

Dr inż. Andrzej Massel
Instytut Kolejnictwa

KOLEJE DUŻYCH PRĘDKOŚCI NA TLE ROZWOJU SIECI KOLEJOWEJ W CHINACH

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Geneza sieci kolei dużych prędkości
3. Pierwsza linia dużych prędkości Qinhuangdao – Shenyang
4. Plan strategiczny z 2004 r.
5. Rozjazdy na liniach dużych prędkości
6. Rewizja planów sieci kolei dużych prędkości
7. Cechy szczególne infrastruktury kolei dużych prędkości w Chinach
8. Organizacja przewozów

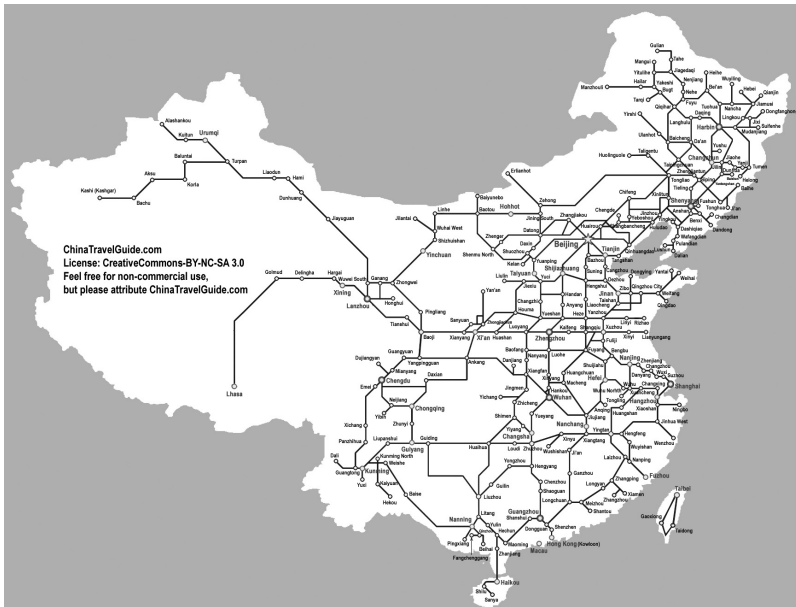
STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono genezę sieci kolei dużych prędkości w Chinach na tle najważniejszych decyzji władz państwowych, podjętych w 1990 roku. Opisano plan strategiczny rozwoju kolei chińskich z 2004 roku, w którym przedstawiono zamiar zbudowania do 2020 roku 28 000 km nowych linii kolejowych, w tym 8 linii magistralnych dużych prędkości. Scharakteryzowano realizację najważniejszych inwestycji, podstawowe parametry techniczne, konstrukcję nawierzchni, rozjazdów, podtorza i obiektów mostowych. Przedstawiono rewizję z 2010 r. planów budowy kolei dużych prędkości, przeprowadzoną pod kątem ich wykonalności i celowości. Opisano organizację przewozów oraz tabor do przewozów pasażerskich.

1. WSTĘP

Chiny są krajem o bardzo dużym potencjale, znajdującym się w fazie szybkiego rozwoju gospodarczego. W latach 1978–2009 średnia roczna stopa wzrostu produktu krajowego brutto wyniosła 9,8%. Rozwojowi gospodarki towarzyszy wzrost zapotrzebowania na przewozy ładunków, a także wzrost mobilności społeczeństwa. Aby sprostać tym potrzebom, szybko jest rozwijana infrastruktura transportowa. W omawianym okresie, sieć dróg kołowych zwiększyła się 4,3 razy, od 0,89 miliona kilometrów w 1978 roku do

3,86 miliona kilometrów w 2009 roku. Od podstaw powstała sieć autostrad, która osiągnęła długość 65 000 kilometrów. Bardzo szybko rozwija się także transport lotniczy. Na tym tle rozwój sieci kolejowej wydaje się umiarkowany, bowiem sumaryczna długość linii zwiększyła się z 52 000 kilometrów w 1978 roku do 87 000 kilometrów w 2009 roku, co oznacza roczny jej przyrost o 1,5% (rys. 1). Korzystne dla kolei zmiany nastąpiły dopiero w ostatnich kilku latach. Udział wydatków na inwestycje kolejowe w PKB, który wynosił średniorocznie 0,58%, w latach 2008 i 2009 wzrósł do 1% [31].



Rys. 1. Mapa sieci kolei chińskich

Niniejszy artykuł stanowi próbę przedstawienia genezy, rozwoju i cech szczególnych kolei w Chinach. Szczególną uwagę poświęcono powstaniu i rozwojowi największej na świecie sieci kolei dużych prędkości.

2. GENEZA SIĘCI KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Planowanie sieci kolei dużych prędkości w Chinach rozpoczęło się na początku lat dziewięćdziesiątych. W grudniu 1990 roku 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]. Mimo, że długość tej linii stanowi mniej niż 2% długości całej sieci, to realizowane jest na niej 10% przewozów pasażerskich i aż 14% przewozów towarowych [28]. 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 roku zostało zlecone 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 istniejących linii i równoczesnego wzrostu prędkości pociągów oraz częstotliwości ich ruchu. W 1995 roku premier Li Peng podjął decyzję o rozpoczęciu prac przygotowawczych do budowy w latach 1996–2000 linii dużych prędkości Pekin – Szanghaj. Właściwa budowa miała jednak nastąpić nie wcześniej niż w pierwszej dekadzie XXI wieku.

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 roku 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 na zwiększenie przepustowości. Modernizacja obejmowała takie działania, jak:

- budowa drugich torów na odcinkach jednotorowych,
- elektryfikacja,
- łagodzenie niwelety linii,
- łagodzenie promieni łuków,
- budowa toru bezстыkowego.

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 o łącznej długości 13 838 km linii (do 2000 roku). Piąte zwiększenie prędkości, pierwotnie planowane na październik 2004 roku, musiało być przesunięte z uwagi na problemy z zapewnieniem odpowiedniej przepustowości linii. Mimo tych trudności, modernizacja linii konwencjonalnych była kontynuowana. Zakończenie szóstego programu zwiększania prędkości w kwietniu 2007 roku, pozwoliło na wprowadzenie prędkości 250 km/h na liniach o długości 846 km oraz prędkości 200 km/h na liniach o łącznej długości ponad 6 000 km (tabl. 1). W roku 2007 prędkość wynosząca minimum 200 km/h obowiązywała na następujących liniach kolejowych:

- linia do ruchu pasażerskiego *Qinshen, Quinhuangdao – Shenyang*,
- 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.

Tablica 1

Efekty kampanii zwiększania prędkości

Program	Data	V \geq 120 [km/h]	V \geq 140 [km/h]	V \geq 160 [km/h]	V \geq 200 [km/h]	V \geq 250[km/h]	Prędkość średnia[km/h]
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]

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 ton oraz pociągi przewożące kontenery w dwóch warstwach przy nacisku osi 25 ton. Czas następstwa w przypadku pociągów prowadzonych EZT wynosi 5 minut, konwencjonalnych pociągów pasażerskich – 6 minut, pociągów towarowych – 7 minut [9]. Szybko przekonano się, że przyspieszenie wybranych pociągów na liniach z ruchem mieszanym i związany z nim wzrost 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 przez budowę nowych linii kolejowych, pozwalających na oddzielenie ruchu pasażerskiego od towarowego.

