

## ANALIZA WYBRANYCH PROBLEMÓW ERGONOMII I BEZPIECZEŃSTWA W AUTOBUSACH MIEJSKICH

PYĆ Marcin, dr inż., Katolicki Uniwersytet Lubelski, Lublin, Polska  
WOJEWODA Paweł, dr inż. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПРОБЛЕМ ЕРГОНОМІКИ І БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ  
ПІЧЬ Марцін, доктор інженер, Католицький університет Любліна, Люблін, Польща  
ВОСВОДА Павел, доктор інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

ANALYSIS OF SELECTED PROBLEMS OF ERGONOMICS AND SAFETY ON CITY BUSES  
PYC Marcin, Ph.D., Catholic University of Lublin, Lublin, Poland  
WOJEWODA Pawel, Ph.D., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

**Wstęp.** Szyscy producenci autobusów miejskich kierują się w trakcie procesu projektowego zapewnieniem swoim pojazdom najbardziej ekonomicznej eksploatacji, a tym samym zmniejszaniem negatywnego wpływu na środowisko. Kolejnym priorytetem jest zapewnienie bezwarunkowego bezpieczeństwa, wysokiego komfortu pracy kierowcy i wyposażenie pojazdu w wiele inteligentnych układów wspomagających pracę kierowcy a co się z tym wiąże, pozwalających uzyskać maksymalne osiągi pojazdu przy minimalnym wpływie na środowisko naturalne [1, 14].

Głównym zadaniem producentów autobusów powinno być dostarczanie produktów, które zapewnią kierowcom i pasażerom wysoki poziom bezpieczeństwa. Autobus na drodze to jednak tylko jeden z elementów większej całości i powinno się również zwiększyć bezpieczeństwo innych użytkowników dróg, nie tylko cały czas udoskonalając pojazdy, ale również dzieląc się posiadaną wiedzą, która może pomóc w budowaniu bezpieczniejszych dróg i przystanków autobusowych oraz zapewnieniu większej ochrony kierowców i pasażerów [2].

Dzięki ciągłym badaniom i wprowadzaniu usprawnień technologicznych zapewniane jest wszystko, co konieczne, aby zmniejszyć niepotrzebne zużycie paliwa i energii. Od zaawansowanej opływowej sylwetki i wysokociśnieniowych układów wtryskowych o ciągłej regulacji ciśnienia do bardzo efektywnej techniki hamowania. Należy także wspomnieć o komfortowych wnętrzach wpływających na zwiększenie produktywności i o wytrzymałej konstrukcji, wysokiej jakości stosowanych materiałów, które gwarantują, że zaprojektowane elementy będą zarówno bezpieczne, jak i efektywne [1, 14].

**Design i ergonomia autobusu miejskiego.** Coraz większe znaczenie przy projektowaniu konstrukcji autobusu miejskiego mają jego wygląd zewnętrzny i ergonomia wykonania wnętrza autobusu (rys. 1). Są to cechy wizualne i estetyczne, które w szczególności przyciągają wzrok pasażerów, którzy będą korzystać z autobusu. Chodzi tutaj o nowoczesny i zunifikowany kształt, wystrój i kolorystykę, taki sam dla określonej grupy wyrobów oraz specyficzny dla każdego producenta i przewoźnika.

Wspomniane już wcześniej design i ergonomia autobusu miejskiego powinny charakteryzować się następującymi cechami:

- powinny mieć perfekcyjnie i estetycznie wykończone wnętrza przedziału kierowcy i przede wszystkim przedziału pasażerskiego,
- wygląd zewnętrzny autobusu powinien mieć płynną i zwarta linię,
- wnętrze autobusu musi być pełne światła, co uzyskuje się przez dużą powierzchnię okien bez fug bocznych oraz zastosowanie dodatkowego systemu oświetlenia,
- funkcjonalne rozmieszczenie uchwytów, poręczy, przycisków i kasowników we wnętrzu autobusu, oraz odpowiednie ich oznakowanie wizualne,
- wszystkie elementy powinny być bez ostrych krawędzi (powinny być zaokrąglone),
- drzwi powinny być otwierane wahadłowo do wewnątrz,
- wszystkie drzwi powinny być wyposażone w rewersowanie drzwi, tj. układ zabezpieczający przed przytrzaśnięciem pasażera (bagażu) w drzwiach autobusu oraz blokadę uniemożliwiającą otwarcie drzwi podczas jazdy autobusu,
- wejścia powinny być niskopodłogowe i bezstopniowe, w celu łatwego wejścia i wyjścia do/z autobusu wszystkich pasażerów, w tym osób starszych, niepełnosprawnych i innych,

- siedzenia powinny być wygodne i w miarę szerokie, tak aby mogły na nich siadać osoby również niepełnosprawne i osoby starsze,
- siedzenia powinny być tak rozmieszczone aby umożliwiały łatwy dostęp do nich pasażerów,
- przejścia pomiędzy siedzeniami powinny być tak szerokie aby umożliwiały swobodne przechodzenie pasażerów koło siebie,
- powinien znajdować się zawór awaryjny, który umożliwia ręczne otwieranie drzwi na zewnątrz,
- ściany boczne i sufit powinny być wykonane z płyty wodoodpornej oraz z materiałów niepalnych,



Rys. 1. Przykład wyglądu autobusu w jego wnętrzu i na zewnątrz: a) wygląd zewnętrzny autobusu [3], b) wnętrze autobusu [4], c) miejsce z uchwytami na rowery [3]

