

# SYSTEM TUNELI ATOCHA–CHAMARTIN JAKO PODSTAWOWY ELEMENT SIECI KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI W HISZPANII I KOLEI PODMIEJSKICH MADRYTU<sup>1</sup>

**RADOSŁAW BUL**

mgr, Zakład Systemów Osadniczych i Organizacji Terytorialnej, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM, stypendysta Fundacji UAM na rok 2013, ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań, tel. 061-829-61-41, bul@amu.edu.pl

**Streszczenie.** W związku z istniejącą koncepcją rozwoju kolei dużych prędkości w Polsce już dziś należy szukać dobrych przykładów rozwiązań projektowych i technicznych. Pomimo odłożenia budowy linii kolei dużych prędkości (KDP) w czasie projekt powinien zostać w przyszłości zrealizowany. W przypadku sieci kolejowej bardzo istotnym zagadnieniem jest planowanie węzłów kolejowych, które z uwagi na specyfikę tego środka transportu najczęściej powstają w wielkich miastach. Warto w tym przypadku korzystać z wieloletnich doświadczeń innych państw. Jednym z ciekawszych przykładów na świecie budowy sieci kolejowej jest Hiszpania. Bez wątpienia program budowy sieci KDP w tym państwie jest imponujący, a istniejące i funkcjonujące już linie wpłynęły nie tylko na zmianę sposobu przemieszczania się pomiędzy najważniejszymi miastami w kraju, ale także poprawiły ich dostępność. Szczególnie interesujący, z uwagi na specyfikę węzła kolejowego, może być przypadek rozbudowy systemu kolejowego Madrytu, który pełni rolę wielkiego punktu centralnego sieci kolei dużych prędkości w Hiszpanii. Artykuł prezentuje koncepcję budowy zespołu tuneli Atocha–Chamartin oraz wskazuje na ich znaczenie dla poprawy spójności sieci kolejowej w Hiszpanii. Podkreśla także rolę tych obiektów jako najważniejszego kręgosłupa transportowego miasta i prezentuje ich wykorzystanie zarówno przez system kolei podmiejskich, regionalnych, jak i krajowych. Przykład tunelu w Madrycie może być ciekawy ze względu na zastosowane rozwiązania planistyczne i techniczne. W świetle planów rozwoju kolei dużych prędkości w przyszłości w Polsce, można rozważyć wykorzystanie rozwiązania przyjętego w Madrycie również w miastach naszego kraju.

**Słowa kluczowe:** koleje dużych prędkości, Madryt, Puerta de Atocha, Chamartin, tunel madrycki

## Wprowadzenie

Rola transportu kolejowego w przewozach pasażerskich w państwach Europy Zachodniej rośnie. Związane jest to przede wszystkim z coraz większą konkurencyjnością czasową tej formy transportu i jest wynikiem rozwoju coraz bardziej zaawansowanej technicznie infrastruktury w postaci linii kolejowych i zespołów trakcyjnych. Szczególnie dotyczy to rozbudowywanej intensywnie w ostatnich latach w Europie sieci kolei dużych prędkości. Bardzo istotne znaczenie ma fakt promowania tego środka transportu przez instytucje europejskie (z uwagi na aspekty ekologiczne i ekonomiczne), co daje możliwość ubiegania się o dofinansowanie na rozwój infrastruktury kolejowej. Dzięki rozbudowie systemów KDP w podróży na odległość do 500 kilometrów kolej jest w wielu państwach kontynentu konkurencyjna czasowo i ekonomicznie w stosunku do transportu lotniczego.

W przypadku sieci KDP bardzo istotnym zagadnieniem jest planowanie węzłów kolejowych, które, z uwagi na specyfikę tego środka transportu, najczęściej powstają w wielkich miastach. Jednocześnie ze względu na położenie na obszarach wysoko zurbanizowanych ich poprowadzenie powinno być jak najmniej uciążliwe dla mieszkańców, przy jednoczesnym zapewnieniu szlakom dużej przepustowości oraz powiązań z innymi środkami transportu. Z tego też względu bardzo częstym rozwiązaniem stosowanym w przypadku państw Europy Zachodniej jest częściowa lub całkowita budowa linii i węzłów kolejowych pod ziemią. Podobne rozwiązania są stosowane również w miastach, w których występują duże deniwelacje terenu (obszar górzysty) lub też przestrzeń jest zagospodarowana w takim stopniu, że uniemożliwia to jakiegokolwiek poprowadzenie szlaku kolejowego na powierzchni ziemi. Jednym z ciekawszych przykładów na świecie budowy sieci kolejowej jest Hiszpania. Z uwagi na duże różnice wysokości terenu na obszarze całego kraju wiele kluczowych odcinków musi być realizowanych w formie tuneli czy wiaduktów. Szczególnie interesujący z uwagi na specyfikę węzła kolejowego może być przypadek rozbudowy systemu kolejowego Madrytu, który pełni rolę wielkiego punktu centralnego sieci kolei dużych prędkości w Hiszpanii.

Temat kolei dużych prędkości jest w ostatnim czasie szczególnie często prezentowany w polskiej literaturze z uwagi na plany budowy podobnego systemu w kraju. W związku z istniejącą koncepcją rozwoju kolei dużych prędkości już dziś należy szukać dobrych przykładów rozwiązań projektowych i budowlanych. Pomimo odłożenia budowy linii KDP w czasie przez Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej projekt ten niewątpliwie powinien zostać w przyszłości zrealizowany. Warto w takim przypadku korzystać z wieloletnich doświadczeń hiszpańskich, zarówno w kwestii projektowania, jak i budowy stosownych rozwiązań.