3. PIERWSZA LINIA DUŻYCH PRĘDKOŚCI QINHUANGDAO – SHENYANG

Pierwsza linia dużych prędkości w Chinach *Qinshen* o długości 404,64 km połączyła Qinhuangdao i Shenyang i została otwarta 20 października 2003 roku. Koszt budowy linii wyniósł 15,7 miliarda juanów (1,9 miliarda dolarów). Budowa trwała od sierpnia 1999 roku do czerwca 2003 roku. Linia została zbudowana jako dwutorowa zelektryfikowana. Celem budowy linii było odciążenie istniejących połączeń kolejowych 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” [8]. Jako „wysokie” określono: prędkość eksploatacyjną, techno-

logię i wymagania jakościowe, natomiast jako „nowe” – przepisy, standardy techniczne i technologie budowy. Poważnymi osiągnięciami naukowymi były metody projektowania linii przeznaczonej wyłącznie do ruchu pasażerskiego, metody budowy, a także metody badawcze. Zastosowano w praktyce wiele innowacyjnych rozwiązań w zakresie podtorza, nawierzchni oraz budowli inżynierskich [8]. Nowością w warunkach chińskich było masowe zastosowanie toru bezстыkowego, przy którego budowie 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 i drganiami generowanymi przy przejeździe pociągu. Potwierdzono dobrą jakość geometryczną nawierzchni w zakresie nierówności poziomych i pionowych. W badania, nadzór nad robotami oraz odbiory była zaangażowana Chińska Akademia Nauk Kolejowych (CARS). Do najważniejszych zadań zrealizowanych przez CARS należały [8]:

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

Podczas wspomnianych trzech kompleksowych cykli badawczych zorganizowanych przez Ministerstwo Kolei, badaniom poddano trzy typy pojazdów szynowych: spalinowy zespół trakcyjny Shenzhou, elektryczny zespół trakcyjny z napędem rozłożonym Xianfeng oraz elektryczny zespół trakcyjny z członem napędowym China Star. Badania taboru obejmowały dynamikę, napęd, charakterystykę hamowania, współpracę pantografu z siecią trakcyjną. Ponadto wykonywano liczne badania od strony toru.

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

Druga seria testów, wykonana od 5 do 12 września 2002 roku, różniła się znacząco od poprzedniej. Badanym obiektem był elektryczny zespół trakcyjny DJF2 Xianfeng o napędzie rozłożonym. Maksymalna osiągnięta prędkość wyniosła 292 km/h. Cele tej serii badań obejmowały [8]:

1. 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;
2. Sprawdzenie bezpieczeństwa i stabilności biegu elektrycznego zespołu trakcyjnego Xianfeng;
3. Sprawdzenie bezpieczeństwa eksploatacji i niezawodności systemu zasilania elektroenergetycznego oraz różnych typów pantografów, a także ocena prawidłowości przyjętych parametrów i wybranych urządzeń;
4. Zbadanie systemów sterowania ruchem i łączności zastosowanych na linii, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa ich eksploatacji i niezawodności, a także poprawa kompatybilności urządzeń pokładowych i przytorowych.

Na podstawie wyników dwóch serii testów, przeprowadzono trzecią serię. Badania rozpoczęły się 21 listopada 2002 roku. W pierwszym ich etapie, w dniu 27 listopada 2002 roku, elektryczny zespół trakcyjny DJJ2 China Star osiągnął największą prędkość 321,5 km/h. W ten sposób został ustanowiony rekord prędkości na kolejach chińskich. W przeprowadzenie testów zaangażowane były instytuty Chińskiej Akademii Nauk Kolejowych. Instytut Badań Locomotywu i Taboru wykonywał badania charakterystyki trakcyjnej, hamowania, badania pantografów i współpracy z siecią trakcyjną dla 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 pomiary dynamiczne torów z prędkością 200 km/h. Do tego celu wykorzystywano trzy wagony diagnostyczne, a za analizę danych pomiarowych było odpowiedzialne 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 potem została zwiększona do 250 km/h.

4. PLAN STRATEGICZNY Z 2004 ROKU

W lutym 2004 roku Minister Kolei Liu Zhijun ogłosił 15-letni plan strategiczny dla kolei chińskich. W planie przedstawiono zamiar zbudowania 28 000 km nowych linii kolejo-

wych do roku 2020, tak by długość narodowej sieci kolejowej przekroczyła 100 000 km. Spośród nowobudowanych linii kolejowych, 12 000 km miały stanowić linie wyłącznie do ruchu pasażerskiego, a 16 000 km – linie udostępniające tereny zachodnich Chin [20]. Wyrażono też zamiar oddzielenia ruchu pasażerskiego od towarowego w głównych korytarzach transportowych.

Wkrótce przedstawiono uszczegółowione propozycje na okres jedenastego planu pięcioletniego, obejmującego lata 2006–2010. Założono zbudowanie 8000 km nowych linii, zbudowanie drugich torów na długości 4000 km, a także zelektryfikowanie 4000 km linii. Największą nowością jedenastego 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 będą zapewnione połączenia pomiędzy liniami magistralnymi i regionalnymi sieciami ekspresowymi. Przyjęty przez Chińskie Ministerstwo plan docelowej sieci kolei dużych prędkości do 2020 roku, obejmuje budowę 4 linii magistralnych łączących największe aglomeracje w układzie południkowym i 4 linii magistralnych w układzie równoleżnikowym (rys. 2). Realizacja tych inwestycji przebiega jak dotąd szybciej niż pierwotnie planowano. Również planowany zakres sieci został zwiększony. Wykaz kolei dużych prędkości uruchomionych w latach 2008–2010 przedstawiono w tablicy 2.



Rys. 2. Mapa sieci chińskich kolei dużych prędkości

Tablica 2

Linie KDP uruchomione w Chinach w latach 2008–2010

Linia	Maksymalna 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 [13, 15]

Podczas Seminarium na temat Chińskich Technologii Kolei Dużych Prędkości, które odbyło się w Warszawie w dniu 17 listopada 2010 roku, 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 roku – 6637 km). W dalszej części artykułu przedstawiono reprezentatywne przykłady linii KDP w Chinach.

4.1. Linia Pekin – Tianjin

Przełomowym wydarzeniem było otwarcie w dniu 1 sierpnia 2008 roku, 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 w dniu 7 marca 2005 roku między Ministerstwem Kolei, a władzami Pekinu i Tianjin. Koszt budowy linii określono na poziomie 14,3 miliarda juanów. Prace budowlane rozpoczęły się 1 lipca

2005 roku [3]. Projekt tej linii potraktowano jako wzorzec do budowy następnych kolei dużych prędkości w Chinach. Za zarządzanie projektem oraz weryfikację dokumentacji projektowych były odpowiedzialne francuska firma doradcza Systra oraz Chińska Akademia Nauk Kolejowych.

