

Andrzej Massel

Koleje dużych prędkości w Chinach – wybrane zagadnienia techniczne i eksploatacyjne

Chiny są krajem, w którym sieć kolei dużych prędkości rozwija się najszybciej na świecie. Podczas Seminarium na temat Chińskich Technologii Kolei Dużych Prędkości, które odbyło się 17 listopada 2010 r. w Warszawie, podano, że długość linii dużych prędkości w Chinach wynosi 7257 km, z czego na 4381 km możliwa jest prędkość 250 km/h i więcej, a na 2876 km linii – prędkość 200–250 km/h. Oznacza to, że obecnie w Chinach eksploatuje się więcej kilometrów linii dużych prędkości niż w całej Europie (przewidywana długość sieci na koniec 2010 r. – 6637 km). Artykuł stanowi próbę przedstawienia genezy, rozwoju i cech szczególnych systemu kolei dużych prędkości w Chinach.

Pierwsze plany

Planowanie sieci kolei dużych prędkości w Chinach rozpoczęło się na początku lat 90. XX w. W grudniu 1990 r. Ministerstwo Kolei przedłożyło Ogólnochińskiemu Zgromadzeniu Przedstawicieli Ludowych propozycję budowy linii dużych prędkości z Pekinu do Szanghaju. Już wtedy przepustowość istniejącej linii Pekin – Szanghaj była bliska wyczerpania [16]. Pomimo, że długość tej linii stanowi mniej niż 2% długości całej sieci, to realizowane jest na niej 10% przewozów pasażerskich i aż 14% przewozów towarowych [14]. Propozycja nowej trasy była wspólnie analizowana przez Komisję Nauki i Technologii, Państwową Komisję Planowania, Państwową Komisję Gospodarki i Handlu oraz Ministerstwo Kolei. W grudniu 1994 r. zlecono studium wykonalności budowy linii. Toczyły się intensywne dyskusje, w których zwolennicy budowy zwracali uwagę, że kolej dużych prędkości przyczyni się do przyspieszenia wzrostu gospodarczego, przeciwnicy zaś – że takie koleje w innych krajach okazywały się niezwykle kosztowne i niejednokrotnie przynosiły straty. Zwracano uwagę na możliwość zwiększenia przepustowości linii istniejących i równoczesnego zwiększenia prędkości pociągów oraz częstotliwości ich ruchu. W 1995 r. premier Li Peng podjął decyzję o rozpoczęciu prac przygotowawczych do budowy linii dużych prędkości Pekin – Szanghaj w latach 1996–2000. Właściwa budowa miała jednak nastąpić nie wcześniej niż w pierwszej dekadzie XXI w.

Programy modernizacji linii konwencjonalnych

Pierwszym krokiem unowocześniania chińskich kolei była modernizacja linii konwencjonalnych, prowadzona w latach 1997–2007 w ramach tak zwanych kampanii zwiększania prędkości. Warto wskazać, że jeszcze w 1993 r. średnia prędkość handlowa pociągów pasażerskich w Chinach wynosiła 48 km/h. W konsekwencji kolej zaczęła tracić udział w rynku przewozowym na rzecz transportu lotniczego i drogowego. By przeciwdziałać tym tendencjom, Ministerstwo Kolei podjęło decyzję o modernizacji sieci,

ukierunkowanej na zwiększenie prędkości pociągów oraz przepustowości. Modernizacja obejmowała takie działania, jak:

- budowa drugich torów na odcinkach jednotorowych,
- elektryfikacja,
- łagodzenie niwelety linii,
- łagodzenie promieni tusków,
- zabudowa toru bezstykowego.

Pierwsze cztery kampanie (programy) zwiększania prędkości pozwoliły na zwiększenie prędkości ze 120 km/h do 140 km/h i 160 km/h na kilku korytarzach łącznej długości 13 838 km linii (do 2000 r.).

Piąta kampania zwiększenia prędkości, pierwotnie planowana na październik 2004 r., musiała być przesunięta z uwagi na problemy z zapewnieniem odpowiedniej przepustowości linii. Pomimo tych trudności modernizacja linii konwencjonalnych była kontynuowana.

Tabela 1

Efekty kampanii zwiększania prędkości

Program	Data	Prędkość [km/h]					średnia
		≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 200	≥ 250	
							[km linii]
I	01.04.1997	1 398	1 340	752			54,9
II	01.10.1998	6 449	3 522	1 104			55,2
III	21.10.2000	9 581	6 458	1 104			60,3
IV	21.11.2001	13 166	9 779	1 104			62,6
V	18.04.2004	16 500		7 700	1 960		65,7
VI	18.04.2007	22 000		14 000	6 003	846	70,2

Źródło: [16]

Zakończenie szóstego programu zwiększania prędkości w kwietniu 2007 r. umożliwiło wprowadzenie prędkości 250 km/h na liniach długości 846 km oraz prędkości 200 km/h na liniach o łącznej długości ponad 6 tys. km. W 2007 r. minimalna prędkość 200 km/h obowiązywała na następujących liniach kolejowych:

- linia do ruchu pasażerskiego Qinshen,
- linia Jiaoji Qingdao – Jinan,
- większa część linii Zhegan Shanghai – Kunming,
- część linii Guangshen Guangzhou (Kanton) – Shenzhen,
- część linii Jinghu Pekin – Szanghaj,
- część linii Jingguang Pekin – Guangzhou,
- część linii Longhai, od Zhengzhou do Xuzhou.

Istotny jest przy tym fakt, że na tych samych liniach kursują pociągi pasażerskie obsługiwane elektrycznymi zespołami trakcyjnymi o prędkości 200–250 km/h, pociągi towarowe o masie 5000–6000 t oraz pociągi przewożące kontenery w dwóch warstwach, o nacisku na oś 25 t. Czas następstwa w przypadku pociągów prowadzonych zespołami trakcyjnymi wynosi 5 min, kon-

wencjonalnych pociągów pasażerskich – 6 min, pociągów towarowych – 7 min [9].

