkansen*.

Kolejną, oddaną do użytku w październiku 1997 r., była linia do Nagano. Odgałęzia się ona w miejscowości Takasaki od linii *Joetsu*. Licząca 120 km trasa, na której pociągi mogą rozwijać prędkość do 260 km/h, jest pierwszym etapem budowy linii *Hokuriku*, mającej połączyć następnie Nagano z Naoetsu na północnym wybrzeżu Japonii i dalej przez Toyamę i Fukui z Shin Osaką.

Wśród linii, których budowę już rozpoczęto, należy wymienić wydłużenie linii *Sanyo* z Hakaty do Kagoshimy (Kyushu *Shinkansen*). 13 marca 2004 r. oddano do użytku pierwszy, odizolowany od reszty sieci fragment nowej linii – 125-kilometrowy odcinek Yatsushiro – Kagoshima. Na połączenie ze stacją Hakata w Fukuocie (145 km) trzeba będzie poczekać aż do 2012 r. Trwa też bu-



Pociąg serii 0 na linii *Sanyo-Shinkansen* w 1991 r.



Pociąg *Shinkansen* serii 100 w 1991 r.

dowa linii *Tohoku* w kierunku Aomori (odcinek Morioka – Hachinohe otwarto w 2002 r.). Zatwierdzone są też plany budowy odgałęzienia z Fukuoki (Hakata) do Nagasaki (linia wąskotorowa – 1067 mm, prędkość 200 km/h) oraz z Aomori do Sapporo, na wyspie Hokkaido. Ta ostatnia linia zostanie przeprowadzona przez najdłuższy na świecie, podmorski tunel kolejowy Seikan (53,9 km), wykorzystywany do tej pory przez klasyczne pociągi, jeżdżące po torze 1067 mm.

Wszystkie linie sieci *Shinkansen* są przeznaczone wyłącznie do ruchu pociągów pasażerskich z dużymi prędkościami (z opisanymi wyjątkami), a pociągi te nie mogą kursować po liniach klasycznych. Wynika to oczywiście z różnicy szerokości toru. Jak już wspomniano, w odróżnieniu od wąskotorowej (1067 mm) sieci pozostałych linii, na sieci dużych prędkości zastosowano tor o szerokości 1435 mm. Niemniej jednak na niektórych odcinkach przewidziano tor trzyszynowy lub pozostawienie równoległe toru wąskiego, co umożliwia kursowanie zarówno klasycznych składów, jak i pociągów *Shinkansen*.

Początki połączeń dużych prędkości w Europie

Przykład Japonii podzielał na wyobraźnię kolejarzy europejskich. Na istniejących, odpowiednio przystosowanych liniach rozpoczęto, początkowo nieśmiało, zwiększać prędkość do 200 km/h.

W maju 1967 r. SNCF uruchomiły pierwszy pociąg, rozwijający w normalnej eksploatacji prędkość 200 km/h. Był to słynny ekspres *Capitole* z Paryża do Tuluzy, prowadzony lokomotywą elektryczną serii BB 9200, których sześć zmodyfikowano w tym



Spalinowe pociągi dużych prędkości (HST) były pierwszymi składami, rozwijającymi w normalnej eksploatacji prędkość 200 km/h w Wielkiej Brytanii (foto z 2003 r.)



Pociąg TGV Sud-Est



Pierwsze pociągi kolei niemieckich, jadące z prędkością 200 km/h były prowadzone lokomotywami serii 103 (dawniej E03)



Elektryczne zespoły trakcyjne „Pendolino” serii ETR 450 były pierwszymi (poza prototypowym ETR 401) włoskimi pociągami z przechylnymi pudłami – stacja Roma Termini, marzec 1993 r.

celu. Rozwijano także trakcję spalinową. W 1970 r. wprowadzono do służby czterowagonowe zespoły trakcyjne ETG, napędzane turbiną gazową o mocy 1150 KM (850 kW), z przekładnią hydromechaniczną, rozwijające prędkość 180 km/h. Ciekawostką było tu użycie dodatkowego silnika wysokoprężnego o mocy 450 KM, umieszczonego w drugim wagonie silnikowym, dla poprawienia przyspieszeń zespołu przy rozruchu. Kolejną wersją tego pociągu był zespół pięciowagonowy RTG wyposażony w turbinę o mocy 1100 KM w każdym z dwóch końcowych wagonów silnikowych.

W Wielkiej Brytanii trakcja elektryczna była w tym czasie stosunkowo mało rozpowszechniona. Szerszy program elektryfikacji przyjęto dopiero na przełomie lat 50. i 60. XX w. Zdecydowano przy tym o zmianie systemu zasilania z 1500 V prądu stałego na prąd o napięciu 25 kV i częstotliwości 50 Hz. Tak więc szybki rozwój komunikacji z dużymi prędkościami był początkowo możliwy tylko w oparciu o trakcję spalinową. Po doświadczeniach z prototypowym pociągiem *High Speed Train*, pierwsza seria 27 składów, nazwanych *Inter-City 125* (od maksymalnej prędkości 125 mil/h, tj. ok. 201 km/h), weszła do normalnego ruchu na liniach łączących Londyn Paddington z Bristollem oraz Cardiff w południowej Walii 4.10.1976 r. Niecałe dwa lata później pociągi HST zostały wprowadzone na linię wschodniego wybrzeża (ECML – East Coast Main Line) Londyn – York – Edynburg. Na długich odcinkach tych linii, po odpowiednim dostosowaniu, można było rozwijać prędkość 125 mil/h. Wkrótce wydłużono relacje pociągów poza Bristol, przez Plymouth aż do Penzance, uruchomiono też połączenia HST z zachodniej Anglii przez Bristol, Birmingham, Sheffield i York dalej na północ, aczkolwiek na liniach tych możliwości jazdy z największą prędkością były bardziej ograniczone. Pierwsze pociągi trakcji elektrycznej rozwijające prędkość 200 km/h uruchomiono w końcu lat 80. na niedawno zelektryfikowanej linii ECML. Były to składy wagonowe, prowadzone, co ciekawe w systemie pchania i ciągnięcia (bez objeżdżania składu przez lokomotywę za stacjach zwrotnych, tzw. system *push-pull*) nowymi lokomotywami serii 91.