Ze względu na uwarunkowania urbanistyczne i geologiczne przyjęto przebieg trasy na estakadzie, na długości około 100 km, z indywidualnie zaprojektowanymi obiektami mostowymi nad rzekami i wiaduktami nad drogami kołowymi. Jedyne 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. Jedyne 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, w Yongle (stacja przewidziana do realizacji w terminie późniejszym) oraz w 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.

W dniu 30 czerwca 2008 roku zakończono wszystkie testy. Podczas jazd próbnych pociągi pokonały łączną odległość 100 000 km. W początkowym okresie eksploatacji, od 2 sierpnia 2008 roku, założono codzienne kursowanie 47 pociągów w każdym kierunku, przy najkrótszym czasie przejazdu wynoszącym 30 minut.

4.2. Linia Wuhan – Kanton

W ciągu dwóch lat od przekazania do ruchu linii Pekin – Tianjin, długość sieci dostosowanej do prędkości 350 km/h uległa zwielokrotnieniu. W dniu 26 grudnia 2009 r. w eksploatacji znalazła się linia łącząca Wuhan w prowincji Hubei z Kantonem (Guangzhou) w prowincji Guangdong [27]. Długość linii wynosi 968 km, a jej budowa rozpoczęła się 23 czerwca 2005 roku. 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 na 116,6 miliarda juanów. Stanowi ona pierwszy element tworzonej głównej osi komunikacyjnej północ – południe. Pozostałe jej odcinki: Pekin – Shijiazhuang oraz Shijiazhuang – Wuhan znajdują się w budowie, a ich ukończenie jest przewidywane w 2012 roku.

Na linii Wuhan – Kanton zlokalizowano 18 stacji, z których 14 uruchomiono wraz z otwarciem linii w grudniu 2009 roku. W pierwszym okresie eksploatacji, do końca stycznia 2010 roku, pociągi z kierunku Wuhan docierały jedynie do Dworca Północnego w Kantonie (Guangzhou Bei). Przedłużenie linii do Dworca Południowego (Guangzhou Nan) w dniu 30 stycznia 2010 roku pozwoliło na 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 w dniu 9 grudnia 2009 roku 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 godzin 57 minut, co dawało prędkość handlową 312,5 km/h. Po przedłużeniu pociągów do stacji Guangzhou Nan i dodaniu postoju na stacji Changsha Nan, najszybszy przebieg między kolejnymi punktami zatrzymania jest realizowany na odcinku Guangzhou Nan – Changsha Nan (621 km w czasie 2 godzin 2 minut) z prędkością średnią ponad 305 km/h.

4.3. Linia Zhengzhou – Xian

Budowa linii *Zhengxi* łączącej Zhengzhou w prowincji Henan z Xian w prowincji Shaanxi rozpoczęła się we wrześniu 2005 roku. Długość właściwej trasy linii *Zhengxi* wynosi 456,7 km. Do tego należy dodać łącznicę pomiędzy 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 na wiaduktach lub w tunelach. Na linii znajduje się most o 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 miliardów 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. Przekazanie trasy do eksploatacji odbyło się 6 lutego 2010 roku [14]. Początkowa oferta przewozowa zakładała kursowanie 7 par (14 pociągów) dziennie, po czym została rozszerzona do 9 par pociągów. Dzięki uruchomieniu nowej linii, najkrótszy czas przejazdu z Zhengzhou do Xian skrócił się z około 6 godzin do 1 godziny 58 minut (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.

4.4. Linie Szanghaj – Nankin i Szanghaj – Hangzhou

Linie z Szanghaju do Nankinu (Nanjing) dostosowaną do prędkości 350 km/h uruchomiono 1 lipca 2010 roku. Budowa tej linii została zaaprobowana przez Narodową Komisję Rozwoju i Reform w marcu 2008 roku, a jej koszt określono na poziomie 39,5 miliarda juanów [24]. 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 zrealizowano 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 godzinę 15 minut, a czas przejazdu z dworca Szanghaj Hongqiao do Nankinu – 1 godzinę 13 minut.

Kolejną linię o długości 202 km na obszarze delty Jangcy, łączącą Szanghaj z Hangzhou uruchomiono 26 października 2010 roku. Czas podróży między tymi miastami skrócił się do 45 minut (w przypadku pociągu bez zatrzymań na trasie). Linia przebiega przez tereny silnie zurbanizowane, dlatego zlokalizowano na niej 9 stacji pośrednich, obsługiwanych przez dużą liczbę pociągów z postojami na trasie. Prognozowane przewozy sięgają 80 milionów pasażerów rocznie. Cechą szczególną tej inwestycji był bardzo krótki czas budowy wynoszący około 20 miesięcy [22]. Warto przypomnieć, że oficjalne rozpoczęcie robót nastąpiło 26 lutego 2009 roku. Koszty budowy, zaplanowane jako 29,7 miliarda juanów, zostały sfinansowane przez Ministerstwo Kolei, przez władze prowincji Szanghaj oraz Zhejiang oraz przez firmę Baosteel Group, która wniosła 8% udziałów. Inwestycja była realizowana przez Zhejiang Provincial Railway Investment Group [22, 23].

4.5. Linia Pekin – Szanghaj

W dniu 18 stycznia 2008 roku uroczyście rozpoczęto budowę linii dużych prędkości Pekin – Szanghaj o łącznej długości 1318 km. Dwa tygodnie wcześniej Ministerstwo Kolei ogłosiło wyniki przetargu na roboty budowlane. Kontrakty na największą część robot przyznano firmom China Railway Construction Corporation oraz China Railway Group. Zamówienia na pozostałe zadania udzielono firmom Sinohydro Corporation oraz China Communications Construction Company. Podmiotem realizującym tę największą inwestycję kolejową w Chinach jest spółka Beijing – Shanghai High Speed Railway, powołana pod koniec grudnia 2007 roku [26].

Linia Pekin – Szanghaj przechodzi przez cztery prowincje i przecina cztery duże rzeki: Hai, Huangho, Huai, Jangcy. Pod względem topograficznym linia przechodzi przez trzy duże równiny: Jilu, Huanghuai oraz przez deltę rzeki Jangcy. Łączna liczba

skrzyżowań z rzekami, głównymi drogami oraz istniejącymi liniami kolejowymi wynosi 134. 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 milionów 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). W Pekinie, pociągi dużych prędkości do Szanghaju będą wykorzystywały Dworzec Południowy (rys. 3).



Rys. 3. Dworzec Południowy w Pekinie

Na łącznej długości 1059,7 km, czyli na 80,4% trasy, linia jest poprowadzona na wiaduktach, na długości 242,5 km zaś (18,4% całej trasy) nawierzchnię zbudowano na podtorzu gruntowym. Stosunkowo niewiele jest tuneli – ich długość wynosi 15,8 km, czyli 1,2% długości trasy [12].