Niniejszy artykuł prezentuje koncepcję budowy zespołu tuneli Atocha–Chamartin oraz wskazuje na ich znaczenie dla poprawy spójności sieci kolejowej w Hiszpanii. Podkreśla także rolę tych obiektów jako najważniejszego kręgosłupa transportowego miasta i ich wykorzystanie zarówno przez system kolei podmiejskich, regionalnych, jak i krajowych. Sposób, w jaki zaprojektowano i wybudowano węzeł madrycki, może być inspiracją również dla rozwiązań w polskich miastach (np. chociażby dla powstającego centrum

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

komunikacyjnego w Łodzi). Ze względu na potencjalny rozwój kolei dużych prędkości w przyszłości w Polsce rozwiązania przyjęte w Madrycie mogą być także wykorzystane w innych miastach. Z uwagi na ukształtowanie istniejącego węzła kolejowego i jego obecne obciążenie podobne rozwiązanie mogłoby mieć zastosowanie także m.in. w Poznaniu. Należy podkreślić, że pomimo istotnej wady budowy linii kolejowej pod ziemią, jaką jest konieczność poniesienia ogromnych nakładów kapitałowych, rozwiązanie to niewątpliwie w dłuższym czasie przynosi duże zyski, jednocześnie minimalizując uciążliwości wynikające z funkcjonowania kolei na obszarach zurbanizowanych, takich jak wzrost natężenia hałasu komunikacyjnego.

### Sieć kolei dużych prędkości w Hiszpanii

Sieć kolei dużych prędkości w Hiszpanii jest obecnie (2013) największym systemem KDP w Europie i liczy łącznie 2665 kilometrów tras. Koleje dużych prędkości zwane są AVE (Alta Velocidad Española), czyli „Wielka prędkość hiszpańska”. Sam wyraz AVE po hiszpańsku oznacza „ptak”, dlatego też stał się on symbolem kolei.

Główną przyczyną budowy sieci kolei dużych prędkości, oprócz samej potrzeby szybkiego przemieszania się pomiędzy miastami, była konieczność zintegrowania sieci kolei hiszpańskich z europejskimi. Z uwagi na różnicę w rozstawie osi pomiędzy koleją europejską (1435 milimetrów) i iberyjską (1668 milimetrów) oraz niespójność układu torowego zdecydowano się na budowę całej sieci kolejowej od podstaw. Ciekawostką jest fakt, że początkowo w kolejach hiszpańskich stosowano rozstaw szyn wynoszący 1672 milimetry, który według dwóch wiodących teorii miał stanowić blokadę przed najazdem Francuzów i został wybrany, aby umożliwić budowę mocniejszych maszyn potrzebnych w tak górzystym kraju jak Hiszpania. Tymczasem Portugalia zdecydowała się na zastosowanie rozstawu 1664 milimetrów. W późniejszym czasie oba kraje uzgodniły wspólny rozstaw 1668 milimetrów (Portugalia zwiększyła rozstaw o 4 milimetry, a Hiszpania zmniejszyła o 4 milimetry, co tak faktycznie nie wymagało większych inwestycji). Powstały w ten sposób rozstaw jest określany jako iberyjski [1].

Koleje dużych prędkości w Hiszpanii stanowią coraz większą konkurencję dla regularnych połączeń lotniczych. Z uwagi na odległości pomiędzy największymi miastami, wynoszącymi średnio około 300–500 kilometrów, jedynie system szybkich kolei jest w stanie być alternatywą pod względem czasowym dla połączeń lotniczych. Istniejąca sieć kolei dużych prędkości w Hiszpanii stale jest rozbudowywana. Od początku założono, że będzie ona powstawała według topologii gwiazdy z punktem centralnym w stolicy kraju (rys. 1). Wiązało się to głównie z potrzebą szybkiej komunikacji pomiędzy Madrytem a pozostałymi dużymi miastami kraju, a także było korzystne z punktu widzenia optymalizacji długości sieci, a co za tym idzie również kosztów. Pierwsza linia AVE została otwarta w 1992 roku i łączyła Madryt z Sewillą. Była ona efektywniejsza od linii konwencjonalnej, gdyż pozwoliła na skrócenie trasy o ponad 100 kilometrów, dzięki czemu czas przejazdu pomię-

dzy tymi miastami wyniósł 2,5 godziny. Intensywny rozwój KDP w Hiszpanii nastąpił w pierwszej dekadzie XXI wieku, kiedy to sieć została bardzo szybko rozbudowana, co sprawiło, że jest obecnie największą tego typu siecią w Europie. Kolejnymi oddawanymi do użytku odcinkami były: linia do Lleidy (2003), jako pierwszy fragment KDP łączący Madryt i Barcelonę, linia Saragossa–Huesca (2005), Madryt–Toledo (2005) i Lleida–Terragona (2006). Kolejnymi otwieranymi szlakami były: Madryt (Chamartin)–Valladolid (2007), linia do Malagi (2007), ukończono także połączenie Madryt–Barcelona (2008). Najnowszą otwartą linią jest połączenie z Walencją wraz z odgałęzieniem do Albacete (2010).

Imponujący program rozbudowy AVE zakłada objęcie zasięgiem sieci KDP niemal wszystkich dużych miast kraju do roku 2025. W 2012 roku w budowie było 20 odcinków KDP, wśród nich m.in linia z Barcelony do Figueras, łącząca sieć hiszpańską z francuską TGV (ma być oddana w 2013), przedłużenie szlaku z Valladolid do Burgos, Leon i Gijon, linia łącząca Albacete i Alicante oraz szlak śródziemnomorski z Walencji do Barcelony. Planowane są ponadto kolejne 22 odcinki linii dużych prędkości [2].

Szczególnie istotną rolę w sieci KDP w Hiszpanii odgrywa odcinek będący głównym tematem niniejszego artykułu, łączący dwie najważniejsze stacje kolejowe Madrytu – Atocha (de facto Puerta de Atocha) oraz Chamartin. Oba dworce położone są w centrum miasta przy głównej osi komunikacyjnej w kierunku północ–południe, którą stanowi Paseo de la Castellana oraz Paseo del Prado. Stacje oddalone są od siebie o około 7 kilometrów. Dworzec Chamartin łącznie obsługuje rocznie 21,3 miliona pasażerów (dane RENFE) i stanowi główną bramę wjazdową dla pociągów dalekobieżnych, regionalnych i podmiejskich od strony północnej. Dworzec ten z uwagi na położenie w biznesowej dzielnicy Madrytu obsługuje w dużym stopniu



Rys. 1. Sieć istniejących i planowanych linii dużych prędkości w Hiszpanii

Źródło: opracowanie własne na podstawie ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, 2012

ruch kolejowy w codziennych dojazdach do pracy. Dworzec Puerta de Atocha to z kolei główna stacja kolejowa miasta w ruchu dalekobieżnym. Położona jest ona około 1,5 kilometra od centrum starego miasta w Madrycie (Puerta del Sol) i obsługuje rocznie ponad 44,2 miliona pasażerów.