Szybko przekonano się, że przyspieszenie wybranych pociągów na liniach z ruchem mieszanym i związane z nim zwiększenie różnicy prędkości między pociągami ekspresowymi (kategorii T oraz Z) a pozostałymi pociągami pasażerskimi i pociągami towarowymi, powodują w efekcie zmniejszenie liczby dostępnych tras rozkładowych. Z tego faktu wyciągnięto naturalny wniosek, że zwiększenie przepustowości w najbardziej obciążonych korytarzach transportowych będzie możliwe jedynie poprzez budowę nowych linii kolejowych, umożliwiających oddzielenie ruchu pasażerskiego od towarowego.

Pierwsza linia dużych prędkości Qinhuangdao – Shenyang

Pierwszą linię dużych prędkości w Chinach, Qinshen, długości 404,64 km między Qinhuangdao a Shenyang, otwarto 20 października 2003 r. Koszt budowy linii wyniósł 15,7 mld juanów (1,9 mld dolarów). Budowa trwała od sierpnia 1999 r. do czerwca 2003 r. Linia została zbudowana jako dwutorowa, zelektryfikowana. Celem budowy linii było odciążenie istniejących potęg kolei w kierunku północnych i północno-wschodnich Chin oraz przyczynienie się do rozwoju gospodarczego północno-wschodnich Chin i obszarów wzdłuż zatoki Bohai.

Rozwiązania techniczne zastosowane na linii Qinshen przedstawiono jako „trzy razy wysokie i trzy razy nowe” [5]. Jako „wysokie” określone zostały: prędkość eksploatacyjna, technologia i wymagania jakościowe, natomiast „nowe” – przepisy, standardy techniczne i technologie budowy. Poważnymi osiągnięciami naukowymi były metody:

- projektowania linii przeznaczonej wyłącznie do ruchu pasażerskiego,
- budowy,
- badawcze.

Zastosowano w praktyce wiele innowacyjnych rozwiązań w zakresie podtorza, nawierzchni oraz budowli inżynierskich [5]. Nowością w warunkach chińskich było masowe zastosowanie toru bezстыkowego, przy budowie którego wykorzystano technologie spawania termitowego szyn [1].

Przed oddaniem do eksploatacji na linii przeprowadzono trzy cykle kompleksowych prób i badań, które objęły nawierzchnię,

mosty, tunele, urządzenia sterowania ruchem, systemy telekomunikacyjne, sieć trakcyjną, zasilanie oraz tabor. Celem badań było potwierdzenie, że wszystkie podsystemy spełniają wymagania dla linii dużych prędkości w zakresie bezpieczeństwa, komfortu i ochrony środowiska. Testy wykazały, że zachowana jest odpowiednia stateczność podtorza oraz właściwa relacja między sztywnością obiektów mostowych a drganiami generowanymi podczas przejazdu pociągu. Potwierdzono dobrą jakość geometryczną nawierzchni w zakresie nierówności poziomych i pionowych. W badaniach, nadzór nad robotami oraz odbiory zaangażowana była Chińska Akademia Nauk Kolejowych (CARS). Do najważniejszych zadań zrealizowanych przez CARS należały [5]:

- nadzorowanie projektu budowy odcinka linii długości 59 km,
- nadzorowanie budowy nawierzchni na długości 283 km toru,
- ocena dokumentacji podtorza,
- inspekcje i odbiory w ramach wszystkich projektów mostowych,
- inspekcje i odbiory wszystkich spoin termitowych.

Podczas wspomnianych trzech kompleksowych cykli badawczych, zorganizowanych przez Ministerstwo Kolei, badaniami podane zostały trzy typy pojazdów szynowych:

- spalinowy zespół trakcyjny Shenzhou,
- elektryczny zespół trakcyjny z napędem rozłożonym Xianfeng,
- elektryczny zespół trakcyjny z członem napędowym China Star.

Badania taboru obejmowały dynamikę, napęd, charakterystykę hamowania, współpracę pantografu z siecią trakcyjną. Ponadto wykonywano liczne badania toru.

Pierwsza faza testów odbyła się na odcinku Shansui od 5 do 9 grudnia 2001 r. Podczas tych badań, zespół Shenzhou o napędzie spalinowym osiągnął prędkość 210,7 km/h. W pomiarach uczestniczyło 75 specjalistów z Instytutu Badań Konstrukcji Kolejowych, Instytutu Badań Lokomotyw i Taboru, Instytutu Badań Sygnalizacji i Telekomunikacji oraz Centrum Diagnostyki Infrastruktury. Testy dotyczyły głównie bezpieczeństwa i stabilności jazdy pociągu na wybranych odcinkach toru, mostach, odcinkach nawierzchni bezстыkowej oraz rozjazdach.

Druga seria testów, wykonana od 5 do 12 września 2002 r., różniła się znacząco do poprzedniej. Badanym obiektem był elektryczny zespół trakcyjny DJF2 Xianfeng o napędzie rozłożonym. Maksymalna osiągnięta prędkość wyniosła 292 km/h. Cele tej serii badań obejmowały [5]:

- praktyczne sprawdzenie poprawności przyjętych rozwiązań w zakresie nawierzchni, obiektów, podtorza oraz stref przejściowych przy obiektach mostowych, a także wykonalności rozwiązań w zakresie tłumienia hałasu i drgań, co stanowiło podstawę do opracowania standardów technicznych projektowania torów, mostów, tuneli oraz stacji na liniach o prędkości 200 km/h,;
- sprawdzenie bezpieczeństwa i stabilności biegu elektrycznego zespołu trakcyjnego Xianfeng;
- sprawdzenie bezpieczeństwa eksploatacji i niezawodności systemu zasilania elektroenergetycznego oraz różnych typów pantografów, a także ocena prawidłowości przyjętych parametrów i wybranych urządzeń;
- zbadanie systemów sterowania ruchem, łączności zastosowanych na linii, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa ich eksploatacji i niezawodności, a także poprawa kompatybilności urządzeń pokładowych i przytorowych.