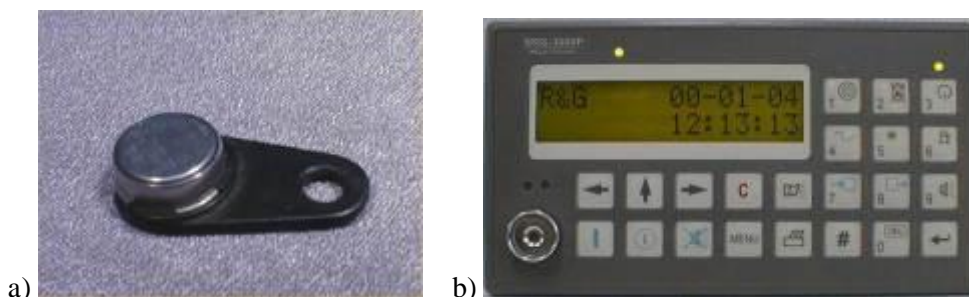
- zespoły funkcjonalne w kabine kierowcy powinny być przejrzyste, dobrze oznakowane i łatwo dostępne (rys. 2a),
- fotel kierowcy powinien być wygodny i mieć regulowaną wysokością i jeśli to możliwe powinien mieć możliwość obracania w płaszczyźnie poziomej (rys. 2b),



Rys. 2. Wygląd wnętrza kabiny kierowcy: a) wygląd deski rozdzielczej kierowcy, b) fotel kierowcy [5]

- pulpit kierowcy razem z kierownicą powinny być regulowane w zależności od gabarytów kierowcy (rys. 2),
- wentylacja powinna odbywać się przez kanały sufitowe,
- wszystkie kłapy dachowe powinny być uruchamiane elektrycznie z kabiny kierowcy,
- szyby powinny być barwione na brązowo, w celu ochrony pasażerów i kierowcy przed nadmiernym nagrzewaniem wnętrza,
- powinny znajdować się odpowiednio oznakowane miejsca z uchwytami dla wózków inwalidzkich i dziecięcych oraz dodatkowe miejsca na zamontowanie np. rowerów- nie mogą one przeszkadzać pasażerom w ich przemieszczaniu się w autobusie miejskim.

**System sterowania autobusu.** Najważniejszą jednostką sterującą autobusem miejskim jest komputer pokładowy z systemem GPS/GPRS, który wyświetla aktualne dane na panelu sterującym kierowcy. Jednak, żeby go uruchomić kierowca autobusu po włączeniu zasilania autobusu musi najpierw włożyć klucz dostępu Dallas (rys. 3a) do gniazda komputera pokładowego (rys. 3b), gdzie klucz jest sprawdzany przez system pokładowy i loguje (bądź nie loguje) kierowcę do systemu. Każdy klucz posiada unikalny numer identyfikacyjny, w którym zawarte są informacje o kierowcy (każdy klucz przypisany jest tylko do jednego kierowcy).



Rys. 3. Przykład elementów do identyfikacji kierowcy: a) przykład klucza Dallas, b) komputer pokładowy [6]

Wszystkie dane dotyczące położenia autobusu oraz parametrów eksploatacyjnych autobusu są przekazywane w sposób ciągły przez komputer pokładowy i moduł GPS/GPRS (umieszczony na dachu autobusu) do centrum Zintegrowanego Systemu Zarządzania Przedsiębiorstwem Transportu Miejskiego znajdującego się u danego operatora komunikacji miejskiej [6]. Do najistotniejszych danych należą:

- lokalizacja pojazdu i pokazywanie go w formie symbolu wzdłuż trasy po której jedzie na mapie interaktywnej modułu dyspozytora,
- czasowe odchylenie od realizowanego rozkładu jazdy, na poszczególnych przystankach,
- zużycie paliwa, siła nacisku na pedał hamulca i gazu, aktualne obroty i moment obrotowy silnika spalinowego, obroty i moment obrotowy retardera, ciśnienie w obwodzie hamulcowym, temperatura płynu chłodzącego i temperatura oleju w skrzyni biegów itd.

Przekroczenie wybranych i ustalonych w konfiguracji programu parametrów (np. przekroczenie prędkości maksymalnej i gwałtowne hamowanie i przyspieszenie, włączenie pozycji N (Neutral) podczas jazdy, przekroczenie obrotów silnika, zadziałanie systemu ABS/ASR) jest odpowiednio sygnalizowane u dyspozytora lub drukowane w postaci raportu tabelarycznego. Podgląd i zapis tak wielu ważnych parametrów jest pomocny w szybkiej diagnozie usterki w pojeździe. Pozwala również autoryzowanemu serwisowi stwierdzić nieprawidłową eksploatację pojazdu będącego na gwarancji [7].

Możliwa jest również łączność dyspozytora z kierowcą przez telefon GSM, w celu przekazania dyspozycji dotyczącej trasy przejazdu i pracy autobusu.

**Bezpieczeństwo autobusu miejskiego.** W ostatnim czasie coraz większego znaczenia nabrały względy bezpieczeństwa dotyczące kierowców a w szczególności pasażerów. Producenci autobusów miejskich projektując swoje pojazdy uwzględniają w szczególności wytrzymałość konstrukcji autobusu podczas dachowania. Określa to nieobowiązkowy Regulamin Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych, który dotyczy wytrzymałości struktury autobusu podczas dachowania ECE R66-01 (w Europie jest stosowany tylko częściowo i tylko odpowiednie do niego dyrektywy CEE) podczas bocznego i czołowego zderzenia oraz wytrzymałość kabiny kierowcy [8].

