

Wybrane wymagania TSI Loc&Pas w konstrukcji nowoczesnych pojazdów szynowych

Andrzej ZBIEĆ¹

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane, nowe wymagania dotyczące budowy taboru kolejowego, których spełnienie jest wymagane dla pojazdów zgodnych ze specyfikacją TSI Loc&Pas. Wymagania te z jednej strony powodują konieczność wprowadzenia przez producentów pojazdów i ich poddostawców nowych rozwiązań konstrukcyjnych lub modyfikację rozwiązań stosowanych do tej pory, a z drugiej strony przyczyniają się do zwiększenia nowoczesności pojazdów kolejowych i zwiększenia bezpieczeństwa.

Słowa kluczowe: tabor kolejowy, interoperacyjność, TSI

1. Wprowadzenie

W celu zintegrowania systemu kolei państw europejskich zarówno w odniesieniu do budowy taboru, jak również w zakresie zasad jego eksploatacji i utrzymania oraz powiązań z innymi podsystemami, Komisja Europejska uwzględniła Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej oraz dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie i przyjęła m.in. rozporządzenie w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej [6] (w skrócie TSI Loc&Pas).

W nowej TSI Loc&Pas scalono wymagania dotychczasowej TSI Loc&Pas z 2011 roku [3] dotyczącej transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych oraz wymagania dwóch TSI dla podsystemu „Tabor” z 2008 r. [2] i wcześniejszej z 2002 r. [1], dotyczących transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości.

Zapewnienie zgodności technicznej taboru kolejowego z wymaganiami TSI Loc&Pas powoduje, że producent taboru nowych lub modernizowanych pojazdów musi dostosować swój wyrób do wymagań TSI, co może wiązać się z dużymi nakładami pracy projektowej i wysokimi kosztami wykonania, ale po otrzymaniu certyfikatu zgodności z TSI ma duże możliwości wprowadzenia swojego produktu na rynek europejski.

W zakresie budowy pojazdów zgodnych ze specyfikacją TSI Loc&Pas przedstawiono wybrane nowe wymagania, których spełnienie jest warunkiem koniecznym do uzyskania potwierdzenia zgodności i wprowadzenia pojazdu szynowego do eksploatacji.

Nową TSI Loc&Pas stosuje się do taboru kolejowego eksploatowanego na sieciach o szerokości toru: 1435 mm, 1520 mm, 1524 mm, 1600 mm i 1668 mm. Wielu zapisów nie stosuje się jednak do taboru kolejowego eksploatowanego na sieci o szerokości toru 1520 mm, np. w zakresie:

- bezpieczeństwa biernego (zderzeniowego),
- skrajni taboru i budowli (podano odrębne zarysy skrajni),
- dynamicznego zachowania podczas jazdy i ekwiwalentnej stożkowatości,
- wykrywania pociągów przez systemy naziemne,
- typu sprzęgu (obowiązuje sprzęg SA3 lub zgodny),
- typu układu hamulcowego.

2. Wybrane wymagania TSI Loc&Pas

Z wyjątkiem sytuacji, kiedy jest to bezwzględnie konieczne do zapewnienia interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej, nowe TSI Loc&Pas nie narzucają stosowania konkretnych rozwiązań technicznych lub technologii. Konsekwencją takiego podejścia są bardziej precyzyjne zapisy tam, gdzie było to konieczne do zapewnienia interoperacyjności lub mniej precyzyjne zapisy tam, gdzie nie narzucono stosowania konkretnych rozwiązań technicznych.

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Badań Taboru; e-mail: azbiec@ikolej.pl.

Rozwój techniczny i pojawianie się nowych rozwiązań jest przede wszystkim efektem pracy konstruktorów pojazdów szynowych. Nowe rozwiązania wręcz wyprzedzają istniejące przepisy i regulacje prawne. W stosunku do rozwiązań nowatorskich przyjęto zasadę, że podmiot wnioskujący o stwierdzenie zgodności powinien podać różnice w stosunku do odpowiednich przepisów TSI i przedstawić je Komisji w celu przeprowadzenia analizy. W przypadku gdy analiza przyniesie pozytywny rezultat, nowe rozwiązanie może zostać dopuszczone do stosowania, a w dalszej kolejności będzie opracowana odpowiednia specyfikacja funkcjonalna i specyfikacja interfejsów oraz metody oceny, które zostaną włączone do TSI w trakcie jej przeglądu.

Należy przypomnieć, że gdy dla konkretnego zagadnienia brak jest w TSI specyfikacji technicznej i funkcjonalnej – koniecznych do spełnienia wymagań zasadniczych, zagadnienie takie nazywa się punktem otwartym, do którego stosuje się odpowiednie przepisy krajowe.

Specyfikacje funkcjonalne i techniczne podsystemu „Tabor” podzielono na 11 grup dotyczących różnych obszarów, z których 10 dotyczy konstrukcji pojazdu, a ostatnia wymagań dotyczących dokumentacji technicznej:

- 1) konstrukcja i części mechaniczne,
- 2) współdziałanie z torem i skrajnia,
- 3) hamowanie,
- 4) kwestie dotyczące pasażerów,
- 5) warunki środowiskowe i skutki działania sił aerodynamicznych,
- 6) światła zewnętrzne oraz dźwiękowe i wzrokowe urządzenia ostrzegawcze,
- 7) urządzenia trakcyjne i elektryczne,
- 8) kabina maszynisty i interfejs maszynista / pojazd,
- 9) bezpieczeństwo przeciwpożarowe i ewakuacja,
- 10) obsługa,
- 11) dokumentacja do celów eksploatacji i utrzymania.

W dalszej części artykułu opisano nowe wymagania dotyczące konstrukcji pojazdów, ujęte w wymienionych grupach.