W RFN, z okazji Międzynarodowej Wystawy Transportowej w Monachium w czerwcu 1965 r., prototypowe elektrowozy ówczesnej serii E03 (późniejsza seria 103) prowadziły na 62-kilometrowym odcinku między Monachium a Augsburgiem specjalne pociągi (dostępne dla podróżnych) z prędkością 200 km/h. Były to pierwsze w Europie tak szybkie pociągi handlowe, jakkolwiek po dwóch latach prób DB zawiesiły na pewien czas wprowadzanie prędkości 200 km/h w normalnym ruchu. Rozpoczęto zakrojony na dużą skalę program modernizacji głównych linii. We wrześniu 1971 r. uruchomiono sieć pociągów intercity. Składy zestawione wyłącznie z klimatyzowanych wagonów 1 klasy prowadzone były lokomotywami serii 103. Pociągi jeździły w stałych, dwugodzinnych odstępach i rozwijały największą prędkość 160 km/h. W końcu lat 70. postęp w modernizacji linii pozwolił na rozpoczęcie wprowadzania prędkości 200 km/h. Pierwszymi liniami, na których wprowadzono tę prędkość, były: Monachium – Augsburg (1977), Augsburg – Donauwörth (1978–1981), Hanower – Hamburg (1978–1987), Hamburg – Brema – Münster (1978–1990), Hamm – Brackwede (1980). Od 1979 r. zrezygnowano z pociągów prowadzących wyłącznie wagony 1 klasy, co znacznie zwiększyło atrakcyjność oferty dla szerszego ogółu podróżnych. Stąd ówczesne hasło *InterCity: jede Stunde, jede Klasse* (o każdej godzinie i każdej klasie). W roku 1985, roku 150-lecia kolei w Niem-

czech, DB dysponowały 440 km linii, na których pociągi rozwijały prędkość 200 km/h.

Niezależnie od coraz szerszego wprowadzania prędkości 200 km/h, podjęto w wielu krajach badania nad możliwością wprowadzania bardzo dużych prędkości, znacznie przekraczających 200 km/h. Od początku było jasne, że w tym celu konieczna będzie budowa nowych linii. Ścierały się przy tym dwie koncepcje: budowy linii przeznaczonych wyłącznie dla bardzo szybkich pociągów pasażerskich oraz linii dla ruchu mieszanego, gdzie oprócz superekspresowych pociągów pasażerskich kursowałyby tradycyjne składki, jak też szybkie pociągi towarowe. Jednocześnie rozpoczęto prace nad prototypami odpowiednich pociągów.

Francja

Od czasu wprowadzenia ekspresu *Capitole* liczba pociągów, osiągających prędkość 200 km/h, stopniowo się zwiększała. Niemniej jednak był to praktycznie kres możliwości modernizacji istniejących linii kolejowych, na większości z nich zresztą uzyskanie nawet 200 km/h nie było możliwe. Jedną z najważniejszych i najbardziej obciążonych tras we Francji jest linia Paryż – Lyon – Morze Śródziemne (PLM – Paris – Lyon – Méditerranée). Obsługuje ona ok. 40% ludności Francji. 315-kilometrowy odcinek Paryż – Dijon jest na przeważającej długości czterotorowy i został w latach 50. XX w. zelektryfikowany prądem stałym o napięciu 1500 V. Jednak już na przełomie lat 60. i 70. przepustowość linii zaczęła się wyczerpywać. Zwiększenie prędkości ponad 160 km/h było praktycznie niemożliwe, głównie ze względu na ukształtowanie terenu.

Rezultatem przeprowadzonych analiz była decyzja, iż pierwsza we Francji linia dużych prędkości połączy Paryż i Lyon. W końcu 1976 r. rozpoczęto budowę nowej linii, nazwanej TGV Sud-Est (znana jest ona także jako PSE: Paris – Sud-Est). Koleje francuskie założyły, że sieć linii dużych prędkości będzie przeznaczona wyłącznie do ruchu nowego rodzaju pociągów pasażerskich z dużymi prędkościami, do 300 km/h. Przyjęcie takiego założenia umożliwiło ograniczenie dopuszczalnego nacisku do 17 t na oś i zaprojektowanie stosunkowo dużych pochyleń – na linii Sud-Est dochodzą one do 35%. Pozwoliło to na znaczne oszczędności przy budowie linii. Na całej jej długości nie ma ani jednego tunelu, mimo że na długich odcinkach linia przebiega przez góryste tereny. Od początku założono, że pociągi TGV będą kursowały także po klasycznych liniach. Z tego powodu wszystkie składki TGV są dostosowane do obu występujących na sieci SNCF systemów zasilania.

