

Linie kolejowe dużych prędkości

- stan obecny i rozwój

Kazimierz Towpik

W artykule scharakteryzowano historyczny rozwój kolei dużych prędkości w Europie i w krajach pozaeuropejskich. Omówiono również program budowy LDP w Polsce. Omówiono wymagania dotyczące interoperacyjności w zakresie współdziałania pojazdu z torem, kolejowych konstrukcji nawierzchni klasycznych i niekonwencjonalnych oraz zasad ich utrzymania.



Prof. dr hab. inż.
Kazimierz Towpik
Politechnika Warszawska
Międzynarodowa Wyższa
Szkoła Logistyki i Trans-
portu we Wrocławiu

Historyczny rozwój kolei dużych prędkości w Europie

Postęp w zakresie dużych prędkości, a więc prędkości przekraczających 200–250 km/h, jest wynikiem równoczesnego doskonalenia konstrukcji pojazdów szynowych (zastąpienie konwencjonalnych pociągów pociągami zespolonymi), a zwłaszcza pojazdów trakcyjnych, doskonalenia elementów infrastruktury drogi kolejowej – szczególnie systemów kontroli i bezpieczeństwa ruchu pociągów wymagających sygnalizacji kabinowej, jak również wprowadzania zmian w organizacji ruchu pociągów.

Obecnie na świecie istnieje 9887 km linii wysokich prędkości będących w eksploatacji, 8295 km w budowie oraz 18753 km linii planowanych i w fazie projektowania.

Prace nad europejską siecią dużych prędkości zainicjowano w 1983 r. Projekt początkowo ograniczał się do połączenia Paryż – Bruksela – Kolonia – Amsterdam, jednak po wejściu w życie porozumienia AGC określono ostateczną strukturę sieci. W 1989 r. przystąpiono do opracowania jej koncepcji ze wskazaniem roku 2010 jako terminu zakończenia budowy. Sieć ta obejmuje nowe linie przeznaczone do ruchu pasażerskiego prowadzonego z prędkością co najmniej 250 km/h, linie istniejące przystosowane do prędkości 200 km/h, na których może odbywać się także ruch z mniejszą prędkością, oraz linie z ruchem pasażerskim i

towarowym, umożliwiające powiązanie linii wymienionych wcześniej w sieć funkcjonującą jako całość.

We Francji studia nad układem linii dużych prędkości rozpoczęto już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. W ich wyniku przyjęto następujące warunki:

- przeznaczenie wyłącznie do ruchu pociągów pasażerskich,
- eksploatacja jedynie taboru o specjalnej konstrukcji (jednostek TGV),
- kompatybilność z istniejącymi liniami kolejowymi,
- dworce nowych linii lokalizowane w centralnych częściach miast,
- odległości między punktami zatrzymywania się jednostek TGV rzędu 200–800 km.

Pierwszy odcinek linii TGV oddano do eksploatacji w 1981 r., drugi w 1983 r. Linia Paris Sud-Est (LN1) o długości 412 km połączyła Paryż z Lyonem przez Dijon, a więc obsługuje ona najbardziej obciążony ruchem kierunek we Francji. Zaprojektowano ją do maksymalnej prędkości 300 km/h. Prowadziła początkowo ruch z prędkościami rozkładowymi 213 km/h.

W 1987 r. ukończono odcinek linii TGV Atlantique (LN2) długości 280 km, łączący dworzec Paris Montparnasse z Le Mans, przez Tours. Linie zaprojektowano do prędkości 330 km/h i osiągnięto na niej średnią prędkość techniczną równą 220 km/h.

W roku 1987 rozpoczęto również budowę linii TGV Nord Europe (LN3) w celu połączenia Paryża z Lille, a następnie z Eurotunelem w Brukseli. Zaprojektowaną ją do prędkości 350 km/h. Jest to pierwszy odcinek europejskiej sieci, w obrębie której czas przejazdu z Paryża do Londynu, Brukseli, Amsterdamu, Kolonii i Frankfurtu nie przekroczy trzech godzin.