Z punktu widzenia funkcjonowania kolei dużych prędkości powstający odcinek KDP pomiędzy wskazanymi stacjami jest kluczowy. Przede wszystkim fragment szlaku biegnącego w tunelu pod miastem połączy linie kolejowe północno-zachodniej Hiszpanii z siecią AVE. Ponadto umożliwi on w przyszłości bezprzesiadkową jazdę po obszarze niemal całego kraju oraz poprawi przepustowość całej sieci. Jednocześnie oba główne dworce w stolicy Hiszpanii będą zdecydowanie lepiej dostępne dla pasażerów z różnych części kraju.

Uzupełnieniem wiadomości o sieci kolei dużej prędkości jest informacja o kategoriach pociągów i składach zespolonych korzystających z infrastruktury torowej. Aktualnie po sieci AVE kursują pociągi różnych kategorii, z których najważniejszymi są:

AVE – kategoria pociągów dalekobieżnych, które obsługują najszybsze składki zespolone S100 wyprodukowane przez Alstom i CAF, S102 (Talga, Bombardier), S103 (Siemens) oraz S112 (Talga, Bombardier). Jest to najwyższa kategoria pociągów, osiągane prędkości (w zależności od linii) do 350 km/h (fot. 1);

AVANT – kategoria pociągów średni dystansowych obsługiwanych przez składki zespolone dużych prędkości o prędkościach maksymalnych 200–250 km/h. Operują one na krótszych odcinkach sieci, łączą głównie stolicy wspólnot autonomicznych (Comunidad Autonomas), obsługiwane są składkami klasy Pendolino, m.in. S104, S121, S114 (Alstom, CAF);

ALVIA – kategoria pociągów kursujących po szlakach KDP, częściowo również po tradycyjnych liniach kolejowych. Z uwagi na różnice w wielkości prześwitu torów składki te umożliwiają zmianę rozstawu kół. Ma to miejsce w specjalnie wybudowanych punktach zmiany rozstawu zwanych Cambiadores. Pociągi ALVIA kursują głównie w południowej i północno-zachodniej części kraju. Składkami przewożącymi pasażerów na trasie są S120 (CAF, Alstom), S130 i S730 (Talga, Bombardier).



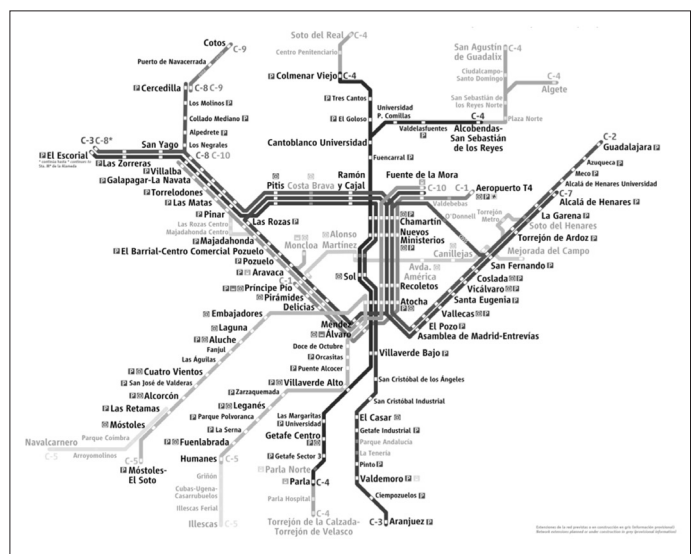
Fot. 1. Składki zespolone S102 i S112 na stacji Madrid Puerta de Atocha (Fot. Radosław Bul, 2012)

## Znaczenie i rozwój kolei podmiejskich Madrytu

Koleje podmiejskie funkcjonujące na obszarze miasta i całej wspólnoty autonomicznej Madrytu są obok madryckiego metra najważniejszym systemem transportowym na obszarze zurbanizowanym. System zwany Cercanias Madrid (od słowa cerca oznaczającego „blisko”) liczył w 2012 roku 9 linii (od C1 do C10, bez C6). Łączna długość linii wynosiła 339,1 km, składki zatrzymywały się na 95 stacjach i przystankach. System kolei obsługiwany był przez narodowego przewoźnika kolejowego – RENFE (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles – Krajową Sieć Kolei Hiszpańskich). Koleje podmiejskie docierają także do prowincji położonych poza wspólnotą autonomiczną Madrytu (m.in. Guadalajary, Segovii, Toledo). Operator szacuje liczbę osób korzystających z usług kolei Cercanias Madrid na 880 tysięcy dziennie.

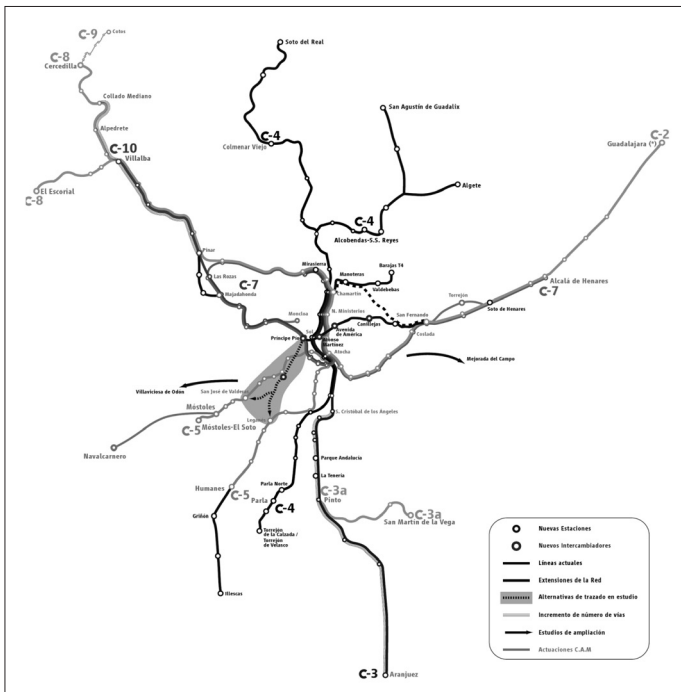
Koleje podmiejskie korzystają z infrastruktury zarządzanej przez ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias – Administratora Infrastruktury Kolejowej). Szlaki na całej długości są zelektryfikowane. Sieć ma kształt gwiazdy, której punkt centralny stanowi pierścień wokół centrum miasta (rys. 2). Najważniejszą stacją na szlaku jest dworzec Atocha, przez który przebiega trasa 8 linii Cercanias (bez C9). Zdecydowanie najbardziej obciążonym fragmentem sieci jest tunel łączący dworce Atocha i Chamartin wykorzystywany głównie przez koleje podmiejskie. System taryfowy jest zintegrowany z pozostałymi systemami transportowymi, którymi zarządza Regionalne Konsorcjum Transportowe Madrytu (Consortio Regional de Transportes de Madrid). Koleje Cercanias znane są również z zamachu terrorystycznego, który miał miejsce 11 marca 2004 roku. W wyniku detonacji ładunków wybuchowych umieszczonych w 4 pociągach w okolicach dworca Atocha zginęło 191 osób.

System kolei podmiejskich jest intensywnie rozwijany. W 2009 roku Ministerstwo Rozwoju Hiszpanii (Ministerio de Fomento) przeznaczyło we współpracy z Wspólnotą Autonomiczną Madrytu 5 miliardów euro na Plan rozbu-



Rys. 2. Schemat sieci kolei podmiejskich Madrytu (CercaniasMadrid)  
Źródło: RENFE – Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, 2012

dowy infrastruktury systemu Cercanías w Madrycie w latach 2009–2015 (Plan de Infraestructuras Ferroviarias de Cercanías para Madrid 2009–2015). Dokument zakłada budowę nowych przystanków oraz rozbudowę sieci (rys. 3). W wyniku realizacji zapisów dokumentu wybudowano między innymi przedłużenie linii C1 do Terminalu 4 na lotnisku Barajas. Łącznie plan zakłada powstanie co najmniej 25 nowych stacji (w tym 20 na nowych liniach), wybudowanie 5 nowych wielkich punktów przesiadkowych, poprawę dostępności przystanków dla osób niepełnosprawnych oraz budowę infrastruktury Park&Ride na 55 stacjach. Planuje się nowe szlaki kolejowe o łącznej długości ponad 115 kilometrów. Plan zakłada także rozbudowę do układu czterotorowego lub dwutorowego 66 kilometrów istniejących szlaków oraz poprawę dostępności sieci kolejowej w miastach satelickich Madrytu, m.in Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Leganés i Móstoles.

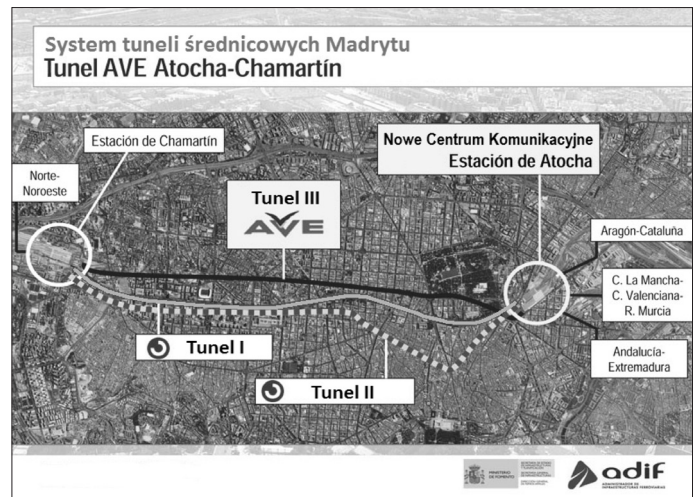


Rys. 3. Schemat rozbudowy linii kolei podmiejskich  
Źródło: ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, 2012

## Tunel I i II jako podstawowy szlak transportu publicznego w Madrycie i regionie

Odcinek tunelowy łączący dworce Atocha i Chamartin jest jednym z najważniejszych fragmentów linii kolejowych w kraju. Tunel ma fundamentalne znaczenie nie tylko dla transportu miejskiego i aglomeracyjnego, ale także krajowego. Warto w tym miejscu wspomnieć, że de facto mowa jest o zespole 3 tuneli, z których jeden znajduje się jeszcze w budowie (2012). Obiekty określa się nazwą Tunel de la Risa (Tunel Śmiechu), z uwagi na podobieństwo do popularnej w okresie budowy pierwszego obiektu atrakcji zwanej Tubo de la Risa, która znajdowała się w pobliskim wesołym miasteczku.

Pierwsze dwa obiekty (rys.4) zostały zaprojektowane głównie z myślą o systemie kolei regionalnych i podmiejskich. W obu tunelach torowisko posiada rozstaw iberyjski,



Rys. 4. Przebieg trzech tuneli średnicowych Atocha–Chamartin  
Źródło: opracowanie własne na podstawie ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, 2012

tj. 1668 milimetrów, natomiast sieć zasilana jest prądem stałym o napięciu 3kV. Maksymalna prędkość jazdy składów w tunelu wynosi od 80 do 120 km/h. Pierwszy z tuneli (zwany też wschodnim) został zaprojektowany w 1933 roku, razem ze stacją Chamartin jako alternatywą do Dworca Północnego. Z uwagi jednak na wojnę domową w Hiszpanii i kryzys gospodarczy obiekt został udostępniony dopiero w 1967 roku. Od początku, poza ruchem dalekobieżnym, tunel wykorzystywany jest przez pociągi Cercanías. Aktualnie obok 5 linii pociągów podmiejskich przez obiekt kursują także pociągi regionalne.

Tunel I przebiega m.in pod Paseo del Prado i Paseo de Recoletos (tutaj znajduje się pierwsza stacja Recoletos, która została utworzona dla poprawy dostępności do centrum miasta). Następnie wiedzie pod Paseo de la Castellana, a na wysokości kompleksu ministerialnego Nuevos Ministerios znajduje się drugi przystanek połączony ze stacją metra. Przystanek ten zapewnia także obsługę biznesowej dzielnicy stolicy Hiszpanii. Tunel kończy się tuż przed dworcem Madrid Chamartin.

Jedną z podstawowych wad tunelu wschodniego była jego słaba przepustowość. Aby rozwiązać ten problem w 2004 roku, rozpoczęto budowę drugiego tunelu, o długości 7,5 kilometra, położonego na zachód od pierwszego obiektu. Nowy tunel (II) został otwarty w 9 lipca 2008 roku. Obiekt został poprowadzony inną trasą. Z uwagi na konieczność integracji kolei podmiejskiej z systemem metra w Madrycie zdecydowano się na wytyczenie trasy, której jednym z punktów będzie Puerta del Sol, stanowiący nie tylko centrum starego miasta, ale przede wszystkim wielki węzeł sieci metra. Na trasie tunelu II zaprojektowano 3 stacje. Obok wspomnianego punktu przesiadkowego na Puerta del Sol są to także stacja Alonso Martínez oraz, podobnie jak w przypadku tunelu I, Nuevos Ministerios. Stacja Alonso Martínez jest obecnie wyłączona z eksploatacji. Długość tunelu II wynosi 7,5 kilometra. Tunel posiada 17 szybów wentylacyjnych i 13 wyjść ewakuacyjnych (zlokalizowanych co 600 m), a jako środki bezpieczeństwa służą systemy: ASFA 200 oraz ERTMS poziomu 1 i 2 (użyte

po raz pierwszy w ciągu linii podmiejskich). Tunel II wykorzystywany przez pociągi podmiejskie C-3 i C-4. Z obiektu korzystają także pociągi dalekobieżne (Largo Recorrido i Media Distancia).

Dzięki budowie tunelu II zdecydowanie poprawiła się dostępność Puerta del Sol, które stanowi centrum komunikacyjne miasta. Codziennie z przystanku kolei Cercanias na placu korzysta 55 tysięcy osób. Obecnie stacja Puerta del Sol jest jednym z największych podziemnych węzłów transportowych świata, zajmuje powierzchnię 7500 metrów kwadratowych na sześciu poziomach, maksymalna głębokość wynosi 28 metrów i równa jest wysokości 9-piętrowego budynku. Tunel II pomiędzy stacjami Madrid Puerta de Atocha i Chamartín pozwala przemieścić się z jednego dworca na drugi w zaledwie 13 minut. Dzięki jego powstaniu skrócił się także czas jazdy do centrum Madrytu m.in z Aranjuez (47 minut), Parla (27 minut) i Alcobendas Colmenar Viejo (od 37 do 28 minut) [3].

Aktualnie obydwa tunele wykorzystywane są przez pociągi pasażerskie podmiejskie i regionalne, które zatrzymują się na wszystkich stacjach. Z uwagi na dużą liczbę składów odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi pociągami są podobne jak w przypadku metra (2–3 minuty). Pociągi dalekobieżne kursują w obu tunelach, jednakże zdecydowanie częściej można je spotkać w tunelu zachodnim. Ten typ pociągów nie zatrzymuje się na stacjach pośrednich. Z tunelu korzystają także pociągi ALVIA (m.in z Alicante do La Coruña czy Santander), wymusza to konieczność zmiany rozstawu kół w jednostkach. Punkty zmiany rozstawu (Cambiadores) znajdują się zarówno w okolicach dworca Atocha, jak i Chamartin.

Niewątpliwie tunele wschodni i zachodni odgrywają niezwykle ważną rolę w systemie transportu zbiorowego Madrytu. O ich wielkim znaczeniu dla funkcjonowania transportu w mieście świadczą dane o liczbie pasażerów korzystających z przystanków na linii. Stacja Nuevos Ministerios jest drugą najbardziej obciążoną stacją w Hiszpanii w ruchu podmiejskim, rocznie korzysta z niej ponad 30,9 miliona pasażerów [4]. Ważnymi stacjami są także Sol (14,3 mln) oraz Recoletos (7,9 miliona). Dzięki zastosowaniu składów o zmiennych rozstawach kół tunele stanowią także ważne spoiwo łączące i integrujące sieć kolei hiszpańskich.

### **Budowa tunelu III dla potrzeb kolei dużych prędkości AVE, AVANT i ALVIA**

Budowa tunelu III łączącego dwa najważniejsze dworce stolicy Hiszpanii jest jednym z największych zadań inwestycyjnych w historii kraju. Celem budowy jest stworzenie połączenia wszystkich linii kolejowych dużej prędkości północno-zachodniej części półwyspu z tymi, które rozpoczynają się lub kończą w części południowej. Obecnie pociągi dużych prędkości zaczynają i kończą bieg na stacji Chamartín (kierunek na północ i północny zachód) lub Puerta de Atocha (na północny wschód, południe i w okolice wybrzeża Walencji). Przejazd północ-południe możliwy jest z przesiadką lub wiąże się z koniecznością zmiany szerokości osi, za wyjątkiem bezpośredniej relacji z południa na północny-wschód bez

zatrzymania w Madrycie. Nowy tunel, który połączy stacje Chamartín i Puerta de Atocha, stanie się znaczącym elementem hiszpańskiego systemu kolejowego, odgrywając strategiczną rolę w terytorialnej organizacji kolei. Pozwoli nadać ciągłość hiszpańskim liniom o międzynarodowym (UIC) rozstawie torów [5]. Potrzeba realizacji projektu została podkreślona w Strategicznym planie rozwoju infrastruktury i transportu na lata 2005–2020 [6] (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005–2020).

Prace tunelowe rozpoczęły się w kwietniu 2010, a ostateczne oddanie obiektu do użytku planowane jest na początek 2013. Tunel będzie miał długość 7,3 kilometra. Jego trasa będzie wiodła 45 metrów poniżej poziomu gruntu na wysokości Plaza del Emperador Carlos V, Ogrodu Botanicznego i calles de Alfonso XII y Serrano. W nowym obiekcie AVE znajdują się tory kolejowe o rozstawie 1435 milimetrów i sieć trakcyjna zasilana prądem zmiennym o napięciu 25kV. Maksymalna prędkość, jaką będą mogły rozwijać pociągi w tunelu, wyniesie 120km/h. Obiekt będzie przebiegał pod ośmioma liniami metra i dwoma tunelami o iberyjskim rozstawie torów istniejącymi już między stacjami Chamartín i Atocha. Tunel będzie przechodził tylko nad jedną linią metra – L-9 w okolicach ulicy Mateo Inurria. Z uwagi na lokalizację tunelu praca przy budowie jest dosyć skomplikowana.

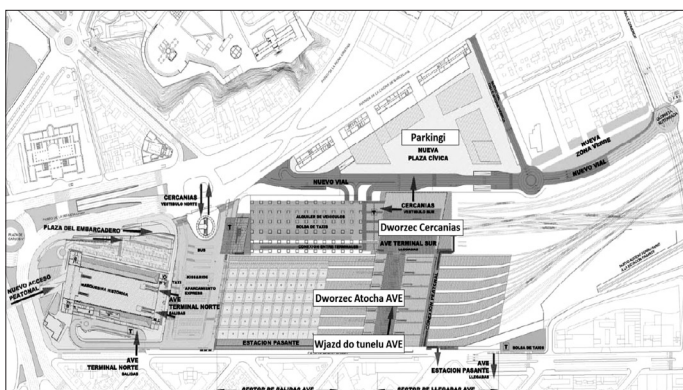
Obiekt powstaje pod tak istotnymi budowlami jak Puerta de Alcalá, Cason del Buen Retiro czy Muzeum Archeologiczne. Z uwagi na ten fakt dodatkowo infrastruktura (torowisko) została tak zaprojektowana, by pociągi jadące tunelem nie wywoływały wibracji, co mogłoby mieć fatalne skutki dla wyżej wymienionych budowli. Szyny zostały osłonięte specjalnymi komponentami z tworzyw sztucznych, by te minimalizowały drgania. Dodatkowo wykonano szereg ekspertyz w celu rozpoznania warunków geologicznych. Zadbano także o kwestie bezpieczeństwa podróżnych. Tunel będzie posiadał 8 wyjść bezpieczeństwa oddalonych od siebie maksymalnie o 1000 metrów [7].

Prace realizuje konsorcjum firm FCC, Dragados, Copisa oraz Tecsca, które w pokonanym polu pozostawiło między innymi spółki Ferrovial i Acciona. Kontrakt zakłada wydrążenie tunelu, wykonanie podjazdów oraz ułożenie torów. Dostawcą urządzenia tunelowego jest Herrenknecht [8]. Prace polegające na wydrążeniu tunelu wykonywane są przy wykorzystaniu maszyn TBM o średnicy 11,5 metra (rys. 5). Wyjątek stanowić będzie odcinek 110 metrów, który zostanie wybudowany metodą odkrywkową. Szacunkowy budżet projektu to 206 milionów euro. Budowa obiektu jest finansowana w 80% przez unijny Fundusz Spójności w ramach programu Rozwoju Regionalnego. Pozyskano także dodatkowe środki z Europejskiego Banku Inwestycyjnego.

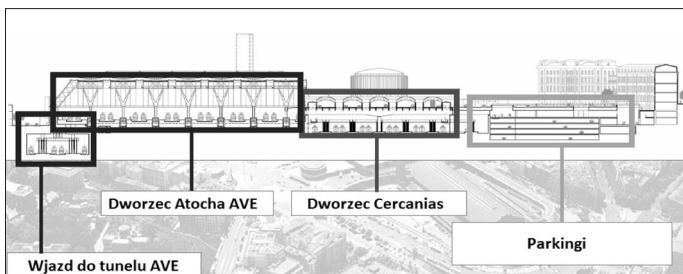
Pod koniec 2012 roku trwały prace nad instalacją nowych torów, sieci trakcyjnej i sygnalizacji świetlnej [9]. W pewnym stopniu budowa tunelu wymusza także przebudowę stacji Chamartin i Atocha. Duże zmiany zajdą na największej stacji kolejowej w Hiszpanii (Madrid Puerta de Atocha) (rys. 6 i 7). Wjazd do tunelu AVE znajdować się będzie w południowo-wschodniej części kompleksu (od strony calle Mendez Alvaro). Pozostałe perony składów



Rys. 5. Maszyna TBM wykorzystana podczas drążenia tunelu AVE (III) Atocha–Chamartín  
Źródło: ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, 2012



Rys. 6. Plan rozbudowy węzła komunikacyjnego Madrid Atocha  
Źródło: opracowanie własne na podstawie Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005–2020



Rys. 7. Plan rozbudowy węzła komunikacyjnego Madrid Atocha  
Źródło: opracowanie własne na podstawie Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005–2020

AVE pozostaną na poziomie zero. Dzięki lokalizacji w pobliżu dworca kolei podmiejskich (Cercanías) wymiana pasażerów pomiędzy poszczególnymi typami pociągów nie będzie nastęrczała problemów. Dodatkowo na wschód od dworca powstanie kompleks parkingowy.

Z uwagi na zastosowane rozwiązania techniczne (rozstaw torów, napięcie w sieci) tunel III będzie wykorzystywany jedynie przez pociągi AVE, AVANT i ALVIA. Budowa tunelu pozwoli jednakże na odciążenie w pewnym stopniu tunelów I i II oraz zintegruje całą sieć kolei dużych prędkości w kraju. Prognozuje się, że do roku 2020 rozbudowa systemu kolei i dworca Atocha sprawi, że liczba pasażerów potroi się i wyniesie około 34 miliony [10]. Docelowo dworzec Atocha ma się stać głównym dworcem miasta i przejąć część potoków podróży ze stacji Chamartín.

## Podsumowanie

Rozbudowa sieci szybkich kolei w Hiszpanii niewątpliwie jest jednym z największych projektów infrastrukturalnych w Europie. Z uwagi na warunki naturalne (ukształtowanie powierzchni, różnica wysokości nad poziomem morza) oraz techniczne (rozstaw torów, różne napięcia w sieci na poszczególnych liniach), które czyniły sieć kolejową tego kraju mało efektywną, Hiszpanie zdecydowali o budowie nowych linii kolejowych o podwyższonych parametrach technicznych. W warunkach tego kraju, w którym główne miasta rozmieszczone są w odległości większej niż 400 km od siebie, jedynie szybka kolej była w stanie stać się alternatywą dla transportu lotniczego.

O sukcesie rozwoju szybkich kolei świadczy liczba pasażerów, którzy przemieszczają się po kraju, wykorzystując ten środek transportu. Już po roku od otwarcia linii kolejowej łączącej Madryt i Barcelonę liczba osób podróżujących koleją była wyższa od liczby pasażerów, którzy skorzystali z połączeń lotniczych. Wg danych RENFE i AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea – urzędu nadzorującego hiszpańskie lotnictwo) pomiędzy czerwcem a wrześniem 2009 roku z usług kolei skorzystało 651 498 osób, podczas gdy z samolotów 643 512 pasażerów. W porównaniu z tym samym okresem roku ubiegłego przewozy kolejowe wykazały 21% wzrost, natomiast lotnicze spadek o 7,5%. Oznacza to, że kolej nie tylko zyskała pasażerów z samolotów, ale również pozyskała nowych korzystających dotąd z samochodów. Linia kolejowa Madryt–Barcelona uchodzi w chwili obecnej za piątą na świecie pod względem obciążenia [11].

Kolej w Hiszpanii jest wyjątkowa i stwarza wiele barier technologicznych, których pokonanie wymaga zastosowania nietypowych rozwiązań [12]. W celu zapewnienia spójności sieci kolejowej stosuje się nie tylko składy typu ALVIA, ale także pociągi dwustronne. Warto także w tym miejscu podkreślić duże nakłady inwestycyjne w sieć kolejową w Hiszpanii. Strategiczny plan rozwoju infrastruktury i transportu na lata 2005–2020 (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005–2020) zakłada, że wydatki na transport szynowy stanowią będą 42% wydatków na infrastrukturę (dla porównania transport samochodowy – 25%, miejski i metropolitalny – 13%). Tylko w 2010 roku hiszpańskie Ministerstwo Rozwoju wydało 10,2 miliarda € na rozwój kolei. Z tej kwoty na rozbudowę infrastruktury kolejowej przeznaczono 8,9 miliarda € (w tym 71% pochłonął program budowy KDP). Z kolei RENFE wydało 1,3 miliarda € na nowy tabor kolejowy (podmiejski, regionalny i dalekobieżny) [13].

Należy także wspomnieć o problemach, jakie w ostatnim czasie dotyczą hiszpańską kolej. Niestety obecne dane ekonomiczne wskazują na brak rentowności niektórych wybudowanych już fragmentów sieci KDP. Wynika to z faktu zdecydowanie mniejszych potoków pasażerskich na szlakach, aniżeli wynikało to z pierwotnych analiz. Przyczyną tego stanu rzeczy są przede wszystkim bardzo wysokie ceny biletów, które często kilkukrotnie przewyższają ceny krajowych połączeń lotniczych (których opera-

torami są także tzw. tanie linie lotnicze). Na niską rentowność KDP w Hiszpanii wpływa także fakt ukończenia do tej pory fragmentów linii kolejowych, które obecnie nie docierają jeszcze do największych miast na terenie kraju. Jak wykazały analizy ze wszystkich linii AVE, rentowne są tylko dwie: z Madrytu do Sewilli i z Madrytu do Barcelony. Obliczono, że rocznie na każdy kilometr linii przypada tam osiem tysięcy pasażerów. Jest to wciąż 30 razy mniej niż na najbardziej uczęszczanych liniach w Japonii i o 7 razy mniej niż w Niemczech i we Francji [14]. Szacuje się, że rentowna powinna być także linia Madryt–Paryż, której budowa potrwa jeszcze długo z uwagi na brak funduszy (Ministerstwo Przemysłu musi dofinansowywać nie przynoszącą zysków całą sieć AVE). Jak wynika z badań Uniwersytetu Barcelońskiego, ponad połowę linii KDP w Hiszpanii wybudowano niepotrzebnie. Biegają przez tereny mało zaludnione, bilety są drogie, a przystanki wyznaczono w miejscach, w których nie ma ruchu. Przykładem jest Tardienta – niewielka wioska pod Saragossą – albo mniejsze stacje w Andaluzji, na których, jak zapewniają autorzy raportu, z pociągu wysiada najwyżej 5 pasażerów [14]. Analizując zatem przypadek hiszpański, zachwycając się rozwiązaniami technicznymi i tempem prac nad rozbudową sieci, warto zastanowić się nad ekonomicznym sensem funkcjonowania połączeń. Głównym problemem wydaje się tu być konieczność etapowania tak wielkich inwestycji, które do momentu całkowitego ukończenia są wybitnie deficytowe. Rozważając budowę linii KDP w Polsce, należy mieć ten aspekt na uwadze.

Zdecydowanie inne problemy trapią w chwili obecnej polską kolej. Z uwagi na odległość pomiędzy głównymi miastami, wynoszącą najczęściej 200–300 km, oraz gęstą sieć szlaków kolejowych Polska jest często określana jako kraj, którego głównym środkiem transportu powinna być kolej. W przeciwieństwie do Hiszpanii ukształtowanie sieci kolejowej Polski w dużym stopniu odpowiada obecnemu zapotrzebowaniu na przewozy tym środkiem transportu (z małymi wyjątkami – np. brak linii Warszawa–Wrocław). Głównym problemem jest niedoinwestowanie kolei oraz zły stan infrastruktury wynikający z wieloletnich zaniedbań. Warto także zwrócić uwagę na fakt, że ze względu na wielkość powierzchni kraju konwencjonalna kolej może stanowić konkurencję dla innych form transportu. Konieczne jest przede wszystkim podniesienie parametrów głównych szlaków kolejowych do prędkości 160 km/h (najważniejszych do 200 km/h) oraz zapewnienie dobrej jakości taboru i odpowiedniej częstotliwości kursowania. Nie zmienia to jednak faktu, że budowa linii KDP w Polsce w przyszłości jest konieczna. Wynika ona przede wszystkim z potrzeby szybkiego przemieszczania się osób pomiędzy głównymi miastami kraju. Nowa planowana linia w kształcie litery Y poprawiłaby także spójność całej sieci kolejowej oraz zdecydowanie wpłynęłaby na poprawę dostępności Łodzi w systemie kolejowym kraju. Miasto to do tej pory jest w dużej mierze odcięte od najważniejszych szlaków kolejowych, czego wynikiem jest mała liczba połączeń dalekobieżnych. Dzięki realizacji projektu Y zdecydowanie skróciłby się czas przejazdu pociągów pomiędzy różnymi

miastami, np. dzięki budowie linii Y i realizacji łącznika w okolicach Opoczna, pomiędzy nią a Centralną Magistralą Kolejową ponad dwukrotnie skróciłby się czas jazdy pomiędzy Krakowem a Poznaniem. Wydaje się zatem, że w najbliższym czasie powinniśmy pomyśleć o wznowieniu prac nad budową linii KDP w Polsce.

Rozwiązania przyjęte w Hiszpanii mogą być cenną wskazówką dla naszego kraju w kwestii budowy linii dużych prędkości. Dotyczy to nie tylko specyfikacji technicznej infrastruktury, ale także zagadnień związanych z planowaniem sieci i integracją różnych form transportu w głównych węzłach. Przykład tunelu w Madrycie może być ciekawy ze względu na zastosowane rozwiązania techniczne. Z uwagi na doświadczenia i dokonania na gruncie rozwoju sieci kolei Hiszpania niewątpliwie pozostanie wzorem do naśladowania w kwestii budowy systemu kolei dużych prędkości.

## Literatura

1. Piech R., *Hiszpania zmierza ku standardowemu rozstawowi*, Portal Inforail.pl, 2012, <http://inforail.pl/text.php?from=tag&id=45144>.
2. Strona internetowa ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, [http://www.adif.es/es\\_ES/index.shtml](http://www.adif.es/es_ES/index.shtml).
3. Plan de Infraestructuras Ferroviarias de Cercanías para Madrid 2009–2015, 2009, <http://www.madridiario.es/madridiario/transporte/plancercanias.pdf>.
4. Strona internetowa RENFE – Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, [www.renfe.com](http://www.renfe.com)
5. *Hiszpania – nowy tunel kolejowy w Madrycie*, Portal Kurier Kolejowy, 2010, [p://www.kurierkolejowy.eu/aktualnosci/269/Hiszpania-nowy-tunel-kolejowy-w-Madrycie.html](http://www.kurierkolejowy.eu/aktualnosci/269/Hiszpania-nowy-tunel-kolejowy-w-Madrycie.html).
6. Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005–2020, Ministerio de Fomento, Madrid, 2005, [http://www.fomento.gob.es/mfom/lang\\_castellano\\_especiales/peit/](http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano_especiales/peit/)
7. Túnel de altavelocidad Madrid Atocha – Chamartín, ADIF – Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, Madrid, 2010 [http://www.adif.es/es\\_ES/infraestructuras/lineas\\_de\\_alta\\_velocidad/tunel\\_atocha\\_chamartin/tunel\\_atocha\\_chamartin.shtml](http://www.adif.es/es_ES/infraestructuras/lineas_de_alta_velocidad/tunel_atocha_chamartin/tunel_atocha_chamartin.shtml).
8. Burda R., *Tunel kolejowy w Madrycie*, Portal Inżynieria.com, 2010, <http://tunele.inzynieria.com/cat/5/art/21463#ixzz2FblwWUId>.
9. Últimos retoques a la nueva Gran Vía subterránea, La Razon, 2012, [http://www.larazon.es/detalle\\_hemeroteca/noticias/LA\\_RAZON\\_478146/8372-ultimos-retoques-a-la-nueva-gran-via-subterranea](http://www.larazon.es/detalle_hemeroteca/noticias/LA_RAZON_478146/8372-ultimos-retoques-a-la-nueva-gran-via-subterranea).
10. La ampliación del complejo Atocha–Chamartín triplicará el número de pasajeros para 2020, El País, 2006, [http://elpais.com/elpais/2006/03/01/actualidad/1141204626\\_850215.html](http://elpais.com/elpais/2006/03/01/actualidad/1141204626_850215.html).
11. Spain's AVE High-Speed Railway Beats Air Route, Portal Railway-technology.com, 2009, <http://www.railway-technology.com/news/news68880>
12. Piech R., *Dwustrakcyjne pociągi dwużej prędkości w Hiszpanii*, Portal Inforail.pl, 2011, <http://inforail.pl/text.php?from=tag&id=42637>.
13. Piech R., *Madryt: 10 miliardów € na kolej w 2010 roku*, Portal Inforail.pl, 2009, <http://inforail.pl/text.php?from=tag&id=27944>.
14. Polskie Radio, 2013, *Hiszpania – Jest kolej, nie ma pasażerów*, <http://www.rp.pl/arttykul/967841.html>