Nawierzchnia bezстыkowa bazująca na rozwiązaniu japońskim

Na podstawie wyników pierwszych dwóch serii testów, przeprowadzono trzecią serię. Badania rozpoczęły się 21 listopada 2002 r. W pierwszym ich etapie, 27 listopada 2002 r., elektryczny zespół trakcyjny DJJ2 China Star osiągnął największą prędkość 321,5 km/h. W ten sposób ustanowiono rekord prędkości na kolejach chińskich. W przeprowadzenie testów zaangażowane były instytuty Chińskiej Akademii Nauk Kolejowych. Instytut Badań Lokomotyw i Taboru wykonywał badania charakterystyki trakcyjnej, hamowania, badania pantografów i współpracy z siecią trakcyjną zespołu China Star, badania dynamiczne układu przeniesienia napędu i osi zestawów kołowych.

Instytut Badań Konstrukcji Kolejowych był odpowiedzialny za organizację i koordynację ośmiu zespołów badawczych. Kilka dni przed początkiem właściwych badań, na poszczególnych punktach pomiarowych rozpoczęto montowanie czujników, aparatury pomiarowej i urządzeń. W celu zapewnienia bezpieczeństwa podczas testów, w Instytucie Badań Konstrukcji Kolejowych opracowano specjalne przepisy bezpieczeństwa badań. Przez cały okres badań, Instytut ten był odpowiedzialny za codzienne zbieranie i analizowanie danych z dziesięciu punktów pomiarowych.

Zgodnie z programem testów, codziennie – przed rozpoczęciem badań i po ich zakończeniu – przeprowadzano z prędkością 200 km/h pomiary dynamiczne torów. Do tego celu wykorzystywano trzy wagony diagnostyczne, a za analizę danych pomiarowych odpowiedzialne było Centrum Diagnostyki Infrastruktury.

Linia Qinhuangdao – Shenyang znakomicie usprawniła przewozy pasażerskie między Pekinem a Shenyang i Mandżurią. Początkowo prędkość pociągów na nowej linii wynosiła 200 km/h, ale została ona potem zwiększona do 250 km/h. Już na etapie budowy linii zakładano, że zostanie ona przedłużona do Pekinu.

Plan strategiczny z 2004 r.

W lutym 2004 r. minister kolei Liu Zhijun ogłosił 15-letni plan strategiczny dla kolei chińskich. W planie przedstawiono zamiar zbudowania 28 tys. km nowych linii kolejowych do 2020 r., tak aby długość narodowej sieci kolejowej przekroczyła 100 tys. km. Spośród nowo budowanych linii kolejowych 12 tys. km miały stanowić linie wyłącznie do ruchu pasażerskiego, a 16 tys. km – linie udostępniające tereny zachodnich Chin [10]. Wyrażono też zamiar oddzielenia ruchu pasażerskiego od towarowego w głównych korytarzach transportowych.

Wkrótce potem przedstawiono uszczegółowione propozycje na okres 11. planu pięcioletniego, obejmującego lata 2006–2010. Założono zbudowanie 8 tys. km nowych linii, zbudowanie drugich torów na długości 4000 km, a także zelektryfikowanie 4000 km linii. Największą nowością 11. planu pięcioletniego było postanowienie o tworzeniu sieci przeznaczonej wyłącznie do ruchu pasażerskiego. Ustalono też, że głównymi węzłami sieci staną się Pekin, Szanghaj, Wuhan i Kanton (Guangzhou). W węzłach tych zostaną zapewnione połączenia między liniami magistralnymi i regionalnymi sieciami ekspresowymi. Przyjęty przez chińskie ministerstwo plan docelowej sieci kolei dużych prędkości do 2020 r. obejmuje budowę 4 linii magistralnych, łączących największe aglomeracje w układzie południkowym i 4 linie magistralne w układzie równoleżnikowym. Realizacja tych inwestycji przebiega jak dotąd szybciej niż pierwotnie planowano. Również planowany zakres sieci został zwiększony.

Linia Pekin – Tianjin

Przełomowym wydarzeniem było otwarcie 1 sierpnia 2008 r., tuż przed rozpoczęciem igrzysk olimpijskich, linii Pekin – Tianjin długości 117 km. Na tej linii, po raz pierwszy na świecie, pociągi pasażerskie zaczęły w codziennej eksploatacji osiągać prędkości do 350 km/h.

Podstawą podjęcia budowy linii była umowa zawarta 7 marca 2005 r. między Ministerstwem Kolei a władzami Pekinu i Tianjin. Koszt budowy linii określono na 14,3 mld juanów. Prace budowlane rozpoczęły się 1 lipca 2005 r. [3]. Projekt tej linii został potraktowany jako wzorzec do budowy następnych linii kolei dużych prędkości w Chinach. Za zarządzanie projektem oraz weryfikację dokumentacji projektowych odpowiedzialne były francuska firma doradczą Systra oraz Chińska Akademia Nauk Kolejowych.

Ze względu na uwarunkowania urbanistyczne i geologiczne przyjęty został przebieg trasy na estakadzie na długości około 100 km, z indywidualnie zaprojektowanymi obiektami mostowymi nad rzekami i wiaduktami nad drogami kołowymi. Jedynie na długości 17 km trasa przebiega na nasypie. Budowa estakad została przyspieszona dzięki wykorzystaniu prefabrykowanych przęseł. Na linii zastosowano nawierzchnię bezpodsypkową konstrukcji niemieckiej firmy Max Bögl, budowaną w Chinach na podstawie umowy o transferze technologii. W standardzie nawierzchni bezpodsypkowej wykonano także rozjazdy na stacjach pośrednich. Jedynie w przypadku odcinków na nasypie zastosowano konwencjonalną nawierzchnię podsypkową. Na całej linii ułożono szyny o masie 60 kg/m. Zasilanie linii w energię elektryczną w systemie 25 kV 50 Hz zapewniają trzy podstacje trakcyjne [3].