Podobnie jak na innych liniach kolejowych w Chinach przeznaczonych do prędkości 350 km/h i więcej, na linii Pekin – Szanghaj zastosowano nawierzchnię bezpodsypaną. Sumaryczna długość odcinków na płycie wynosi 1298 km. Na całej linii Pekin – Szanghaj znajduje się 190 łuków, z których większość ma promień 7000 m lub większy. Wyjątkami są łuki przy wyjeździe z dużych dworców: Dworca Południowego w Pekinie, Dworca Hongqiao w Szanghaju oraz Dworca Południowego w Nankinie. Podstawowe parametry układu geometrycznego linii są następujące [12]:

- maksymalna przechyłka 150 mm,
- maksymalny niedomiary przechyłki 60 mm (przy prędkości 350 km/h), co odpowiada przyspieszeniu niezrównoważonemu $0,392 \text{ m/s}^2$,

- minimalny promień łuku pionowego 25 000 m,
- odległość między osiami torów 5,0 m,
- przekrój poprzeczny tuneli 100 m².

Na linii są zlokalizowane duże obiekty inżynieryjne, 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.

Podjmując budowę linii, zakładano prędkość projektową wynoszącą 350 km/h, co miało pozwolić na osiągnięcie czasu podróży poniżej 5 godzin. Obecnie zakłada się, że na linii będzie obowiązywała prędkość 380 km/h i do takiej prędkości będzie przystosowany tabor zamówiony do obsługi tej linii. Najkrótszy czas przejazdu z Pekinu do Szanghaju pociągiem bez postojów na stacjach pośrednich może wynieść około 4 godzin. Koszt budowy linii oszacowano na 160 miliardów juanów, a udział ministerstwa w jego sfinansowaniu wyniesie 80%. W kosztach uwzględniono 23 miliardy juanów dla władz lokalnych jako kompensatę na pokrycie kosztów wywłaszczeń.

5. ROZJAZDY NA LINIACH DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Dla nowobudowanych linii dużych prędkości w Chinach opracowano nowe konstrukcje rozjazdów przeznaczonych zarówno do układania na podsypce (rys. 4), jak i w standardzie nawierzchni bezpodsypkowej. Opracowując te konstrukcje korzystano z doświadczeń eksploatacyjnych z linii modernizowanych w ramach sześciu programów (kampanii) zwiększania prędkości oraz z badań przeprowadzonych na nowozbudowanej linii Qinhuangdao – Shenyang.



Rys. 4. Rozjazd z ruchomą krzyżownicą na zmodernizowanym odcinku linii konwencjonalnej Nankin – Szanghaj

Rozjazdy o skosie 1:18 są przeznaczone do stosowania w połączeniach o funkcji dojazdowej, to znaczy do przejazdów pociągów między torami głównymi zasadniczymi i torami głównymi dodatkowymi, przy których zlokalizowane są perony dla pociągów mających postój na stacjach pośrednich. Rozjazdy o skosie 1:42 są przeznaczone do stosowania w połączeniach torów głównych zasadniczych. Zadaniem niedawno opracowanych rozjazdów o skosie 1:62 jest zapewnienie możliwości szybkiego ($V = 220$ km/h) przejazdu na połączeniach linii dużych prędkości. Zestawienie parametrów rozjazdów zawiera tabela 3 [10, 25].

Tabela 3

Rozjazdy na liniach dużych prędkości w Chinach

Skos rozjazdu	1:18	1:42	1:62
Prędkość w kierunku prostym [km/h]	250/350	250/350	350
Prędkość w kierunku zwrotnym [km/h]	80	160	220
Promień łuku toru zwrotnego [m]	1100	5000	8200
Układ geometryczny toru zwrotnego	Stała krzywizna	Zmienna krzywizna	Zmienna krzywizna
Długość rozjazdu [m]	69,000	157,200	201,000
Długość zwrotnicy [m]	31,729	60,573	70,784

Pierwsze rozjazdy przeznaczone do stosowania na liniach dużych prędkości zaprojektowano z uwzględnieniem ruchu pociągów pasażerskich o prędkości maksymalnej 250 km/h przy nacisku osi nie większym niż 170 kN oraz ruchu pociągów towarowych o prędkości maksymalnej 120 km/h przy nacisku osi 230 kN. Również przy projektowaniu rozjazdów do prędkości 350 km/h przyjęto maksymalny nacisk 170 kN [10, 25]. Podstawowe założenia przyjęte przy konstruowaniu rozjazdów przeznaczonych do stosowania na liniach dużych prędkości w Chinach są następujące:

- poszerzenie toru w strefie rozjazdu do 15 mm,
- w połączeniach torów równoległych odległość między osiami łączonych torów 4,6 m przy prędkości 250 km/h i 5,0 m przy prędkości 350 km/h,
- maksymalna roczna różnica temperatur 100°C,
- rozstaw podrojazdnic 600 mm dla rozjazdów na podsypce i 625 mm dla rozjazdów w standardzie nawierzchni bezpodsypkowej,
- maksymalna wartość przyspieszenia niezrównoważonego 0,5 m/s²,
- maksymalna wartość szybkości zmian przyspieszenia niezrównoważonego 0,5 m/s³,
- pochylenie poprzeczne toków szynowych w rozjeździe 1:40,
- sztywność podparcia rozjazdów do prędkości 250 km/h na podsypce 50–70 kN/mm,
- sztywność podparcia rozjazdów na płycie betonowej: 30–50 kN/mm do prędkości 250 km/h i 20–30 kN/mm do prędkości 350 km/h.

6. REWIZJA PLANÓW SIĘCI KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI

W listopadzie 2010 roku podano informację, 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 zaciąganego w celu sfinansowania projektów budowy kolei, szczególnie od końca 2008 roku, kiedy rząd uruchomił pakiet stymulacyjny w celu przeciwdziałania światowemu kryzysowi ekonomicznemu. W raporcie stwierdzono, że w wyniku przyspieszenia projektów infrastrukturalnych została zaburzona integracja pomiędzy różnymi systemami transportowymi na obszarze kraju, a nowopowstałe autostrady, linie metra, koleje oraz porty lotnicze nie są należycie połączone.

Premier Wen Jiabao, któremu przedłożono raport 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 roku 2020 ma osiągnąć długość 16 tysięcy kilometrów 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 roku sieć kolei dużych prędkości powinna osiągnąć 13 000 kilometrów.

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, wzrost potoków podróżnych następował stopniowo. Ponadto po oddaniu do eksploatacji kolejnych odcinków linii dużych prędkości, będzie możliwe uruchomienie bezpośrednich pociągów dłuższych relacji, szczególnie Pekin – Kanton – Hongkong, a to oznacza nowe potoki podróżnych.