Linia odgałęzia się od starej linii PLM w Lieusaint, 29 km od paryskiego dworca Gare de Lyon. 160 km od początku linii, w Passilly, 15-kilometrowe odgałęzienie umożliwia zjazd w kierunku Dijon i dalej na wschód do Berna i Lozanny. Sama linia TGV biegnie dalej na południe do Lyonu. Na tym odcinku znajdują się jedyne na linii dwie pośrednie stacje osobowe: Le Creusot-Montchanin i Mâcon TGV. Linia skróciła połączenie Paryża z Lyonem o 90 km, do 426 km. W odróżnieniu od dawnej trasy, TGV Sud-Est jest zelektryfikowana napięciem 25 kV, 50 Hz. 27.09.1981 r. oddano do eksploatacji południowy odcinek linii TGV Sud-Est, z Lyonu do St Florentin, 115 km na południe od Lieusaint. Pozostały północny odcinek uruchomiony został dwa lata później, we wrześniu 1983 r. Początkowo zakładano największą prędkość 260 km/h, jednak w maju 1983 r. zwiększono ją do 270 km/h.



Źr. UIC



Pociąg TGV Atlantique na stacji Paris Montparnasse

W ten sposób powstał zaczątek przyszłej francuskiej sieci dużych prędkości. Nowa linia umożliwiła nie tylko znaczące skrócenie czasu jazdy między Paryżem i Lyonem, ale na poprawę połączeń stolicy z wieloma innymi ważnymi ośrodkami południowo-wschodniej Francji, takimi, jak Marsylia, Nicea czy Béziers. Korzystając z nowej linii i odgałęzienia w Passilly, pociągi TGV docierają między innymi do Dijon i Besançon. W następnych latach relację niektórych pociągów TGV wydłużono do Genewy, Lozanny i Berna, a nawet Zurychu.

Drugą linią francuskich szybkich pociągów była TGV Atlantique, z Paryża przez Courtalain do Le Mans (176 km), otwarta do ruchu 24.09.1989 r. Rok później, 30.09.1990 r. uruchomiono odgałęzienie z Courtalain do St. Pierre de Corps koło Tours (87 km). Na linii atlantyckiej wprowadzono od początku prędkość 300 km/h. To właśnie tam, w okolicach Vendôme, 18.05.1990 r. skład TGV-A o numerze 325 ustanowił światowy rekord prędkości pojazdu szynowego – 515,3 km/h. Dzięki nowej linii pociągi TGV zapewniają szybkie połączenie Paryża z Bordeaux i innymi miastami południowo-zachodniej Francji.

Konstrukcja kolejnej francuskiej szybkiej linii związana była z budową tunelu pod kanałem La Manche. Jest to oddana do użytku w 1993 r. TGV Nord o długości 333 km z Paryża przez Lil-

le do wylotu Eurotunelu w pobliżu Calais. TGV Nord pozwoliła na połączenie pociągami Eurostar Paryża z Londynem, co nastąpiło 14 listopada 1994 r. W leżącej koło Lille miejscowości Fretin odgałęzia się linia dużych prędkości biegnąca do Brukseli. Początkowo oddano do użytku połączenie z Fretin do granicy belgijskiej wraz z pierwszym w Belgii, 15-kilometrowym odcinkiem linii dużych prędkości. Całą linię do przedmieść stolicy Belgii otwarto uroczystie 10 grudnia 1997 r. z udziałem belgijskiej pary królewskiej i prezydenta Francji. Już następnego dnia rozpoczęła się normalna eksploatacja nowej linii, choć nowy rozkład jazdy ze skróconymi czasami wprowadzono dopiero 14 grudnia.

Trwa dalsza rozbudowa systemu TGV. W 1995 r. oddano do eksploatacji 102-kilometrową wschodnią obwodnicę Paryża, TGV Junction, pozwalającą na bezpośrednie połączenie TGV Nord z linią Sud-Est i Atlantique. Linia ta obsługuje również międzynarodowe lotnisko Roissy Charles de Gaulle i Eurodisneyland. Od TGV Sud-Est poprowadzono do Walencji (Valence) nowy odcinek o długości 121 km, omijający od wschodu Lyon (linia TGV Rhône Alpes). Jest to początek linii TGV Méditerranée, która w 2001 r. połączyła Paryż i Lyon z Marsylią i Montpellier. 27 maja, na kilka dni przed oficjalną inauguracją, która nastąpiła 10 czerwca, skład TGV przebył w ramach jazd testowych odległość 1067 km, z Calais na północy Francji do Marsylii na południu, w rekordowym czasie 3 godz. 29 min, osiągając średnią prędkość 306 km/h.

