PROJEKTOWANIE POJAZDÓW DWUDROGOWYCH – WYMAGANIA PRAWNE[1]

Rafał Cichy
dr inż., Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR", tel.: +48 663 055 108, e-mail: rafal.cichy@tabor.com.pl

Jarosław Czerwiński
dr inż., Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR", tel.: +48 603 508 866, e-mail: j.czerwinski@tabor.com.pl

Streszczenie. *Podstawowym elementem umożliwiającym poruszanie się pojazdów po torze kolejowym jest świadectwo dopuszczenia do eksploatacji lub zezwolenie na eksploatację wydane przez Urząd Transportu Kolejowego. Artykuł prezentuje wymagania stawiane pojazdom szynowo – drogowym w celu uzyskania w/w dokumentów. W artykule omówiono wybrane szczegółowe zagadnienia związane z parametrami koniecznymi do weryfikacji przez jednostkę uprawnioną (DeBo).*

Słowa kluczowe: *pojazdy dwudrogowe, projektowanie, homologacja.*

1. Wprowadzenie

System kolejowy nie mógłby istnieć bez szerokiej gamy pojazdów pomocniczych. Szczególną ich odmianę stanowią pojazdy szynowo-drogowe. W jednostce Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR" w Poznaniu od wielu lat prowadzone są działania nad opracowaniem i wdrażaniem nowoczesnych konstrukcji z dziedziny transportu intermodalnego i pojazdów szynowo-drogowych. Pojazdy szynowo-drogowe pełnią wiele funkcji w systemie kolejowym oraz drogowym.

W Instytucie opracowano szereg konstrukcji pojazdów szynowo-drogowych, w tym pojazdy do ratownictwa technicznego i kolejowego, czyszczenia infrastruktury kolejowej i tramwajowej, dostarczających paliwo do spalinowych pojazdów szynowych oraz pojazdy do prowadzenia prac manewrowych na bocznicach kolejowych. W pojazdach zastosowano innowacyjne rozwiązania szynowych napędów jezdnych z napędem ciernym, ciernym-bębnowym oraz hydraulicznym. Zastosowane rozwiązanie techniczne szynowych układów jezdnych uzyskały ochronę patentową przez Urząd Patentowy RP. Przykłady pojazdów pokazano na rys. 1 i 2.

[1] Wkład procentowy poszczególnych autorów: Cichy R.: 50%, Czerwiński J.: 50%

Rys. 1. Pojazd szynowo-drogowy z podnośnikiem koszowym

Rys. 2. Pojazd szynowo-drogowy do czyszczenia wybranych rodzajów infrastruktury

W ostatnim dziesięcioleciu nastąpił w Europie dynamiczny rozwój pojazdów szynowo-drogowych z różnorodnym specjalistycznym wyposażeniem. Pojazdy szynowo-drogowe charakteryzują się dużą mobilnością, możliwością zmiany toru w praktycznie każdym miejscu, oraz odpowiednio małymi kosztami eksploatacji w odniesieniu do taboru szynowego.

Przemysł samochodowy wychodzi naprzeciw potrzebom europejskich producentów pojazdów szynowo-drogowych, przystosowując pojazdy samochodowe do ich adaptacji na pojazdy szynowo-drogowe. W Polsce do adaptacji pojazdu samochodowego na pojazd szynowo-drogowy wykorzystuje się standardowe pojazdy drogowe, co istotnie ogranicza ich możliwości funkcjonalne jako pojazdu szynowo-drogowego.

Zaprojektowane i wyprodukowane w Polsce pojazdy szynowo-drogowe charakteryzowały się różnorodnymi rozwiązaniami technicznymi. Podstawowa różnica wynikała z zastosowanych rozwiązań przeniesienia napędu. Rozwiązania stosowane w ŁUKASIEWICZ – IPS „TABOR" można podzielić na:

– szynowy układ jezdny rolkowy, gdzie rolki są dociskane odpowiednią siłą pionową do toru i prowadzą pojazd w torze, a napęd i hamowanie pojazdu na torze są realizowane przez koła drogowe, które są oparte na szynach,
– szynowy układ jezdny z napędem ciernym bębnowym, gdzie rolki są dociskane odpowiednią siłą pionową do toru i prowadzą pojazd w torze, a napęd i hamowanie pojazdu na torze są realizowane przez koła drogowe, które są oparte na elemencie pośrednim umieszczonym na rolce jezdnej,
– szynowy układ jezdny, gdzie koła drogowe są unoszone na odpowiednią wysokość od poziomu toru, a napęd i hamowanie pojazdu na torze zapewniają silniki hydrauliczne zamontowane bezpośrednio w rolkach prowadzących.