W ramach projektu Pekin – Tianjin rozbudowano Dworzec Południowy w Pekinie (Beijing Nan). Do obsługi pociągów dużych prędkości przeznaczono 5 krawędzi peronowych. Dworzec Południowy uzyskał połączenie z siecią metra (nowa linia nr 4). Przebudowano także dworzec w Tianjin, na którym również powstały nowe perony. Na linii Pekin – Tianjin zaprojektowano 3 stacje pośrednie w Wuqing, Yongle (stacja przewidziana do realizacji w terminie późniejszym) oraz Yizhuang. Na tej ostatniej stacji przewidziano połączenie z planowaną linią metra do międzynarodowego portu lotniczego Beijing Capital. Projektując linię Pekin – Tianjin od razu zakładano, że z czasem zostanie ona przedłużona o 40 km do miasta Tangu nad Zatoką Bohai.

30 czerwca 2008 r. zakończono wszystkie testy. Podczas jazd próbnych pociągi pokonały łączną odległość 100 tys. km. W początkowym okresie eksploatacji, od 2 sierpnia 2008 r., założono codzienne kursowanie 47 pociągów w każdym kierunku, przy najkrótszym czasie przejazdu wynoszącym 30 min.

Linia Wuhan – Kanton

W ciągu dwóch lat, jakie minęły od przekazania do ruchu linii Pekin – Tianjin, długość sieci dostosowanej do prędkości 350 km/h uległa zwielokrotnieniu. 26 grudnia 2009 r. w eksploatacji znalazła się linia łącząca Wuhan w prowincji Hubei z Kantonem (Guangzhou) w prowincji Guangdong [17]. Długość linii wynosi 968 km, a jej budowa rozpoczęła się 23 czerwca 2005 r. Na długości 468 km linia przebiega po mostach i wiaduktach, a na długości 177 km – w tunelach. Ogółem na trasie magistrali znajdują się 684 mosty oraz 226 tuneli. Koszt budowy całej linii określono jako 116,6 mld juanów. Stanowi ona pierwszy element tworzonej głównej osi komunikacyjnej północ–południe. Pozostałe jej odcinki: Pekin – Shijiazhuang oraz Shijiazhuang – Wu-

han znajdują się w budowie, a ich ukończenie jest przewidywane w 2012 r.

Na linii Wuhan – Kanton zlokalizowano 18 stacji, z których 14 uruchomiono wraz z otwarciem linii w grudniu 2009 r. W pierwszym okresie eksploatacji, do końca stycznia 2010 r., pociągi z kierunku Wuhan docierały jedynie do Dworca Północnego w Kantonie (Guangzhou Bei). Przedłużenie 30 stycznia 2010 r. linii do Dworca Południowego (Guangzhou Nan) umożliwiło stworzenie dogodnych połączeń między pociągami dużych prędkości, kursującymi na linii Wuguang i na linii z Kantonu do Hongkongu (Guangzhou – Shenzhen – Kowloon). Stacja Guangzhou Nan jest także końcową stacją linii metra nr 3. W budowie znajdują się jeszcze stacje pośrednie Lechang Dong oraz Yingde Xi.

Przed oficjalnym otwarciem linii przeprowadzono liczne jazdy testowe. Podczas przejazdu całej trasy 9 grudnia 2009 r. osiągnięto prędkość 394,2 km/h. Istotniejszy jest fakt, że prędkości handlowe na linii Wuguang są rekordowe. W rozkładzie jazdy obowiązującym w pierwszym miesiącu eksploatacji linii, pociąg G1001 pokonywał bez postojów odległość Wuhan – Guangzhou Bei (922 km) w czasie 2 godz. 57 min, co dawało prędkość handlową 312,5 km/h. Po przedłużeniu kursowania pociągów do stacji Guangzhou Nan i dodaniu postoju na stacji Changsha Nan,

najszybszy przebieg między kolejnymi punktami zatrzymania na odcinku Guangzhou Nan – Changsha Nan (621 km w 2 godz. 2 min) daje prędkość średnią ponad 305 km/h.

Linia Zhengzhou – Xian

Budowa linii Zhengxi, łączącej Zhengzhou w prowincji Henan z Xian w prowincji Shaanxi, rozpoczęła się we wrześniu 2005 r. Długość właściwej trasy linii Zhengxi wynosi 456,7 km. Do tego należy dodać łącznicę między istniejącą linią Longhai od stacji Xian Bei do stacji Xianyang Xi.

Cechą tej linii są trudne warunki terenowe, w tym przebieg przez obszary lessów, oraz fakt, że na 77% całkowitej długości linii poprowadzona jest ona na wiaduktach lub w tunelach. Na linii znajduje się most długości 79,732 km. Układ geometryczny trasy zaprojektowano przy założeniu prędkości maksymalnej 350 km/h. Minimalny promień łuku wynosi 9000 m, jedynie na najtrudniejszych odcinkach przyjęto promień 7000 m. Szerokość międzytorza wynosi 5 m.

Koszty budowy wyniosły 35,3 mld juanów. Dostawcami systemów sterowania były firmy Ansaldo STS oraz Beijing HollySys. Linia Zhengzhou – Xian jest częścią większego przedsięwzięcia – równoleżnikowego ciągu Xuzhou – Zhengzhou – Xian – Baoji – Lanzhou.

Trasę do eksploatacji przekazano 6 lutego 2010 r. [7]. Początkowa oferta przewozowa zakładała kursowanie 7 par (14 pociągów) dziennie, po czym została ona rozszerzona do 9 par pociągów. Dzięki uruchomieniu nowej linii najkrótszy czas przejazdu z Zhengzhou do Xian skrócił się z około 6 godz. do 1 godz. 58 min (czas jazdy pociągu G2007 z jednym postojem na stacji Luoyang Longmen). Po oddaniu do eksploatacji nowych stacji: Dworca Wschodniego w Zhengzhou (Zhengzhou Dong) oraz Dworca Północnego w Xian (Xian Bei), czas ten zostanie jeszcze skrócony.