2.1. Konstrukcja i części mechaniczne

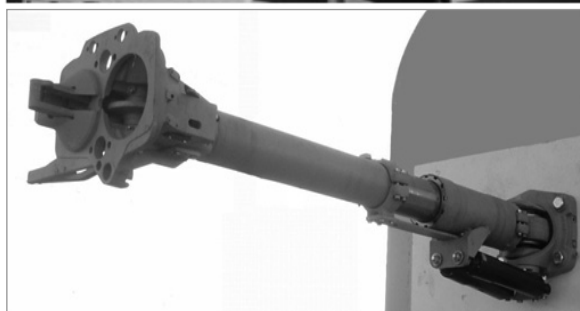
W zakresie konstrukcji i części mechanicznych do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- zniesienie obowiązku montowania sprzęgów końcowych w pojazdach kolejowych – w takim przypadku należy zastosować urządzenie umożliwiające montaż adaptera ratunkowego;
- wprowadzenie obowiązku umieszczenia adaptera ratunkowego w pojeździe kolejowym, w przypadku gdy ten pojazd jest wyposażony w sprzęg inny niż standardowy (śrubowy) lub nie jest wyposażony w żaden sprzęg do odholowania pojazdu kolejowego, który doznał awarii lub umożliwienia przeprowadzenia akcji ratowniczej, przez ciągnięcie lub pchanie ratowanego pojazdu kolejowego (rys. 1);



Rys. 1. Adapter (sprzęg) ratunkowy zamontowany w lokomotywie SM42 [fot. A. Zbieć]

- określenie wymagań dla adaptera (sprzęgu) ratunkowego, m.in. jego zabezpieczenie musi uniemożliwiać wypadnięcie podczas akcji ratowniczej, ale musi umożliwiać prowadzenie akcji ratowniczej z prędkością co najmniej 30 km/h bez obecności człowieka między pojazdem ratunkowym a pojazdem ratowanym, musi wytrzymywać siły występujące podczas działań ratowniczych i nie może ograniczać ruchu poprzecznego haka (gdy jest zamontowany w pojeździe ratunkowym);
- nakaz wyposażenia pojazdów o prędkości $V_{\max} \geq 250$ km/h w sprzęg samoczynny Scharfenberga typu 10, o wysokości osi sprzęgu ponad główką szyny 1025 mm $^{+15}_{-5}$ mm, mierzonej dla nowych kół w stanie obciążenia „masa projektowa bez obciążenia użytkowego” (dotychczas było możliwe wyposażenie takich pojazdów również w klasyczne urządzenia ciągnowo-zderzne UIC: sprzęg śrubowy + zderzaki), rysunek 2;



Rys. 2. Sprzęg samoczynny Scharfenberga – część mechaniczna [fot. A. Zbieć]

- wykazanie za pomocą obliczeń lub testów poziomu odporności pudła pojazdu na odkształcenia trwałe i pękanie;
- dołączenie wymagań związanych z obciążeniami aerodynamicznymi do puli wymagań wytrzymałościowych;
- zastosowanie wymagań bezpieczeństwa biernego (odporności zderzeniowej, zapewniającej ochronę maszynisty i pasażerów przez ograniczenie opóźnienia zderzenia, zachowanie przestrzeni do przeżycia, zabezpieczenie przed wspinaniem się pojazdów, zmniejszenie ryzyka wykolejenia, ograniczanie skutków zderzenia z przeszkodą na torze) do wszystkich pasażerskich pojazdów kolejowych lub przewożących pracowników z wyłączeniem poszczególnych scenariuszy kolizji dla pojazdów, które nie osiągają prędkości określonej w danym scenariuszu kolizji (rys. 3, 4, 5);

a)



b)



Rys. 3. Kabina pojazdu do prędkości $V = 250$ km/h: a) przed zderzeniem, b) po zderzeniu [fot. A. Zbieć]



Rys. 4. Ukształtowanie czołowej części Pendolino zawierającej pochłaniacze energii [fot. A. Zbieć]



Rys. 5. Antywspinacze zabezpieczające przed wspinaniem się pojazdów [fot. A. Zbieć]

- doprecyzowanie wymagań dla zgarniacza (rys. 6), który powinien mieć jednolitą budowę, profil „V” o kącie nie większym niż 160° (lub kompatybilną geometrię), a ewentualnie znajdujące się na torach obiekty (zderzenie z przeszkodą na torze) powinien odchyłać na boki, na zewnątrz toru, a nie w górę lub w dół oraz powinien dodatkowo mieć możliwość usuwania śniegu z przodu pociągu;



Rys. 6. Ukształtowanie zgarniacza [fot. A. Zbieć]

- wprowadzenie formalnego zapisu określającego, że całkowita masa pojazdu („masa projektowa bez obciążenia użytkowego”) nie może przekraczać zadeklarowanej całkowitej masy pojazdu danego typu zgłoszonej w świadectwie weryfikacji „WE” o więcej niż 3%;
- wprowadzenie wymogu dla pojazdów o prędkości $V_{\max} \geq 250$ km/h, że masa na oś nie może przekraczać więcej niż o 4% wartości zadeklarowanej;
- wprowadzenie wymogu bezpiecznego podniesienia na linach lub podnośnikiem każdego pojazdu po wykolejeniu lub do celów związanych z utrzymaniem – pojazd musi być skonstruowany w sposób umożliwiający jego całkowite podniesienie na linach lub podnośnikiem (łącznie z podwoziem) lub tylko jednego końca pojazdu (wraz z podwoziem), gdy drugi koniec opiera się na pozostałej części podwozia;
- wprowadzenie wymogu oznakowania na nadwoziu punktów podnoszenia podnośnikiem, natomiast w dokumentacji należy przedstawić schemat podnoszenia podnośnikiem i podnoszenia na linach.

2.2. Współdziałanie z torem i skrajnią

W zakresie współdziałania z torem i skrajnią, do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- uwzględnienie przy projektowaniu zewnętrznych wymiarów pojazdu kolejowego skrajni kinematycznej (a nie statycznej) oraz współczynnika kołysania bocznego, współczynnika niesymetrii i bieguna pochylenia (wnioskodawca dokonuje wyboru zakładanego profilu skrajni, w tym profilu skrajni części dolnych – profil ten zapisuje się w dokumentacji technicznej);
- określenie dopuszczalnej 5% różnicy w naciskach kół jednej osi, a po przeprowadzeniu badań wykazujących zachowanie bezpieczeństwa przed wykolejeniem podczas jazdy po wichrowatym torze, dopuszczenie nawet większej niż 5% różnicy w naciskach kół jednej osi;

- wprowadzenie ograniczenia nacisku koła do średnicy $Q/D \leq 0,15$ kN/mm obliczonego dla minimalnej średnicy koła zużytego (co najmniej 470 mm) i dla masy projektowej przy normalnym obciążeniu użytkowym (nieprzekraczającej 22,5 t/oś);
- określenie minimalnego nacisku na oś w zależności od liczby osi pojazdu;
- określenie minimalnej odległości 1,5 m pomiędzy końcem pojazdu i pierwszą osią;
- określenie maksymalnej odległości 4,2 m pomiędzy końcem pojazdu i pierwszą osią (dotychczas w Polsce obowiązywała odległość 3,5 m, jednakże spółka PKP PLK przy modernizacji i budowie nowych linii zaczęła dostosowywać rozmieszczenie liczników osi w stosunku do zakresu zgodnie z wartością podaną w TSI);
- określenie minimalnej odległości a_i pomiędzy dwiema kolejnymi osiami jako funkcję prędkości;

$$a_i [\text{mm}] \geq 7,2 \cdot V [\text{km/h}] ; \quad (1)$$

- określenie maksymalnej odległości 20 m pomiędzy dwiema kolejnymi osiami;
- określenie minimalnej odległości 3 m pomiędzy skrajnymi osiami pojazdu;
- określenie minimalnej średnicy kół w zależności od prędkości – do 100 km/h włącznie jest to 330 mm, a w przedziale powyżej 100 km/h do 250 km/h włącznie według wzoru (2):

$$D [\text{mm}] = 150 + 1,8 \cdot V [\text{km/h}] ; \quad (2)$$

- określenie strefy widocznej dla urządzeń przytorowych wokół maźnic w celu monitorowania stanu łożysk osi (w przypadku pojazdów o prędkości $V_{\text{max}} \geq 250$ km/h stosuje się pokładowe urządzenia wykrywające, a w przypadku pojazdów o $V_{\text{max}} < 250$ km/h stosuje się urządzenia pokładowe albo urządzenia przytorowe);
- określenie ferromagnetycznych właściwości materiału kół;
- określenie minimalnej impedancji pomiędzy pantografem a każdym kołem pojazdu;
- umożliwienie wstrzymania piaskowania (jeżeli funkcja ta jest automatyczna) w określonych miejscach toru;
- określenie wymagań dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej;
- określenie parametrów dynamicznego zachowania się taboru (bezpieczeństwa jazdy, właściwości biegowych i oddziaływania na tor) według normy EN 14363:2005² [4] oraz TSI Loc&Pas, a dla pojazdów z wychylnym pudłem – dodatkowo według normy EN 15686:2010 [5];
- określenie dopuszczalnej wartości ekwiwalentnej stożkowatości od 0,30 w zakresie prędkości 60÷190 km/h do 0,10 dla $V_{\text{max}} > 300$ km/h;
- wprowadzenie konieczności stosowania ochraniaczy kół pierwszej osi, chroniących je przed uszkodzeniami powodowanymi przez drobne przedmioty na szynach –

² W TSI Loc&Pas przywołano normę EN 14363:2005 w wersji angielskiej. Norma ta została wycofana i zastąpiona przez PN-EN 14363:2007 w wersji polskiej.

w przypadku usytuowania dolnej krawędzi zgarniacza na wysokości mniejszej niż 130 mm powyżej główki szyny dopuszczalne jest odstąpienie od montowania ochraniaczy kół, gdyż ich funkcję spełnia wówczas zgarniacz (rysunek 7).



Rys. 7. Ochraniacze kół pierwszej osi [fot. A. Zbieć]

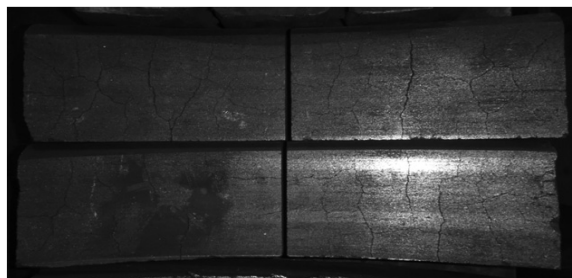
2.3. Hamowanie

W zakresie hamowania do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- ocenianie skuteczności hamulca przede wszystkim przez profil opóźnienia (a dodatkowo przez masę hamującą lub jej procent);
- uwzględnienie rozproszenia energii hamowania, które nie powinno powodować żadnych uszkodzeń części układu hamulcowego w warunkach normalnej eksploatacji oraz uwzględnienie temperatury osiągniętej wokół części hamulca (rys. 8, 9);



Rys. 8. Pęknięcie koła na skutek naprężeń temperaturowych [fot. A. Zbieć]



Rys. 9. Pęknięcia na wstawkach hamulcowych na skutek naprężeń temperaturowych [fot. A. Zbieć]

- zwiększenie z 35% do 40% spadku, na jakim musi być utrzymywany nieruchomo pojazd za pomocą:

- hamulca ciernego, należącego do głównego układu hamulcowego, przez co najmniej dwie godziny, w przypadku przerwania zasilania układu hamulcowego lub w przypadku uszkodzenia zasilania,
- hamulca postojowego;
- zniesienie wymagań dotyczących typu układu hamulcowego w pociągach zespołowych lub pojazdach w składzie stałym lub predefiniowanym;
- przyjęcie 4 m/s^2 jako maksymalnego szarpnięcia wynikającego z użycia hamulców jako przy prędkościach powyżej 5 km/h ;
- wprowadzenie konieczności przeprowadzenia analizy ryzyka dla określonych zagrożeń w celu dokonania oceny spełnienia wymagań bezpieczeństwa;
- wprowadzenie wymagania dostępności przynajmniej dwóch niezależnych urządzeń sterujących hamowaniem nagłym, gdzie jednym z tych urządzeń powinien być czerwony przycisk grzybkowy oraz określenie czasu wyłączenia napędu (2 s), rysunek 10;
- wprowadzenie wymogu automatycznego odcięcia całej siły trakcyjnej po uruchomieniu hamowania służbowego przy prędkości pociągu powyżej 15 km/h z jednoczesnym pozostawieniem możliwości równoczesnego wykorzystania hamulca ciernego z czynną siłą trakcyjną do zadań szczególnych (odładzanie, czyszczenie elementów hamulca);
- wprowadzenie możliwości wyłączenia przez maszynistę oddawania energii do sieci trakcyjnej podczas hamowania odzyskowego na linii, która nie jest do tego przystosowana;
- nakaz automatycznego uruchomienia hamulca postojowego po wyłączeniu lokomotywy lub pojazdu w składzie stałym lub predefiniowanym;
- przyjęcie wielkości 0,15 jako maksymalnej obliczeniowej przyczepności koło / szyna w zakresie prędkości $30\text{--}250 \text{ km/h}$ dla hamulca bezpieczeństwa (z ewentualnym uwzględnieniem hamulca dynamicznego) oraz dla hamowania służbowego (bez hamulca dynamicznego), z następującymi wyjątkami:
 - 0,13 – dla pojazdów w składzie stałym lub predefiniowanym o maksymalnie 7 osiach,
 - 0,17 – dla pojazdów w składzie stałym lub predefiniowanym o co najmniej 20 osiach ale tylko dla stanu obciążenia „obciążenie minimalne” (w zakresie prędkości $250\text{--}350 \text{ km/h}$ powyższe trzy wartości zmniejszają się liniowo aż do wartości mniejszej o 0,05 dla prędkości 350 km/h);
- Przyjęcie wielkości 0,12 maksymalnej obliczeniowej przyczepności koło / szyna dla hamulca postojowego;
- nakaz wyposażenia w układ przeciwoślizgowy pojazdów kolejowych o prędkości eksploatacyjnej powyżej 150 km/h oraz pojazdów wyposażonych w klocki hamulcowe dla których przy $V > 30 \text{ km/h}$ przyjmuje się obliczeniową przyczepność koło / szyna wyższą niż 0,12 i pojazdów niewyposażonych w klocki hamulcowe dla których przy $V > 30 \text{ km/h}$ przyjmuje się obliczeniową przyczepność koło / szyna większą niż 0,11;
- nakaz wyposażenia pojazdów kolejowych o prędkości konstrukcyjnej wynoszącej co najmniej 250 km/h w system monitorowania obrotów koła, który powiadamia maszynistę o zakleszczeniu osi.



Rys. 10. Czerwony przycisk grzybkowy uruchamiający hamowanie nagłe i wyłączający lokomotywę [fot. A. Zbieć]

- likwidacja czasu (0,25 s), w którym po uruchomieniu hamowania nagłego powinno nastąpić przekazanie sygnału i realizacja powiązanych czynności;
- usunięcie prędkości transmisji ww. sygnału ($> 250 \text{ m/s}$) na cały pociąg;
- przyjęcie $2,5 \text{ m/s}^2$ jako maksymalnego średniego opóźnienia hamowania przy wykorzystaniu wszystkich hamulców, wynikającego z konieczności zapobieżenia wzdłużnego przesunięcia toru, przy wykorzystaniu wszystkich hamulców, łącznie z hamulcem niezależnym od przyczepności koło / szyna;

2.4. Kwestie dotyczące pasażerów

W zakresie kwestii dotyczących pasażerów, do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- wprowadzenie zakazu wydostawania się z instalacji sanitarnych (toalety, umywalnie, zaplecze baru / restauracji) jakichkolwiek materiałów szkodliwych dla ludzi lub środowiska oraz określenie maksymalnej zawartości bakterii w wodzie zrzucanej z instalacji sanitarnych (niekontrolowany zrzut płynów z dowolnego źródła może odbywać się wyłącznie w dół, pod ramą nadwozia, w odległości nie większej niż $0,7 \text{ m}$ od osi wzdłużnej pojazdu);

- określenie wymagań dla systemu komunikacji głosowej (sprzęt musi pozostawać w gotowości przez co najmniej 3 godziny, niezależnie od głównego źródła zasilania, a w czasie czuwania powinien być w stanie funkcjonować w losowych odstępach czasu w skumulowanym czasie 30 minut oraz w przypadku awarii jednego z elementów transmisji na pojeździe powinna nadal działać co najmniej połowa głośników lub zamiennie musi być dostępna inna droga informowania pasażerów w przypadku awarii);
- określenie wymagań dla systemu alarmu dla pasażerów (maszynista musi mieć możliwość potwierdzenia przyjęcia do wiadomości informacji o alarmie, co powinno wyłączyć sygnał dźwiękowy w kabinie oraz być widoczne w miejscu uruchomienia alarmu przez pasażerów, a z inicjatywy maszynisty system powinien umożliwiać nawiązanie oraz zakończenie połączenia z miejscem uruchomienia alarmu, dodatkowo załoga musi mieć możliwość resetowania alarmu dla pasażerów), rysunek 11;



Rys. 11. Alarm dla pasażerów i urządzenia systemu komunikacji głosowej [fot. A. Zbieć]

- określenie wymagań dotyczących uruchomienia hamulca przez alarm dla pasażerów (gdy pociąg stoi lub odjeżdża z peronu – uruchomienie alarmu dla pasażerów powoduje bezpośrednie włączenie hamowania służbowego lub nagłego aż do całkowitego zatrzymania pociągu, w pozostałych sytuacjach po 10 ± 1 s powinno nastąpić uruchomienie przynajmniej hamowania służbowego, jeżeli nie nastąpi potwierdzenie odebrania alarmu przez maszynistę z jednoczesnym umożliwieniem mu przzerwania tego hamowania w każdej chwili);
- zmianę określenia momentu odjazdu z peronu – uznaje się, że pociąg odjeżdża z toru przy peronie od chwili, w której stan drzwi zmienia się z „odblokowane” na „zamknięte i zablokowane”, do chwili, w której pociąg częściowo opuścił peron – chwila ta jest wykrywana na pokładzie (funkcja umożliwiająca fizyczne wykrywanie peronu lub opierająca się na kryteriach prędkości, odległości lub innych kryteriach lub dzięki informacjom odbieranym z systemu ETCS);

- nakaz wyposażenia pojazdów przeznaczonych do eksploatacji bez personelu pokładowego (innego niż maszynista) w „urządzenie komunikacyjne” przeznaczone dla pasażerów – system musi umożliwiać nawiązanie połączenia z inicjatywy pasażera oraz umożliwiać maszyniście przerwanie tego połączenia;
- wyposażenie pojazdu w system umożliwiający załodze sprawdzenie w każdej chwili, czy wszystkie drzwi są zamknięte i zablokowane;
- konieczność zaalarmowania maszynisty o wszelkich usterkach w funkcjonowaniu zamykania lub blokowania drzwi, a dźwiękowy i wizualny sygnał alarmowy informuje go o otwarciu jednych lub więcej drzwi w trybie awaryjnym;
- konieczność zamontowania w drzwiach zewnętrznych urządzeń wykrywających przeszkodę (może nią być na przykład pasażer), a po wykryciu przeszkody drzwi mają się samoczynnie zatrzymać i pozostać bez ruchu przez ograniczony czas lub ponownie się otworzyć;
- umożliwienie uruchomienia napędu (trakcji) dopiero, gdy wszystkie drzwi są zamknięte i zablokowane z jednoczesną możliwością ręcznego sterowania przez maszynistę w sytuacjach wyjątkowych, gdy warunek zamknięcia i zablokowania drzwi nie jest spełniony);
- określenie wymagań dla uchwytów zewnętrznych (gdy drzwi są zamknięte i zablokowane uchwyty nie mogą dawać możliwości chwytania się), rysunek 12;



Rys. 12. Budowa stopni i umieszczenie uchwytów w wagonach nowej i starej konstrukcji [fot. A. Zbieć]

- określenie dopuszczalnej ilości dwutlenku węgla w przestrzeni zajmowanej przez pasażerów lub personel (w normalnych warunkach eksploatacyjnych maksymalnie 5000 ppm oraz 10 000 ppm w trybie awaryjnym realizowanym za pomocą wentylacji wymuszonej przez

minimum 30 min lub bez określania wartości po zamknięciu dopływu powietrza z zewnątrz oraz wyłączeniu klimatyzacji do ochrony pasażerów przed wdychaniem szkodliwych oparów środowiskowych lub powstałych w wyniku pożaru);

- ograniczenie wielkości otwieralnej części okna (tam, gdzie nie mogą być one zablokowane przez personel pojazdu) do wielkości uniemożliwiającej przełożenie kuli o średnicy 10 cm, rysunek 13.



Rys. 13. Konstrukcja okien uniemożliwiająca przełożenie kuli o średnicy 10 cm [fot. A. Zbieć]

2.5. Warunki środowiskowe i skutki działania sił aerodynamicznych

Z listy warunków środowiskowych, na jakie narażony jest tabor i które mają wpływ na konstrukcję taboru oraz jego składników, usunięto:

- wysokość nad poziomem morza;
- wilgotność powietrza;
- deszcz;
- promieniowanie słoneczne;
- odporność na zanieczyszczenia.

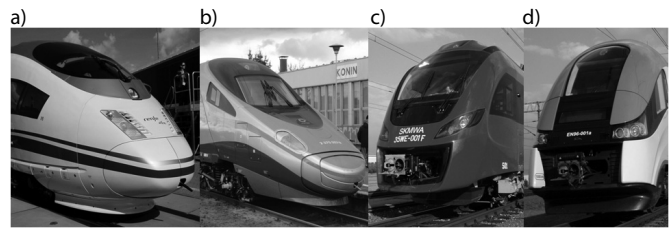
Na liście pozostały:

- temperatura;
- śnieg, lód i grad.

W zakresie warunków środowiskowych do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- określenie dopuszczalnego oddziaływania sił aerodynamicznych na pasażerów na peronie i pracowników torowych dla pojazdów o maksymalnej prędkości przekraczającej 160 km/h (prędkość powietrza nie może przekraczać wartości 15,5 m/s na wysokości 1,4 m powyżej główki szyny i w odległości 3,0 m od osi toru oraz 20 m/s na poboczu toru – na wysokości 0,2 m powyżej główki szyny i w odległości 3,0 m od osi toru);
- dla pojazdów o maksymalnej prędkości 250 km/h prędkość powietrza na wysokości 0,2 m powyżej główki szyny nie może przekraczać wartości 22 m/s;
- określenie dopuszczalnego ciśnienia wywołanego przejazdem czoła pociągu dla pojazdów o maksymalnej prędkości przekraczającej 160 km/h (różnica ciśnień na wysokości 1,5 ÷ 3,0 m powyżej główki szyny i w odległości 2,5 m od osi toru nie może przekraczać 800 Pa pomiędzy pikami ciśnienia), rysunek 14;
- określenie dopuszczalnego ciśnienia wywołanego przejazdem pociągu w tunelach dla pojazdów o maksymalnej prędkości ≥ 200 km/h;

- dla pojazdów o prędkości większej niż 140 km/h wprowadzono wymóg oceny oddziaływania wiatru bocznego.

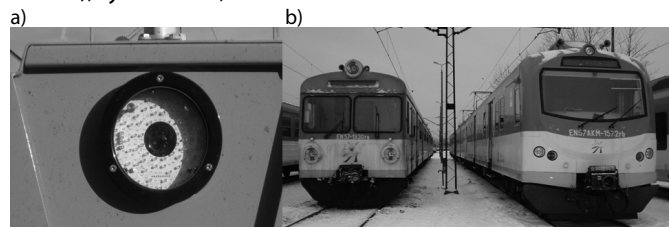


Rys. 14. Konstrukcja czoła pojazdu dla: $V_{\max} \geq 250$ km/h (a i b) i dla $V_{\max} = 160$ km/h (c i d) ograniczająca ciśnienie wywołane przejazdem pociągu [fot. A. Zbieć]

2.6. Światła zewnętrzne oraz dźwiękowe i wzrokowe urządzenia ostrzegawcze

W zakresie światel zewnętrznych oraz dźwiękowych i wzrokowych urządzeń ostrzegawczych do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- na czole pociągu muszą się znajdować dwa białe światła zapewniające maszyniście odpowiednią widoczność – na wysokości od 1,5 do 2 m powyżej poziomu szyny i rozstawie co najmniej 1 m;
- dozwolone są dodatkowe światła czołowe, np. górne światła czołowe (takiego zapisu nie było w poprzedniej TSI), rysunek 15;



Rys. 15. Uniwersalne górne światło czołowo-sygnalowe (a) oraz porównanie światel starej i nowej konstrukcji w pojazdach EN57 (b) [fot. A. Zbieć]

- wprowadzenie zakazu używania koloru zielonego w jakichkolwiek światłach lub oświetleniu zewnętrznym oraz umieszczenia w kabinie maszynisty jakichkolwiek zielonych światel lub zielonej iluminacji (wyjątkiem są przyciski do obsługi drzwi dla pasażerów – o światłości nieprzekraczającej 100 cd/m², nie są stale zaświecone);
- dopuszczenie do stosowania sygnałów dźwiękowych o przynajmniej jednej z dwóch częstotliwości 660 Hz \pm 30 Hz (ton wysoki) i/lub 370 Hz \pm 20 Hz (ton niski).

2.7. Urządzenia trakcyjne i elektryczne

W zakresie urządzeń trakcyjnych i elektrycznych do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- wprowadzenie wymogu osiągnięcia przez pojazdy kolejowe w składzie stałym lub predefiniowanym, przyspieszenia wynoszącego co najmniej 0,05 m/s², przy maksymalnej prędkości eksploatacyjnej i na torze poziomym;
- wprowadzenie wymogu rozwijania przez pojazdy kolejowe w składzie stałym lub predefiniowanym, o maksymalnej

prędkości konstrukcyjnej wynoszącej co najmniej 250 km/h, średniego przyśpieszenia na torze poziomym, które powinno wynosić co najmniej:

- 0,40 m/s² od 0 do 40 km/h,
- 0,32 m/s² od 0 do 120 km/h,
- 0,17 m/s² od 0 do 160 km/h;

- nakaz wyposażenia pojazdów o mocy wyższej niż 2 MW w funkcję ograniczania mocy lub prądu;
- nakaz wyposażenia pojazdów w samoczynną regulację prądu w czasie nienormalnych warunków eksploatacji w zakresie napięcia;
- określenie wymagań dla licznika energii elektrycznej pobieranej i oddawanej do sieci – system ten jest odpowiedni do celów rozliczeniowych;
- uwzględnienie zjawisk aerodynamicznych do regulacji siły nacisku pantografu na sieć trakcyjną;
- wprowadzenie wymogu uwidocznienia w kabinie maszynisty rzeczywistych wartości napięcia w sieci trakcyjnej;
- wprowadzenie automatycznego rozpoznawania napięcia zasilania na pantografie po przejeździe przez sekcje separacji systemów dla taboru zaprojektowanego dla kilku systemów zasilania;
- wymóg wyposażania pojazdów o $V_{\max} \geq 250$ km/h w pokładowy system sterowania i monitorowania pociągu (TCMS³), który odbiera z urządzeń naziemnych informacje dotyczące położenia sekcji separacji, a następnie automatycznie wysyła polecenia do urządzenia sterującego działaniem przez maszynistę, a dla $V_{\max} < 250$ km/h – wysyłane polecenia nie muszą być automatyczne, ale informacja o sekcji separacji pochodząca z systemu ETCS musi być wyświetlana na pokładzie w celu podjęcia działań przez maszynistę;
- nakaz uprzedniego automatycznego otwarcia wyłącznika szybkiego podczas opuszczania pantografu;
- nakaz wyposażenia pojazdów kolejowych w samoczynne urządzenie opuszczające pantograf w przypadku awarii ślizgacza, dla pojazdów o $V_{\max} > 160$ km/h oraz pojazdów o $V_{\max} > 120$ km/h, które wymagają podniesienia co najmniej dwóch pantografów w czasie eksploatacji.

2.8. Kabina maszynisty i interfejs maszynista / pojazd

W zakresie kabiny maszynisty i interfejsu maszynista/pojazd do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- zaprojektowanie kabiny maszynisty w sposób umożliwiający obsługę pociągu przez jednego maszynistę, przy jednoczesnym wyposażeniu kabiny w dodatkowe skierowane do przodu siedzenie, przeznaczone dla ewentualnego towarzyszącego członka załogi, które nie jest uważane za stanowisko maszynisty;
- nakaz uwzględnienia aspektów ergonomicznych i zdrowotnych w konstrukcji fotela, sposobie jego zamontowania oraz użytkowania przez maszynistę;

- uznanie systemu kamer jako równoważnego środka (w stosunku do otwieralnych okien bocznych lub panelu z każdej strony kabiny oraz lusterek zewnętrznych) dla zapewnienia widoczności do tyłu z każdej strony pociągu podczas postoju, rysunek 16;



Rys. 16. Kamery zapewniające widoczność do tyłu [fot. A. Zbieć]

- ustalenie kierunków działania dla dźwigni trakcji i hamowania (przyspieszanie uzyskiwane jest przez wychylenie dźwigni do przodu, a hamowanie przez przyciągnięcie dźwigni do siebie), rysunek 17;



Fot. 17. Dźwignie trakcji (z lewej) i hamowania (z prawej) [fot. A. Zbieć]

- ustalenie właściwości optycznych szyby czołowej kabiny maszynisty (kąt między obrazem podstawowym a wtórnym, dopuszczalne zniekształcenia optyczne, zamglenie, przepuszczalność świetlna i chromatyczność);
- kontrolowanie czujności maszynisty poprzez monitorowanie wykonywanych przez niego czynności na określonych urządzeniach (pedał, przyciski, urządzenia dotykowe) lub czynności wykonywanych w systemie sterowania i monitorowania pociągu;
- umożliwienie w warunkach warsztatowych regulacji czasu, w którym nie są wykonywane żadne czynności przez maszynistę powodujące zadziałanie czuwaka aktywnego w czasie od 5 do 60 sekund oraz zadziałanie czuwaka gdy ta sama czynność jest wykonywana dłużej niż 60 sek.;
- uwzględnienie informacji i poleceń systemu ERTMS przekazywanych za pośrednictwem wyświetlaczy i monitorów;
- ustalenie poziomu na 6 dB(A) dźwięku informacji akustycznych dla maszynisty powyżej średniego poziomu hałasu w kabinie;

³ TCMS – skrót od ang. *Train Control and Management System*.

- uwzględnienie możliwości sterowania pojazdem kolejowym podczas jazdy manewrowych za pomocą zdalnego sterowania, rysunek 18;



Rys. 18. Zdalne sterowanie pojazdem kolejowym podczas jazdy manewrowych [fot. A. Zbieć]

- nakaz wyposażenia kabiny maszynisty, poza dotychczas wymaganymi płozami hamulcowymi i gaśnicą, w przenośną lampę emitującą światło czerwone i białe, urządzenie zwarciove do obwodów torowych oraz – w pociągach towarowych – w aparat ratowniczy zgodnie z TSI SRT [7];
- wykazanie prawidłowych wskazań prędkościomierza w warunkach eksploatacji;
- zastosowanie nowoczesnego urządzenia rejestrującego wraz z wykazem informacji podlegających rejestrowaniu;
- wprowadzenie wymogu uwidocznienia w kabinie maszynisty następujących informacji:
 - prędkości maksymalnej pojazdu (V_{max}),
 - numeru identyfikacyjnego taboru (numer pojazdu trakcyjnego),
 - położenia sprzętu przenośnego (np. osobisty aparat ratowniczy, urządzenia sygnałowe),
 - wyjścia bezpieczeństwa.

2.9. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe i ewakuacja

W zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego i ewakuacji do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- zastosowanie przegród ogniowych (lub systemów równoważnych) całkowicie zamykających przekrój poprzeczny, oddalonych od siebie o nie więcej niż 30 metrów, o co najmniej 15-minutowej wytrzymałości ogniowej w celu ochrony pasażerów i obsługi przed skutkami działania wysokiej temperatury i dymu, rysunek 19;
- wymóg dojechania z pożarem na pokładzie do odpowiedniego punktu gaszenia pożaru, tzn. utrzymanie pociągu z pożarem na pokładzie w ruchu:
 - dla taboru o bezpieczeństwie przeciwpożarowym kategorii A – przez 4 minuty,



Rys. 19. Przegrody ogniowe zamykające przekrój poprzeczny [fot. A. Zbieć]

- dla taboru o bezpieczeństwie przeciwpożarowym kategorii B – przez 15 minut przy minimalnej prędkości 80 km/h;
- zastosowanie pokładowego systemu wykrywającego pożar we wczesnym stadium oraz powiadomienie maszynisty i automatyczne zadziałanie systemu przeciwpożarowego ograniczającego do minimum skutki pożaru, a w przedziałach sypialnych – włączenie lokalnego alarmu dźwiękowego i wizualnego w celu obudzenia pasażerów;
- wymaganie wyposażenia taboru w oświetlenie awaryjne, które musi działać także po utracie zasilania głównego (przez co najmniej 3 godz. dla pojazdów o $V_{max} \geq 250$ km/h oraz 1,5 godz. dla pojazdów o $V_{max} < 250$ km/h), a natężenie światła na poziomie podłogi ma wynosić co najmniej 5 luksów; w przypadku pożaru powinno działać co najmniej 50% oświetlenia awaryjnego w pojazdach, które nie ucierpiały od pożaru, przez czas co najmniej 20 minut;
- możliwość wyłączenia lub zamknięcia wszystkich urządzeń wentylacji zewnętrznej dla uniemożliwienia przedostawania się dymu z zewnątrz do pojazdu w celu ochrony pasażerów przed wdychaniem szkodliwych oparów środowiskowych lub powstałych w wyniku pożaru oraz wyłączenia wentylacji i recyrkulacji powietrza w celu uniemożliwienia rozprzestrzeniania się dymu, który może znajdować się w pojeździe;
- określenie liczby wyjść bezpieczeństwa w pojazdach zaprojektowanych dla nie więcej niż 40 pasażerów – co najmniej 2 wyjścia bezpieczeństwa, dla ponad 40 pasażerów – co najmniej 3 wyjścia bezpieczeństwa;
- uznanie gaśnic typu woda z dodatkiem za odpowiednie do stosowania na pokładzie taboru.

2.10. Obsługa

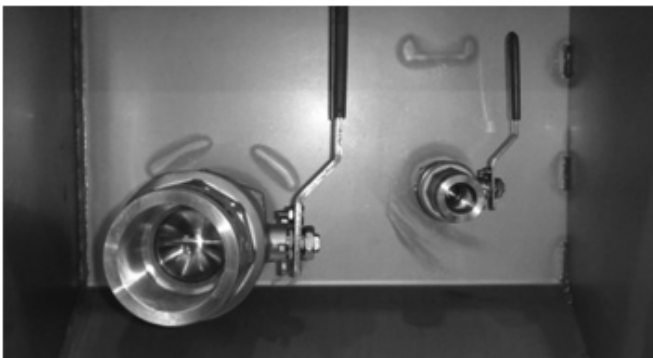
W zakresie obsługi do nowych rozwiązań można zaliczyć:

- zapewnienie możliwości czyszczenia przedniej szyby kabiny maszynisty z zewnątrz pociągu, bez konieczności usuwania jakiegokolwiek elementu lub przykrycia, rysunek 20;



Rys. 20. Możliwość czyszczenia przedniej szyby kabiny maszynisty [fot. A. Zbieć]

- zapewnienie możliwości czyszczenia pociągu w myjni przez możliwość sterowania prędkością w zakresie od 2 do 5 km/h;
- określenie wymiarów złączy do opróżniania zbiornika toalet oraz wprowadzenie konstrukcji toalet, która umożliwi ich opróżnianie w odpowiednich odstępach czasowych, na wyznaczonych stacjach, rysunek 21.



Rys. 21. Ujednolicone wymiary złącz [fot. A. Zbieć]

2.11. Dokumentacja do celów eksploatacji i utrzymania

W grupie zagadnień „Dokumentacja do celów eksploatacji i utrzymania”, której zakres nie ma bezpośredniego wpływu na proces projektowania pojazdu – należy wspomnieć o znacznym zwiększeniu liczby parametrów / funkcji, które należy zamieścić w dokumentacji, np.:

- profil skrajni;
- charakterystyczną krzywą wiatrową;
- zamontowanie systemu pomiaru energii;
- opis systemów sterowania i monitorowania umożliwiający identyfikację awarii urządzeń lub funkcji istotnych dla bezpieczeństwa (np. dotyczący funkcji „hamowanie”);

- czas, w którym poziom CO₂ jest mniejszy od 10 000 ppm przy awarii systemu wentylacji i zastosowania wentylacji wymuszonej zasilanej z akumulatorów;
- maksymalne natężenie prądu podczas jazdy (prąd znamionowy) i postoju;
- kategorię pojazdu w odniesieniu do bezpieczeństwa p.poż.;
- rodzaj sprzęgu końcowego;
- typ złącza do tankowania paliwa i wiele innych.

2.12. Specyfikacje składników interoperacyjności

Zmieniono i uzupełniono wykaz składników interoperacyjności dodając:

- sprzęg samoczynny Scharfenberga typu 10 (był w TSI HS);
- urządzenia ciągnowo-zderzne typu UIC (były w TSI HS);
- fotel maszynisty.

Natomiast ze specyfikacji składników interoperacyjności usunięto:

- szybę przednią kabiny maszynisty (była w TSI HS);
- wózki do opróżniania toalet (były w TSI HS).

3. Podsumowanie

Opisano wybrane wymagania dotyczące budowy taboru kolejowego. W celu uzyskania pełnego obrazu wymagań odnoszących się do budowy taboru konieczna jest znajomość całego TSI Loc&Pas, a także pozostałych TSI, zawierających pewne wymagania w stosunku do taboru. Wymienione w nich wymagania wymuszają na producentach taboru kolejowego stosowanie nowych rozwiązań technicznych w celu uzyskania certyfikatu weryfikacji i wprowadzenia pojazdu na rynek europejski, podnosząc tym samym nowoczesność wyrobu, komfort podróżowania oraz bezpieczeństwo. Rozwiązania te wpływają także na zmniejszenie szkodliwego oddziaływania na środowisko i infrastrukturę kolejową. Zwiększają komfort pracy personelu pokładowego oraz ułatwiają wykonanie podstawowych czynności obsługowych.

Bibliografia

1. Decyzja Komisji nr 2002/735/WE z dnia 30 maja 2002 r. dotycząca specyfikacji technicznej dla zapewnienia interoperacyjności podsystemu taboru transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości, o którym mowa w art. 6 ust. 1 dyrektywy 96/48/WE (Dziennik Urzędowy UE nr L 245 z 12.9.2002).
2. Decyzja Komisji nr 2008/232/WE z dnia 21 lutego 2008 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Tabor” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (Dziennik Urzędowy UE nr L 84 z 26.3.2008).
3. Decyzja Komisji nr 2011/291/UE z dnia 26 kwietnia 2011 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor

- pasażerski” w transeuropejskim systemie kolei konwencjonalnych (Dziennik Urzędowy UE nr L 139 z 26.5.2011).
4. PN-EN 14363:2007 Kolejnictwo – Badania własności dynamicznych przed dopuszczeniem pojazdów szynowych – Badania własności biegowych i próby stacjonarne.
 5. PN-EN 15686:2010 (wersja angielska) Kolejnictwo – Badania własności dynamicznych przed dopuszczeniem do ruchu pojazdów szynowych wyposażonych w system kompensacji niedoboru przechyłki i/lub pojazdów przeznaczonych do eksploatacji z niedoborem przechyłki wyższym niż określony w normie EN 14363: 2005, Załącznik G.
 6. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej (Dziennik Urzędowy UE nr L 356 z 12.12.2014).
 7. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1303/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych” systemu kolei w Unii Europejskiej (Dziennik Urzędowy UE nr L 356 z 12.12.2014).