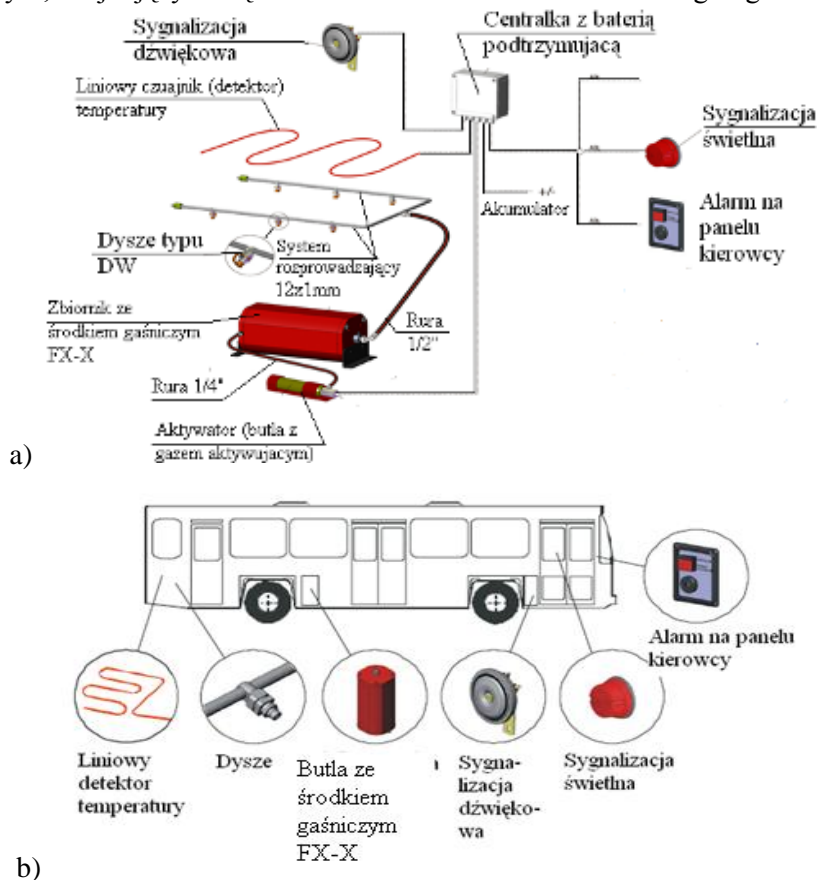
Coraz częściej producenci autobusów wyposażają kabinę kierowcy w rodzaj wzmocnionej klatki, która podczas zderzenia czołowego pochłania energię zderzenia, jak również poddające się deformacji koło kierownicy, które poddaje się ciału kierowcy podczas zderzenia. Oprócz tego stosuje się wzmocniony szkielet autobusu, który łagodzi skutki zderzenia czołowego i bocznego oraz dachowania, tak aby konstrukcja autobusu nie uległa znacznej deformacji. Dodatkowo zaczyna się coraz częściej pojawiać system ochrony kolan i nóg kierowcy, podczas zderzenia czołowego (np. KIP z Volvo), które składają się z paneli absorbujących energię, umieszczonych za deską rozdzielczą, na wysokości kolan kierowcy. Podczas zderzenia, gdy kierowca uderza kolanami w deskę rozdzielczą, energia kinetyczna pochłaniana jest przez te panele, a one same deformują się w z góry określony sposób. Strefa nad panelami jest tak projektowana, aby złagodzić siłę uderzenia [2].

Autobusy wyposażane są również w kamery cofania, które ułatwiają cofanie oraz w system gaszenia pożarów w komorze silnika, jak również pamięć danych o wypadku.

Dodatkowymi systemami zapewniającymi bezpieczeństwo w autobusie miejskim są:

- a) *Elektroniczny układ stabilizacji toru jazdy ESP (Electronic Stability Program)* - jest to program do stabilizacji toru jazdy autobusu na zakrętach, przejmując kontrolę nad systemami ABS i ASR oraz korzystając z hamulców. System ten uaktywnia się samoczynnie, hamując jedno lub kilka kół, wtedy gdy odpowiedni czujnik wykryje tendencję do wypadnięcia autobusu z zakrętu, eliminując w znacznym stopniu ryzyko wypadku związanym z wpadnięciem w poślizg, wypadnięciem z drogi lub nawet wywróceniem autobusu przy zbyt szybkim pokonywaniu zakrętu.

- b) *Układ regulacji poślizgu ASR (Anti Skid Regulation)* - przeciwdziała blokowaniu kół napędowych przy hamowaniu, gdy grozi utrata przyczepności, szczególnie podczas jazdy na śliskiej nawierzchni, przy ruszaniu, pokonywaniu wzniesienia i na zakręcie.
- c) *Układ zapobiegania blokowaniu się kół ABS (Anti- Lock Braking System)* - zasada działania polega na zamontowaniu między pompą hamulcową, a układem hamulcowym (koła przednie i koła tylne) elektrozaworów sterowanych centralką elektroniczną, regulujących ciśnienie hamowania w poszczególnych kołach. Umożliwia to modulowanie siły hamowania każdego koła, niezależnie od siły nacisku wywieranej na pedał hamulca.
- d) *Asystent toru jazdy/System utrzymania pasa ruchu* - działa on na zasadzie sprzężenia kamery (rozpoznaje pasy po obu stronach jezdni), która monitoruje pole przed jadącym samochodem z układem kierowniczym. System reaguje wtedy, gdy autobus zbczy z wytyczonego toru jazdy (przekroczy linię środkową lub boczną) bez włączenia kierunkowskazów, czyli zmieni się odległość od pasów po bokach jezdni widocznych przed kamerą, wówczas sygnał korygujący przekazywany jest do układu kierowniczego i powiadamiany jest o tym fakcie kierowca. Wtedy też następuje kontra, czyli skręcenie kierownicy w pożądanym kierunku, przez co system pomaga kierowcy bezpiecznie wjechać na pożądaną tor jazdy. Jeśli na pasie nie ma dość miejsca to system o tym również informuje [2].
- e) *System automatycznego wykrywania i gaszenia pożaru w komorze silnika FSM (Fire Suppression Systems & Maintenance)*, gdzie pożar jest wykrywany w sposób elektryczny. Na wskutek działania płomienia lub ciepła topi się detektor liniowy temperatury, wykonany z tworzywa topliwego w formie linii elektrycznej (poprowadzony w komorze silnika) w temperaturze ok. 180°C i wysyła za pośrednictwem centralki sterującej sygnał o konieczności uruchomienia instalacji gaśniczej do aktywatora. Aktywator (butla z gazem aktywującym) na tej podstawie wyzwala nabój z gazem aktywującym - azotem, znajdującym się pod ciśnieniem 145 bar. Ciśnienie z naboju z azotem (pod wpływem impulsu z centralki sterującej) przekazywane jest do zbiornika ze środkiem gaśniczym, w wyniku czego tłok butli środka gaśniczego, powoduje całkowite opróżnienie tego zbiornika. Pojemność butli nierdzewnej ze środkiem gaśniczym wynosi od 5 do 25 l. Środek gaśniczy (podobny do mgły wodnej) z tego zbiornika jest rozprowadzany pod ciśnieniem 20 bar za pomocą układu przewodów do odpowiednich dysz, znajdujących się w komorze silnika lub do dodatkowego ogrzewania.