Linie Szanghaj – Nankin i Szanghaj – Hangzhou

1 lipca 2010 r. uruchomiono linię z Szanghaju do Nankinu (Nanjing), dostosowaną do prędkości 350 km/h. Budowa tej linii została zaaprobowana przez Narodową Komisję Rozwoju i Reform w marcu 2008 r., a jej koszt określono na poziomie 39,5 mld juanów [13]. Finansowanie projektu zapewniły miasta Szanghaj i Nankin, prowincja Jiangsu oraz Ministerstwo Kolei. Znaczenie gospodarcze linii wynika z faktu, że rejon delty rzeki Jangcy generuje 22% chińskiego produktu krajowego brutto (PKB).

Pierwotnie zakładano, że budowa linii Szanghaj – Nankin potrwa cztery lata, jednak projekt został zrealizowany w ciągu zaledwie 24 miesięcy. Jej cechą szczególną jest przebieg na bardzo zurbanizowanym obszarze w delcie rzeki Jangcy. Na długości 301 km znajduje się aż 21 stacji. Z uwagi na trudne warunki geotechniczne (namuły rzeczne), linię poprowadzono niemal w całości na estakadach.

Najkrótszy czas przejazdu z Dworca Głównego w Szanghaju do Nankinu wynosi 1 godz. 15 min, a czas przejazdu z dworca Szanghaj Hongqiao do Nankinu – 1 godz. 13 min.

26 października 2010 r. uruchomiono kolejną linię dużych prędkości na obszarze delty Jangcy, łączącą Szanghaj z Hangzhou długości 202 km. Czas podróży między tymi miastami skrócił się do 45 min (w przypadku pociągu bez zatrzymań na trasie). Linia przebiega przez tereny silnie zurbanizowane, dlatego zlokalizowano na niej 9 stacji pośrednich, obsługiwanych przez dużą



EZT CRH3 jako pociąg relacji Szanghaj – Nankin na stacji Kunshan Nan



Prefabrykowane estakady Szanghaj – Nankin

liczbę pociągów z postojami na trasie. Prognozowane przewozy sięgają 80 mln pasażerów rocznie. Cechą szczególną tej inwestycji był bardzo krótki czas budowy wynoszący około 20 miesięcy [11]. Warto przypomnieć, że oficjalne rozpoczęcie robót nastąpiło 26 lutego 2009 r. Koszty budowy, zaplanowane jako 29,7 mld mianów, zostały sfinansowane przez Ministerstwo Kolei, władze prowincji Szanghaj, Zhejiang oraz firmę Baosteel Group, która wniosła 8% udziałów. Inwestycja była realizowana przez Zhejiang Provincial Railway Investment Group [11, 12].

Tabela 2

Linie dużych prędkości uruchomione w Chinach w latach 2008–2010

Linia	Maks. prędkość [km/h]	Data uruchomienia	Długość [km]
Nankin – Hefei	250	04.2008	166
Pekin – Tianjin	350	08.2008	120
Qingdao – Jinan	250	12.2008	362
Shijiazhuang – Taiyuan	250	04.2009	190
Hefei – Wuhan	250	04.2009	356
Chengdu – Suining	200	06.2009	148
Ningbo – Wenzhou – Fuzhou	250	09.2009	562
Wuhan – Kanton (Guangzhou)	350	12.2009	968
Zhengzhou – Xian	350	02.2010	458
Fuzhou – Xiamen	250	04.2010	275
Chengdu – Dujiangyan	220	05.2010	72
Szanghaj – Nankin	350	07.2010	301
Szanghaj – Hangzhou	350	10.2010	202

Źródło [8]

Linia Pekin – Szanghaj

18 stycznia 2008 r. uroczystie rozpoczęto budowę linii dużych prędkości Pekin – Szanghaj. Dwa tygodnie wcześniej Ministerstwo Kolei ogłosiło wyniki przetargu na roboty budowlane. Kontrakty na największą część robót przyznano firmom China Railway Construction Corporation oraz China Railway Group. Zamówienia na pozostałe zadania udzielono Sinohydro Corporation i China Communications Construction Company.

Podmiotem realizującym tę największą inwestycję kolejową w Chinach jest spółka Beijing–Shanghai High Speed Railway, powołana pod koniec grudnia 2007 r. [15].

Koncepcja linii zakłada, że obsłuży ona największe miasta położone na trasie, w tym Tianjin, Jinan, Nankin, Suzhou, a ogólna liczba stacji wyniesie 21. W związku z budową nowej linii Pekin – Szanghaj podjęto także zasadniczą przebudowę węzła kolejowego w Nankinie. Powstaje tam nowy Dworzec Południowy, projektowany do obsługi 44 mln pasażerów rocznie. W Szanghaju główną stacją obsługującą pociągi do i z Pekinu będzie nowy dworzec Hongqiao, zlokalizowany przy porcie lotniczym o tej samej nazwie. Połączenie z obszarem miasta zostanie zapewnione przez dwie linie metra (linie 2 i 10).

Na linii zlokalizowane są bardzo duże obiekty inżynierskie, w tym most Dashengguan przez rzekę Jangcy w rejonie Nankinu. Jest to obiekt sześciotorowy, po którym oprócz dwóch torów linii Pekin – Szanghaj poprowadzone są dwa tory linii Szanghaj – Wuhan – Chengdu oraz dwa tory metra.

Podjęciem budowy linii zakładano prędkość projektową wynoszącą 350 km/h, co miało pozwolić na osiągnięcie czasu podróży poniżej 5 godz. Obecnie zakłada się, że na linii będzie obowiązywała prędkość 380 km/h i do takiej prędkości przysto-



Tory na stacji Suzhou

sowane będzie tabor zamówiony do obsługi tej linii. Najkrótszy czas przejazdu z Pekinu do Szanghaju pociągiem bez postojów na stacjach pośrednich może wynieść około 4 godz.

