

Analiza wybranych przepisów i norm istotnych z punktu widzenia projektowania autobusów elektrycznych część 2

Streszczenie: W pierwszej części artykułu przedstawiono wyzwania prawne jak i standaryzacyjne, z którymi musi zmierzyć się producent taboru elektrycznych autobusów miejskich, gdy chce wprowadzić swój nowy produkt na rynek. W publikacji uwzględniono rys historyczny wprowadzenia regulacji prawnych względem pojazdów, stan aktualny oraz wskazano przykładowe najważniejsze, z punktu widzenia projektowania autobusów elektrycznych, regulacje oraz standardy. W niniejszym artykule rozwinięta zostanie zawartość i zastosowanie regulaminów oraz standardów istotnych z punktu widzenia projektowania autobusów. Wskazane zostaną również wymagania, które zdaniem autorów powinny znaleźć się w przyszłych przepisach prawnych stosowanych wobec autobusów

Abstract: The first part of the article presents legal and standardization challenges faced by the manufacturer of urban electric buses fleet when he wants to launch his new product on the market. The publication includes historical outline of introduction of legal regulations concerning vehicles, current state and indicates examples of the most important, from the point of view of electric buses design, regulations and standards. In this article will be developed the content and application of regulations and standards relevant to the design of buses. It will also indicate the requirements that, in the opinion of the authors, should be included in the future legal regulations applicable to buses. (**Analysis of selected regulations and standards relevant to the design of electric buses, part 2**)

Słowa kluczowe: przepisy, normy, autobusy elektryczne, architektura komunikacji, układy napędowe

Keywords: regulations, standards, electric buses, communication architecture, drivetrain

Wstęp.

Wprowadzenie pojazdu na rynek i możliwość jego sprzedaży wiąże się nie tylko z jego zaprojektowaniem ale również z uzyskaniem homologacji europejskiej.

Najważniejsze wymagania dotyczące pojazdów zawarte zostały w regulaminach EKG ONZ. Spośród przepisów najważniejsze dla projektowa ia autobusów elektrycznych są: R10, R85, R100 oraz R1 stające się wymogiem prawnym dla wszystkich nowych pojazdów począwszy od 2024 roku.

Regulamin nr 10

Regulamin 10 nie jest przepisem szczególnym dla pojazdów elektrycznych. Ma on zastosowanie do pojazdów kategorii L, M, N i O [1] w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej. Jest ona rozumiana jako zdolność danego urządzenia elektrycznego lub elektronicznego do prawidłowego działania w środowisku elektromagnetycznym. Urządzenie to nie może również emitować zakłóceń pola elektromagnetycznego, które mogłyby wpływać na prawidłowe działanie innych urządzeń [2]. Bardzo znaczny wzrost liczby elementów elektrycznych i elektronicznych oraz instalacji wysokiego napięcia w autobusach elektrycznych sprawia, że wymagania R10 stanowią duże wyzwanie dla projektantów. Urządzenia instalowane w pojazdach, jak również sam pojazd, nie mogą w żaden sposób wpływać na pojazdy znajdujące się w pobliżu ani na podzespoły i urządzenia, w które pojazd jest wyposażony podczas eksploatacji. Rozporządzenie zawiera również dodatkowe wymagania dla pojazdów wyposażonych w systemy zewnętrznego ładowania akumulatorów trakcyjnych. Dotyczą one kontroli emisji spalin oraz odporności w związku z podłączeniem do zewnętrznej infrastruktury ładowania [3]. W przepisach podano szczegółowe informacje, w jaki sposób należy przeprowadzać badania, czy niezależnie od elementów, które mają być zamontowane w autobusie, czy też całego autobusu z już zamontowanymi elementami elektrycznymi i elektronicznymi. Przepisy odnoszą się do wielu norm. Dlatego ich stosowanie stało się obowiązkowe. Przykłady norm przywołanych w rozporządzeniu przedstawiono w tabeli 3. Normy te mogą być tworzone przez różne

organizacje, takie jak Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna lub Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna.

Regulamin 85

W regulaminie 85 w kontekście autobusów elektrycznych określono metody badań w celu ustalenia mocy netto i maksymalnej mocy 30-minutowej elektrycznego układu napędowego. Przez elektryczne układy napędowe rozumie się urządzenia sterujące wraz z silnikami wykorzystywane do napędzania pojazdów jako jedyny rodzaj napędu. Badania należy przeprowadzać zgodnie z procedurą opisaną w rozporządzeniu. Przed rozpoczęciem pomiarów układ napędowy powinien być odpowiednio kondycjonowany. Podczas badania elektryczny układ napędowy należy wyposażyć w urządzenia pomocnicze niezbędne do obsługi układu napędowego w sposób odpowiadający instalacji w pojeździe. Zarówno moc netto, jak i maksymalna moc 30-minutowa podana przez producenta dla danego typu układu napędowego może być zaakceptowana przez akredytowaną służbę techniczną, jeżeli różnica między wartościami zmierzonymi dla mocy maksymalnej nie przekracza $\pm 2\%$, a dla pozostałych punktów na krzywej mocy nie przekracza $\pm 4\%$ z tolerancją $\pm 2\%$. Należy zwrócić uwagę, że jeżeli akumulator trakcyjny zamontowany w pojeździe ogranicza moc 30-minutową układu napędowego, to moc 30-minutowa pojazdu elektrycznego może być niższa niż zadeklarowana w badaniu zgodnie z regulaminem 85.4 [4].

Regulamin 100

Regulamin 100 lub Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do szczególnych wymagań dotyczących elektrycznego układu napędowego [2015/505] jest jednym z najważniejszych przepisów, z którymi muszą być zgodne autobusy elektryczne. Rozporządzenie jest podzielone na dwie części i zawiera szereg załączników, w których szczegółowo opisano m.in. proces badań. Zakres pierwszej części regulaminu obejmuje m.in. kwestie bezpieczeństwa związane z elektrycznym układem napędowym autobusów

wyposażonych w jeden lub więcej silników trakcyjnych o napędzie elektrycznym niepodłączonych na stałe do sieci przesyłowej oraz ich części i układy wysokiego napięcia, które są galwanicznie połączone z szyną wysokiego napięcia elektrycznego układu napędowego. Część pierwsza rozporządzenia nie obejmuje wymogów bezpieczeństwa powypadkowego dla pojazdów. W drugiej części określono natomiast wymagania dotyczące bezpieczeństwa układu magazynowania energii. Część druga regulaminu nie ma jednak zastosowania do akumulatorów, których podstawowym zadaniem jest dostarczanie energii elektrycznej do systemów pomocniczych w pojeździe, w tym do układu rozruchu silnika. W dokumencie baterie trakcyjne określane są jako REESS, czyli Rechargeable Energy Storage System (system magazynowania energii wielokrotnego ładowania). W pierwszej części rozporządzenia zawarto szczegółowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa elektrycznego pojazdu. Zdefiniowano wymagania dotyczące ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym oraz ochrony przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim. Szczegółowo opisano wyłącznik serwisowy i oznakowanie. W załączniku 4A do rozporządzenia określono również metodę pomiaru rezystancji izolacji, która ma być stosowana w badaniach pojazdów. W Rozporządzeniu 100 opisano również zagadnienia związane z bezpieczeństwem funkcjonalnym. Wskazano na przykład, że kierowca pojazdu musi otrzymać przynajmniej krótki sygnał powiadamiający go, że pojazd jest w "trybie aktywnej jazdy", lub że kierowca musi otrzymać sygnał ostrzegawczy (np. optyczny lub dźwiękowy) podczas opuszczania pojazdu, jeżeli pojazd jest nadal w trybie aktywnej jazdy, gotowy do aktywnej jazdy [5]. W drugiej części rozporządzenia opisano wymagania dla systemu REESS dotyczące jego bezpieczeństwa. Wskazano w nim, w jaki sposób należy przeprowadzać testy weryfikacyjne i jakie są kryteria ich akceptacji. W ramach procedur badawczych opisanych szczegółowo w załączniku 8 baterie trakcyjne poddawane są drganiom, weryfikowane jest ich zachowanie w przypadku nagłych zmian temperatury lub w przypadku uderzeń mechanicznych. Szczegółowy wykaz wymagań przedstawiono w tabeli 2. W 2021 roku opublikowano rewizję 3 Regulaminu 100. W rewizji tej uwzględniono zapisy dokumentu GTR-EVS (Global Technical Regulation on Electric Vehicle Safety) numer 20. Dokumenty GTR będące ogólnymi przepisami technicznymi dotyczącymi bezpieczeństwa pojazdów elektrycznych prezentują wspólne stanowisko przedstawicieli Unii Europejskiej, Stanów Zjednoczonych oraz Japonii. W regulaminie pojawiły się więc nowe wymogi oraz modyfikacje już istniejących. Zmodyfikowano kwestię badań REESS w zakresie odporności ogniowej. Dodano LPG jako źródło ognia oraz informację na temat stanu naładowania baterii. Zmodyfikowano również zapisy związane z zabezpieczeniem przed przeładowaniem oraz nadmiernym rozładowaniem. Określono stan naładowania baterii jak również między innymi dopuszczono możliwość badania baterii na pojeździe. Wprowadzono nowe procedury badawcze związane z zabezpieczeniem przed przegrzaniem. Dodano również badanie zabezpieczenia przetężeniowego. Celem tego badania jest sprawdzenie skuteczności zabezpieczenia przetężeniowego podczas ładowania ze źródła zewnętrznego prądem stałym, aby uchronić REESS przed wszelkimi poważnymi konsekwencjami wywołanymi nadmiernym poziomem prądu ładowania określonym przez producenta. Pojawiły się również wymogi dotyczące zabezpieczeń przed niską temperaturą. W tym przypadku producent REESS musi udostępnić dokumenty wyjaśniające monitorowanie

parametrów bezpieczeństwa w niskich temperaturach. Uszczegółowiono również kwestie związane z propagacją ciepła w przypadku REESS zawierającego łatwopalny elektrolit. W takiej sytuacji pasażerowie pojazdu nie mogą być wystawieni na działanie środowiska niebezpiecznego stanowiącego efekt propagacji termicznej spowodowanej zwarciem wewnętrznym skutkującym niestabilnością cieplną jednego ogniwa. Dodano również wymóg ostrzegania w którym producenci REESS lub pojazdu muszą udostępnić, na żądanie upoważnionej placówki technicznej, w razie potrzeby, dokumenty wyjaśniające parametry bezpieczeństwa na poziomie systemu lub podsystemu pojazdu. [6],[7]

Regulamin 155

Wraz z wprowadzeniem nowego Rozporządzenia 155 w sprawie pojazdów drogowych, bezpieczeństwo cybernetyczne staje się wymogiem prawnym dla wszystkich nowych pojazdów począwszy od 2024 roku. Aby spełnić wymagania tego rozporządzenia, firma musi z powołaniem wdrożyć System Zarządzania Bezpieczeństwem Cybernetycznym potwierdzony certyfikatem zgodności i uzyskać homologację "typu" dla produkowanych pojazdów. Ponieważ architektura autobusów elektrycznych staje się coraz bardziej złożona, niezwykle istotne jest przeprowadzenie analizy TARA (Threat Analysis & Risk Assessment) w celu znalezienia obszarów wysokiego ryzyka. Wewnętrzna architektura CAN nie jest bezpieczna z założenia, dlatego należy podjąć konkretne środki w celu zmniejszenia ryzyka ataku hakerów na ważne zasoby. Scenariusze zagrożeń, które opisują prawdopodobne ścieżki ataku, pokazują, że wszystkie połączenia między siecią wewnętrzną a systemami zewnętrznymi muszą być chronione i monitorowane. Aby ograniczyć ryzyko ataku hakerów, OEM powinien skoncentrować przepływ danych przez bramki, które są zabezpieczone przed najbardziej powszechnymi atakami. W praktyce wszystkie systemy bezprzewodowe, takie jak systemy zarządzania flotą czy zdalne systemy diagnostyczne, powinny być oddzielone od wewnętrznej sieci autobusowej za pomocą bezpiecznego urządzenia. Ta sama zasada dotyczy połączeń przewodzących, takich jak gniazdo OBD. Nie wystarczy tylko chronić magistralę przed atakami z zewnątrz. W miarę upływu czasu hakerzy nabywają nowe umiejętności, dysponują lepszymi narzędziami, może się okazać, że algorytmy kryptograficzne chroniące sieć nie będą już wystarczająco skuteczne. Konieczne jest, aby OEM nieustannie poszukiwał słabych punktów w magistrali i jej komponentach. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji, gdy na rynek trafia nowy komponent lub następuje aktualizacja oprogramowania. Do obowiązków OEM należy zbieranie informacji o próbach ataków. Systemy wykrywania włamań (IDS) mogą być pomocne w wykrywaniu podejrzanego ruchu w sieci, który może być atakiem hakerów. [8]

Przykłady kluczowych norm stosowanych w projektowaniu autobusów elektrycznych.

Najważniejsze normy z punktu widzenia autobusów elektrycznych związane są z bezpieczną komunikacją oraz bezpieczeństwem funkcjonalnym. Ważne dla branży są również krajowe zalecenia z których do najbardziej ustrukturyzowanych należą wydawane przez Związek Niemieckich Przedsiębiorstw Transportowych – stowarzyszenie branżowe na rzecz transportu publicznego (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen – der Branchenverband für den öffentlichen Verkehr – VDV).

Tabela 1. Przykłady norm

Norma	Opis
ISO 7637-1	Road vehicles - Electrical disturbances by conduction and coupling - Part 1: Definitions and general considerations', 2nd edition 2002
ISO-EN 17025	"General requirements for the competence of testing and calibration laboratories", 2nd edition 2005 and Corrigendum: 2006.
ISO 11451	"Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Vehicle test methods"
IEC 61000-3-2	"Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits for harmonic current emissions (for devices with input current ≤ 16 A per phase)", edition 3.2 - 2005 + amendment 1:2008 + Amendment 2:2009

Tabela 2. Załącznik 8 UN/ECE R100.02 [4]

Numer załącznika	Typ testu	Cel
8A	Test vibracji	Celem tego testu jest sprawdzenie bezpieczeństwa w środowisku wibracji, na które akumulator będzie narażony podczas normalnej eksploatacji pojazdu.
8B	Badanie szybkiej zmiany temperatury i badanie cyklu termicznego	Celem tego testu jest sprawdzenie odporności akumulatora na nagłe zmiany temperatury. Cykl symuluje zmiany temperatury otoczenia, jakich akumulator może doświadczyć w trakcie swojego życia.
8C	Wstrząsy mechaniczne	Celem tego testu jest sprawdzenie bezpieczeństwa działania akumulatora w warunkach obciążeń inercyjnych, które mogą wystąpić podczas zderzenia pojazdów.
8D	Integralność mechaniczna	Celem tego testu jest sprawdzenie bezpieczeństwa akumulatora trakcyjnego pod obciążeniem kontaktowym, które może wystąpić w sytuacji zderzenia pojazdu. (nie wchodzi w zakres wymagań dla autobusów)
8E	Odporność ogniowa	Celem tego badania jest sprawdzenie odporności akumulatorów trakcyjnych na działanie ognia z zewnątrz pojazdu.
8F	Zewnętrzne zabezpieczenie przeciwzwarciowe	Celem tego testu jest sprawdzenie skuteczności zabezpieczenia przeciwzwarciowego.
8G	Ochrona przed przeładowaniem	Celem tego testu jest sprawdzenie skuteczności ochrony akumulatorów przy wyłączonych funkcjach kontroli ładowania.
8H	Zabezpieczenie przed nadmiernym rozładowaniem	Celem testu jest sprawdzenie, czy akumulator jest wystarczająco zabezpieczony przed spadkiem napięcia poniżej wartości minimalnej deklarowanej przez producenta.
8I	Ochrona przed przegrzaniem	Celem tego testu jest sprawdzenie skuteczności ochrony akumulatora nawet w przypadku awarii układu chłodzenia.

Tabela 3. Opis zawartości dla ISO 11898 i SAE J1939

Norma	Opis
ISO 11898 [15]	Norma ISO 11898 opisuje warstwę łącza danych (DLL) oraz sygnalizację fizyczną sieci kontrolerów magistrali CAN. Opisując ogólną architekturę CAN w kategoriach warstw hierarchicznych zgodnie z modelem referencyjnym ISO dla połączeń systemów otwartych (OSI), jak ustanowiono w ISO/IEC 7498-1, podaje charakterystykę wymiany informacji cyfrowych pomiędzy modułami zgodnie z CAN DLL. Standard zawiera: opis działania magistrali CAN; warstwową architekturę magistrali CAN; opis podwarstw LLC; opis interfejsu między LLC i MAC; opis podwarstw MAC; kompatybilność podwarstw LLC i MAC
SAE J1939 [16]	SAE J1939 to norma stosowana w pojazdach użytkowych do łączenia i komunikacji w całym pojeździe, której warstwa fizyczna została zdefiniowana w normie ISO 11898. SAE J1939 zawiera konwencje i notacje, które określają położenie parametrów w polach danych PGN, konwencje dla parametrów ASCII oraz konwencje dla szybkości transmisji PGN. Dokument ten zawiera parametry danych i komunikatów do wymiany informacji między elementami ECU podłączonymi do wspólnej sieci. Standard obejmuje: komunikację i sterowanie pojazdami ciężkimi; opis warstwy łącza danych; opis warstwy sieciowej; opis warstwy aplikacji z diagnostyką; opis zarządzania siecią

Zalecenia VDV

VDV jest aktywnym stowarzyszeniem branżowym prowadzącym dialog z przedstawicielami rządu krajowego i gospodarki. VDV zrzesza około 600 firm zajmujących się publicznym transportem pasażerskim i kolejowym w Niemczech [9].

W ramach swojej działalności stowarzyszenie zajmuje się m.in. opracowywaniem zaleceń dotyczących zarówno bezpieczeństwa, jak i standaryzacji rozwiązań stosowanych w pojazdach transportu drogowego i kolejowego [10]. Zgodność z zaleceniami VDV jest często wymagana w niemieckich przetargach na autobusy miejskie. Stają się one wówczas obowiązkowe dla firm biorących udział w takich przetargach. Jedną z ważnych rekomendacji jest VDV 230/1 określająca wymagania ramowe dla autobusów

elektrycznych. W rekomendacji tej znajdują się opisy i wymagania dotyczące układu napędowego, podwozia, baterii trakcyjnych, fotela kierowcy, systemu wysokiego napięcia, systemów sterowania oraz ogrzewania i klimatyzacji. Również powszechnie stosowana norma VDV 260 opisuje ogólne aspekty ładowania, a przede wszystkim infrastrukturę i stacje ładowania.

ISO 26262 – bezpieczeństwo funkcjonalne

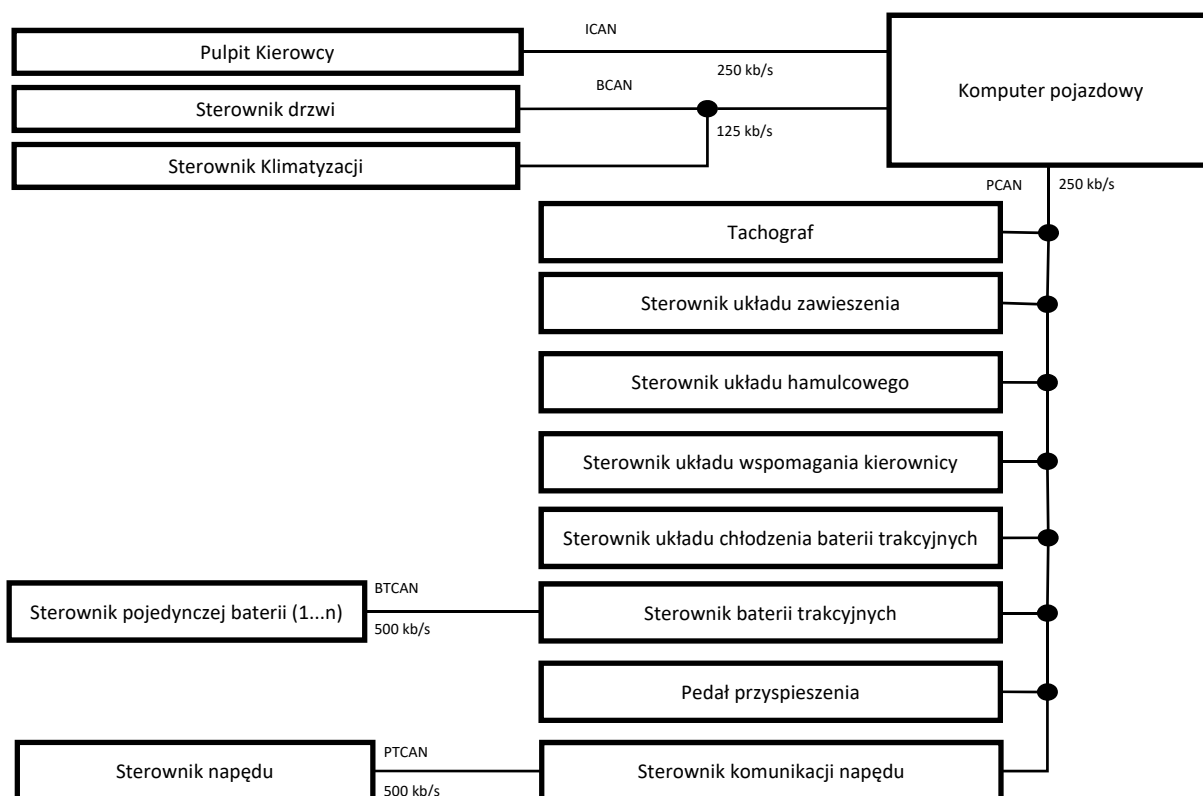
Przy tak rozbudowanych systemach elektrycznych, jakie występują obecnie w nowoczesnych autobusach, bezpieczeństwo funkcjonalne i cyberbezpieczeństwo staje się jednym z najważniejszych aspektów. Norma ISO 26262 definiująca bezpieczeństwo funkcjonalne jako brak nieuzasadnionego ryzyka spowodowanego awariami

systemów elektryczno-elektronicznych (E/E) staje się jedną z najważniejszych norm do wdrożenia w branży transportu publicznego. Początki rozwoju bezpieczeństwa funkcjonalnego miały już miejsce. Pierwsza wersja pojawiła się w 2011 r., a zmiany dla autobusów i ciężarówek obowiązują od 2018 r. Zgodnie z normą systemy E/E powinny być opracowywane zgodnie z metodologią "V", która zapewnia, że każdy etap rozwoju jest odpowiednio weryfikowany. Chociaż norma przedstawia wymagania dotyczące całego cyklu życia produktu, z punktu widzenia producenta pojazdu najważniejsze działania powinny być podjęte na etapie projektowania i walidacji. System E/E można uznać za bezpieczny, jeżeli spełnione są cele bezpieczeństwa określone w fazie analizy ryzyka (HARA). [11]

Architektura komunikacji pomiędzy systemami nadzoru i sterowania w autobusach elektrycznych w oparciu o normy J1939 i ISO 11898.

Rozwój systemu elektrycznego w autobusach następował wraz z rozwojem elementów sterowania. Liczba czujników, liczba elementów wykonawczych, jak również logika ich wzajemnych powiązań stały się zbyt złożone dla klasycznego systemu elektrycznego [12]. Wprowadzano coraz więcej sterowników i urządzeń elektronicznych, które musiały wymieniać między sobą informacje w czasie rzeczywistym. Konieczne stało się więc wprowadzenie nowego medium umożliwiającego taką komunikację. W nowoczesnych autobusach elektrycznych takim medium była magistrala CAN, która została opracowana w latach

osiemdziesiątych XX wieku przez firmę Bosch. Obecnie w autobusach stosowane są systemy multi-master oparte na normach SAE J1939 i ISO 11898 opisujących szczegółowo warstwę transmisyjną (protokół) i warstwę fizyczną magistrali komunikacyjnej. Sterowniki produkowane obecnie na potrzeby branży autobusów elektrycznych spełniają standardy wskazane w tabeli 3, a tym samym zapewniają kompatybilność i interoperacyjność sterowanych przez nie systemów. Na rys. 3 przedstawiono uproszczoną wersję obecnie stosowanej w autobusach elektrycznych produkowanych przez firmę Solaris architektury magistrali CAN [13]. W rzeczywistych pojazdach w zależności od konfiguracji i wyposażenia występuje od 60 – 90 sterowników podłączonych do magistrali komunikacyjnej. Przy czym do łączenia urządzeń na przykład związanych z napędem używane są magistrale klasy C (High-Speed Controller Area Network – transfer od 125 kbit/s do 500 kbit/s), natomiast do układów związanych z wyposażeniem dodatkowym używa się magistrali klasy B (Low-Speed Controller Area Network – transfer do 125 kbit/s). Do każdej magistrali musimy mieć zapewniony dostęp ze względu na konieczność wykonywania diagnozy urządzeń do niej podłączonych, i tutaj przychodzi nam z pomocą na przykład norma opracowana przez Komitet Techniczny ISO/TC 22, Pojazdy drogowe - ISO 15765-4:2021, która określa specyficzne wymagania dla systemów diagnostycznych wykorzystujących komunikację CAN pomiędzy siecią pojazdu a złączem diagnostycznym.



Rys. 1. Architektura magistrali komunikacyjnej CAN systemu nadzoru i sterowania magistrali bateryjnej [13].

Podsumowanie i wnioski

Często uwarunkowania prawne nie nadążają za dynamicznie rozwijającą się techniką i technologią. Każda nowa nowelizacja przepisów rozszerza zakres wymagań o nowe typy pojazdów, a także definiuje kolejne wymagania

dla zapewnienia coraz wyższego poziomu bezpieczeństwa, które bezwzględnie muszą być spełnione. Obecne prace legislacyjne Komisji Europejskiej i grup roboczych mające na celu poprawę bezpieczeństwa zarówno samego autobusu, jak i innych użytkowników dróg wyraźnie

wskazują, że liczba wymaganych prawem funkcjonalności będzie stale rosła. Nowe rozporządzenie UE 2019/2144 wprowadza aż 17 zupełnie nowych przepisów dotyczących homologacji pojazdów. Zostaną one wprowadzone w latach 2022-2029. Jednym z nich jest wprowadzenie regulaminu 155 oraz regulaminu 156, które wprowadzają wymagania prawne w zakresie bezpieczeństwa cybernetycznego. Równie ważnym aspektem jest bezpieczeństwo funkcjonalne, które jednak nie znalazło się pośród najnowszych wymagań opisywanych w regulaminach. Norma ISO 26262 nadal stanowi tylko i wyłącznie najlepsze praktyki jako, że standardy nie stanowią wymogu prawnego do ich stosowania. Wymagania dla pojazdów opisane w ISO26262 odnośnie całego cyklu życia produktu stanowią niewątpliwie jeden z gwarantów projektowania i produkcji bezpiecznych pojazdów, co stanowi kluczowy cel istnienia regulaminów EKG ONZ. W związku z tym, zdaniem autorów niniejszego artykułu, budzącym wątpliwości jest wdrażanie wymogów odnośnie bezpieczeństwa cybernetycznego przy jednoczesnym pominięciu wymogów bezpieczeństwa funkcjonalnego. To drugie ma bowiem bezpośrednio przełożenie na zdrowie i życie ludzi. Jako autorzy mocno rekomendujemy możliwie szybkie zaplanowanie wdrożenia w życie przepisów odnośnie bezpieczeństwa funkcjonalnego. Dodatkowo ważnym aspektem jest kwestia rozszerzenia wymagań ISO26262, które to dotyczą tylko systemów elektrycznych i elektronicznych, o systemy mechaniczne związane z bezpieczeństwem funkcjonalnym co stanowiłoby idealne zwięźczenie tematyki bezpieczeństwa pod względem procesowym jak i operacyjnym.

Autorzy:

mgr inż. Michał Sierszyński, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Solaris Bus & Coach Sp. z o.o., e-mail: sierszynski@agh.edu.pl, michal.sierszynski@solarisbus.com, ORCID 0000-0001-6356-6165

mgr inż. Łukasz Chelchowski, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Solaris Bus & Coach Sp. z o.o., e-mail: chelchowski@agh.edu.pl, lukasz.chelchowski@solarisbus.com, ORCID 0000-0002-9014-8898, autor korespondujący,

mgr inż. Bogdan Kaczmarczyk, Solaris Bus & Coach Sp. z o.o., e-mail: bogdan.kaczmarczyk@solarisbus.com

mgr inż. Paweł Muszyński, Solaris Bus & Coach Sp. z o.o., e-mail: pawel.muszynski@solarisbus.com

dr inż. Dariusz Michalak, Solaris Bus & Coach Sp. z o.o., e-mail: dariusz.michalak@solarisbus.com,

LITERATURA

- [1]<https://www.its.waw.pl/9866.pl,Badania-homologacyjne-typu-pojazdu-kategorii-M-N-O-L-R-T-S.html>
- [2]<https://www.eae-elektronik.pl/kompatybilnosc-elektromagnetyczna-i-badania-emc/>
- [3] <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/b0779df9-024e-11e2-8e28-01aa75ed71a1/language-pl>
- [4]<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A42006X112>
- [5][https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:42015X0331\(01\)&from=PL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:42015X0331(01)&from=PL)
- [6]https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.L._2021.449.01.0001.01.POL
- [7]https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.L._2015.087.01.0001.01.POL
- [8] <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/regulamin-onz-155-jednolite-przepisy-dotyczace-homologacji-pojazdow-w-69420006>
- [9] <https://www.vdv.de/>
- [10]<https://www.vdv.de/vdv-schriften-und-mitteilungs-verzeichnis-e.pdfx+&cd=16&hl=pl&ct=clnk&gl=pl&client=firefox-b-e>
- [11] <https://www.iso.org/standard/68392.html>
- [12] Pojazdy samochodowe. Samochody ciężarowe i autobusy, Leon Prochowski, Andrzej Żuchowski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności sp. z o.o., Warszawa 2004
- [13] Napędy i sterowanie. Miesięcznik naukowo – techniczny nr 11 (259), listopad 2020, Wydawnictwo Druk-Art. S.C. Racibórz, s 85-91
- [14] <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15765:-4:ed-4:v1:en>
- [15] <https://www.iso.org/standard/63648.html>
- [16] https://www.sae.org/publications/collections/content/j1939_dl/