7. CECHY SZCZEGÓLNE INFRASTRUKTURY KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI W CHINACH

Każdy z istniejących na świecie systemów kolei dużych prędkości ma swoje charakterystyczne cechy. Są one zawsze wynikiem dostosowywania rozwiązań technicznych do potrzeb, jakie te koleje mają zaspokajać i do uwarunkowań topograficznych oraz urbanistycznych obsługiwanych krajów czy regionów. Z uwagi na wielkość kraju i długość relacji przewidywanych do obsługi pociągami dużych prędkości, prędkość maksymalna

zakładana dla linii przeznaczonych wyłącznie do ruchu pasażerskiego wynosi zasadniczo 350 km/h, dla linii do ruchu mieszanego zaś – 250 km/h. W torach i w rozjazdach na liniach o prędkości 350 km/h powszechne jest zastosowanie nawierzchni bezpodсыpkowych (rys. 5, 6), przy czym zastosowano zarówno rozwiązania niemieckie (Rheda, Max Bögl), jak i japońskie. Ważną cechą kolei dużych prędkości w Chinach jest bardzo duży, wręcz dominujący udział odcinków na obiektach mostowych i w tunelach. Charakterystyczne jest prowadzenie długich odcinków linii na estakadach (rys. 7), 90% obiektów mostowych stanowią dwutorowe prefabrykowane przęsła wolnopodparte o przekroju skrzynkowym i długości 32 m [17]. Masa typowego przęsła wynosi 900 ton.



Rys. 5. Nawierzchnia bezpodсыpkowa na linii KDP Nankin – Szanghaj



Rys. 6. Nawierzchnia Max Bögl na linii Pekin – Tianjin



Rys. 7. Odcinek linii Golmud – Lhasa na estakadzie

Na sieci kolejowej powstało wiele długich mostów, w tym mostów o bardzo dużych rozpiętościach przęsł. Należy do nich sześciotorowy most Dashengguan przez rzekę Jangcy w Nankinie o przęsłach długości (108 + 192 + 336 + 336 + 192 + 108) m, na którym zastosowano przyrządy wyrównawcze o długości 1000 mm oraz łożyska kulowe o masie 18 000 ton [17]. Przez ten most przechodzą dwie linie dużych prędkości, a także linia metra. Na liniach dużych prędkości w Chinach powstało także wiele tuneli. Najdłuższy z nich znajduje się na linii Shijiazhuang – Taiyuan. Jego długość wynosi 27,8 km.

Poważne trudności techniczne były związane z budową linii dużych prędkości na terenach lessowych. Chiny są krajem, w którym lessy zajmują łączną powierzchnię 640 tysięcy kilometrów kwadratowych, z czego na obszarze 270 000 km² występują grunty lessowe zapadowe [31]. Tymczasem przy budowie linii dużych prędkości wymaga się ograniczenia wartości osiadań nasypów i obiektów inżynierskich. Problemy związane z budową kolei na lessach dotyczyły szczególnie linii Zhengzhou – Xian, która na łącznej długości 298 km, czyli 65% całej trasy, przebiega przez tereny lessowe, przy czym 135 km z tej długości stanowią lessy zapadowe. Dodatkowo niekorzystną okolicznością był fakt, że największa grubość zapadowych warstw gruntu przekraczała 30 m. Z tego względu na odcinkach, na których występowały warstwy lessów o grubości większej niż 20 m, stosowano posadowienie na palach opartych na warstwie nośnej gruntu [31].

Jeżeli uwzględni się zaawansowanie techniczne linii dużych prędkości w Chinach i przebieg znacznej części ich tras na obiektach inżynierskich, koszty jednostkowe budowy linii są relatywnie małe i wynoszą 77–147 milionów juanów (8,6–16,3 milionów euro) za kilometr. 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 europejskich dominują podróże na odległość rzędu 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, mimo imponującej sumarycznej ich długości, nie tworzą jeszcze zintegrowanej sieci. Ich połączenie nastąpi w latach 2011–2012. W efekcie znacznie skrócą się czasy przejazdu pomiędzy stolicami prowincji, a w bardzo wielu relacjach, w których dotychczas podróż była możliwa tylko nocą, zostaną zaoferowane połączenia dzienne.

7.1. Infrastruktura do przewozów towarowych

W Chinach bardzo duże znaczenie mają przewozy koleją ładunków masowych. Największe obciążenie w ruchu towarowym występuje na linii węglowej Datong – Qinhuangdao. Jest to pierwsza dwutorowa zelektryfikowana linia kolejowa w Chinach, przeznaczona wyłącznie do ruchu towarowego. Jej początek znajduje się na stacji Hanjialing na linii Taiyuan – Datong, koniec zaś – na stacji Liucun Nan w rejonie Qinhuangdao nad Zatoką Bohai. Długość linii wynosi 653 km. Budowę rozpoczęto w 1985 r., natomiast przekazanie pierwszego odcinka do eksploatacji nastąpiło w 1988 roku. Linia została ukończona w 1992 roku. Już w 2002 roku natężenie przewozów osiągnęło wartość 100 Tg brutto (100 milionów ton brutto), przyjętą przy projektowaniu linii [30]. W 2003 roku natężenie przewozów wynosiło 123,7 Tg brutto, do 2006 roku wzrosło do 150 Tg brutto, a obecnie sięga 400 Tg brutto [9, 30]. Znaczenie linii *DaQin* dla gospodarki wynika z faktu, że tą linią przewozi się 18% masy węgla w Chinach, zarówno na potrzeby wielu elektrowni i przemysłu, jak i na eksport.

W związku z bardzo szybkim wzrostem przewozów, już w 2002 roku wzmocniono nawierzchnię w torze w kierunku ładownym (z Datong do portu Qinhuangdao), wymieniając szyny klasyczne o masie 60 kg/m na szyny bezстыkowe o masie 75 kg/m i wbudowując ciężkie podkłady betonowe o zagęszczonym rozstawie. Wymianę nawierzchni na bezстыkową w kierunku próżnym (od wybrzeża do Datong) przeprowadzono w 2007 roku. Na szeroką skalę zastosowano przy tym zgrzewanie szyn bezpośrednio w torze. Ponadto zwiększono grubość warstwy podsypki.

W wyniku wieloletnich doświadczeń eksploatacyjnych, w celu zapewnienia wysokiej jakości nawierzchni, na linii Datong – Qinhuangdao zwiększono częstotliwość podbijania torów oraz oczyszczania podsypki. Chińska Akademia Nauk Kolejowych (CARS) przeprowadziła badania, których celem była optymalizacja przekroju poprzecznego szyny oraz badania nad zastosowaniem przekładek podszytowych o lepszych

właściwościach tłumiących. W dłuższej perspektywie przewiduje się przebudowę niektórych odcinków zachodniej części linii, przebiegających w terenach górskich. Celem jest wyeliminowanie łuków o promieniu 400 m i zapewnienie minimalnego promienia łuku 800 m na prawie całej długości trasy [9].

W 2003 roku Ministerstwo Kolei podjęło decyzję o wprowadzeniu na linii *DaQin* ruchu pociągów o masie 20 000 ton. Uzasadnieniem takiej decyzji były analizy różnych sposobów zwiększenia zdolności przewozowej linii. Pociąg o masie brutto 20 000 ton może przewieźć 16 800 ton ładunku. Przy 24,5 parach pociągów dziennie jest możliwe przewiezienie 150 milionów ton rocznie, przy 49 parach – 300 milionów ton rocznie, a przy 70 parach – 400 milionów ton rocznie.

W celu przygotowania tego przedsięwzięcia rozpoczęto realizację 60 projektów badawczych. W grudniu 2003 roku zorganizowano podróż studialną, podczas której chińscy specjaliści zapoznawali się z technologiami stosowanymi przy masowych przewozach (tzw. *heavy-haul*) w USA oraz w Afryce Południowej, ze szczególnym uwzględnieniem sterowania radiowego wieloma lokomotywami (LOCOTROL) oraz elektrycznego sterowania hamowaniem pneumatycznym (ECP). Po analizach podjęto decyzję o zastosowaniu technologii LOCOTROL z General Electric do sterowania pociągami o masie 20 000 ton. Uwzględniono przy tym uwarunkowania związane z wprowadzeniem takiego systemu. Długość pociągu o przyjętej masie wynosi 2672 m, sama zaś linia kolejowa przebiega przez tereny górskie, na trasie znajduje się wiele tuneli, występują też duże pochylenia podłużne. Przyjęto, że system LOCOTROL musi zapewnić rozwiązanie dla trzech podstawowych problemów: niezawodność łączności radiowej w warunkach górskich, cykliczne hamowanie pociągu na długim pochyleniu o dużej wartości oraz dynamika wzdłużna ciężkiego i długiego składu.

Innowacyjnym rozwiązaniem było zastosowanie systemu sterowania lokomotywami LOCOTROL w kombinacji z systemem łączności GSM-R. Po trwających od 2004 roku testach, 28 marca 2006 roku na linii Datong – Qinhuangdao podjęto normalne prowadzenie pociągów o masie 20 000 ton. Początkowo obsługę trakcyjną takiego pociągu zapewniały 4 dwuczłonowe lokomotywy elektryczne serii SS4. Testowano dwa zestawy składu pociągu:

- układ 2 x 10 000 t (lokomotywa SS4, 105 wagonów serii C80, dwie lokomotywy SS4, 105 wagonów serii C80, lokomotywa SS4),
- układ 4 x 5000 t (lokomotywa SS4, 51 wagonów serii C80, lokomotywa SS4, 51 wagonów C80, lokomotywa SS4, 51 wagonów C80, lokomotywa SS4, 51 wagonów C80).

Po wprowadzeniu do eksploatacji nowych lokomotyw serii HXD1 (Hexie) o bardzo dużej mocy, w okresie od maja do lipca 2007 roku na linii Datong – Qinhuangdao, przeprowadzono badania składów w układzie 2 x 10 000 ton (lokomotywa Hexie, 105 wagonów serii C80, lokomotywa Hexie, 105 wagonów serii C80).

W 2009 roku podjęto budowę linii kolejowej o długości 350 km z Baotau w prowincji Mongolia Wewnętrzna do Ganqimaodu na granicy chińsko-mongolskiej [19]. Linia jest budowana przez Shenhua Group Corporation i ma zostać ukończona w 2011 roku,

a koszt inwestycji wynosi 4,7 miliarda juanów. Przewiduje się, że nową trasą będzie przewożone 60 milionów ton węgla i miedzi rocznie z kopalń Tagan Tolgoi w Mongolii.

Ministerstwo Kolei planuje budowę trzeciej linii do przewozów masowych, mającej zapewnić transport węgla z kopalń zlokalizowanych w Mongolii Wewnętrznej do nowego portu nad Zatoką Bohai [5]. W porcie Huludao w prowincji Laoning, około 150 km na północ od istniejącego portu w Qinhuangdao, powstaje terminal załadunku węgla na eksport. Terminal ma być przekazany do użytkowania w 2012 roku. Jego zdolność przeładunkowa ma wynieść 50 milionów ton rocznie, a docelowo terminal ma przeładowywać 230 milionów ton/rok. Transport węgla do terminalu ma zapewnić projektowana linia kolejowa o długości 300 km, poprowadzona z Huludao w kierunku północno-wschodnim do istniejącego węzła Jianping, skręcająca następnie na zachód przez Jingpeng do terenów wydobywania węgla wokół Xilinhot.

7.2. Linia Golmud – Lhasa

Linia Golmud – Lhasa stanowi połączenie prowincji Qinghai z Tybetem. Jej długość wynosi 1142 km, przy czym aż 960 km linii znajduje się na wysokości ponad 4000 metrów nad poziomem morza. Kulminacyjny punkt trasy, przełęcz Tanggula, znajduje się na wysokości 5072 m n.p.m. (rys. 8), co sprawia, że linia *Qinghai – Tibet* jest najwyższą położoną linią kolejową na świecie [4]. Budowa linii z Golmud do Lhasy rozpoczęła się 29 czerwca 2001 roku i trwała 5 lat.



Rys. 8. Pociąg T27 Pekin – Lhasa na stacji Naqqu na wysokości 4513 m n.p.m.

Największą trudność przy budowie i późniejszej eksploatacji linii stanowi fakt, że na długości 550 km przebiega ona przez obszary wiecznej zmarzliny. Na potrzeby budowy i eksploatacji linii stworzono system długoterminowych jej obserwacji. Podczas budowy przyjęto koncepcję „aktywnego obniżania temperatury, schładzania gruntu

i ochrony zmarzliny” [21]. Doświadczenia pierwszych lat eksploatacji wskazują, że podtorze na obszarach zmarzliny jest stabilne zarówno w okresie letnim, jak i zimowym.

Na trasie linii tybetańskiej znajdują się obszary z dużymi opadami śniegu. Z tego względu rozjazdy na 32 stacjach wyposażono w urządzenia do wytapiania śniegu. Podczas pierwszej zimy pracowały one prawidłowo (15 razy wystąpił opad śniegu rzędu 25 mm, największy opad śniegu na stacji Delingha w dniu 3 marca 2007 roku wyniósł 144 mm).

Warto podkreślić, że 26 września 2010 roku podjęto prace budowlane na odcinku Lhasa – Shigatse. Linia ta ma poprawić dostępność transportową obszarów Tybetu wzdłuż rzeki Brahmaputry położonych na zachód od Lhasy.

8. ORGANIZACJA PRZEWOZÓW

W 2009 roku na kolejach chińskich przewieziono 1,525 miliarda pasażerów oraz 3,32 miliarda ton ładunków. Oznacza to, że od 2003 roku zanotowano średni roczny wzrost przewozów pasażerskich wynoszący 7,8% i średni roczny wzrost przewozów towarowych rzędu 6%. Praca przewozowa w ruchu towarowym wzrosła z 2203,5 miliarda tonokilometrów w 2003 roku do 3 311,8 miliarda tonokilometrów w 2009 roku.

Koleje chińskie uruchamiają pociągi należące do następujących kategorii, poczynając od najszybszych i najbardziej komfortowych:

- G – pociąg obsługiwany elektrycznym zespołem trakcyjnym, klimatyzowany, o prędkości maksymalnej do 350 km/h (tabl. 4),

Tablica 4

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

Od	Do	Odległość [km]	Czas [hh:min]	Prędkość handlowa [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 [6, 7]

- C – pociąg obsługiwany elektrycznym zespołem trakcyjnym (rys. 9, 10), 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,

- Z – bezpośredni, klimatyzowany nocny pociąg ekspresowy kursujący z maksymalną prędkością 160 km/h, bez postojów na stacjach pośrednich lub z bardzo niewielką liczbą postojów,
- T – klimatyzowany pociąg ekspresowy kursujący z maksymalną prędkością do 160 km/h, rysunek 11,
- Y – pociąg turystyczny, na linii Pekin – Yanqing,
- K – pociąg pospieszny (zazwyczaj klimatyzowany), kursujący zazwyczaj z maksymalną prędkością 120 km/h, pociągi o numerach K1-K1998 kursują pomiędzy okręgami kolei a pociągi o numerach K7001-K9998 – na obszarze poszczególnych okręgów,
- 1000–2998 – pociąg zwykły (niekiedy klimatyzowany), kursujący zazwyczaj z maksymalną prędkością 120 km/h pomiędzy okręgami kolei,
- 4001–7998 – pociąg zwykły (niekiedy klimatyzowany), kursujący zazwyczaj z maksymalną prędkością 120 km/h na obszarze poszczególnych okręgów kolei,
- 6001–7998 – pociąg osobowy, bez klimatyzacji.

Ponadto na linii *Guang-Shen* (z Guangzhou do Shenzhen) kursują pociągi oznaczone jako KTT i zestawione z wagonów piętrowych w układzie push-pull.



Rys. 9. Zespoły trakcyjne CRH3 na stacji Tianjin



Rys. 10. Wyświetlacz prędkości w pociągu Pekin – Tianjin



Rys. 11. Wnętrze przedziału klasy YW w pociągu T163 Lhasa – Pekin

W pociągach są oferowane miejsca o zróżnicowanym standardzie, które tradycyjnie tworzyły system czterech klas:

- RW (*Ruanwo*) – sypialny miękki – klasa o najwyższym komforcie, z przedziałami zamkniętymi od wewnątrz, w których znajdują się po cztery łóżka. Na trasach łączących najważniejsze aglomeracje, jak Pekin, Szanghaj, Hongkong i Xian, są prowadzone także wagony z dwoma łóżkami w przedziale, a najbardziej komfortowe wagony są wyposażone w prysznice.
- YW (*Yingwo*) – sypialny twardy – otwarte przedziały z miejscami leżącymi (po 6 miejsc), stanowiące odpowiednik kuszetek na kolejach europejskich,
- RZ (*Ruanzuo*) – miejsca siedzące miękkie, w wagonach bezprzedziałowych, z dwoma miejscami po każdej stronie przejścia (układ 2+2). Miejsca mogą być umieszczone na przeciw siebie albo w układzie lotniczym, niekiedy z fotelami obracanymi w zależności od kierunku jazdy,
- YZ (*Yingzuo*) – miejsca siedzące twarde, w wagonach bezprzedziałowych z trzema nieodchylanymi siedzeniami po jednej stronie przejścia i dwoma miejscami po drugiej stronie (układ 3+2).

W pociągach dużych prędkości, wprowadzonych w ostatnich latach, obsługiwanych elektrycznymi zespołami trakcyjnymi, oferuje się zasadniczo dwie klasy: pierwszą i drugą. W klasie pierwszej znajdują się cztery fotele w rzędzie, po dwa z każdej strony przejścia, w klasie drugiej zaś pięć foteli w rzędzie, w układzie 2+3. System numeracji pociągów opiera się na zasadzie, że każdy pociąg ma unikatowy numer. Podobnie jak w Polsce, pociągi kursujące na danej linii mają w jednym kierunku numer nieparzysty, a w kierunku przeciwnym – numer parzysty. Z tego względu na trasie przejazdu dochodzi niekiedy do zmiany numeru z nieparzystego na parzysty lub odwrotnie.

Charakterystyczne dla Chin jest kursowanie na najbardziej obciążonych trasach bezpośrednich pociągów dalekobieżnych w ogóle nie zatrzymujących się na stacjach pośrednich, lub jedynie z kilkoma postojami. Najbardziej spektakularne są przykłady pociągów należących do kategorii Z, kursujących bez żadnych postojów handlowych na trasie, na przykład Pekin – Harbin, Pekin – Changsha, Pekin – Wuhan (dworce Hankou i Wuchang), Pekin – Xian. Warto podkreślić, że największe odległości pokonywane bez postojów handlowych przekraczają 1500 km. Zestawienie wybranych najciekawszych przebiegów pociągów Z według stanu z sierpnia 2010 roku zawiera tablica 5.

Tablica 5

Wybrane przebiegi pociągów Z na odległość ponad 1000 km

Od	Do	Odległość [km]	Czas [hh:min]	Prędkość handlowa [km/h]	Pociąg
Beijing Xi	Changsha	1587	13:05	121,3	Z17
Changsha	Beijing Xi	1587	13:11	120,4	Z18
Beijing Xi	Wuchang	1225	9:55	123,5	Z11
Wuchang	Beijing Xi	1225	9:56	123,3	Z12
Beijing Xi	Xian	1200	11:01	108,9	Z19
Xian	Beijing Xi	1200	11:01	108,9	Z20
Beijing	Haerbin	1249	9:44	128,3	Z15
Haerbin	Beijing	1249	9:44	128,3	Z16
Beijing	Changchun	1003	7:50	128,0	Z61
Changchun	Beijing	1003	7:50	128,0	Z62
Beijing Xi	Jiujiang	1314	10:12	128,8	Z65
Nanchang	Beijing Xi	1449	11:30	126,0	Z66

Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy [6, 7]

Z tablicy 5 wynika, że nocne pociągi bezpośrednie osiągają bardzo korzystne prędkości handlowe, często mieszczące się w przedziale 120–130 km/h przy prędkości maksymalnej 160 km/h. Przy dłuższych relacjach pociągów bez zatrzymania pokonywana jest większa część trasy, a postoje występują na początkowych lub końcowych odcinkach trasy. Na przykład pociąg Z58/59 Pekin – Fuzhou (2067 km) nie ma postojów na odcinku Pekin – Yingtan (1593 km).

Jeszcze w 2000 roku jedyną trasą w Chinach, na której kursowały pociągi o prędkości 200 km/h była linia łącząca Kanton ze specjalną strefą ekonomiczną w Shenzen. Na tej trasie uruchomiono szwedzki pociąg X2000, który odległość 139 km między Dworcem Guangzhou Dong a Shenzen pokonywał w 55 minut. W ciągu zaledwie kilku lat Chiny

rozwinęły bardzo dużą sieć połączeń pociągami dużych prędkości, należących do wymienionych wcześniej kategorii: G, D oraz C.