Koszt budowy linii oszacowano na 160 mld mianów, a udział ministerstwa w jego sfinansowaniu wyniesie 80%. W kosztach uwzględniono 23 mld mianów dla władz lokalnych jako kompensatę na pokrycie kosztów wywłaszczeń.

Rewizja planów sieci kolei dużych prędkości

W listopadzie 2010 r. podana została informacja, że Ministerstwo Kolei prowadzi przegląd projektów linii dużych prędkości pod kątem ich wykonalności i celowości. W raporcie przedłożonym przez Chińską Akademię Nauk, eksperci wskazują na konieczność ponownego przemyślenia części z gigantycznych inwestycji infrastrukturalnych, w szczególności zaś programu rozwoju kolei dużych prędkości [2]. Wątpliwości dotyczą poziomu długu, jaki jest zaciągany w celu sfinansowania projektów budowy kolei, szczególnie od końca 2008 r., kiedy rząd uruchomił pakiet stymulacyjny w celu przeciwdziałania światowemu kryzysowi ekonomicznemu. W raporcie stwierdzono, że w wyniku przyspieszenia projektów infrastrukturalnych zaburzona została integracja między różnymi systemami transportowymi na obszarze kraju, a nowo powstałe autostrady, linie metra, koleje oraz porty lotnicze nie są należycie połączone. Premier Wen Jiabao, któremu raport został przedłożony, poprosił o ponowne przedyskutowanie planów linii dużych prędkości. Potrzeba ograniczenia części projektów wynika z faktu, że rządy poszczególnych prowincji zwróciły się do władz centralnych w Pekinie o zgodę na rozszerzenie sieci kolei dużych prędkości o 80% ponad zaaprobowany przez rząd (i tak już bardzo ambitny) plan. Według tego planu sieć linii dużych prędkości do 2020 r. ma osiągnąć 16 tys. km i obsługiwać 90% ludności Chin.

Jednak w ramach pakietu stymulacyjnego rząd ponad dwukrotnie zwiększył nakłady inwestycyjne na lata 2009 i 2010, w efekcie czego już do końca 2012 r. sieć kolei dużych prędkości powinna osiągnąć 13 tys. km.

Krytycy rozwoju kolei dużych prędkości zwracają uwagę, że zdolność przewozowa na już eksploatowanych liniach dużych prędkości nie jest wykorzystana nawet w połowie i że być może nigdy nie zostaną wygenerowane przychody pozwalające na spłatę kredytów zaciągniętych na ich budowę [2].

Wydaje się, że obawy co do wykorzystania linii kolei dużych prędkości w Chinach są przesadzone, bowiem w każdym kraju, w którym powstawały takie koleje zwiększenie potoków podróżnych następowało stopniowo. Ponadto po oddaniu do eksploatacji kolejnych odcinków linii dużych prędkości, możliwe będzie uruchomienie bezpośrednich pociągów dłuższych relacji, szczególnie Pekin – Kanton – Hongkong, a to oznacza nowe potoki podróżnych.

Kształtowanie sieci połączeń pociągami dużych prędkości

Jeszcze dziesięć lat temu jedyną trasą w Chinach, na której kursowały pociągi o prędkości 200 km/h, była linia łącząca Kanton ze specjalną strefą ekonomiczną w Shenzhen. Na tej trasie uruchomiono szwedzki pociąg X2000, który odległość 139 km między Dworcem Guangzhou Dong a Shenzhen pokonywał w 55 min.



Źródło: UIC



Pociągi obsługiwane EZT serii CRH2 na stacji Suzhou

W ciągu zaledwie kilku lat Chiny rozwinęły bardzo dużą sieć połączeń pociągami dużych prędkości. Należą one do następujących kategorii:

- **G** – pociąg obsługiwany elektrycznym zespołem trakcyjnym, klimatyzowany, o prędkości maksymalnej do 350 km/h,
- **C** – pociąg obsługiwany elektrycznym zespołem trakcyjnym, klimatyzowany, o prędkości maksymalnej do 350 km/h (dotyczy relacji Pekin – Tianjin),
- **D** – pociąg obsługiwany elektrycznym zespołem trakcyjnym, klimatyzowany, o prędkości maksymalnej do 250 km/h,

Kategorię G stanowią pociągi najszybsze, które kursują wyłącznie po liniach dużych prędkości i to tylko tych, na których obowiązuje prędkość 350 km/h. W listopadzie 2010 r. największe natężenie ruchu takich pociągów występowało na linii z Szanghaju do Nankinu:

- 35 par pociągów Szanghaj – Nankin (w tym 16 par bez postojów),
- 25 par pociągów Szanghaj Hongqiao – Nankin (w tym 4 pary bez postojów),
- 5 par pociągów Hangzhou – Szanghaj Hongqiao – Nankin.

Oznacza to, że na całej trasie Szanghaj – Nankin w rozkładzie jazdy założono kursowanie aż 65 par pociągów kategorii G dziennie. Ponieważ potok podróżnych jest największy w rejonie Szanghaju, dodatkowo kursują następujące pociągi kategorii G:

- 2 pary pociągów Szanghaj – Changzhou (165 km)
- 6 par pociągów Szanghaj – Wuxi (126 km),
- 7 par pociągów Szanghaj – Suzhou (84 km)
- 3 pary pociągów Szanghaj Hongqiao – Suzhou,
- 2 pary pociągów Szanghaj – Kunshan (50 km).

Zwłaszcza te ostatnie przykłady świadczą o tym, że w obszarze delty rzeki Jangcy pociągi dużych prędkości obsługują nie tylko połączenia międzyaglomeracyjne, ale niekiedy wręcz podmiejskie.

Bardzo duże obciążenie występuje również na nowo otwartej linii Szanghaj – Hangzhou. Zdecydowana większość pociągów odjeżdża z nowego dworca Hongqiao. W rozkładzie jazdy w listopadzie 2010 r. przewidziano w tej relacji 40 par pociągów kategorii G (z czego 15 bez postojów na stacjach pośrednich). Ponadto kursuje 5 par pociągów relacji Nankin – Hangzhou oraz 5 par pociągów z Dworca Głównego w Szanghaju.

Należy podkreślić, że zarówno na linii Szanghaj – Nankin, jak i Szanghaj – Hangzhou, oprócz wymienionych grup pociągów kategorii G, kursują także liczne pociągi kategorii D, osiągające prędkość maksymalną 250 km/h. Obsługują one dłuższe relacje przewozowe, niejednokrotnie wykraczające poza sieć kolei dużych prędkości.

Na najdłuższej, jak dotychczas, linii dostosowanej do prędkości 350 km/h, z Wuhan do Kantonu (968 km), kursuje w pełnej relacji 49 par pociągów, z których 6 par ma tylko jeden postój na trasie. Ponadto uruchamianych jest 25 par pociągów relacji Changsha – Kanton.

Najmniejsze natężenie ruchu na liniach dużych prędkości w Chinach dotyczy trasy Zhengzhou – Xian, na której kursuje tylko 9 par pociągów kategorii G dziennie.

Drugą grupę pociągów dużych prędkości w Chinach stanowią pociągi kategorii D. Obejmuje ona połączenia obsługiwane elektrycznymi zespołami trakcyjnymi pokonującymi odległości od kilkudziesięciu kilometrów do ponad 2000 km. Najkrótsza relacja to Chengdu – Qingchengsan (65 km). Z kolei trasę długości

Tablica 3

Wybrane przebiegi pociągów kategorii G o prędkości maksymalnej 350 km/h

od	do	Odległość [km]	Czas [godz.:min]	V_h [km/h]	Uwagi
Guangzhou Nan	Changsha Nan	621	2:02	305,4	G1002
Changsha Nan	Wuhan	347	1:12	289,2	G1002
Shanghai Hongqiao	Nanjing	301	1:13	247,4	G7104
Shanghai Hongqiao	Hangzhou	169	0:45	225,3	G7301
Beijing Nan	Tianjin	117	0:30	234,0	Pociągi C

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

2024 km pokonuje pociąg nr D195/198 z Shenyang do Szanghaju przez Tianjin – Nankin. Podróż tym pociągiem trwa ponad 14,5 godz.

Pociągi kategorii D kursują na liniach nowo budowanych, dostosowanych do prędkości 250 km/h. Należą do nich ciągi Nankin – Hefei – Wuhan oraz Ningbo – Wenzhou – Fuzhou – Xiamen. Szczególnie interesujący jest przypadek bezpośredniego pociągu D3006, pokonującego ponad 800-kilometrową trasę z Szanghaju Hongqiao do Hankou (jeden z dworców położonych w aglomeracji Wuhan) bez żadnego postoju na stacjach pośrednich. Duża liczba pociągów kategorii D kursuje na ciągach Pekin – Shenyang – Changchun – Harbin, Pekin – Jinan – Qingdao, Pekin – Shijiazhuang – Taiyuan oraz Pekin – Shijiazhuang – Zhengzhou – Wuhan, wykorzystując zarówno odcinki nowo budowane, jak i modernizowane w ramach opisanych wcześniej programów zwiększania prędkości.

Nocne pociągi kategorii D

Szczególnie ciekawie rozwiązana jest obsługa nocnych połączeń między Pekinem a Szanghajem i miastami położonymi w rejonie delty Jangcy. Na zmodernizowanej konwencjonalnej linii kolejowej łączącej te miasta kursują elektryczne zespoły trakcyjne z miejscami sypialnymi. Pierwsze zespoły trakcyjne o prędkości maksymalnej 250 km/h zostały dostarczone przez Bombardier Sifang Power w Qingdao. Każdy zespół składa się z 13 wagonów sypialnych, 2 wagonów z miejscami do siedzenia i wagonu restauracyjnego. Pierwszy pociąg wprowadzono do eksploatacji 21 grudnia 2008 r. W 2010 r. poza składami Bombardiera szybkie pociągi nocne są obsługiwane zespołami serii CRH2.

W rozkładzie jazdy, obowiązującym w sierpniu 2010 r., szybkie pociągi nocne kategorii D kursują w relacjach:

- Pekin – Szanghaj (5 par),
- Pekin – Hangzhou,
- Pekin – Nanjing,
- Pekin – Suzhou,
- Tianjin – Szanghaj.

Na dużej części trasy pociągi kursują bez żadnych postojów. Postoje są skoncentrowane tylko na stacjach w rejonie Szanghaju. W sierpniu 2010 r. zmieniono stację docelową w Szanghaju. Zamiast kończyć bieg na dworcu centralnym, pięć par pociągów nocnych z Pekinu dociera do nowego dworca Shanghai Hongqiao.

Z uwagi na bardzo duże obciążenie linii i fakt, że prędkość handlowa pociągów D znacząco przekracza prędkość pozostałych pociągów, pociągi te kursują w pakiecie, w odstępach pięciominutowych. Pierwszy z pociągów, D309 do Hangzhou, odjeżdża

Tabela 4

Relacje i prędkości handlowe pociągów kategorii D o prędkości maksymalnej 250 km/h

od	do	Trasa [km]	Czas [min]	V_h [km/h]	Pociąg	Postoje
Shanghai Hongqiao	Hankou	821	255	193,2	D3006	0
Shenyang Nan	Beijing	703	240	175,8	D2	0
Beijing	Changchun	1003	363	165,8	D23	2
Beijing Xi	Taiyuan	508	184	165,7	D2015	1
Fuzhou Nan	Shanghai Hongqiao	897	330	163,1	D3108	6
Shenzen	Guangzhou Dong	139	52	160,4	D7150	0
Chongqing Bei	Chengdu	315	118	160,2	D5117	0
Harbin	Beijing	1249	475	157,8	D26	2
Shanghai	Zhengzhou	998	404	148,2	D82/83	5
Beijing Nan	Shanghai Hongqiao	1454	589	148,1	D301	2
Wuhan	Beijing Xi	1200	515	139,8	D122	5
Shenyang Nan	Shanghai	2024	879	138,2	D195/198	13
Baoji	Xian	173	78	133,1	D5088	1

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]



Skład CRH1 jako nocny pociąg Szanghaj – Pekin



Przedział sypialny w EZT serii CRH2

z Dworca Południowego w Pekinie o godzinie 21.16, następny, D321 do Szanghaju, o 21.21, i tak dalej.



Nocny pociąg D302 do Pekinu przed odjazdem z dworca Hongqiao w Szanghaju

Czas jazdy pociągu relacji Pekin – Szanghaj Hongqiao zatrzymującego się na 4 stacjach pośrednich od końca sierpnia 2010 r. wynosi 9 godz. i 49 min, co daje prędkość handlową wynoszącą około 148 km/h. Pociągi kursujące na tej trasie są najszybszymi pociągami sypialnymi na świecie. Zastąpiły one wcześniej kursujące pociągi kategorii Z.

Cechy szczególne kolei dużych prędkości w Chinach

Każdy z istniejących na świecie systemów kolei dużych prędkości ma swoje cechy charakterystyczne. Są one zawsze wynikiem dostosowywania rozwiązań technicznych do potrzeb, jakie te koleje mają zaspokajać i do uwarunkowań topograficznych oraz urbanistycznych obsługiwanych krajów czy regionów.

Najważniejsze cechy linii KDP budowanych w Chinach są następujące:

- układ geometryczny dostosowany do prędkości 350 km/h i większych;
- powszechne zastosowanie nawierzchni bezpodsypanych w torach i w rozjazdach na liniach o prędkości 350 km/h;
- bardzo duży udział odcinków na mostach i wiaduktach oraz w tunelach;
- zastosowanie stypizowanych, prefabrykowanych konstrukcji przęseł estakad, umożliwiających bardzo szybki montaż;
- lokalizacja stacji pośrednich najczęściej na obrzeżach obsługiwanych miast, w oddaleniu od stacji na liniach konwencjonalnych;
- relatywnie małe jednostkowe koszty budowy wynoszące 77–147 mln juanów (8,6–16,3 mln euro) za kilometr, pomimo budowy wiaduktów i tuneli.

W zakresie eksploatacji cechą specyficzną dla kolei dużych prędkości w Chinach jest stosunkowo mała różnica między prędkością maksymalną a prędkością handlową, a w konsekwencji – duża wartość współczynnika wykorzystania prędkości (stosunku prędkości handlowej do prędkości maksymalnej).

Chińskie linie dużych prędkości są budowane z założeniem przewozów na znacznie większe odległości niż w Europie. Wynika to z rozległego obszaru kraju, ale też z przyzwyczajenia pasażerów do odbywania długich podróży koleją. O ile w krajach europej-

skich dominują podróże na odległość 300–700 km, to w Chinach spora część podróży z wykorzystaniem KDP będzie się odbywała na trasach długości 1000–1500 km. Najlepszym przykładem jest relacja Pekin – Szanghaj, długości 1454 km, już obecnie obsługiwana nocnymi pociągami dużych prędkości, które po zbudowaniu nowej linii łączącej te miasta zostaną zastąpione pociągami o prędkości 380 km/h.

Dotychczas uruchomione linie dużych prędkości, pomimo imponującej sumarycznej ich długości, nie tworzą jeszcze zintegrowanej sieci. Ich połączenie nastąpi w latach 2011–2012. W efekcie poważnie skrócą się czasy przejazdu między stolicami prowincji, a w bardzo wielu relacjach, w których dotychczas podróż była możliwa tylko nocą, zostaną zaoferowane połączenia dzienne.



Literatura

- [1] *Alumino-thermit welding project of Qinhuangdao-Shenyang dedicated passenger line*. www.cars.rails.com.cn
- [2] *Beijing reviews high-speed plans*. Financial Times. 7 listopada 2010. www.ft.com
- [3] *Beijing – Tianjin elevated design anticipates 350 km/h*. Railway Gazette International. 1 marca 2006.
- [4] *China Railway Timetable*. www.cnvol.cn
- [5] *Comprehensive test on Qinhuangdao – Shenyang Dedicated Passenger line*. www.cars.rails.com.cn
- [6] *High Speed around the World*. Maps. UIC. Paryż, 21 maja 2010.
- [7] *High speed line opens to the west*. Railway Gazette International. 9 lutego 2010.
- [8] *High Speed lines in the World*. UIC High Speed Department. Paryż 21 maja 2010.
- [9] Huawu He.: *Successful speed-up campaign and innovative PDL technologies*. China Railways 29/2007.
- [10] Jackson C.: *Network expansion plan aims to reach 100000 km by 2020*. Railway Gazette International. 1 sierpnia 2005.
- [11] *Next side of Yangtze Delta high speed rail triangle opens*. Railway Gazette International. 27 października 2010.
- [12] *Shanghai – Hangzhou high speed line groundbreaking*. Railway Gazette International. 2 marca 2009.
- [13] *Shanghai – Nanjing link approved*. Railway Gazette International. 27 marca 2008.
- [14] Yuze W.: *Design and innovation on Beijing – Shanghai railway electrification*. China Railways 29/2007.
- [15] *Work begins on Beijing – Shanghai line*. Railway Gazette International. 29 stycznia 2008.
- [16] *High-Speed Rail (HSR) Trains in China*. Wikipedia.
- [17] *Wuhan – Guangzhou line opens at 380 km/h*. Railway Gazette International. 4 stycznia 2010.

dr inż. Andrzej Massel, Instytut Kolejnictwa