Zaawansowana jest budowa linii TGV Est z Paryża przez Reims do Metz i dalej w kierunku Strasburga. Kolejne projektowane linie obejmują między innymi wydłużenie linii atlantyckiej z Le Mans do Rennes i z Tours do Bordeaux oraz linii śródziemnomorskiej z Nimes przez Montpellier do Perpignan przy granicy z Hiszpanią. Rozważane są dalsze projekty, jak połączenie Milazu z Lyonem i przez Dijon z linią Sud-Est, czy Bordeaux z wybrzeżem Morza Śródziemnego, a także wydłużenie linii z Perpignan przez granicę z Hiszpanią i dalej, w kierunku Barcelony. Podjęto też decyzję o budowie linii TGV z Lyonu do Turynu, stwarzającej powiązanie z włoską siecią dużych prędkości.

Jak już wspomniano, sieć połączeń pociągami TGV obejmuje całą Francję (a także kraje sąsiednie, o czym będzie mowa w dalszej części artykułu), daleko wykraczając poza linie wybudowane specjalnie do dużych prędkości. Na niektórych, zmodernizowanych liniach klasycznych pociągi TGV mogą jeździć szybciej od składów tradycyjnych, osiągając prędkość do 220 km/h. Jest to możliwe dzięki mniejszemu naciskowi, wynoszącemu 17 t/ós

oraz krótszej drodze hamowania w porównaniu do pociągów ciągniętych lokomotywami. Koleje francuskie przymierzają się też do wprowadzenia pociągów z przechylnymi pudłami. Do celów doświadczalnych przebudowano jeden z zespołów TGV Sud-Est, o numerze 101. Próby trwają, ale póki co SNCF nie ogłasza żadnych konkretnych planów uruchomienia połączeń z wykorzystaniem techniki przechylnych pudel.

Włochy

Przekroczenie prędkości 200 km/h przez pierwsze pociągi kolei włoskich związane jest z dwoma przedsięwzięciami: budową linii Direttissima z Rzymu do Florencji i wprowadzeniem do eksploatacji pociągów *Pendolino* z przechylnymi pudłami. Konstrukcję wspomnianej linii rozpoczęto w początkach lat 70. Budowa trwała



Źr. UIC



Źr. UIC



Elektryczny zespół trakcyjny „Pendolino” serii ETR 460 na stacji Roma Termini w lipcu 2004 r.

długo, a kolejne odcinki oddawane były stopniowo do ruchu między 1976 a 1992 r. Linia skróciła z 316 do 260 km odległość między Rzymem a Florencją, z czego 246 km to nowa linia. Od 1988 r. rozkładowe pociągi, zestawione z elektrycznych zespołów trakcyjnych, jeżdżą na nowej linii z prędkością do 250 km/h. Początkowo były to składy ETR450 *Pendolino*, obecnie linię obsługują zespoły ETR460 (także z wychylnymi nadwoziami) oraz ETR500 pierwszej i drugiej generacji. Oprócz tych pociągów linię obsługują konwencjonalne pociągi intercity i dalekobieżne pociągi pospieszne.

Direttissima z Florencji do Rzymu jest zelektryfikowana prądem stałym o napięciu 3000 V, podobnie jak cała sieć kolei włoskich. Pozwala to na rozwijanie prędkości do 250 km/h. Następne linie dużych prędkości mają umożliwiać jazdę z prędkością co najmniej 300 km/h, konieczne więc było zastosowanie innego systemu elektryfikacji. W 1994 r. rozpoczęto budowę 210-kilometrowej linii szybkiego ruchu z Rzymu dalej na południe, do Neapolu. Do zasilania trakcyjnego zastosowano tu prąd o napięciu 25 kV i częstotliwości 50 Hz. System ten został przyjęty jako standard dla wszystkich kolejnych linii dużych prędkości. Na linii zbudowano 110 tuneli o łącznej długości 38 km (najdłuższy ma długość 6625 m) i 88 mostów i wiaduktów, z których najdłuższy ma 1632 m, a jego stalowe przęsło długości 55 m przekracza rzekę Volturno. Budowa linii z Rzymu do Neapolu została praktycznie zakończona. Obecnie trwają próby, między innymi z nowym systemem automatycznego prowadzenia pociągu według standardu ERTMS. Oficjalne oddanie linii do użytku jest planowane na jesień 2005 r.

W 1996 r. rozpoczęto prace przy północnym odcinku *Direttissimi* z Florencji do Bolonii. Linia, przecinająca pasmo Apeninów, będzie miała 79 km długości, z czego 72 km w tunelach. Najdłuższy z 9 tuneli będzie miał 18,56 km. Będzie to jedna z najdroższych linii kolejowych na świecie. W dalszej kolejności linia zostanie przedłużona przez Mediolan do Turynu (307 km). Prace na odcinku Turyn – Nowara już trwają, podobnie jak na linii z Wenecji w kierunku Padwy i między Weroną a Mediolanem. Planowane są dalsze linie dużych prędkości: Wenecja – Triest i Mediolan – Genua. Rozważana jest budowa linii dużych prędkości z Werony do Wenecji, wspólnie ze stroną francuską studiowana jest możliwość budowy linii z Turynu w kierunku Lyonu.

Szwajcaria

Ze względu na ukształtowanie terenu i stosunkowo niewielkie odległości występujące w Szwajcarii, linie dużych prędkości jak dotychczas nie powstały w tym alpejskim kraju. Na niektórych budowanych i modernizowanych odcinkach linii przewidywane jest zwiększenie prędkości do 200 km/h. Należy jednak wspomnieć o trwającej już budowie nowych przejść kolejowych przez Alpy w kierunku Włoch. Przedsięwzięcia te obejmują budowę nowych tuneli Lötschberg – Simplon i Gothard. Pierwszy z nich ma być gotowy w 2007 r., a pociągi pasażerskie będą mogły rozwijać tam prędkość do 250 km/h. Budowa drugiego połączenia jest zaplanowana do 2015 r. Liczący 57 km tunel będzie najdłuższym na świecie tunelem kolejowym.