Rys. 4. Schemat działania systemu wykrywania i gaszenia pożaru w komorze silnika Forrex firmy DAFO (Szwecja): a) schemat systemu, b) rozmieszczenie głównych elementów w autobusie [9]

Maksymalny zasięg przy tym ciśnieniu wynosi ok. 2 m, a maksymalny kąt rozpraszania 120°. Środek gaśniczy osadzając się na powierzchniach gaszonych tworzy film izolujący od powietrza, co ma zabezpieczyć przed ponownym wybuchem pożaru w tym samym miejscu komory silnika. W przypadku aktywacji systemu gaśniczego pojawia się równoległe optyczny alarm przeciwpożarowy sygnalizowany lampką alarmową na wyświetlaczu pulpitu kierowcy, jak również sygnał akustyczny z sygnałem alarmowym. Na rys. 4 przedstawiono schemat systemu wykrywania i gaszenia pożaru w komorze silnika Forrex szwedzkiej firmy DAFO.

- f) *Układ adaptacyjnego programowania prędkości ACC (Adaptive Cruise Control)*, który za pomocą radaru i kamer stale mierzy odległość między autobusem a poprzedzającym go pojazdem. Jeśli odległość ta zbyt szybko się zmniejszy, układ emituje sygnał ostrzegawczy. Następnie, gdy przed autobusem nie ma już wolniej poruszających się pojazdów, system ACC pozwala kierowcy ponownie przyspieszyć. Ryzyko uderzenia przez autobus w tył innego pojazdu dodatkowo zmniejsza współpracę systemu ACC z układem wspomagania hamowania awaryjnego, wraz z elektronicznie sterowanymi hamulcami tarczowymi. Interesujący jest także system monitorowania ciśnienia w oponach - *TPM (Tyre Pressure Monitor)*, kierowca na bieżąco informowany jest o ciśnieniu powietrza w oponach i jeśli spadnie ono poniżej wartości dopuszczalnej, może zareagować [10].
- g) *System ostrzegania o zmęczeniu DDA (Drowsy Driver Alert)* oraz o dekoncentracji kierowcy (rys. 5). Zapobiega on wypadkom spowodowanym zaśnięciem i zjechaniem pojazdu z drogi lub rozproszeniem uwagi kierowcy. Jego działanie opiera się na pracy wielu czujników. Jeden z nich śledzi ruchy głowy i ruchy gałek ocznych oraz mruganie oczu kierowcy. Inny kontroluje stabilność toru jazdy autobusu. Kolejny czujnik rejestruje ruchy kierownicą wykonywane przez kierowcę. Jeśli system wykryje, że kierowca jest zmęczony, wyśle sygnał informujący o potrzebie zatrzymania się i odpoczynku kierowcy. System ostrzegania o utracie koncentracji zapobiega wypadkom spowodowanym rozproszeniem uwagi kierowcy. Jeśli kierowca nie koncentruje się na drodze przez pewien czas, system wysyła odpowiedni komunikat. Zapalające się diody na tablicy rozdzielczej pozwalają kierowcy szybko skupić uwagę ponownie na drodze [2].



Rys. 5. Przykład działania systemu ostrzegania o zmęczeniu DDA [2]

Dobra widoczność to kolejny istotny warunek bezpieczeństwa czynnego. Pełny ogląd tego, co dzieje się za autobusem i wokół niego jest ważny dla kierowcy zwłaszcza podczas postojów na przystankach, gdy pasażerowie wsiadają i wysiadają, oraz podczas jazdy w intensywnym ruchu ulicznym. Pomocne kierowcy są wówczas kamery i dobrze ustawione lusterka wsteczne z wbudowanymi lusterkami panoramicznymi. Bardzo ważną rolę odgrywają również światła przednie. Wiele modeli autobusów wyposażonych jest w reflektory ksenonowe, które dają wiązkę światła ok. 30÷50% mocniejszą niż reflektory tradycyjne [2].

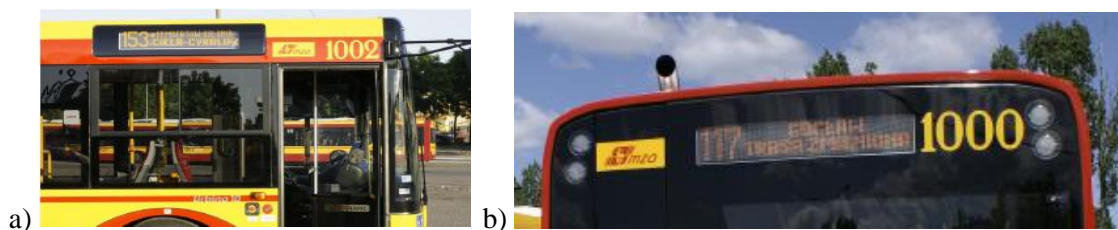
**Mobilny monitoring autobusu miejskiego.** Nad bezpieczeństwem pasażerów i kierowcy w autobusie i poza nim czuwają również kamery wpięte w system monitoringu mobilnego autobusu. Monitoring video (rys. 6) odbywa się za pomocą 6 kamer: dwóch na zewnątrz autobusu (1 kamera z przodu i

1 z tyłu autobusu) oraz czterech wewnątrz autobusu (z przodu, z tyłu, i przy drzwiach wejściowych). Głos natomiast nagrywany jest w przedziale kabiny kierowcy. Nagrania z kamer przechowywane są na dysku przez 21 dni. Kierowca może przełączając przyciskami w pilocie oglądać obraz na wyświetlaczu z wybranej kamery w kabinie kierowcy.

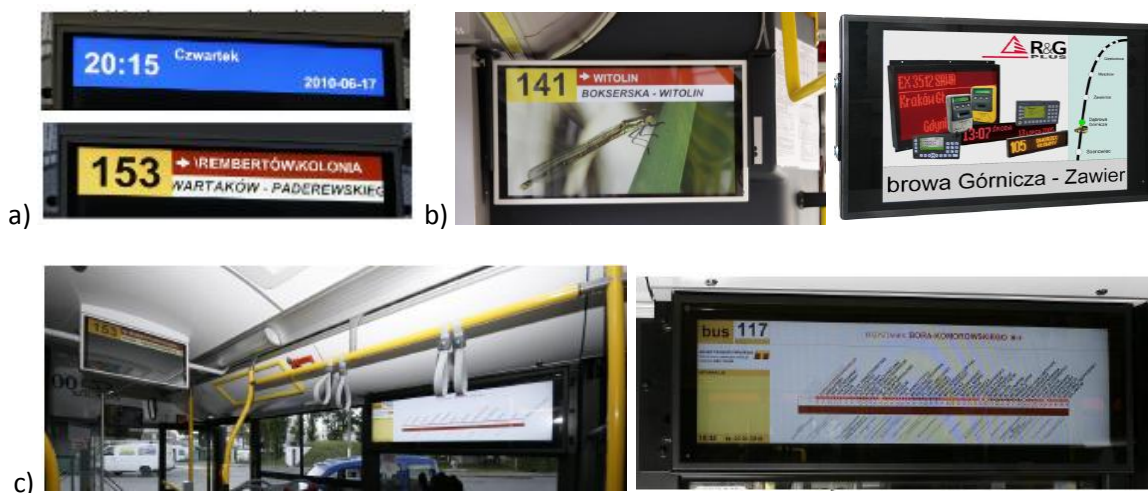


Rys. 6. System monitoringu mobilnego autobusu: a) widok kamery wewnątrz autobusu, b) widok kamery zewnętrznej, c) obraz przed autobusem z kamery umieszczonej z przodu autobusu [11], d) widok z kamery wewnątrz autobusu, e) obraz z kamery widoczny na panelu kierowcy [2]

**Wizualna informacja pasażerska w autobusie miejskim.** Aby ułatwić pasażerom identyfikację numeru linii i trasy przejazdu, po której poruszają się autobusy miejskie, oprócz informacji zawartej na rozkładach jazdy na przystankach i w Internecie szeroko stosuje się wizualną informację pasażerską - gdzie informacje dla pasażerów są podawane na zewnątrz autobusu (z przodu, z tyłu i z boku pojazdu) - numer linii i nazwa przystanku następnego i docelowego (rys. 7) oraz wewnątrz autobusu, gdzie wyświetlane są godzina, data, numer linii, nazwy aktualnych i kolejnych przystanków oraz trasa przejazdu (rys. 8). System ten powiązany jest z Elektronicznym Systemem Informacji Pasażerskiej, który jest natomiast elementem składowym Zintegrowanego Systemu Zarządzania Przedsiębiorstwem Transportu Miejskiego (komunikacja systemu informacji pasażerskiej z systemem głównym następuje przy pomocy modułów GPS i GPRS) [11].



Rys. 7. Tablice świetlne diodowe zewnętrzne: a) boczna, b) numerowa [11]



Rys. 8. Tablice świetlne oparte na kolorowym wyświetlaczu LED wewnątrz autobusu: a) tablica informacyjna, b) informacja pasażerska z informacją reklamową na wyświetlaczu LED, ewentualnie z trasą przejazdu i przystankami, c) wyświetlacz LED o wysokiej rozdzielczości, z informacją o wszystkich kolejnych przystankach i podświetlaniu aktualnego przystanku [11]

#### Udogodnienia dla niepełnosprawnych, osób starszych i opiekunów z wózkami dla dzieci.

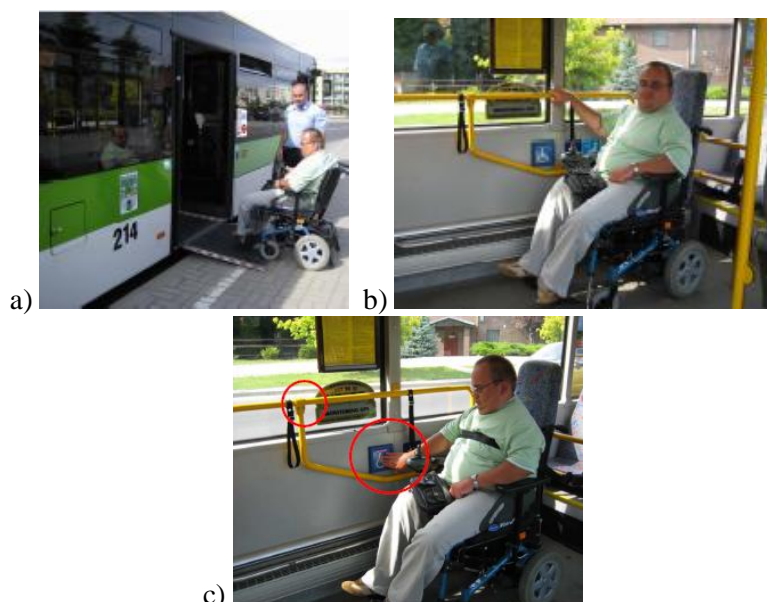
Podstawowe udogodnienia dla osób niepełnosprawnych, osób starszych i osób z wózkami dla dzieci to:

- wykonanie autobusów jako niskopodłogowe (wysokość podłogi wynosi 32 ÷ 35 cm nad jezdnią), czyli bez stopni wejściowych, przez co znacząco ułatwia to wsiadanie podróżnych (autobus ma niską podłogę w 100 % lub  $\frac{3}{4}$  długości autobusu).
- zastosowanie tzw. przykłąku (kneeling), czyli pochylenia wejścia do autobusu w prawą stronę do 24÷28 cm nad jezdnią, przez co ułatwia się pasażerom wsiadanie lub wysiadanie do lub z autobusu, w szczególności dla osób niepełnosprawnych i osób starszych. Niweluje on różnicę poziomów pomiędzy krawężnikiem a podłogą pojazdu. Odbywa się to w ten sposób, że układ ECAS (*Electronically Controlled Air Suspension*) sterujący ciśnieniem zaworów pneumatycznych w zawieszeniu i odpowiadający za poziomowanie autobusu, zmniejsza ciśnienie powietrza w prawej stronie zawieszenia powodując przechylenie autobusu a tym samym obniżenie wysokości progu o kilka centymetrów. Przykłąk uruchamiany jest przez kierowcę.
- matryce prezentujące informację o numerze linii i trasie przejazdu w kolorze Amber, który jest lepiej widoczny przez pasażerów niedowidzących niż kolor czerwony (rys. 9).



Rys. 9. Przykład tablicy bocznej zewnętrznej LED w kolorze Amber [11]

- zastosowanie rampy (platformy) dla wózków inwalidzkich, które uruchamiane są na dwa sposoby, albo mechanicznie, gdzie musi je otworzyć sam kierowca przez naciśnięcie specjalnego przycisku przy drzwiach wejściowych albo elektrycznie za pomocą wciśnięcia przycisku w kabinie kierowcy. Nieco uciążliwe jest to, że otworenie rampy i jej schowanie jest czasochłonne, dlatego nie zawsze jest używana. Ta funkcja używana jest często przez osoby na wózkach inwalidzkich oraz rzadziej osoby z wózkami z małymi dziećmi. Przykład widoczny jest na rys. 10a).
- stanowiska do zamontowania wózka inwalidzkiego w wydzielonym miejscu w środku autobusu razem z pasami do zamocowania wózka (rys. 10b) i przyciskiem sygnalizującym kierowcy chęć opuszczenia pojazdu (rys. 10c). Jest to miejsce specjalnie oznaczone, za pomocą symbolu wózka inwalidzkiego.



Rys. 10. Przykład udogodnień dla niepełnosprawnych w autobusie: a) przykład rozłożonej rampy dla wózków inwalidzkich, b) stanowisko dla niepełnosprawnego w autobusie, c) przycisk sygnalizacyjny [12]

- f) zapowiedź głosowa przystanków dla osób niewidomych i niedowidzących, która działa w ten sposób, że osoba niewidoma posiadająca pilot, który wcześniej został zakupiony u przewoźnika, naciska przycisk w pilocie, który przesyła sygnał radiowy do urządzenia zapowiadającego w autobusie (jest ono powiązane z komputerem pokładowym i systemem dynamicznej informacji i pasażerskiej), w momencie gdy autobus podjeżdża do przystanku na którym stoi niewidomy. Wtedy urządzenie nagłaśniające zewnętrzne poprzez głośnik umieszczony w ścianie bocznej autobusu (z przodu) przekazuje komunikat głosowy do niewidomego o numerze linii autobusu i trasie jaką przejeżdża, tj. kolejnym przystanku podjeżdżającego autobusu oraz kolejnych przystankach i węzłach komunikacyjnych. Zasięg działania takiego pilota wynosi od 10÷50 m i pracuje on w paśmie radiowym 430 MHz [11].
- g) przyciski znajdujące się przy drzwiach, które emitują dźwięk przy otwieraniu i zamykaniu drzwi wejściowych.

**Inne ciekawe rozwiązania.** Do ciekawszych rozwiązań stosowanych w autobusach należą:

- bramki zliczające pasażerów za pomocą fotokomórki umieszczonej w drzwiach,
- system elektronicznej zbliżeniowej karty miejskiej- EKM (rys. 11a) – który działa w ten sposób, że pasażer dokonuje personalizacji karty u przewoźnika, a następnie po wejściu do pojazdu zbliża kartę elektroniczną do urządzenia w formie kasownika lub w czytnikach przy drzwiach wejściowych i w ten sposób karta zostaje sprawdzona pod względem ważności, czy są na niej środki oraz czy nie została skradziona. Korzystając z funkcji menu prezentowanego na ekranie wyświetlacza pasażer może zmienić aktualną taryfę kasowania lub sprawdzić stan zapisanej w karcie „elektronicznej portmonetki” lub kontraktu okresowego. Kasownik jest przystosowany do obsługi kart bezstykowych. Urządzenie posiada wbudowane układy do sygnalizacji akustycznej poprawności wykonywanych operacji i możliwość wygłaszania zapowiedzi głosowych dla osób niedowidzących. Karty można doładować przez przyłożenie ich do terminala doładowania kart z łączem GPRS (rys. 11b) [7].





Rys. 11. Przykład systemu Elektronicznej Karty Miejskiej a) urządzenie z czytnikiem Kart Miejskich, b) terminal doładowania kart [7]

- w autobusach stosuje się kasowniki biletów papierowych, papierowych i elektronicznych oraz elektronicznych, a dużych miastach również automaty biletowe.
- system moBILET- za pomocą telefonu komórkowego pozwala kasować elektroniczne bilety na przejazdy środkami komunikacji miejskiej, jak i rozliczać rzeczywisty czas postoju w strefach płatnego parkowania (bilety są dostępne zawsze i wszędzie przez 24 godziny na dobę). Pasażerowie mają w ten sposób w kieszeni wszystkie możliwe bilety, bez konieczności szukania kiosku czy posiadania gotówki na ich zakup. Użytkownik może się rozliczać za nabyte bilety za pomocą prepaid oraz polecenia zapłaty. System każdorazowo po uzyskaniu biletu zmniejsza stan indywidualnego konta moBILET, proporcjonalnie do wartości biletu (prepaid) lub automatycznie raz w miesiącu obciąża podany w systemie rachunek bankowy użytkownika, odpowiednią kwotą (polecenie zapłaty). Może on mieć ogólnopolski zasięg o rozbudowanych możliwościach informacyjnych. Jest alternatywą dla karty miejskiej. Aplikacja jest wzbogacona o moduł informacji pasażerskiej. Wystarczy podać początkowy i docelowy przystanek, a system wyszuka odpowiednie środki komunikacji, a system zaplanuje optymalną trasę przejazdu, wraz z koniecznymi przesiadkami, a na koniec umożliwi zakup potrzebnych biletów [13].

**Podsumowanie.** Podstawową rolą transportu miejskiego w jest zapewnienie wygodnych warunków przemieszczania się w mieście. Bardzo ważnym aspektem rozwoju komunikacji publicznej jest stała troska o pasażerów starszych, niepełnosprawnych oraz wszystkich tych, którzy mają trudności w przemieszczaniu się. Dodatkowym zadaniem transportu jest powstrzymanie nadmiernego rozwoju motoryzacji oraz zapobieganie jego negatywnym skutkom, takim jak wzrost zanieczyszczenia powietrza, wzrost poziomu hałasu i nadmierne zatłoczenie dróg.

Zadaniem współczesnego transportu jest stworzenie zintegrowanego transportu publicznego w obszarach miejskich, na który składają się: rozwój designu w kierunku konstrukcji opływowych i futurystycznych kształtach, tworzenie nowych konstrukcji jeszcze bardziej zaawansowanych, które całkowicie zabezpieczą pasażerów i kierowców przed negatywnymi skutkami zderzeń różnego typu, zwiększanie komfortu i wygody pasażerów, estetyka wykonania, tworzenie inteligentnych systemów bezpieczeństwa i układów sterowania, tworzenie materiałów inteligentnych na poszczególne elementy konstrukcji, dążenie do opracowania jeszcze bardziej zaawansowanych i prostych w obsłudze rozwiązań konstrukcyjnych dla osób na wózkach inwalidzkich, niewidomych i głuchoniemych, dla dzieci w wózkach z opiekunami i dla osób starszych.

Wraz z rozwojem motoryzacji należy dynamicznie rozwijać system transportu publicznego, wprowadzając szereg nowinek i udogodnień. Bardzo ważną częścią rozwoju układu transportowego miasta jest także jego kształtowanie, by transport publiczny był uprzywilejowany względem pozostałych użytkowników ruchu i konkurował ze stale zwiększającą się liczbą samochodów poruszających się po mieście. Inwestycje w zapewnienie priorytetów dla komunikacji miejskiej przyczyniają się do wzrostu udziału podróży transportem publicznym i jednocześnie do spadku zatłoczenia dróg w mieście.

#### LITERATURA

- [1] Materiały informacyjne firmy Scania.
- [2] Materiały informacyjne firmy Volvo Bus.
- [3] Materiały informacyjne firmy Wrightbus.
- [4] Materiały informacyjne firmy VDL Bus International.
- [5] Materiały informacyjne firmy ADL.
- [6] Materiały informacyjne firmy Taran.
- [7] Materiały informacyjne firmy R&G.
- [8] <http://infobus.pl/text.php?id=46493>- 28.08.2012.
- [9] Materiały informacyjne firmy DAFO.
- [10] Materiały informacyjne firmy Wabco.
- [11] Rainer A.: Innowacyjne rozwiązania systemu informacji pasażerskiej, systemu monitoringu wraz z udogodnieniami dla osób niepełnosprawnych – niewidomych w komunikacji miejskiej na przykładzie rozwiązania polskiego producenta R&G Mielec. Praca końcowa. Politechnika Krakowska, Kraków 2012.
- [12] ABC Podróżowania osób z niepełnosprawnością - [www.mzk.zgora.pl](http://www.mzk.zgora.pl).
- [13] Arendt. A.: Mobilet - technologia jutra dostępna już dziś. Biuletyn Komunikacji Miejskiej Nr 106, s. 36, Warszawa 2009.

[14] Pyć M., Wojewoda P.: Analiza konstrukcyjna i funkcjonalna współczesnych autobusów w miejskim transporcie publicznym. [w:] Lejda K. (red.): Systemy i środki transportu samochodowego – wybrane zagadnienia, Seria: Transport, Nr 4, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2013, s. 151-166.

#### STRESZCZENIE

PYĆ Marcin. Analiza wybranych problemów ergonomii i bezpieczeństwa w autobusach miejskich / PYĆ Marcin, WOJEWODA Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2014. - № 30.

Artykuł przedstawia analizę wielu czynników zarówno wizualnych, ergonomicznych i konstrukcyjnych jak i układów sterujących jazdą autobusu, mających szczególny wpływ na komfort i bezpieczeństwo kierowcy, a w szczególności pasażerów podróżujących autobusem miejskim. Analiza konstrukcyjna dotyczy wyposażenia autobusu miejskiego i kabiny kierowcy, specjalnej budowy układów konstrukcyjnych pochłaniających energię zderzenia bocznego, czołowego i dachowania oraz ich design. W przypadku kabiny analiza dotyczyła obudowy kabiny kierowcy i deformowalnego koła kierownicy, jak i wzmocnionego szkieletu autobusu, który łagodzi skutki zderzenia czołowego i bocznego oraz dachowania. Zwrócono również uwagę na najważniejszą jednostkę sterującą autobusem miejskim, jaką jest komputer pokładowy z systemem GPS/GPRS i przedstawiono jego najważniejsze zadania, jak również powiązania z systemami bezpieczeństwa czynnego (ABS, ASR, ESP i inne) jak i systemami automatycznego wykrywania i gaszenia pożaru w komorze silnika (FSM i Forrex firmy DAFO) i rzadko stosowanym w autobusach miejskich systemem ostrzegania o zmęczeniu oraz o dekoncentracji kierowcy. Opisano również system monitoringu mobilnego autobusu za pomocą kamer, zwiększający bezpieczeństwo kierowcy i pasażerów w autobusie i poza nim.

Przedstawiono ułatwienia w postaci wizualnej informacji pasażerskiej, która pozwala pasażerom identyfikację numeru linii i trasy przejazdu, po której poruszają się autobusy miejskie, oprócz informacji zawartej na rozkładach jazdy na przystankach i w Internecie. Na zakończenie zwrócono uwagę na udogodnienia dla niepełnosprawnych, osób starszych i opiekunów z wózkami dla dzieci. Dzięki tym wszystkim rozwiązaniom autobusy miejskie stały się środkiem transportu bardziej atrakcyjnym, wygodnym i bezpiecznym niż dotychczas, a co najważniejsze stały się interesującą alternatywą dla środków transportu prywatnego w zatłoczonych miastach.

#### РЕФЕРАТ

ПИЧЬ Марцін. Аналіз деяких проблем ергономіки і безпеки міських автобусів / ПИЧЬ Марцін, ВОЄВОДА Павел // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. - Вип. 30.

У даній статті представлено аналіз багатьох факторів – як візуальних, ергономічних і конструктивних, так і систем керування руху автобуса, які мають особливий вплив на комфорт і безпеку водія, і особливо пасажирів міського автобуса. У структурному аналізі розглядаються обладнання міського автобуса і кабіни водія, особливості конструкції систем поглинання енергії бокового та лобового зіткнень і перекидання, а також їх дизайн. У випадку кабіни було проаналізовано облаштування кабіни водія і деформівне кермо, а також посилений каркас автобуса, який пом'якшує наслідки бокового та лобового зіткнень і перекидання. Також було приділено увагу найважливішій складовій керування міським автобусом, якою є бортовий комп'ютер із системою GPS/GPRS і представлено його найважливіші завдання: зв'язок як із системами активної безпеки (ABS, ASR, ESP та ін.), так і з системами автоматичного виявлення і гасіння пожежі в моторному відсіку (FSM і Forrex компанії DAFO) і рідко використовуваної в міських автобусах системи попередження втоми і неуважності водія. Описано також систему мобільного моніторингу автобуса за допомогою камер, що підвищує безпеку водія і пасажирів в автобусі і поза ним.

Представлено візуальну інформаційну систему для пасажирів, яка дозволяє пасажирам визначити номер маршруту і напрямок, яким рухаються міські автобуси, окрім тієї інформації, що міститься на розкладі руху на зупинках та в Інтернеті. На завершення було приділено увагу зручностям для людей з обмеженими можливостями, людей похилого віку і пасажирів з колясками для дітей. З урахуванням усіх цих рішень автобуси стали більш привабливим, зручним і безпечним засобом транспорту, ніж досі, і що найголовніше, стали цікавою альтернативою приватному транспортом у переповнених містах.

## SUMMARY

PYC Marcin. Analysis of selected problems of ergonomics and safety on city buses / PYC Marcin, WOJEWODA Pawel // Visnyk of the National Transport University. - K.: NTU, 2014. - № 30.

This article presents the analysis of visual, ergonomic and constructional factors and a bus ride control systems, with a particularly influence on the comfort and safety of the driver and especially the passengers traveling by city bus and its design. Constructional analysis concentrate on the city bus equipment and bus driver's cab in a special construction of the constructional systems that absorbs the energy of a side and frontal impact collision and roll over (frame driver's cab structure and deformable steering wheel and reinforced skeleton of the city bus). It pays attention to the most important control unit of the city bus, which is the on-board computer with GPS/GPRS system and presents his most important tasks as well as the relations of active safety systems. It describes the cameras mobile monitoring system of the bus and increasing safety of driver bus and passengers in and outside the bus. It also presents visual passenger information system, which allow passengers to identify the line number and city bus routes on which the city buses are moving, with the information of post-up on the city buses timetables at bus stops and on the internet. Finally, attention was paid to facilities for people with disabilities, older people and carers of children's strollers. With all these solutions buses transport have become more attractive, convenient and secure than ever before, and most importantly, have become an interesting alternative to private transport in congested cities.

### AUTORZY:

PYĆ Marcin, Dr inż., Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Al. Raclawickie 14, 20-950, tel.: +48 81 445 41 01, Lublin, Polska

WOJEWODA Paweł, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

### АВТОРИ:

ПИЧЬ Марцін, доктор інженер, Католицький університет Любліна, tel.: +48 81 445 41 01, Люблін, Польща

ВОЄВОДА Павел, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

### AUTHORS:

PYC Marcin, PhD., Catholic University of Lublin, tel.: +48 81 445 41 01, Lublin, Poland

WOJEWODA Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

### РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор технічних наук, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

### REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.