Szczegółowe opisy powyższych rozwiązań zaprezentowane są w literaturze [1,2,3]. Wszystkie powyższe rozwiązania, mimo różnic, muszą spełnić wymagania homologacyjne. Należy zauważyć, że spełnienie wymagań normatywnych nie oznacza jednocześnie spełnienia obecnie obowiązujących wymagań homologacyjnych, które warunkują dopuszczenie pojazdów do eksploatacji, zarówno do pracy na bocznicach, jak i do pracy liniowej. Elementem komplikującym proces homologacji jest również fakt, iż homologacja musi być prowadzona w odniesieniu do przepisów ruchu drogowego i kolejowego. W praktyce oznacza to podwójny proces homologacji, gdyż nie istnieją przepisy, które mają zastosowanie tylko do pojazdów szynowo-drogowych.

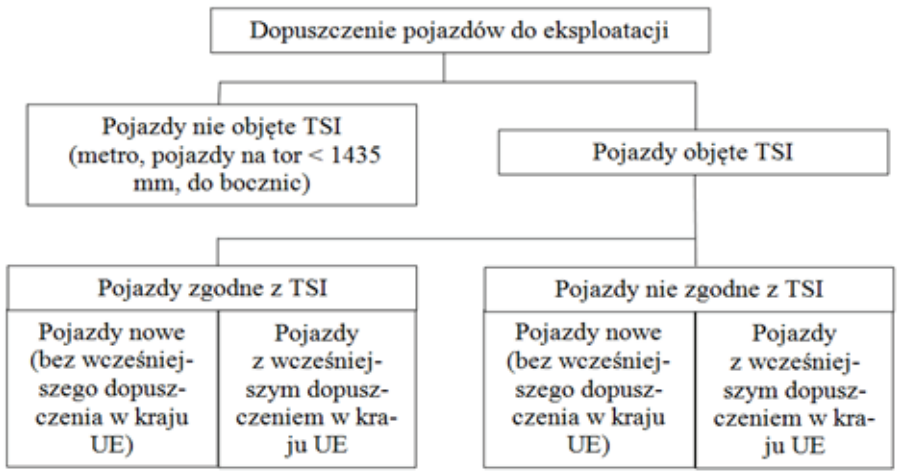
2. Homologacja pojazdów dwudrogowych

Przepisy, implementujące Dyrektywę 2008/57/WE [11] w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie Europejskiej wprowadziły znaczące zmiany w systemie homologacji i dotyczą całej sieci kolejowej.

Dopuszczenia do eksploatacji pojazdów szynowych w Polsce muszą być zgodne z ustawą z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (tekst jednolity: Dz. U. 2019 r. poz. 710 [4]). Ustawa dostosowuje polskie prawo do unijnej dyrektywy dotyczącej interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, czyli europejskiego projektu, który ma poprawić konkurencyjność sektora kolejowego w stosunku do innych rodzajów transportu.

Ustawa [4] obejmuje m.in. zagadnienia dotyczące dopuszczania do eksploatacji wyrobów oraz określonych części systemu kolei, zapewnienia interoperacyjności systemu kolei na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, zasady prowadzenia krajowego rejestru infrastruktury kolejowej, zasady korzystania z infrastruktury kolejowej, zarządzania infrastrukturą kolejową i jej utrzymania, zasady prowadzenia ruchu kolejowego i wykonywania przewozów kolejowych.

Z punktu widzenia homologacji istotnym elementem opisanym w ustawie [4] są zasady według których homologowane są pojazdy. Pojazdy zgodnie z przepisami europejskimi winny spełniać tzw. wymagania zasadnicze. Spełnienie wymagań z zakresu bezpieczeństwa, niezawodności i bezpieczeństwa, zdrowia, ochrony środowiska naturalnego i zgodności technicznej przez pojazdy szynowe odbywa się dwoma trybami dopuszczenia pojazdów do eksploatacji zgodnie ze schematem pokazanym na rys. 3.



Rys. 3. Tryby dopuszczania pojazdów w Polsce [5]

Przedstawiony diagram dzieli pojazdy szynowe w Polsce na dwie grupy. Pierwszą stanowią pojazdy nie objęte TSI czyli takie, których ocena będzie zakończona świadectwem dopuszczenia do eksploatacji. Tryb oceny przeprowadzony według „trybu świadectwowego" obowiązuje dla pojazdów określonych w art. 23 Ustawy o transporcie kolejowym [4]. Podstawowym dokumentem służącym do oceny jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych [6].