Niemcy

Następnym krajem europejskim, gdzie pojawiły się bardzo szybkie pociągi są Niemcy. 2 czerwca 1991 r., a więc prawie dziesięć lat po Francji, ruszyły pierwsze regularne połączenia nowymi po-

ciągami ICE – InterCity Express. Na nowo zbudowanych liniach Mannheim – Stuttgart (100 km) i Hanower – Würzburg (327 km) składy pierwszej serii, ICE 1, rozwijały prędkość 250 km/h, mimo że maksymalna prędkość nowych składów wynosi 280 km/h. Dopiero kilka lat później zezwolono na wykorzystanie pełnych możliwości pociągów ICE 1, które w określonych przepisami sytuacjach mogą teraz osiągać 280 km/h. Dotyczy to jednak tylko odcinków bez tuneli.

Pierwsze linie dużych prędkości budowane w Niemczech są przeznaczone do ruchu zarówno superszybkich pociągów ICE, klasycznych składów pasażerskich, jak i pociągów towarowych. W porównaniu z liniami francuskimi wymusza to dopuszczenie większych nacisków na oś i stosowanie znacznie łagodniejszych pochyłeń profilu linii. Pociąga to za sobą konieczność budowy dużej liczby obiektów inżynierskich, co powoduje znacznie wyższy koszt całej inwestycji.

Po pierwszych dwóch liniach wysokich prędkości nastąpiła przerwa. Kolejnym odcinkiem, oddanym do eksploatacji w 1998 r., była linia z Hanoweru przez Stendal do Berlina, długości 247 km. W znacznym stopniu usprawniła ona połączenia Berlina zarówno



Pociąg ICE 3 na stacji Limburg Süd na linii dużych prędkości Kolonia – Frankfurt



Jeden z wielu wiaduktów na pierwszej niemieckiej linii dużych prędkości Hanower – Würzburg



Pociąg ICE 1 na linii dużych prędkości Hanower – Würzburg między Kassel a Getyngą

z Kolonią i przemysłowym zagłębieniem Ruhry, jak i z Frankfurtem nad Menem i dalej z południem kraju.

Spektakularnym osiągnięciem było otwarcie w 2002 r. nowej linii z Kolonii do Frankfurtu nad Menem, znanej jako linia *Köln-Rhein/Main*. Biegnie ona przez obszary górzyste i w odróżnieniu od wcześniejszych jest przeznaczona wyłącznie do ruchu pasażerskiego. Pozwoliło to zaplanować większe pochylenia dochodzące do 40%, dzięki czemu uzyskano duże oszczędności w (i tak bardzo dużych) kosztach budowy. Linia o długości 215 km jest dostosowana obecnie do prędkości 330 km/h, jaką mogą rozwijać najnowszej generacji pociągi ICE 3, jakkolwiek w normalnym ruchu nie przekraczają one 300 km/h (w razie

opóźnienia, za zgodą dyspozytora, pociąg może rozwinąć maksymalną prędkość 330 km/h).

Nowa linia jest znacznie krótsza od tradycyjnej, uznanej za jedną z najpiękniejszych w Niemczech, trasy wzdłuż doliny Renu przez Koblencję (Koblenz) i Moguncję (Mainz). Dzięki krótszej trasie i przede wszystkim większej prędkości jazdy, czas podróży między głównymi dworcami Kolonii i Frankfurtu skrócony został z ok. 2 i pół godziny do 1 godz. i 10 min (najszybsze połączenia w relacji Frankfurt – Kolonia, z jednym postojem pośrednim na stacji Frankfurt Flughafen).

Budowę nowych linii przystosowanych do prędkości powyżej 200 km/h rozpoczęto też na 88-kilometrowym odcinku między Norymbergą a Ingolstadt (w kierunku Monachium), a także między Rastatt a Offenburgiem (linia Karlsruhe – Bazylea) oraz Lipskiem i Erfurtem. Trwa też modernizacja linii z Kolonii do Akwizgranu (Aachen), gdzie niemiecka sieć dużych prędkości połączy się z siecią belgijską. Odcinek Kolonia – Düren już obecnie jest przystosowany do ruchu z prędkością 250 km/h.

Na marginesie warto też wskazać, że w grudniu 2004 r. zakończono modernizację linii Berlin – Hamburg do prędkości maksymalnej 230 km/h. Na linii kursują pociągi ICE obsługiwane zespołami serii 411 i 415 z wychylnymi nadwoziami. Osiągają one prędkość handlową wynoszącą 189 km/h (więcej niż w relacji Kolonia – Frankfurt nad Menem).



Pociąg AVE (seria 100) na linii dużych prędkości Madryt – Sewilla

Hiszpania

Kolejnym krajem, który w 1992 r. dołączył do elitarnego klubu wysokich prędkości jest Hiszpania. 22 kwietnia oddano do użytku pierwszą linię szybkiego ruchu AVE (*Alta Velocidad Española*). Połączyła ona Madryt z Sewillą, gdzie w tym samym roku odbywała się światowa wystawa EXPO '92. Nowa linia zbudowana została jako normalnotorowa (1435 mm) w odróżnieniu od całej sieci kolei hiszpańskich RENFE, na której stosowana jest szerokość toru 1668 mm. Linia ma 471 km i jest o 103 km krótsza od starego połączenia Madrytu z Sewillą. Linia pozwala na uzyskanie prędkości 300 km/h, choć w pierwszych latach eksploatacji nie przekraczano prędkości 250 km/h.

W 1997 r. na zmodernizowanej szerokotorowej linii z Barcelony do Walencji (Valencia), długości 364 km, wprowadzono pociągi o nazwie *Euromed*, rozwijające prędkość 220 km/h. Są to szerokotorowe wersje oparte na konstrukcji TGV składów AVE. Wprowadzenie ich pozwoliło skrócić czas jazdy na wspomnianej trasie z 4 do 2 godz. i 55 min. Planowane są dalsze tego typu przedsięwzięcia modernizacyjne.



Pociągi AVE (seria 100) na stacji Sewilla Santa Justa

Drugą linią dużych prędkości w Hiszpanii jest połączenie Madrytu z Barceloną. Pierwszy odcinek Madryt – Saragossa – Lérida, długości 481 km, oddano do użytku 10 października 2003 r. Największa, przewidziana na tej linii prędkość, to 350 km/h, jednak do czasu uruchomienia systemu sygnalizacji kabinowej z kontrolą jazdy pociągu zgodnego z europejskim standardem ERTMS prędkość pociągów jest ograniczona do 200 km/h. Trwają prace nad kolejnymi odcinkami do Barcelony i dalej do granicy francuskiej. W ten sposób normalnotorowa sieć dużych prędkości zostanie połączona z kolejami francuskimi. Następne linie, których budowę już rozpoczęto, obejmują linię Madryt – Valladolid (179 km), Sewilla – Kadyks oraz dwa odgańczenia linii Madryt – Sewilla: z Kordoby do Malagi i krótka odnoga do leżącego niedaleko Madrytu Toledo. W planach jest linia ze stolicy do Walencji i Alicante. Studiowane są warianty połączenia Madrytu z Lizboną i Saragossy z Bilbao i San Sebastian na północy oraz wiele innych.

Warto tu dodać, że dwie dotychczas eksploatowane linie dużych prędkości (Madryt – Sewilla oraz Madryt – Lérida) są obsługiwane nie tylko pociągami zespołowymi AVE, ale także składami Talgo 200, które poprzez torowe stanowiska przestawcze mają możliwość zjazdu na sieć szerokotorową. Dzięki temu już teraz jest możliwa obsługa bezpośrednimi pociągami takich relacji, jak Madryt – Kordoba – Kadyks, czy Barcelona – Lérida – Madryt – Kordoba – Malaga. Na niektórych liniach stosowany jest też tor trzyszynowy, umożliwiający kursowanie zarówno pociągów szerokotorowych, jak i przystosowanych do standardowej szerokości toru. Linie dużych prędkości w Hiszpanii wykorzystuje się również w ruchu regionalnym. Takie pociągi kursują już w relacji Madryt – Puertollano, a po ukończeniu budowy wspomnianego wcześniej odgańczenia, podjęta będzie obsługa stosunkowo krótkiej, jak na pociągi dużych prędkości, relacji Madryt – Toledo.

Belgia

Pierwszą belgijską linią dużych prędkości był 15-kilometrowy odcinek od granicy francuskiej w pobliżu Lille w kierunku Brukseli. Cała, 88-kilometrowa linia, jak już wcześniej wspomniano, została otwarta w grudniu 1997 r. 71-kilometrowy, całkowicie nowy odcinek od granicy do Lembeek umożliwia jazdę z prędkością 300 km/h, natomiast na ostatnich 17 km do stolicy, wzdłuż istniejącej linii dobudowano dwa tory, na których pociągi rozwijają prędkość do 220 km/h. Cała linia stała się kręgosłupem międzynarodowej sieci dużej prędkości, łączącej Paryż, Brukselę, Kolonię i Amsterdam (tzw. sieć PBKA), a także – przez tunel pod kanałem La Manche – Londyn.

Drugim odcinkiem, który uruchomiono w grudniu 2002 r., jest linia długości 62 km z Leuven do Bierset koło Liège, stanowiąca pierwszy fragment przyszłej magistrali Bruksela – Kolonia. Trwają intensywne prace nad budową połączenia Brukseli przez Antwerpię z Amsterdamem w Holandii, na 38-kilometrowym



Źr. International Railway Journal 10/2004



Najnowszy pociąg Talgo 350 (seria 102) na moście nad rzeką Jalón na linii dużych prędkości Madryt – Lérida (fot. dzięki uprzejmości Dyrekcji Relacji Międzynarodowych hiszpańskiego Zarządu Infrastruktury Kolejowej – ADIF)



Źr. International Railway Journal 10/2004



Dwa połączone składy Thalys przed odjazdem z Brukseli (Bruxelles-Midi) do Paryża

odcinku z Antwerpii do granicy. Rozpoczęto już także roboty na 33-kilometrowym odcinku nowej linii z Liège do Welkenraedt, w pobliżu granicy niemieckiej w Akwizgranie (Aachen). Na tym ostatnim odcinku budowany jest tunel Soumagne, mający 6,5 km. Będzie to najdłuższy belgijski tunel kolejowy.