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

- 35 par pociągów Szanghaj – Nankin (w tym 16 par bez postoju),
- 25 par pociągów Szanghaj Hongqiao – Nankin (w tym 4 pary bez postoju),
- 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 (rys. 12):

- 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).



Rys. 12. Zespół trakcyjny CRH 2C na stacji Suzhou

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 nowootwartej linii Szanghaj – Hangzhou. Zdecydowana większość pociągów odjeżdża z nowego dworca Hongqiao. W rozkładzie jazdy w listopadzie 2010 roku 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, osią-

gające prędkość maksymalną 250 km/h. Obsługują one dłuższe relacje przewozowe, niejednokrotnie wykraczające poza sieć kolei dużych prędkości.

Na najdłuższej jak dotychczas linii z Wuhan do Kantonu (968 km), dostosowanej do prędkości 350 km/h, 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 kilometrów. Najkrótsza relacja to Chengdu – Qingchengsan (65 km). Trasę o długości 2024 km pokonuje pociąg nr D195/198 z Shenyang do Szanghaju przez Tianjin – Nankin. Podróż tym pociągiem trwa ponad 14,5 godziny. Pociągi kategorii D (tabl. 6) kursują na liniach nowobudowanych, dostosowanych do prędkości 250 km/h. Należą do nich ciągi Nankin – Hefei – Wuhan oraz Ningbo – Wenzhou – Fuzhou – Xiamen. Szczególnie interesujący jest

Tablica 6

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

Od	Do	Odległość [km]	Czas [min]	Prędkość handlowa [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 [6, 7]

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 (rys. 13), Pekin – Jinan – Qingdao, Pekin – Shijiazhuang – Taiyuan oraz Pekin – Shijiazhuang – Zhengzhou – Wuhan, wykorzystując zarówno odcinki nowobudowane, jak i odcinki modernizowane w opisanych wcześniej programach zwiększania prędkości.



Rys. 13. Zespół trakcyjny CRH5 jako pociąg D21 relacji Pekin – Changchun

Szczególnie interesująco jest rozwiązana 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 firmę Bombardier Sifang Power w Qingdao. Każdy zespół składa się z 13 wagonów sypialnych, 2 wagonów z miejscami siedzącymi i wagonu restauracyjnego. Pierwszy pociąg wszedł do eksploatacji 21 grudnia 2008 r. [32]. W 2010 roku poza składami Bombardiera szybkie pociągi nocne są obsługiwane zespołami należącymi do serii CRH2 (rys. 14, 15). W rozkładzie jazdy obowiązującym w sierpniu 2010 roku szybkie pociągi nocne kategorii D, kursują w relacjach:

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



Rys. 14. Nocny pociąg D302 Szanghaj – Pekin



Rys. 15. Przedział sypialny w pociągu D302 Szanghaj – Pekin

Na dużej części trasy pociągi kursują bez żadnych postojów. Postoje są skoncentrowane tylko na stacjach w rejonie Szanghaju. W sierpniu 2010 roku 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 z Dworca Południowego w Pekinie o godzinie 21.16, następny, D321 do Szanghaju, o 21.21 i tak dalej. Od końca sierpnia 2010 roku czas jazdy pociągu relacji Pekin – Szanghaj Hongqiao zatrzymującego się na 4 stacjach pośrednich wynosi 9 godzin i 49 minut, 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.

BIBLIOGRAFIA

1. *Alumino-thermit welding project of Qinhuangdao-Shenyang dedicated passenger line.* www.cars.rails.com.cn.
2. *Beijing – Tianjin elevated design anticipates 350 km/h.* „Railway Gazette International”, 1 marca, 2006.
3. *Beijing reviews high-speed plans.* *Financial Times*, 7 listopada, 2010. www.ft.com.
4. Cheng’gu L.: *Review of the first anniversary of Qinghai – Tibet railway operation.* „China Railways” 2007, nr 29.
5. *China plans heavy haul coal line.* „Railway Gazette International”, 31 marca, 2010.
6. *China Railway Timetable.* www.cnvol.cn.
7. *Chinese Railway Timetable – sixth edition.* Duncan Peattie, April, 2009.
8. *Comprehensive test on Qinhuangdao – Shenyang Dedicated Passenger line.* www.cars.rails.com.cn.
9. *DaQin line strengthened.* „Railway Gazette International”, 1 czerwca, 2007.
10. Fu’an G.: *Technology system of high-speed turnout for China Railways.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
11. Gaoliang K.: *High speed track operation, maintenance and management.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
12. Guotang Z.: *Engineering of Beijing – Shanghai high speed railway.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
13. *High Speed around the World. Maps.* UIC. Paryż, 21 maja, 2010.
14. *High speed line opens to the west.* „Railway Gazette International”, 9 lutego, 2010.
15. *High Speed lines in the World.* UIC High Speed Department. Paryż, 21 maja, 2010.
16. *High-Speed Rail (HSR) Trains in China.* <http://en.wikipedia.org/>.
17. Huawu H.: *Innovation and development of high speed railways in China.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
18. Huawu He.: *Successful speed-up campaign and innovative PDL technologies.* „China Railways”, 2007, nr 29.
19. *Inner Mongolia coal line.* „Railway Gazette International”, 1 marca, 2009.
20. Jackson C.: *Network expansion plan aims to reach 100 000 km by 2020.* „Railway Gazette International”, 1 sierpnia, 2005.
21. Kejian W., Zhengyu Q.: *Technological innovation and practice of permafrost engineering on Qinghai – Tibet railway.* „China Railways”, 2007, nr 29.
22. *Next side of Yangtze Delta high speed rail triangle opens.* „Railway Gazette International”, 27 października, 2010.
23. *Shanghai – Hangzhou high speed line groundbreaking.* „Railway Gazette International”, 2 marca, 2009.
24. *Shanghai – Nanjing link approved.* „Railway Gazette International”, 27 marca, 2008.
25. Shuguo W., Peixiong G.: *Research on turnout technology applied on Passenger-dedicated line.* „China Railways”, 2007, nr 29.

26. *Work begins on Beijing – Shanghai line.* „Railway Gazette International”, 29 stycznia, 2008.
27. *Wuhan – Guangzhou line opens at 380 km/h.* „Railway Gazette International”, 4 stycznia, 2010.
28. Yuze W.: *Design and innovation on Beijing – Shanghai railway electrification.* „China Railways”, 2007, nr 29.
29. Zhengyu Q.: *Innovation and practice of loess engineering technology for Zhengzhou – Xian high speed line.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
30. Zhixiu G.: *System integration and innovation for 20,000-ton heavy-haul operation on Da-Qin line.* „China Railways”, 2007, nr 29.
31. Zhongmin Y.: *Research of China high-speed railway network planning.* Proceedings. 7th World Congress on High Speed Rail. Beijing, 2010.
32. *250 km/h sleeper train enters service.* „Railway Gazette International”, 7 stycznia, 2009.