W ustawie określono m.in., że warunkiem dopuszczenia do eksploatacji pojazdów, jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji wydanego dla pierwszego egzemplarza. Decyzje w sprawach dotyczących wydania, odmowy lub cofnięcia świadectwa będzie podejmować Prezes Urzędu Transportu Kolejowego. Kolejne egzemplarze danego typu budynków lub urządzeń będą dopuszczane do

użytku na podstawie odpowiedniej deklaracji zgodności z pierwszym egzemplarzem, wydawanej przez producenta.

W rozporządzeniach podano zakres badań koniecznych dla pojazdów szynowych, które podzielono na pojazdy trakcyjne, wagony pasażerskie, wagony towarowe, pojazdy specjalne. Dla wymienionych pojazdów określono w sposób ogólny zakres badań bez precyzyjnego wskazania dokumentów odniesienia. Jako odniesienie można zatem zastosować karty UIC, normy lub przepisy TSI. Pojazdy szynowo-drogowe stanowią specyficzną odmianę pojazdów specjalnych. Analizując zapisy rozporządzenia można zauważyć, że dla pojazdów szynowo-drogowych określono 22 zakresy sprawdzeń, które niejednokrotnie rozbite są na kilka mniejszych zagadnień szczegółowych. Zakresy można podzielić na dwie grupy. Pierwsza obejmuje 11 zagadnień z zakresu ogólnego (obowiązującego dla wszystkich pojazdów) oraz 11 zagadnień z zakresu obowiązującego tylko dla pojazdów specjalnych.

Drugą grupę przedstawioną na rys. 3 stanowią pojazdy przeznaczone do poruszania się po linii kolejowej, które muszą spełniać wymagania dla pojazdów objętych TSI. Pojazdy objęte TSI dzielą się na dwie grupy: pojazdy zgodne z TSI i pojazdy niezgodne z TSI. Dla każdej z tych grup można wyodrębnić pojazdy, które posiadają już dopuszczenie w innym kraju lub takie, które takiego dopuszczenia jeszcze nie uzyskały. Pojazdy, które nie mają dopuszczenia w żadnym kraju należącym do Wspólnoty podlegają pełnej weryfikacji WE. Dla pojazdów, które zostały dopuszczone w innym kraju członkowskim stosuje się procedurę zgodną z art. 23c Ustawy o transporcie kolejowym [4]:

*Nie wymaga uzyskania zezwolenia na dopuszczenie do eksploatacji pojazd kolejowy zgodny z TSI, który uzyskał zezwolenie na dopuszczenie do eksploatacji w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej, jeżeli TSI dotyczące pojazdów nie określają punktów otwartych i szczeg*ólnych przypadków, a pojazd ten porusza się wyłącznie po *sieci kolejowej zgodnej z TSI, które nie określają punktów otwartych i szczególnych przypadków.*

Można w takim przypadku mówić o pełnej akceptacji wyników i metod badań, które muszą być identyczne na terenie całej wspólnoty.

Szczegółowy opis postępowania dla pojazdów zgodnych i niezgodnych z TSI można znaleźć w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 21 kwietnia 2017 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei. Zakres sprawdzeń znajduje się w załączniku IV do rozporządzenia i obejmuje 14 obszarów zagadnień. Wytyczne te dotyczą wszystkich pojazdów i uwagą zawartą w § 14:

§ 14. W przypadku pojazdu kolejowego niezgodnego z TSI, przystosowanego do poruszania się po torach kolejowych i drogach publicznych (pojazdu szynowo-drogowego), wymagany zakres parametrów koniecznych do skontrolowania obejmuje wyłącznie pkt 1-4, 7, 11 i 13 załącznika nr 4 do rozporządzenia.

Zgodnie z zapisami wymienione zagadnienia dla pojazdów szynowo-drogowych zostały ograniczone do 7 obszarów wymagających sprawdzenia. Stanowi to znaczne bardziej racjonalne podejście dla podmiotów ubiegających się o uzyskanie zezwolenia do eksploatacji. Przykładem może być brak konieczności sprawdzenia pojazdów pod względem zastosowanych materiałów niemetalowych. Dla pojazdów kolejowych wymagania materiałów niemetalowych określa norma PN EN

45545 [8]. Zastosowanie tej normy oznaczałoby powielenie wymagań w zakresie palności dla pojazdów, gdyż pojazdy są już najczęściej dopuszczone do ruchu na drogach i odpowiednie klasy palności muszą być spełnione (adekwatne dla transportu drogowego). Bezzasadne byłoby więc przebudowanie pojazdu drogowego w obszarach gdzie nie jest to konieczne z punktu widzenia eksploatacji pojazdu na torach.