Trwa budowa nowej stacji w Liège i przedłużenia linii dużych prędkości w kierunku granicy niemieckiej

Budowa szybkich połączeń z Holandią i Niemcami wiąże się z całkowitą przebudową dworców kolejowych w Antwerpii (z budową 3,8 km tunelu pod miastem, pozwalającego na uniknięcie konieczności zmiany kierunku jazdy) i w Liège. Modernizowane są też odcinki linii kolejowych z Brukseli do Antwerpii i Leuven, na których pociągi będą mogły rozwijać prędkość do 200 km/h. Nowe połączenie z Holandią ma być uruchomione w końcu 2006 r., a rok później gotowa będzie linia z Liège do Welkenraedt wraz ze zmodernizowanym odcinkiem do Akwizgranu.



Pociągi Eurostar na londyńskim dworcu Waterloo International

Holandia

Trwają również prace nad holenderskim fragmentem linii dużych prędkości, mającej połączyć Brukselę z Amsterdamem i Rotterdamem, na odcinku długości 100 km od granicy belgijskiej do Schiphol. Nowa linia ma być gotowa do 1 kwietnia 2007 r. Jej budowa wzbudza jednak wiele kontrowersji z powodu ogromnych kosztów. Mimo płaskiego terenu, tylko 25% długości linii będzie znajdowało się na poziomie ziemi. Budowa obejmuje 170 obiektów inżynierskich, między innymi 7-kilometrowy tunel pod tzw. Zielonym Sercem Holandii i ponadkilometrowy wiadukt w Zoete-meer. Wszystko to powoduje, że budowa jest o ok. 30% droższa, niż budowa porównywalnej linii w innych krajach Europy Zachodniej.

Wielka Brytania

Plany zwiększania prędkości powyżej 200 km/h sięgają lat 70. XX w. Nie planowano jednak sieci nowych linii, a jedynie modernizację istniejących, zakładano przy tym szerokie wykorzystanie pociągów z przechylnymi pudłami. Próby z eksperymentalnymi prototypami APT (*Advanced Passenger Train*) z przechylnymi pudłami, początkowo o napędzie turbinowym, a następnie elektrycznym, nie przyniosły jednakże spodziewanych rezultatów. Po wielu latach testów, podczas których prototypowe pociągi przejechały tysiące mil, w tym także w normalnym ruchu z pasażerami, w końcu lat 80. zaniechano dalszych prac. W latach 80. przeprowadzono gruntowną modernizację linii wschodniego wybrzeża (ECML – *East Coast Main Line*) Londyn – York – Edynburg, połączonej z jej elektryfikacją. Zamierzeniem kolei brytyjskich było zwiększenie prędkości na tej linii do 140 mil/h (225 km/h). Pod koniec dekady wprowadzono do eksploatacji elektowozy serii 91 oraz nowe wagony pasażerskie, które miały umożliwić osiągnięcie takich prędkości. Niestety, plany zwiększania prędkości powyżej 200 km/h na modernizowanych liniach nie zostały jak dotąd zre-



Wjazd na pierwszy, uruchomiony w 2003 r., odcinek linii dużych prędkości między Londynem a Eurotunelem – widoczny początek górnej sieci trakcyjnej i jednocześnie trzecia szyna zasilająca

alizowane, mimo zakrojonego na szeroką skalę programu modernizacji dwóch najważniejszych linii: wspomnianej już ECML i zelektryfikowanej znacznie wcześniej linii zachodniego wybrzeża (WCML – *West Coast Main Line*) Londyn – Glasgow. Wprowadzenie w ostatnich latach elektrycznych i spalinowych zespołów trakcyjnych z przechylnymi pudłami także nie zmieniło sytuacji.

W tym samym mniej więcej czasie rozpoczęto budowę tunelu pod kanałem La Manche. Wiadomo było, że istniejąca w południowo-wschodniej Anglii sieć linii zelektryfikowanych prądem stałym o napięciu 750 V, pobieranym z trzeciej szyny (!), nie będzie w stanie zapewnić sprawnego połączenia tunelu z Londynem i resztą kraju. Oczywiście stała się konieczność budowy nowej linii. Prace rozpoczęły się z dużym opóźnieniem w stosunku do budowy tunelu i dopiero 28 września 2003 r., a więc po bez mała 9 latach od otwarcia tunelu, pierwsza część nowej linii została oddana do użytku. Odcinek o długości 74 km zaczyna się w pobliżu wylotu tunelu w Dollands Moor koło Folkestone i przez Ashford biegnie w kierunku Londynu. Linia została zbudowana według standardów francuskich linii TGV i zelektryfikowana jest w systemie 25 kV 50 Hz, podobnie zresztą jak pozostała sieć kolei brytyjskich (z wyjątkiem wspomnianych linii w południowo-wschodniej Anglii). Trwa budowa dalszego fragmentu linii długości 38 km, łącznie z kłopotliwym przejściem przez obszar wielkiego Londynu, ponieważ nowa stacja końcowa pociągów *Eurostar*, London St Pancras, znajdzie się w północno-wschodniej części miasta. Zakończenie inwestycji przewidziano na 2007 r.