Pociągi TGV obsługują kierunki zbiegające się koncentrycznie w Paryżu. Najważniejsze dla ruchu wewnętrznego są połączenia z miastami: Lyon, Marsylia, Montpellier, Le Mans, Tours, Bordeaux, Nantes, Rennes,

Brest, Lille. TGV zapewnia również międzynarodowe połączenia z Londynem, Brukselą, Amsterdamem, Kolonią, Lozanną, Genewą, Bernem i Mediolanem. Obecnie łączna długość linii TGV wynosi 1784 km.

Linie Rhon Alpes (Lyon – Valence, LN4) o długości 115 km oraz Mediterranée (Valence – Marseille/Nimes, LN5) długości 246 km spełniają wymogi prędkości 350 km/h.

Ostatnią francuską inwestycją jest linia Est Européen (Paris Est – Metz/Nancy/Strasbourg, LN6) o długości 406 km. Stacja początkowa mieści się w Vaires-sur-Marne (22,7 km od dworca Paris-Est) i przebiega dolinami rzek Ourcq, Ardre, Aire, Mozy, Rupt de Mad i Mozeli. Stację końcową zlokalizowano w Vendenheim pod Strasburgiem. Na linii rozmieszczono również trzy stacje pośrednie: Champagne-Ardenne TGV (w odległości ok. 5 km od centrum Reims), Meuse TGV (w pobliżu Verdun i Bar le Duc) oraz Lorraine TGV, 27 km od Metz i 37 km od Nancy [5].

Wschodnia obwodnica Paryża (Interconnection Ile de France) stanowi połączenie linii LN3 i LN1.

Linie TGV są zelektryfikowane w systemie 25kV/50 Hz. Należy podkreślić fakt, że przy projektowaniu zwraca się szczególną uwagę na ochronę środowiska, stosując szereg środków ograniczających oddziaływanie wibroakustyczne oraz ochronę flory i fauny (jak np. budowa przejść dla zwierząt). Obecnie na sieci TGV eksploatuje się 440 pociągów, działa 180 stacji, a ruch jest prowadzony z prędkościami do 320 km/h.

Również w Niemczech powstał w latach sześćdziesiątych program budowy linii dużych prędkości, jako jedno z zadań programu modernizacji całej sieci DB.

Pierwsze pociągi ICE zaczęły kursować w 1991 r. z prędkością 250 km/h na liniach Hannover – Würzburg i Mannheim – Stuttgart. Pierwszy odcinek linii dużych prędkości pomiędzy Fuldą i Würzburgiem uruchomiono w 1988 r. Był to fragment linii Hannover – Würzburg, którą w całości

oddano do eksploatacji w 1992 r. Rozpoczętą w 1995 r. budowę nowej linii Kolonia – Frankfurt z łącznicą do Wiesbaden oraz lotniska obsługującego Kolonię i Bonn uznano za jedną z ważniejszych inwestycji europejskiej sieci linii dużych prędkości. Linia ta, przeznaczona wyłącznie dla ruchu pasażerskiego, przebiega w pobliżu autostrady A3. Ma ona nie tylko istotne znaczenie dla przewozów krajowych, lecz także stanowi fragment sieci transeuropejskiej (TEN) na kierunku północ – południe (Holandia – Szwajcaria – Włochy). Na trasie wykonano 30 tuneli o łącznej długości 47 km oraz 6 km mostów.

Budowę nowej linii powiązano z przebudową dworców we Frankfurcie, Munguncji, Wiesbaden i Kolonii, dostosowując je do obsługi pociągów ICE. Zbudowano również nowe dworce w Montabaur, Limburgii oraz w portach lotniczych Kolonii i Frankfurtu. Te dwa ostatnie są umieszczone pod terminalami lotniczymi i stanowią punkt bezpośredniej przesiadki z samolotów do pociągów dalekobieżnych.

Kierunki rozwoju sieci ICE wskazują, że koleje niemieckie drogą dalszych innowacji technicznych zamierzają podwyższyć standard podróżowania, ograniczyć zużycie energii elektrycznej, eliminować stosowanie materiałów zagrażających środowisku oraz wprowadzać inteligentne systemy sterujące procesami utrzymania.

W Holandii linia dużych prędkości (HSL-Zuid/Hogesnelheidslijn-Zuid), zbudowana przez państwo, jest częścią połączenia Amsterdam – Bruksela – Paryż, przewidzianego w planach europejskiej sieci dużych prędkości. Przebiega ona od Amsterdamu przez lotnisko Schiphol do Rotterdamu i dalej do belgijskiej granicy z rozgałęzieniem w kierunku Bredy. Umożliwia to połączenie Amsterdamu z Londynem, Paryżem, Brukselą i Antwerpią z wykorzystaniem linii należących do europejskiej sieci dużych prędkości. W przeważającej części linia jest prowadzona poniżej poziomu morza, dlatego w ok. 85% tory posadowiono na obiektach inżynierskich (tunele, mosty oraz nawierzchnia niekonwencjonalna Rheda 2000), a tylko w ok. 15% na podtorzu ziemnym. Linia jest zelektryfikowana w systemie 25 kV / 60 Hz.

Koleje brytyjskie zbudowały w 2008 r. połączenie Londynu przez Stratford, Ebbsfleet i Ashford z terminalem w Folkestone. Umożliwiło to skrócenie o 20 minut czasu przejazdu z Londynu do Paryża. Przystąpiono również do projektowania i budowy linii dużych prędkości HS2 łączącej Londyn z środkową i północną Anglią.

Pierwszą w Europie linią dużych prędkości była Diretissima przeznaczona do ruchu pasażerskiego z prędkościami do 250 km/h. Została zelektryfikowana w syste-

mie prądu stałego 3 kV. Jej przedłużeniem jest połączenie z Neapolem przebiegające w jednej piątej swej długości w tunelach.

Obecnie postępuje dalsza rozbudowa linii dużych prędkości. Oddano już do eksploatacji 630 km linii łączącej Turyn z Mediolanem. W najbliższym czasie przystąpi się do budowy 300 km linii łączącej Mediolan z Wenecją i Genuą. Prowadzone są również prace nad modernizacją linii Mediolan – Bolonia – Florencja (80 km linii z przewagą tuneli) oraz linii między Florencją i Rzymem.

Linia Bolonia – Florencja długości 84 km biegnie w tunelach o łącznej długości 71,83 km. Jest to odcinek linii Turyn – Mediolan – Florencja – Rzym – Neapol przeznaczonej do kursowania pociągów Eurostar AV z prędkościami 250–300 km/h. Ma ona długość 888 km, z czego 143 km w tunelach. W 15 punktach linia łączy się z lokalną siecią kolejową [6].

Przyjęto system ETCS poziomu 2. Jednostki napędowe przystosowane są do zasilania zarówno prądem stałym 3kV, jak i zmiennym 25 kV/50 Hz, ponieważ dla sieci linii dużych prędkości we Włoszech przewiduje się stopniowe przejście na zasilanie prądem zmiennym.

Oprócz istniejących już dworców uczestniczących w obsłudze linii dużych prędkości wybudowano również nowe. Na stacji Turyn Porta Susa nowy układ torowy umieszczono pod istniejącym dworcem; w Bolonii wybudowano podziemny dworzec długości 650 m przeznaczony tylko dla pociągów obsługujących LDP. Nowy dworzec Florencja Belfiore umieszczono w siedmiokilometrowym tunelu przebiegającym pod miastem. Nowe stacje powstały także w Nowarze, Reggio Emilia oraz Neapolu (Napoli Afragola). W południowo-zachodniej części Mediolanu przewidziano dworzec obsługujący teryny wystawowe. Nowym dworcem jest też Rzym Tiburtina.

Docelowo układ LDP we Włoszech będzie miał kształt litery T utworzonej przez korytarz północ – południe na linii Szwajcaria – Mediolan – Florencja – Rzym – Neapol – Sycylia oraz korytarz wschód – zachód: Francja – Turyn – Mediolan – Wenecja – Triest – Słowenia.

W Hiszpanii eksploatację pierwszej linii dużych prędkości Madryt – Sewilla (471 km) rozpoczęto w 1992 r. Obecnie RENFE eksploatuje 1594 km linii dużych prędkości, a w budowie znajduje się dalszych 2219 km.

W latach 1990–96 wybudowano 471 km nowej, dwutorowej linii łączącej Madryt z Sewillą, przystosowanej do ruchu pasażerskiego z prędkościami do 300 km/h. Przyjęto szerokość torów w standardzie europejskim. Linię zelektryfikowano

w systemie 25 kV/50 Hz. Wybudowano 5 nowych stacji (Madrid Puerta de Atocha, gdzie mieści się centrala sterowania ruchem, Ciudad Real, Puerollano, Córdoba i Sevilla Santa Justa).

W roku 2003 otwarto linię Madryt – Saragossa – Lerida o długości 550 km, Uruchomiono również ostatni odcinek linii Madryt – Barcelona łączący stację Camp de Tarragona ze stacją Barcelona Sants (86 km). Uzyskano wówczas połączenie Malagi przez Kordowę, Madryt i Saragossę z Barceloną.

Linia Madryt – Barcelona długości 796 km została zaprojektowana dla prędkości 350 km/h. Na linii istnieje 75 wiaduktów o łącznej długości 26,6 km oraz 23 tunele (24,4 km).

Koleje portugalskie przewidują, poczynając od 2013 r., budowę około tysiąca kilometrów linii dużych prędkości łączących Lizbonę z Porto i Valençą oraz Elvas, a w drugim etapie połączenie Aveiro z Almeida. Nowe linie stanowiąc będą integralną część europejskiej sieci kolejowej.

W Polsce rozpoczęto realizację programu projektowania i budowy nowej linii dużych prędkości łączącej Warszawę poprzez Łódź z Poznaniem i Wrocławiem z rozgałęzieniem w rejonie Kalisza, co tworzy układ w kształcie litery Y [9].

Dla nowej linii przewidziano system zasilania trakcyjnego 2 x 25 kV / 50 Hz z podstacjami trakcyjnymi rozmieszczonymi co 40–60 km i zasilanymi z wydzielonej linii energetycznej 220/400 kV AC. Linia będzie wyposażona w urządzenia sterowania ruchem ERTMS/ETCS drugiego poziomu.

Budowę nowej linii powiązano z projektem modernizacji kilku istniejących linii, przede wszystkim Centralnej Magistrali Kolejowej.

Zapewnienie interoperacyjności nowej linii dużych prędkości z istniejącym układem kolejowym wymaga przystosowania do prędkości 200 km/h kilku innych linii, w tym odgałęzienia od CMK z Psar do Krakowa, połączenia Łodzi z Warszawą, a także w dalszej perspektywie linii Warszawa – Gdynia, Poznań – Szczecin i Warszawa – Białystok. Przystosowanie linii Poznań – Rzepin do prędkości 200 km/h umożliwi połączenie z siecią KDP zachodniej Europy. W ten sposób powstanie system usprawniający całą sieć kolejową Polski.

Dalsze korzyści z realizacji tego programu to zmiana struktury sieci kolejowej, umożliwiająca specjalizację linii do określonych przewozów, skrócenie o połowę czasu przejazdu pomiędzy największymi aglomeracjami Polski, poprawę bezpieczeństwa w transporcie i zmniejszenie oddziaływania transportu na środowisko (zwłaszcza ograniczenie emisji CO₂).

Rozwój kolei dużych prędkości na innych kontynentach

Linie dużych prędkości powstają również na innych kontynentach. Pierwszym zarządem kolejowym, który już w roku 1964 rozpoczął eksploatację linii dużych prędkości, były koleje japońskie. Zapoczątkowało ją uruchomienie w 1964 r. przewozów na linii Tokaido z Tokio do Osaki. Pierwsza część normalnotorowej linii Tokaido-Shinkansen o długości 515 km została zelektryfikowana w systemie 2AC 60 Hz, 25V. Projektowana do prędkości 250 km/h, prowadziła ruch z prędkościami rozkładowymi 210 km/h. W marcu 1985 r. wprowadzono prędkość 240 km/h na linii Tohoku, a w 1990 r. prędkość 275 km/h na odcinku linii Joetsu [8].

Następną linię – Sanyo I – przystosowaną do maksymalnej prędkości 300 km/h, o długości 164 km, zaczęto eksploatować w marcu 1972 r. Połączyła ona Osakę z Okayomą. Rozmieszczono na niej tylko 5 stacji. Linia przebiega w 7% długości na nasypach i w przekopach ziemnych, w 12% na mostach, w 45% na estakadach i w 36% w tunelach. Na linii ułożono ok. 8 km nawierzchni niekonwencjonalnej (na betonowych płytach).

W roku 1975 zaczęła się eksploatacja 398 km linii Sanyo II łączącej miasta Okayama i Hakata. Trasa w 14% długości przebiega na nasypach lub w przekopach, w 8% na mostach, w 22% po estakadach i aż w 56% w tunelach.

Kolejne linie: Tohoku – Tokio – Morioka o długości 470 km z 16 stacjami oraz Joetsu – Niigata (270 km z 9 stacjami) zaczęto eksploatować odpowiednio w czerwcu i listopadzie 1982 r. Pierwsza z nich przebiega w 6% na nasypach i w przekopach, w 15% na mostach, w 55% po estakadach i w 24% w tunelach. Na drugiej z wymienionych linii nie występuje podłoże gruntowe, a tory ułożono w 11% na konstrukcjach mostowych, w 50% na estakadach i w 39% w tunelach.

W Australii projektuje się budowę linii długości 220 km łączącej Sydney z Canberą w systemie TGV, na której prowadzony będzie ruch z prędkością do 320 km/h.

W Stanach Zjednoczonych powstają nowe linie przeznaczone dla szybkiego ruchu pasażerskiego, na przykład w tzw. korytarzu północno-wschodnim pomiędzy Waszyngtonem, Nowym Jorkiem i Bostonem, gdzie na linii długości 780 km ruch odbywa się już obecnie po 4 torach. W Teksasie powstaje nowa linia przeznaczona do ruchu z prędkościami do 350 km/h. Na Tajwanie buduje się linię długości 345 km łączącą miasta Taipei i Kaohsing, a w Korei Południowej powstaje nowa linia dużych prędkości w systemie TGV, przystosowana również do prędkości 350 km/h.

Obszerny program budowy linii dużych prędkości mają koleje chińskie. W latach 2008 - 2010 wybudowano 4180 km takich linii, z czego 2049 km linii jest obecnie przystosowanych do prędkości 350 km/h.

Techniczne aspekty budowy i eksploatacji linii dużych prędkości

Budowa i eksploatacja linii dużych prędkości wymaga zachowania pełnej kompatybilności pomiędzy taborem i infrastrukturą, co oznacza, że elementy infrastruktury muszą być do siebie wzajemnie dostosowane pod względem technicznym, jak również do eksploatowanych pociągów dużych prędkości. Wymagało to opracowania specyfikacji technicznych interoperacyjności (Technical Specifications for Interoperability, TSI) opisujących podstawowe warunki techniczne i eksploatacyjne w sposób zgodny z normami europejskimi, ogólnymi zasadami technicznej jedności w kolejnictwie i postanowieniami systemu wzajemnego użytkowania wagonów towarowych (RIV) oraz wagonów osobowych i bagażowych (RIC) w komunikacji międzynarodowej.

Tak zwana „piramida legislacyjna” dotycząca interoperacyjności obejmuje dyrektywy [2], [3], techniczne specyfikacje (TSI) oraz dokumenty szczegółowe (normy wskazane w dokumentach TSI lub normy zharmonizowane, nieobligatoryjne, standardy techniczne itd.).

W wypadku nawierzchni kolejowej i budowlu inżynierskich związanych z torem trudność ujednoczenia wymagań technicznych wynika nie tylko z istniejących różnic w standardach konstrukcyjnych (szerokości toru, skrajni i układu toru), lecz również z przyjętych koncepcji eksploatacji linii. Problem polega więc na odpowiednim dostosowaniu standardów konstrukcyjnych nawierzchni, modernizacji mostów oraz wyborze wartości parametrów kinematycznych obowiązujących w projektowaniu układu i profilu linii.

Z punktu widzenia infrastruktury drogi kolejowej istotne są takie czynniki jak: skrajnia kinematyczna, dynamiczne zachowanie się taboru, w tym współpraca koła z szyną, graniczne wielkości sił dynamicznych wywieranych na konstrukcję nawierzchni i podtorze oraz wpływ zjawisk aerodynamicznych na otoczenie (zmiany ciśnienia, hałas aerodynamiczny, wywiewanie podsypki, poziom drgań gruntu w sąsiedztwie obiektów infrastruktury itp.).

Specyfikacje TSI odnoszące się do kolei dużych prędkości wyróżniają tabor klasy 1 przeznaczony do jazdy z prędkością co najmniej 250 km/h. Pociągi tej klasy to zespoły trakcyjne mające stały skład, własny napęd oraz kabiny maszynisty na obu koń-

cach. Tabor klasy 2 jest przeznaczony do jazdy z prędkościami 190–250 km/h i może obejmować zespoły trakcyjne lub pociągi o zmiennym składzie. Tabor musi ponadto wykazywać odpowiednią skuteczność hamowania, również na pochyleniach.

Specyfikacje określają również parametry skrajni kinematycznej, maksymalną długość pociągu i jego masę (całkowita masa nie może przekroczyć 1000 t).

Doświadczenia wyniesione z eksploatacji LDP wykazały konieczność ograniczenia wielkości nacisków pionowych pojazdów w zależności od prędkości jazdy. Dopuszczalne wartości nacisku osi pojazdu przyjmuje się obecnie jako 170 kN dla prędkości powyżej 250 km/h i 180 kN dla prędkości do 250 km/h. Wartości sił dynamicznych przekazywanych przez koła pojazdu na szynę nie mogą przekroczyć 180 kN przy prędkościach 200–250 km/h, 170 kN przy 250–300 km/h i 160 kN przy większych prędkościach.

Dalsze zmniejszanie nacisków, na przykład do 85 kN, co zastosowano w pociągach japońskich serii 300X, może przy prędkościach rzędu 320–350 km/h prowadzić do zbyt dużego odciążenia pojazdu wskutek wystąpienia zjawisk aerodynamicznych. Ograniczając naciski osi, należy więc uwzględnić stateczność aerodynamiczną pojazdów.

Warunki współpracy koła z szyną charakteryzuje ekwiwalentna stożkowatość, której wartość – oprócz geometrii szyny i koła – zależy również od nierówności poziomych toru, a zwłaszcza zmian szerokości toru. W TSI graniczne wartości ekwiwalentnej stożkowatości uzależnia się od amplitudy poprzecznego przemieszczenia zestawu kołowego po powierzchni szyn.

Ze względu na otoczenie przejazd pociągu nie może powodować nadmiernego wzrostu prędkości powietrza na poboczu oraz zmian ciśnienia podczas przejazdu pociągu tunelem o określonym przekroju poprzecznym.

Przy przejazdach pociągu z prędkościami przekraczającymi 220 – 250 km/h zaczyna dominować hałas aerodynamiczny, którego głównym źródłem jest pokonywanie oporów powietrza oraz współpraca pantografu z siecią (iskwienie, poślizgi pantografu).

Nawierzchnie klasyczne, eksploatowane obecnie w wielu zarządkach kolejowych na liniach dużych prędkości, są stopniowo dostosowywane do zmieniających się warunków eksploatacji z wykorzystaniem wyników wieloletnich badań i obserwacji oraz posiadanej wiedzy praktycznej. Podstawowym kryterium optymalizacji tych działań jest bezpieczeństwo jazdy i minimalizacja kosztów utrzymania infrastruktury kolejowej.

Problem właściwego doboru poszczególnych części składowych nawierzchni sprowadza się do odpowiedniego dopasowania cech wytrzymałościowych oraz charakterystyk dynamicznych całej konstrukcji.

Na liniach dużych prędkości z klasyczną nawierzchnią stosuje się w zasadzie łatwiejsze w utrzymaniu przytwierdzenia sprężyste lub przytwierdzenia typu mieszane, łączące cechy przytwierdzeń pośrednich i sprężystych (Pandrol, Vossloh, RS, Nabla itp.). Prócz podkładów drewnianych i betonowych monoblokowych na liniach dużych prędkości eksploatuje się również podkłady dwublokowe.

Rozstaw podkładów, wynoszący zazwyczaj 600 mm, może być w pewnych warunkach powodem powstawania, w wyniku rezonansu, zjawiska fali stojącej w przypadku, gdy długość fali ugięcia szyny będzie równa podwójnemu rozstawowi podkładów.

W warunkach linii dużych prędkości wzrastają przyspieszenia drgań szyn, podkładów, podsypki i podtorza. Za ich sprawą na warstwę podsypki działają przyspieszenia kilkakrotnie przewyższające przyspieszenie ziemskie, co obniża zdolność podsypki do przenoszenia naprężeń rozciągających. Obserwowane jest zjawisko szybszego zużycia podsypki oraz jej wywiewania podczas przejazdu pociągów. Z dużymi prędkościami związane są również uszkodzenia powierzchni tocznej szyny przez ziarna podsypki wskutek turbulencji i drgań. Uszkodzenia te, zazwyczaj o średnicach do 4 mm i głębokościach od 0,05 do 0,8 mm, muszą być usuwane przez szlifowanie powierzchni szyny lub – przy głębokościach większych niż 0,5 mm – przez napawanie i szlifowanie. Jest to powodem układania niekonwencjonalnych nawierzchni pozbawionych warstwy podsypki (np. Rheda 2000). Wśród nich rozróżnia się konstrukcje monolityczne z ciągłym lub punktowym podparciem szyny. W obu przypadkach częścią składową konstrukcji jest ruszt toru (dwa toki szynowe z przytwierdzonymi do nich podkładami). Stosowanie takich rozwiązań uzasadnia się również uzyskaniem dobrej stateczności położenia toru i dużą trwałością oraz mniejszymi kosztami utrzymania.

Podtorza kolejowego linii dużych prędkości nie traktuje się jako obiektu mającego spełniać wymagania interoperacyjności [7]. Może być ono wykonywane zgodnie z przepisami danego kraju. Oznacza to, że nie narzuca się określonych przekrojów poprzecznych pod warunkiem spełnienia wymagań dotyczących sztywności i własności wibroakustycznych toru, minimalnej szerokości międzytorzy oraz właściwego utrzymania. Szczególnie ważne jest zapewnienie równomierności osiadania toru w eksploatacji.

Ze względu na warunki utrzymania nawierzchni kolejowej, jakość geometryczną

toru ocenia się na podstawie ekstremalnych wartości izolowanych odkształceń toru oraz ich odchyłeń standartowych obliczanych dla określonego odcinka toru, a także na podstawie średnich wartości nierówności [4].

Ustalono zostały 3 granice odchyłek:

- odchyłki, których przekroczenie wymaga oceny, czy potrzebne jest wykonanie robót utrzymania – poziom AL (Alert Limit), określony jako granica wczesnego ostrzeżenia lub granica czujności;
- odchyłki, których przekroczenie wymaga wykonania napraw zapobiegających dalszemu narastaniu odkształceń – poziom IL (Intervention Limit), czyli granica działań planowych;
- odchyłki, których przekroczenie zwiększa już ryzyko wykolejenia, co wymaga wykonania naprawy, ograniczenia prędkości lub wyłączenia toru z ruchu – poziom IAL (Immediate Action Limit), określane jako granica działań bezpośrednich [1].

Podsumowanie

Utworzenie systemu linii dużych prędkości odpowiada celom zrównoważonego rozwoju transportu w aspekcie zmian klimatycznych, ochrony środowiska, wymogów bezpieczeństwa oraz zużycia energii. Sprzyja także rozwojowi socjalnemu i ekonomicznemu społeczeństw.

Rozwój sieci dużych prędkości planowany w krajach różnych kontynentów wymaga nowoczesnej infrastruktury oraz zwiększenia inwestycji w sektorze transportu publicznego, jak również modernizacji istniejącej sieci kolejowej. Sieć LDP zapewni dogodnie połączenia między największymi aglomeracjami, a dzięki budowie stacji pośrednich umożliwi również obsługę średnich miast.

Dalszy rozwój kolei dużych prędkości w Europie wymaga współpracy UIC z takimi organizacjami jak CER i UNIFE oraz podejmowania wspólnych inicjatyw zmierzających do integracji transportu kolejowego. Istotna jest również współpraca UIC z europejskim przemysłem kolejowym (UNIFE) w ramach AEIF odpowiedzialnego za interoperacyjność systemu kolejowego.

Dalszy rozwój kolei dużych prędkości będzie wynikiem ciągłej optymalizacji istniejących układów LDP. Wymaga to podejmowania działalności badawczej umożliwiającej dalszy rozwój infrastruktury drogi kolejowej, jak również konstrukcji pojazdów szynowych. Efektem tego będzie również doskonalenie technologii produkcji przemysłowej dla potrzeb kolei. ◀

Materiały źródłowe:

- [1] Bałuch H., Bałuch M. Determinanty prędkości pociągów - układ geometryczny i wady toru. Wydawnictwo Instytutu Kolejnictwa, Warszawa 2010.
- [2] Dyrektywa Komisji Europejskiej 2008/217/WE dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (L 177/62 z dnia 19.03.2008).
- [3] Dyrektywa 96/48/WE - Interoperacyjność transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości. Projekt specyfikacji technicznej interoperacyjności. Podsystem „Infrastruktura”.
- [4] European Standard EN 13848-5 Railway applications - Track - Track geometry quality - part 5: geometric quality levels, 3/2008.
- [5] Massel A. Linia dużych prędkości Est Européen. Technika Transportu Szynowego nr 4/2007.
- [6] In Italien entsteht ein Hochgeschwindigkeitsnetz. Schweizer Eisenbahn-Revue, nr 8,9/2006.
- [7] Skrzyński E. Podtorze kolejowe. KOW, Warszawa 2010.
- [8] Towpik K. Linie kolejowe dużych prędkości. Problemy Kolejnictwa, zeszyt 151, Wydawnictwo Instytutu Kolejnictwa, Warszawa 2010.
- [9] Uchwała Nr 276/2008 Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2008 w sprawie przyjęcia strategii ponadregionalnej „Program budowy i uruchomienia przewozów kolejami dużych prędkości w Polsce”.