Do zagadnień koniecznych do sprawdzenia należą:

1. Dokumentacja ogólna z uwzględnieniem opisu nowego, odnowionego lub modernizowanego pojazdu i jego przeznaczenia, projektu, napraw, informacji dotyczących eksploatacji i utrzymania, dokumentacji technicznej.
2. Konstrukcja i części mechaniczne, w tym integralność mechaniczna i interfejs między pojazdami z uwzględnieniem urządzeń cięgłowo-zderznych, przejść międzywagonowych, wytrzymałość konstrukcji pojazdu i jego wyposażenia, pojemność ładunkowa, bezpieczeństwo bierne, w tym zewnętrzna i wewnętrzna wytrzymałość zderzeniowa.
3. Współdziałanie pojazdu z torem i zagadnienia skrajni, w tym interfejsy mechaniczne z infrastrukturą z uwzględnieniem zachowania statycznego i dynamicznego, skrajni budowli i skrajni ładunkowej, szerokości toru, układów biegowych.
4. Urządzenia hamowania, w tym urządzenia zapobiegające poślizgowi kół i urządzenia sterowania hamowaniem, oraz skuteczność hamowania służbowego, nagłego i postojowego.
5. Wymogi w zakresie zewnętrznych systemów ostrzegania, oznakowania, funkcji i integralności oprogramowania: zewnętrzne systemy ostrzegania, oznakowanie, funkcjonalność i integralność oprogramowania, w tym funkcje dotyczące bezpieczeństwa mające wpływ na zachowanie pociągu oraz magistrala komunikacyjna pociągu.
6. Obsługa, w tym urządzenia pokładowe i interfejsy przeznaczone dla czynności obsługowych.
7. Wymogi eksploatacyjne, w tym szczególne wymogi eksploatacyjne dla pojazdów z uwzględnieniem trybu pracy podczas awarii i przywracania sprawności pojazdu.

Powyższa numeracja jest zgodna z numeracją wykazu parametrów pojazdu kolejowego do skontrolowania w celu dopuszczenia do eksploatacji pojazdów kolejowych niezgodnych z TSI opublikowanego w rozporządzeniu w sprawie interoperacyjności [7].

3. Wymagania homologacyjne przy projektowaniu

Przystępując do projektu należy mieć na uwadze ostateczny cel jakim jest praca urządzenia w określonych warunkach. W przypadku pojazdów szynowo-drogowych warunki są zdefiniowane przez przepisy kolejowe. Określone w przepisach

wymagania są konieczne do spełnienia. Należy więc już na etapie wyboru pojazdu drogowego, przeznaczonego do przebudowania na pojazd szynowo-drogowy, ocenić możliwości jego pozytywnej homologacji.

Zakres zagadnień przedstawionych powyżej jest szeroki. Poniżej omówiono wybrane zagadnienia w celu zaprezentowania metodyki podejścia na etapie projektowania. Objęte punktem 2 rozporządzenia w sprawie interoperacyjności zagadnienia związane z konstrukcją i częściami mechanicznymi, a w szczególności: wytrzymałość pojazdu, obciążenie i rozkład masy, naciski, mocowanie urządzeń do pudła, sprzęgi. Na rys. 4 przedstawiono przykład rozciągania pojazdu szynowo-drogowego.