Skandynawia

Pierwszym krajem skandynawskim, w którym zwiększono prędkość ponad 200 km/h, była Szwecja. We wrześniu 1990 r. koleje szwedzkie (SJ) wprowadziły do eksploatacji pociągi z przechylnymi pudłami typu X 2000, a później także X 2-2. Na dostosowanych do tego liniach ze Sztokholmu do Göteborga i Malmö rozwijają one prędkość do 210 km/h. Na ponad 30-kilometrowym odcinku Flemlingsberg – Jarna oraz Halmstad – Ängelholm (23 km) pociągi mogą rozwinąć prędkość do 250 km/h. Trwają prace na odcinku Södertälje – Linköping o długości 140 km, gdzie prędkość wyniesie także 250 km/h.

Koleje fińskie wprowadziły do ruchu na głównych liniach pociągi z przechylnymi pudłami. Między Helsinkami i Turku składy S 220 kursują już z prędkością 220 km/h. Rozważana jest też budowa nowej linii dużej prędkości z Helsinek do Lahti.

Przeniesienie lotniska ze stolicy Norwegii Oslo do odległego o 48 km Gardermoen wymagało zapewnienia sprawnej komunikacji między nowym portem a centrum miasta. Mogła to zapewnić tylko komunikacja kolejowa. Pociągi Flytoget o prędkości maksymalnej 210 km/h i dużym przyspieszeniu pozwalają na osiągnięcie czasu przejazdu na tej trasie 19 min, przy czym część trasy przebiega po starym torowisku (120 km/h). Otwarcie linii do normalnej eksploatacji nastąpiło w 1998 r.

Portugalia

Najważniejsze połączenia w Portugalii obejmują linię z Lizbony do Porto oraz z Lizbony przez Evora w kierunku granicy hiszpańskiej i dalej, do Madrytu. W obu tych relacjach planowana jest budowa nowych linii dużych prędkości. Dalsze plany obejmują połączenie Porto z Vigo w Hiszpanii, Aveiro (w połowie drogi z Lizbony do Porto) z Salamanką w Hiszpanii i Evora z Faro, na południowym wybrzeżu. Niezależnie od tego koleje portugalskie



Szwedzki pociąg X-2000 w Sztokholmie

Fot. W. Glass



Źr. UIC

wprowadzają do ruchu pociągi z wychylnymi pudłami, nie przekraczające jednak prędkości 200 km/h.

Inne kraje

Pierwszym krajem, w którym uruchomiono pociągi z prędkością większą niż 200 km/h były Stany Zjednoczone. W 2001 r. weszły do ruchu pociągi *Acela*, rozwijające na zmodernizowanej linii tzw. korytarza północno-wschodniego Waszyngton – Nowy Jork – Boston prędkość do 220 km/h, a na 29-kilometrowym odcinku linii New Haven – Boston, do 243 km/h. Pozwoliło to na skrócenie czasu jazdy między Waszyngtonem i Nowym Jorkiem z 3 do 2 godz. i 15 min, a między Nowym Jorkiem i Bostonem z 4 i pół do 2 godz. i 45 min. Planowana była także budowa superszybkiej kolei na Florydzie. Linia długości 515 km o dopuszczalnej prędkości 320 km/h miała połączyć Miami z miastami Orlando i Tampa. Rozpoczęcie budowy jest jednak bardzo opóźnione i los tego przedsięwzięcia stoi pod znakiem zapytania. Także rozważane swego czasu projekty budowy linii dużych prędkości w Teksasie i Kalifornii jeszcze nieprędko nabiorą realnych kształtów.



Źr. International Railway Journal 10/2004



Źr. UIC

1 kwietnia 2004 r. uruchomiono pierwszy odcinek linii dużych prędkości w Korei Południowej, z Seulu do Taegu. Zarówno linia, jak i tabor dużych prędkości są oparte o francuskie rozwiązania TGV. Na linii zastosowano francuski system ATC typu TVM 430. Oddany do użytku fragment ma 292 km, a cała linia długości 431 km w 2010 r. połączy stolicę kraju z leżącym na południu portem Pusan. Już obecnie, korzystając z nowego odcinka, szybkie pociągi łączą Seul z Pusan w czasie 2 godz. i 40 min w porównaniu z dotychczasowym czasem jazdy, wynoszącym 4 godz. i 10 min. Po zakończeniu drugiej fazy budowy czas ten ulegnie dalszemu skróceniu do 2 godz. i 10 min. Dzięki nowej linii skróceniu uległ także czas jazdy w relacji Seul – Mokpo, na południowym zachodzie kraju. W dalszej kolejności rozważana jest budowa odgałęzienia linii dużej prędkości z Daejeon do Mokpo.

Także na Tajwanie trwa budowa 345-kilometrowej nowej linii dużych prędkości (300 km/h) między Taipei i Kaohsiung. Budowa ma być zakończona w końcu 2005 r. Pierwsze pociągi, zbudowane w Japonii w oparciu o technologię Shinkansen, zostały już w maju 2004 r. dostarczone do Korei.

Chiny planują budowę linii dużych prędkości między Pekinem a Szanghajem. Wśród innych krajów, które przymierzają się do takich inwestycji, należy wymienić Indie, Australię, a w Europie – Rosję.



Źr. UIC



Źr. UIC

Wszystkie fotografie, o ile nie mają podanego autora, wykonał A. Harassek