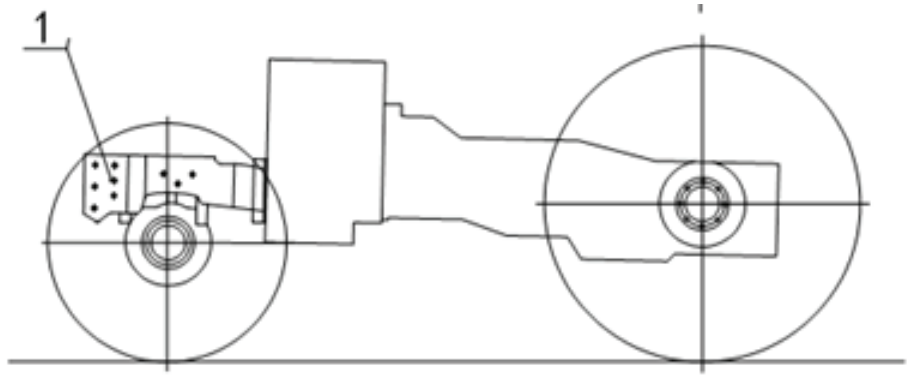
Próby wytrzymałościowe są istotne szczególnie dla maszyn szynowo-drogowych zbudowanych na bazie istniejących pojazdów drogowych. Każda zmiana w konstrukcji maszyny kategorii 9 w stosunku do pierwotnego projektu pojazdu bazowego wymaga dowodu, że konstrukcja ramy maszyn jest zgodna z przeznaczeniem. Zmiany takie mogą być konieczne w szczególności, gdy maszyna przeznaczona jest do współpracy z innymi pojazdami. Pojazdy takie wymagają sprawdzenia w zależności od istotności zmiany. Dowód może być przeprowadzony na stanowisku badawczym lub w postaci obliczeń symulacyjnych.

Rys. 4. Próba rozciągania pojazdu szynowo drogowego

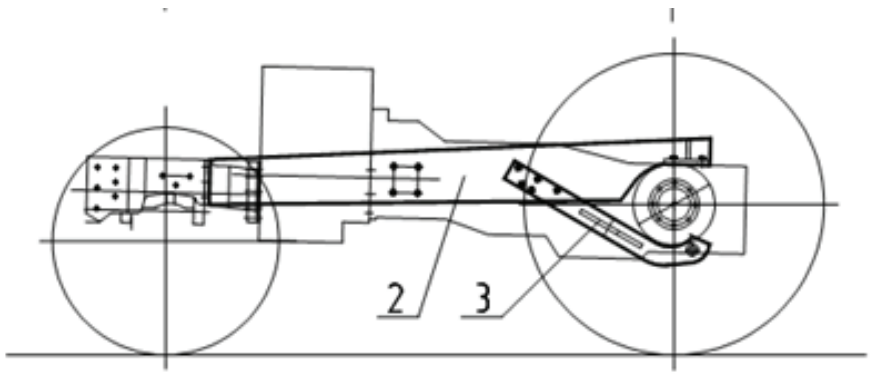
Zmiany w konstrukcji pojazdu dokonywane są już na etapie konstrukcji. Przykładem może być pojazd szynowo-drogowy, który został wyposażony w dodatkowe elementy. Ciągnik wyposażono w odpowiedni wspornik (1) przeznaczony

do zamocowania osi przedniej ciągnika, przedniego układu pociągowo zderznego (rys. 5a) oraz belki wzmacniające (2 i 3) pokazanych na rys. 5b. Belki wzmacniające wprowadzone po obu stronach korpusu podwozia zamocowano do korpusu w części środkowej i końcowej.

a)



b)



Rys. 5. Dodatkowe belki w pojeździe szynowo-drogowym podwyższające wytrzymałość [9]

Wszystkie zmiany dokonane w pojeździe winny być zgłoszone do jednostki homologującej i zostać poddane ocenie. Ważne jest, aby współpracę podjąć już na etapie projektu, gdyż może okazać się, że zmiany nie zostaną zaakceptowane z punktu widzenia procesów dopuszczenia pojazdu do ruchu, a ich kolejna modernizacja już na gotowym pojeździe może nieść za sobą znaczące koszty.

Kolejnym zagadnieniem bezpośrednio wpływającym na bezpieczeństwo są objęte punktem 4 rozporządzenia [4] zagadnienia związane z hamulcem. Zagadnienia te obejmują:

– wymogi funkcjonalne w zakresie hamowania,
– wymogi bezpieczeństwa,
– kontrole hamowania,
– skuteczność hamowania,

– zarządzanie skutecznością hamowania,
– wytwarzanie siły hamowania,
– elementy hamulca ciernego.

Każde z tych zagadnień hamulcowych podzielone jest na kolejne szczegółowe wytyczne obejmujące hamowanie: robocze, bezpośrednie, dynamiczne, postojowe. Poszczególne wytyczne odnoszą się do hamulców klockowych, tarczowych, magnetycznych, wiroprądowych, hamowania postojowego itd. Należy zwrócić szczególną uwagę na zakres norm przypisanych do zagadnień hamulca. Projektanci pojazdów przyzwyczajeni do pojazdów typowo kolejowych muszą w przypadku pojazdów szynowo-drogowych uwzględnić realizacje procesów hamowania poprzez tarcie opony o szyny. Wytyczne te znajdują się w normie EN-15746, która obecnie nie jest uwzględniona w Liście Prezesa UTK [10]. Jej zastosowanie jest niezbędne w celu określania tak podstawowych parametrów jak droga hamowania. Należy zauważyć, że zgodnie z przepisami pojazd szynowo-drogowy winien spełniać wymagania dla lokomotywy, gdy jest pojazdem posiadającym możliwość samodzielnej jazdy lub dla wagonu, gdy jest pojazdem ciągniętym przez inne pojazdy.

Osobnym zagadnieniem są pojazdy wyposażone w sprzęg i przeznaczone do pracy z innymi pojazdami. Pojazdy te często poruszając się samodzielnie realizują proces hamowania poprzez tarcie pomiędzy oponą a szyną, natomiast mogą zainicjować proces hamowania w ciągnionych pojazdach. Na rys. 6 pokazano przykład pojazdu posiadającego zabudowane zbiorniki powietrza na dachu pojazdu, a na rys. 7 pokazano elementy hamulca znajdujące się w kabinie maszynisty.

Rys. 6. Przykład pojazdu wyposażonego w zbiorniki służące do hamowania składem wagonów
Źródło: archiwum autora

Rys. 7. Elementy układu hamulcowego zabudowanego w kabinie pojazdu szynowego
Źródło: archiwum autora

4. Podsumowanie

Nowatorskie rozwiązania konstrukcyjne w pojazdach szynowo-drogowych stanowią wyzwanie dla konstruktorów. Istotnym wyzwaniem dla konstruktorów są techniczne aspekty homologacji. Zróżnicowanie pojazdów może powodować problemy z uzyskaniem dopuszczenia pojazdu do eksploatacji, niemniej wykonanie wymaganych rozporządzeniem badań jest niezbędne dla zachowania bezpieczeństwa.

Proces homologacji pojazdu nie rozgranicza kategorii pojazdów, tak jak dostępne przepisy normatywne. Powoduje to, że zgodnie z obowiązującymi przepisami wszystkie typy pojazdów podlegają tym samym wymaganiom. Szczególnie niezbędne jest rozdzielenie wymagań dla pojazdów kategorii 8 i 9.

Istotnym elementem dla homologacji pojazdów jest zaangażowanie w proces dopuszczenia pojazdu operatora linii, po której porusza się pojazd. Podmioty te najlepiej znają charakterystykę torów wraz ze wszystkimi ograniczeniami, które mogą się na nich pojawić.

W ostatnim czasie UTK przy wsparciu jednostek upoważnionych podjęło działania mające umożliwić homologację pojazdów szynowo-drogowych. Działania te mają doprowadzić do stworzenia wykazu przepisów pozwalających na bezpieczną eksploatację pojazdów dwudrogowych.

Należy zwrócić uwagę, że obecność na Polskich torach pojazdów szynowo-drogowych jest niezbędna, a ich rola jest nieoceniona przy prowadzeniu prac zarówno remontowych jak i pomocniczych.

Bibliografia

[1] Medwid M., Cichy R., Przepióra K., Ciągnik szynowo drogowy do prowadzenia prac manewrowych na bocznicach kolejowych, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów 2(61)/2006Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Politechnika Warszawska.
[2] Medwid M., Pojazd szynowo-drogowy do czyszczenia torów. Przegląd handlowy nr 10/96r.
[3] Medwid M., Sienicki A., Pojazd szynowo-drogowy z bębnowym napędem ciernym szynowego układu jezdnego. Pojazdy Szynowe 1/03r.
[4] USTAWA z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. 2019 r. poz. 710)
[5] Wojciechowska E., Cichy R., Dopuszczenia pojazdu szynowego do eksploatacji w Polsce w odniesieniu do oceny warunków środowiskowych. Pojazdy Szynowe 2/2014.
[6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczenia do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz. U. 2014 r. poz. 720).
[7] Rozporządzenie Ministra infrastruktury i budownictwa z dnia 21 kwietnia 2017 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei (Dz. U. 2017 r. poz. 934).
[8] PN-EN 45545 Kolejnictwo - Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych (seria).
[9] Medwid M., Cichy R., Ciągnik szynowo-drogowy o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej na działanie sił wzdłużnych. Pojazdy Szynowe 1/2010.
[10] Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei
[11] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie.