
Zeszyty Naukowe SGSP 2021
2021, Nr 80 (tom 1), s. 117-144
ISSN: 0239-5223
Creative Commons Attribution 4.0 International License
DOI: 10.5604/01.3001.0015.6482

DR HAB. GRZEGORZ GUDZBELER

Uniwersytet Warszawski

e-mail: g.gudzbeler@uw.edu.pl

ORCID 0000-0002-9169-5543

DR HAB. MARIUSZ NEPELSKI

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

e-mail: mnepelski@sgsp.edu.pl

ORCID 0000-0002-4183-8809

PROF. DR HAB. ALICJA BORTKIEWICZ

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera

e-mail: alab@imp.lodz.pl

ORCID 0000-0002-0042-4597

PROF. DR HAB. ANDRZEJ MISIUK

Uniwersytet Warszawski

e-mail: a.misiuk@uw.edu.pl

ORCID 0000-0003-1371-6270

DR MARIUSZ DĄBROWSKI

ETC-PZL Aerospace Industries

e-mail: xterra65@wp.pl

BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO
W ZAKRESIE ZDARZEŃ DROGOWYCH
Z UDZIAŁEM POJAZDÓW AUTOBUSOWEJ
KOMUNIKACJI PUBLICZNEJ

ABSTRAKT

Bezpieczeństwo ruchu drogowego, w tym zmniejszenie liczby zdarzeń drogowych i ofiar, w szczególności śmiertelnych, jest jednym z priorytetów państw na całym świecie. Wskazaną problematykę na poziomie państw narodowych monitorują odpowiednie instytucje, niestety z różnym skutkiem. W Unii Europejskiej dzięki zdecydowanym działaniom ukierunkowanym na bezpieczeństwo ruchu drogowego w latach 2001–2020 liczba śmiertelnych wypadków na drogach zmalała, podobnie jak liczba ich ofiar śmiertelnych. To pokazuje, że konsekwentne i systematyczne wprowadzanie czynników zmniejszających ryzyko zdarzenia drogowego przynosi skutki. Niemniej niektóre ze wskazanych czynników są kosztowne, np. budowa, rozbudowa i modernizacja infrastruktury drogowej.

Zgodnie z przyjętą przez Komisję Europejską polityką zmniejszania liczby zdarzeń drogowych, tzw. „wizją zero”, do 2030 r. wdrażane jest podejście oparte na „bezpiecznym systemie”. Wynika ono z konsultacji eksperckich i tak zwanych dobrych praktyk, co oznacza wprowadzenie wielowarstwowej kombinacji środków ukierunkowanych na zapobieganie zdarzeniom drogowym i ich ofiarom.

W podjętych badaniach zwrócono szczególną uwagę na pojazdy komunikacji publicznej, na zdarzenia z ich udziałem. Skupiono się na błędzie ludzkim, błędzie kierowcy, który, jak słusznie zauważyła Komisja Europejska, jest podstawowym założeniem „bezpiecznego systemu”. Jego wyeliminowanie nie jest możliwe, lecz wykształcenie pożądanых zachowań poprzez szkolenie kierowców już tak, w tym odpowiednie podejście do szkolenia kandydatów na kierowców, a także ustawiczne doskonalenie kierowców zwłaszcza zawodowych.

W wyniku przeprowadzonych badań została podjęta próba zaproponowania zmian w systemie szkolenia kierowców autobusów, wpływająca na jego usprawnienie i redukcję tzw. błędu ludzkiego.

SŁOWA KLUCZOWE

bezpieczeństwo, ruch drogowy, szkolenie kierowców, autobusy, symulatory

Przyjęty: 26.10.2021; Zrecenzowany: 17.11.2021; Zatwierdzony: 10.12.2021

ROAD TRAFFIC SAFETY REGARDING TRAFFIC INCIDENTS INVOLVING PUBLIC BUS VEHICLES

ABSTRACT

Road traffic safety, including the reduction in the number of road incidents and victims, in particular fatalities, is one of the priorities of countries all around the world. This issue is being monitored by dedicated institutions at the level of nation states, albeit with varying success. In the European Union, thanks to decisive actions aimed at road safety, the number of fatal road accidents decreased between 2001 and 2020, as did the number of fatalities. This shows that the consistent and systematic introduction of factors intended to minimise the risk of traffic accidents brings about the desired results. However, some of the specified factors are unfortunately costly, such as the construction, extension and modernisation of the road infrastructure.

In line with the European Commission's policy for reducing road traffic incidents, the so-called "vision zero" up to 2030 assumes a "safe system" approach. It stems from expert consultation and the so-called good practices, which means introducing a multi-layered combination of measures meant to help prevent road traffic accidents and minimise potential casualties.

In the undertaken research, special attention was paid to public transport vehicles, and incidents that involve them. The focus was on human error, namely that of the driver, which, as the European Commission has rightly pointed out, is the basic premise underlying a "safe system". It is not possible to eliminate it, but it is possible to develop the desired behaviour through driver training, including an appropriate approach to the induction of trainees as well as lifelong learning for drivers, especially professional ones.

As a result of the research, an attempt has been made to propose changes to the bus driver training system that would enhance it and reduce the so-called human error.

KEYWORDS

security, road traffic, training of drivers, buses, simulators

Received: 26.10.2021; Reviewed: 17.11.2021; Accepted: 10.12.2021

1. WPROWADZENIE

1.1 Bezpieczeństwo ruchu drogowego w ocenie Komisji Europejskiej

Według sprawozdania WHO na temat sytuacji na świecie w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego [1] tylko w 2016 r. liczba osób, które zginęły na drogach, to 1,35 miliona. Wskazana liczba pokazuje, jak ważne we współczesnym świecie jest zagadnienie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Obecnie w wypadkach drogowych odnotowanych na całym świecie najczęściej giną dzieci i młodzież w wieku od 5 do 29 lat. W Europie dzięki zdecydowanym działaniom ukierunkowanym na bezpieczeństwo ruchu drogowego w latach 2001–2010 liczba śmiertelnych wypadków na drogach spadła o 43%, a w latach 2010–2018 o 21%. Jednak w 2018 r. na drogach w UE było 1,23 mln wypadków drogowych, w tym aż 23 418 ofiar śmiertelnych i około 135 000 osób z poważnymi obrażeniami [2]. W nowym badaniu oszacowano, że w samym tylko aspekcie finansowym roczny koszt wypadków drogowych w UE wynosi około 280 miliardów euro, co odpowiada około 2% PKB [3]. W ostatnich latach wyraźnie poprawiło się bezpieczeństwo na drogach, a unijna infrastruktura drogowa należy do najbezpieczniejszych na świecie. Niemniej liczba ofiar śmiertelnych i liczba rannych jest wciąż zdecydowanie za wysoka. W związku z tym UE przyjęła podejście zakładające „wizję zero” i bezpieczny system, dążąc do wyeliminowania wypadków śmiertelnych i poważnych obrażeń na europejskich drogach.

Komisja Europejska postanowiła, że podstawą ram polityki bezpieczeństwa ruchu drogowego UE na lata 2021–2030 będzie podejście oparte na „bezpiecznym systemie”. Podejście to jest wynikiem konsultacji eksperckich i tak zwanych najlepszych praktyk. Obecnie jest zalecane na całym świecie przez WHO i skupia się na zapobieganiu ofiarom śmiertelnym i poważnym obrażeniom. Oznacza to wprowadzenie wielowarstwowej kombinacji środków ukierunkowanych na zapobieganie ofiarom śmiertelnym wskutek ludzkich błędów, uwzględniając fizykę narażenia człowieka. Lepiej zaprojektowane pojazdy, usprawniona infrastruktura drogowa, niższe prędkości oraz ustawiczne szkolenie kierowców to tylko niektóre z czynników, które mogą ograniczyć skutki wypadków.

W podjętych badaniach skupiono się na błędzie ludzkim, błędzie kierowcy, który, jak słusznie zauważyła Komisja Europejska, jest podstawowym

założeniem „bezpiecznego systemu”. Wyeliminowanie błędu ludzkiego nie jest możliwe, lecz wykształcenie pożądanych zachowań poprzez szkolenie kierowców już tak. Odpowiednie podejście do szkolenia kandydatów na kierowców, a także ustawiczne doskonalenie kierowców zwłaszcza zawodowych jest konieczne. W dalszych rozważaniach zostaną omówione zdarzenia drogowe z udziałem autobusów, będących podstawowym środkiem komunikacji miejskiej. Zostanie także podjęta próba zaproponowania zmian w systemie szkolenia kierowców autobusów, wpływająca na jego usprawnienie i redukcję omawianych błędów.

1.2. Charakterystyka zdarzeń z udziałem autobusów komunikacji publicznej w wybranych państwach

Komunikacja autobusowa jest jedną z najbardziej bezpiecznych w całej Unii Europejskiej. Wskaźniki ofiar śmiertelnych w stosunku do liczby pasażerów są zwykle stukrotnie niższe niż w przypadku samochodów osobowych i 400-krotnie niższe niż w przypadku motocykli [4]. Jak wskazują dane np. PROJECT REPORTPPR819 Analysis of bus collisions and identification of countermeasures, w Unii Europejskiej liczba zdarzeń z udziałem autobusów spadła o 50% w latach 2005–2014. Najmniejsze zmiany następują w dużych aglomeracjach, np. w Londynie redukcja wyniosła tylko 13%, a to znacząco mniej niż średnia w Wielkiej Brytanii (38%) i znacząco mniej niż średnia w całej UE. Najczęściej poszkodowane osoby w wyniku zdarzeń to pasażerowie autobusów, natomiast najczęściej śmierć ponoszą piesi. Co istotne, ponad 2/3 osób odnosi rany bez związku z wypadkiem drogowym. Oznacza to, że największy wpływ na odnoszone rany ma styl jazdy kierowców. Zdarzenia drogowe z udziałem autobusów są elementem charakterystycznym dla środowisk miejskich. Ich częstotliwość wynika z wielu czynników, w tym udziału tego rodzaju środka transportu w całości ruchu oraz regulacji prawnych dotyczących zasad udziału w ruchu, rejestracji i przeglądów autobusów oraz certyfikacji i szkolenia kierowców. Bardzo trudno jest porównywać zdarzenia tego typu w obrębie krajów, w których regulacje różnią się w sposób drastyczny. W badaniach, aby uniknąć tego zagrożenia, dokonano porównania przede wszystkim państw należących do Unii Europejskiej oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, przy uwzględnieniu różnic występujących w USA. Jako istotny wskaźnik należy

uznać liczbę zdarzeń drogowych (wypadków i kolizji ogółem do liczby wypadków i kolizji z udziałem autobusów).

Autobusy miały w 2018 r. stosunkowo niewielki udział w całości zdarzeń drogowych w USA [5]. Dla porównania w Polsce w analogicznym roku wartość ta wyniosła 6,32%, czyli ponad 6,5 razy więcej. W innym kraju Unii Europejskiej, tj Wielkiej Brytanii, zdarzenia tego typu w 2018 r. stanowiły tylko 2,73%. W Unii Europejskiej liczba zdarzeń z udziałem autobusów prezentowana jest w rocznym sprawozdaniu bezpieczeństwa transportu drogowego przygotowywanym przez European Road Safety Observatory (www.erso.eu). Najbardziej aktualny raport zawiera dane z 2018 r. Wyraźnie widać, że bezpieczeństwo pasażerów komunikacji autobusowej w Polsce nie jest na najwyższym poziomie. Świadczy o tym m.in. liczba ofiar śmiertelnych w wyniku wypadków drogowych z udziałem autobusów. W latach 2015 i 2016 wyniosła ona odpowiednio 14 i 8 osób [6]. Dla porównania w Niemczech wartości te to 5 i 4 osoby, a we Włoszech 6 i 3 osoby.

Jeszcze bardziej interesujące są wartości z podziałem na teren zabudowany i niezabudowany z 2016 r. Okazuje się, że większość wypadków, w wyniku których zginęli ludzie w Polsce, miała miejsce w terenie zabudowanym.

Podobne dane zaprezentowano w rozdziale szczegółowo prezentującym wyniki zdarzeń z udziałem autobusów komunikacji publicznej w Polsce w latach 2018 i 2019. Jak wskazują wyniki badań, komunikacja autobusowa to jeden z najbezpieczniejszych środków transportu, jednak występuje tu efekt skali. Tylko w Warszawie w 2018 r. przewieziono 1,201 mld pasażerów komunikacją publiczną (50% autobusy, 25% tramwaje, 20% metro, 5% ZTM-KM-WKD). Wykonano aż 598,9 mln przejazdów autobusowych. W związku z proekologicznymi działaniami aglomeracji miejskich udział komunikacji publicznej w całości transportu z pewnością wzrośnie.

Niestety Komisja Europejska nie udostępnia szczegółowych danych statystycznych na temat rodzaju środka transportu uczestniczącego w zdarzeniu drogowym, więc szersze badania w zakresie udziału autobusów w zdarzeniach drogowych w poszczególnych państwach UE nie są możliwe.

2. METODY BADAWCZE

Celem badania przeprowadzonego przez interdyscyplinarny zespół składający się z przedstawicieli świata nauki oraz przemysłu, reprezentujących

Uniwersytet Warszawski, Instytut Medycyny Pracy w Łodzi im. prof. dra med. Jerzego Nofera, Szkołę Główną Służby Pożarniczej oraz przedsiębiorcę ETC-PZL Aerospace Industries Sp. z o.o., było pozyskanie wiedzy dotyczącej bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. Szczególny nacisk poświęcono poznaniu przyczyn zdarzeń drogowych z udziałem autobusów oraz procesu szkolenia kierowców i kandydatów na kierowców autobusów, a na tej podstawie wytypowanie usprawnień we wspomnianym procesie szkolenia. Obszar badawczy został zawężony do zdarzeń drogowych zaistniałych na polskich drogach. Dostępność danych o zdarzeniach drogowych rejestrowanych przez polską Policję pozwoliła uwzględnić w badaniu lata 2018 i 2019. W badaniach nie uwzględniono danych za lata 2020 i 2021 z uwagi na ich niewiarygodność, o czym wspomniano w dalszej części artykułu.

Mając na uwadze powyższe, główny problem badawczy został zawarty w pytaniu: Jakie rozwiązania mogą przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego? Problem ten wymagał uszczegółowienia, a jego rozwiązanie determinowało konieczność sformułowania problemów szczegółowych:

Jakie są główne przyczyny zdarzeń drogowych z udziałem autobusów w Polsce?

W jaki sposób nowe technologie mogą usprawnić proces szkolenia kandydatów na kierowców autobusów oraz doskonalenia osób posiadających uprawnienia do kierowania pojazdami kategorii „D”?

Jakie technologie zastosować do badania zdolności do prowadzenia pojazdów u osób z problemami zdrowotnymi?

Jak ocenić ryzyko popełnienia błędów, których efektem są wypadki lub kolizje przez kierowcę podczas badania z wykorzystaniem symulatora?

Dążąc do osiągnięcia założonego celu ze względu na wielowymiarowość zagadnienia, niezbędne było zastosowanie uzupełniających się metod i technik badawczych. Takie podejście pozwoliło uzyskać zakładany rezultat badań w postaci pełnego obrazu analizowanego zagadnienia. W celu realizacji przyjętych założeń badawczych wykorzystane zostały zarówno metody teoretyczne, jak i empiryczne oraz dostosowane do nich techniki i narzędzia. Wśród zastosowanych metod można wyróżnić:

- metodę analizy polegającą na analizie ilościowej i jakościowej treści zawartych w dokumentach, ich uporządkowaniu i interpretacji pod kątem celu badawczego. Badaniu poddane były dane Komendy Główniej Policji

o zdarzeniach drogowych za lata 2018 i 2019, literatura przedmiotu, opracowania naukowe, publikacje krajowe i zagraniczne, materiały zawarte w zbiorach internetowych, akty normatywne związane z obszarem tematycznym naukowych dociekań. Badaniu także zostały poddane materiały źródłowe dotyczące wykorzystania symulatorów szkoleniowych oraz specyfikacja funkcjonalno-użytkowa istniejących rozwiązań symulacyjno-szkoleniowych, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań krajowych. Przedmiotowe badania miały na celu wybranie optymalnych istniejących rozwiązań symulacyjnych, mających wpływ na podniesienie jakości szkolenia kierowców autobusów. W tej metodzie uwzględniono eliminację przekonań i oczekiwań badacza, stąd techniki badawcze w analizie interakcji polegały na dokonywaniu testów na podstawie list kontrolnych. W badaniach zostały wykorzystane testy funkcjonalności oparte na listach z wytycznymi pozwalającymi ocenić, w jakim stopniu badany system spełnia określone w projekcie wymagania;

- obserwację kontrolowaną wytypowanego urządzenia symulacyjnego polegającą na systematycznym rejestrowaniu występujących zachowań podczas prowadzonego badania symulacyjnego (pokazu działania) według wcześniej założonego scenariusza. Zgodność z wymaganiami została sprawdzona przez przygotowany przez wykonawcę pokaz działania, który odbył się podczas badań kontrolnych. Podczas pokazu została zademonstrowana zdolność urządzenia do działania w przypadkach typowych lub w wypadku „najgorszego możliwego scenariusza”. Cechy ilościowe i jakościowe urządzenia były zweryfikowane poprzez wykonanie określonych zadań i porównanie wyników ze wstępnymi wymaganiami funkcjonalno-użytkowymi i technicznymi;
- eksperyment symulacyjny polegający na badaniu różnorodnych czynników przeznaczonych do treningu i obsługi przez kierowców autobusów systemu symulacyjnego. Wyzwaniem dla badaczy była konieczność stosunkowo dużego odwzorowania rzeczywistości w warunkach symulacyjnych, takich jak zachowanie pojazdów w różnych warunkach pogodowych, przy uwzględnieniu różnej prędkości oraz stanu technicznego pojazdu czy też stanu nawierzchni. W ramach eksperymentu symulacyjnego wykorzystany był symulator jazdy autobusem.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Charakterystyka zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej w Polsce

W dalszych badaniach szczególną uwagę poświęcono analizie zdarzeń drogowych z udziałem autobusów mających miejsce na drogach publicznych w Polsce w latach 2018 i 2019. W badaniach nie uwzględniono danych za rok 2020 i 2021, gdyż pandemia COVID-19, na co zwróciła uwagę Komisja Europejska, spowodowała m.in. wprowadzanie na terenie Unii Europejskiej zakazów skutkujących mniejszą liczbą pojazdów poruszających się po drogach publicznych. W konsekwencji miało to wpływ na mniejszą liczbę zdarzeń drogowych. Powodem nieuwzględnienia w badaniach lat 2020 i 2021 była niewiarygodność danych.

Największa liczba zdarzeń drogowych z udziałem wybranych środków transportu publicznego w Polsce w 2018 r. dotyczyła autobusów komunikacji publicznej. Doszło do 15 835 zdarzeń, co stanowiło 60% całości. Inne autobusy uczestniczyły w 7132 zdarzeniach (27%), zaś 3395 zdarzeń dotyczyło tramwajów i trolejbusów (13%). Taki rozkład wyników świadczy również o znacznej przewadze taboru autobusowego nad innymi pojazdami wykorzystywanymi w obsłudze komunikacji publicznej w kraju oraz ich wpływie na ogólne bezpieczeństwo ruchu drogowego.

W 2019 r. nastąpiły zmiany: 63% zdarzeń dotyczyło autobusów komunikacji publicznej (16 384 zdarzenia), 25% innych autobusów (6628 zdarzeń), 12% tramwajów i trolejbusów (3136 zdarzeń). Jako jedyna liczba zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej wzrosła w 2019 r. w stosunku do 2018 r. o 549, co niewątpliwie świadczy o pogorszeniu stanu bezpieczeństwa w ruchu tych pojazdów. Biorąc pod uwagę liczbę zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej w wybranych miastach w 2018 r., najwięcej ich zaistniało w aglomeracji warszawskiej (1903), następnie w katowickiej (451) i gdańskiej (284). Wynik taki ma zapewne związek z liczbą mieszkańców w poszczególnych miastach. Największy, znaczący przyrost takich zdarzeń wystąpił w aglomeracji gdańskiej (wzrost o 61 przypadków). Niezwykle wysoki udział w całości zdarzeń z udziałem autobusów komunikacji publicznej w Polsce ma aglomeracja warszawska. Stanowią one aż 12% wszystkich zdarzeń w kraju w 2018 r. Udział procentowy

jest taki sam również w 2019 r. Świadczy to o kluczowym znaczeniu podejścia dużych aglomeracji do bezpieczeństwa transportu dla bezpieczeństwa tego rodzaju komunikacji.

Analiza liczby zdarzeń w podziale na wypadki i kolizje w latach 2018–2019 wykazuje na tendencję wzrostową o 600 w przypadku kolizji i spadkową o 51 w przypadku wypadków. Liczba zabitych i rannych w latach 2018 i 2019 wzrosła (8 zabitych i 6 rannych więcej). Liczba ofiar śmiertelnych w wyniku zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej w aglomeracjach: warszawskiej, katowickiej i gdańskiej w latach 2018 i 2019 wzrosła – w przypadku Warszawy o jedną osobę, w przypadku Gdańska o dwie osoby.

Dane dotyczące udziału poszczególnych grup wiekowych kierowców w całości zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej w roku 2018 wskazują, że aktywność zawodowa większości kierowców autobusów komunikacji publicznej zaczyna się w wieku 21 lat, kończy zaś w wieku około 80 lat. Natomiast udział procentowy poszczególnych, wskazanych grup wiekowych jest podobny i wynosi odpowiednio 12% (21–30 lat), 20% (31–40 lat), 23% (41–50 lat oraz 51–60), 17% (61–70 lat), 4% (71–80 lat) i 1% (81 i więcej lat). Rozkład ten jest prawie identyczny w roku 2019. Niestety niemożliwe było ustalenie faktycznej liczby kierowców w poszczególnych kategoriach wiekowych kierujących autobusami komunikacji miejskiej w latach 2018–2019 w Polsce. Jednak przedstawione wartości wskazują, że potencjalne działania edukacyjne powinny być skierowane do kierowców wieku 31–60 lat, czyli tych wydawałoby się najbardziej doświadczonych.

W latach 2018–2019 zmieniła się liczba zdarzeń rodzajów rozstrzygnięć po zdarzeniach drogowych charakterystycznych dla zdarzeń o większej wadze. O ile w 2019 r. w porównaniu do 2018 r. występuje tendencja spadkowa w zakresie zastosowania przez uprawniony organ rozstrzygnięcia w postaci pouczenia, wniosku o ukaranie i wszczęcia postępowania przygotowawczego, o tyle znacząco wzrosła liczba nałożonych mandatów karnych (o 961 więcej niż w 2018 r.).

Uwzględniając kryterium podziału dotyczące dopuszczalnej prędkości na drogach, na których dochodziło do zdarzeń drogowych z udziałem autobusów komunikacji publicznej w latach 2018 i 2019, można zauważyć, że większość zdarzeń miała miejsce na obszarach o dopuszczalnej prędkości do 50 km/h (teren zabudowany). W 2018 r. było ich 14 415, natomiast w roku 2019 – 14 983. Zdarzenia na obszarze o prędkości powyżej 50 km/h

to odpowiednio 1420 w 2018 r. i 1401 w 2019 r. Liczba zdarzeń drogowych, biorąc pod uwagę rodzaj nawierzchni, w poszczególnych latach jest porównywalna. Jednocześnie wyraźnie widać, że kierowcy zachowują szczególną ostrożność na nawierzchniach trudnych. Zdarzenia, które miały miejsce na nawierzchniach innych niż sucha, stanowią około 24% wszystkich zdarzeń. Do największej liczby zdarzeń drogowych dochodziło w ciągu dnia (ze względu na wzmożone natężenie ruchu drogowego) bez względu na lata. Pozostałe rodzaje oświetlenia (w tym pora doby) miały znacznie mniejszy wpływ na liczbę zaistniałych zdarzeń. Do największej liczby zdarzeń dochodziło na odcinkach prostych (8937) oraz zakrętach i łukach dróg (948), przy czym ich liczba w poszczególnych latach jest podobna. Największa liczba zdarzeń miała miejsce na jezdniach (14 345), na przystankach komunikacji publicznej (684) oraz na przejściach dla pieszych (234). Dane dla poszczególnych lat są zbliżone.

Ponad 23 tys. zdarzeń drogowych z udziałem autobusów skłania do refleksji nad stanem bezpieczeństwa transportu zbiorowego. Przedmiotowa analiza zmusiła zespół badawczy do poszukiwania rozwiązań mogących zminimalizować liczbę błędów popełnianych przez kierowców. Wyniki tych dociekań naukowych zostaną przedstawione w kolejnym dziale.

3.2. Zastosowanie symulatorów w badaniach zdolności do prowadzenia pojazdów u osób z problemami zdrowotnymi

Kierowcy zawodowi, według danych amerykańskich (Federal Motor Carrier Safety Administration – FMCSA) stanowią grupę o jednym z najwyższych wskaźników odnośnie chorób przewlekłych i wypadków przy pracy (czyli wypadków komunikacyjnych) w porównaniu z innymi grupami zawodowymi [7]. Szczególnie narażeni na wypadki są kierowcy samochodów ciężarowych. Tacy kierowcy, w przypadku występowania u nich problemów zdrowotnych, stwarzają szczególne zagrożenie ze względu na:

- znaczną masę i rozmiar pojazdów,
- zły stan psychofizyczny (m.in. z powodu stresu, zmęczenia).
- trudny dostęp do służby zdrowia (brak czasu, długie okresy pobytu poza miejscem zamieszkania).

W tej grupie kierowców wykazano związek między wypadkami a otyłością, która jest bardzo powszechna, i cukrzycą. Jeśli wskaźnik masy ciała

(BMI) wynosił $\geq 30 \text{ kg/m}^2$, ryzyko wypadku było ponad 2,0 razy większe w porównaniu z kierowcami z prawidłowym BMI. Ryzyko wypadku u osób z cukrzycą insulinoniezależną, bez komplikacji, w zależności od liczby przejechanych kilometrów, było o 50% wyższe u kierowców pokonujących dystans 20–50 tys. km i prawie dwukrotnie wyższe dla kierowców pokonujących ponad 100 tys. km, w porównaniu z kierowcami zdrowymi [8].

Aby sprostać zmieniającym się sytuacjom na drodze, kierowca musi odznaczać się pewnymi szczególnymi cechami, które pozwalają mu na zachowanie maksimum niezawodności, tj. zdolności do wykonywania pracy (kierowania pojazdem) przy minimalnym ryzyku popełnienia błędu. Poza specjalistyczną wiedzą, doświadczeniem, umiejętnościami praktycznymi, właściwościami osobowości bardzo istotna jest sprawność funkcji poznawczych i sprawność psychofizyczna. Te ostatnie dwie grupy sprawności ulegają niekorzystnym zmianom pod wpływem zaburzeń stanu zdrowia, wieku, zmęczenia i stresu. Dlatego ocena stanu zdrowia i sprawności psychofizycznej jest jednym z kluczowych elementów przy dopuszczeniu do ruchu drogowego.

Z analizy 2000 wypadków drogowych spowodowanych zasłabnięciem kierowcy, zgłoszonych przez policję do urzędów wydających prawa jazdy w Wielkiej Brytanii, wynika, że najczęstszą przyczyną wypadków drogowych spowodowanych zasłabnięciem za kierownicą były: padaczka (38%), stany hipoglikemii w przebiegu cukrzycy insulinozależnej (18%) oraz choroby serca (8%). Mniejszy odsetek stanowiły: choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, stany po urazach mózgu, bezdech senny, narkolepsja, stwardnienie rozsiane, encefalopatia. Nagła niezdolność do prowadzenia pojazdu może być wynikiem omdlenia (najczęściej związanego z niedokrwieniem mózgu z przyczyn kardiologicznych – brady-tachy-arytmie, hipotensja ortostaticzna), nagłej śmierci sercowej (najczęściej w mechanizmie częstoskurczu komorowego lub migotania komór), zaburzeń neurologicznych najczęściej pod postacią udaru [9].

Jednak z badań wynika, że ryzyko wypadku jest także wyższe u osób z innymi chorobami układu krążenia, układu oddechowego, narządu wzroku i słuchu, chorobami neurologicznymi, zażywaniem leków itp., mimo że nie jest to związane bezpośrednio z zasłabnięciem za kierownicą, a raczej obniżoną sprawnością psychofizyczną [10]. Tak więc dopuszczenie osób z chorobami przewlekłymi i po incydentach sercowo-naczyniowych lub mózgowych do prowadzenia pojazdu stanowi poważny problem dla lekarza.

W praktyce istnieją znaczne różnice, zależne od kraju, w zakresie kwalifikacji do prowadzenia pojazdu u osób zagrożonych nagłą utratą świadomości. Wiele rekomendacji nie odzwierciedla zmian, jakie nastąpiły zarówno w zakresie leczenia, jak i w wyposażeniu samochodów i infrastrukturze drogowej, a także w społecznej akceptacji ryzyka. Jednak badania związane z wymaganiami ustawy o kierujących pojazdami nie we wszystkich przypadkach pozwalają wskazać osoby stwarzające ryzyko wypadku. Jest wiele przypadków, w których wyniki badań lekarskich i psychologicznych przeprowadzonych w warunkach ambulatoryjnych nie dostarczają pełnej wiedzy o reakcji organizmu na sytuacje ekstremalne. Trudno np. przewidzieć, czy podczas kolizji czy wypadku nie wystąpi gwałtowna, zagrażająca życiu i zdrowiu kierowcy, ale także innych uczestników ruchu drogowego reakcja układu krążenia (np. gwałtowny wzrost ciśnienia, zaburzenia rytmu serca, niedokrwienie mięśnia sercowego, niedokrwienie mózgu). Takie zjawiska autorzy obserwowali w badaniach własnych. Z prowadzonych przez nich badań kierowców w warunkach rzeczywistych wynika, że w sytuacjach trudnych, chociaż nie ekstremalnych, występował bardzo znaczny wzrost ciśnienia tętniczego (do wartości 200 mm Hg), zaburzenia rytmu serca, niedokrwienie mięśnia sercowego itp. (dane niepublikowane). Z tego względu postuluje się, aby w przyszłości stosować metody indywidualnej oceny ryzyka i zdolności do prowadzenia pojazdu, do których należą m.in. badania z zastosowaniem symulatorów jazdy [11].

W niektórych krajach próby zastosowania symulatorów do oceny zdolności do wykonywania określonych zawodów podjęto już przed wielu laty. Początkowo dotyczyły one oceny reakcji psychofizjologicznej pilotów i były prowadzone na symulatorach lotu. Rezultatem tych badań było znaczne podniesienie efektywności procesu selekcji kandydatów do zawodu pilota oraz zwiększenie bezpieczeństwa lotu. W przypadku pilotów badania na symulatorach są zaakceptowane jako narzędzie diagnostyczne. Natomiast w odniesieniu do symulatorów pojazdów szynowych (kolej, metro, tramwaj) lub samochodowych (autobusy, pojazdy ciężarowe, pojazdy specjalne) trwają badania nad ich zastosowaniem, ale ciągle mają one charakter naukowy, gdyż warunkiem ich powszechnego wykorzystania jest opracowanie odpowiednich norm.

Możliwość przeprowadzenia badania z zastosowaniem symulatora jazdy, na którym można wykreować różne sytuacje stresogenne i jednocześnie

monitorować reakcję układu krążenia i czynność elektryczną mózgu, może być znacznym ułatwieniem w podejmowaniu decyzji o dopuszczeniu do ruchu drogowego. W piśmiennictwie naukowym są opisane przykłady zastosowania symulatorów jazdy samochodem w badaniach funkcjonowania w roli kierowców:

- osób niepełnosprawnych ruchowo lub z innymi niepełnosprawnościami [12, 13];
- osób cierpiących na różnego rodzaju zaburzenia snu [14];
- osób starszych [15, 16];
- osób z niewydolnością serca [17];
- osób przewlekłe chorych z różnymi dysfunkcjami poznawczymi wynikającymi m.in. z przyczyn neurologicznych związanych:
 - z chorobą Alzheimera [18, 19],
 - ze stwardnieniem rozsianym [20, 21];
- osób po urazach i zabiegach ortopedycznych w celu określenia czasu odzyskania zdolności do prowadzenia pojazdów [22]. Wyniki tych badań przyczyniły się do opracowania wytycznych na temat zdolności do prowadzenia pojazdu po zabiegu, które bazowały głównie na ocenie szybkości reakcji związanej z hamowaniem (Brake Reaction Time) w przypadku zabiegów kończyn dolnych i ruchów kierownicy w przypadku kończyn górnych [23].

Symulatory są także atrakcyjnym narzędziem w badaniach psychologicznych, gdyż stwarzają możliwość programowania, kontrolowania i powtarzania różnych sytuacji eksperymentalnych oraz jednoczesnego monitorowania reakcji organizmu i minimalizowania czynników zakłócających. Dużą zaletą symulatorów jest fakt, że badania z ich zastosowaniem są bezpieczne dla kierującego i instruktora, są też ekologiczne, gdyż nie powodują zanieczyszczenia powietrza spalinami [24].

Wyniki wielu badań i analiz prowadzonych w różnych krajach wykazały, że obturacyjny bezdech senny (OBS) negatywnie wpływa na zdolności psychofizyczne kierowców. Dlatego w Dyrektywie Unii Europejskiej z 1 lipca 2014 r. OBS został uznany za jeden z najważniejszych czynników ryzyka wypadków samochodowych [25, 26].

Jednak mimo że kierowców z bezdechem sennym (OBS) uważa się za grupę o potencjalnie wyższym ryzyku wypadku drogowego, nie wszyscy są „niebezpiecznymi” kierowcami. Zdolność do prowadzenia pojazdu zależy od

ciężkości choroby i dziennej senności. Tak więc podjęcie przez lekarza decyzji o zdolności lub niezdolności pacjenta do prowadzenia pojazdu, która często jest kluczowa dla jego przyszłości, na podstawie standardowych testów i danych o nasileniu choroby jest bardzo zindywidualizowane przy braku kryteriów. Przeprowadzenie badań w warunkach rzeczywistych jest niemożliwe ze względu na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. W tym przypadku rozwiązaniem mogą być badania z zastosowaniem symulatora jazdy, na którym można wykreować różne sytuacje bardzo zbliżone do rzeczywistych i jednocześnie monitorować stan kierowcy. Wyniki badań Ghosh i wsp. (2016) wskazują, że pacjenci nieleczeni z powodu OBS mają gorsze wyniki niż pacjenci po terapii CPAP i grupa kontrolna. Autorzy podkreślają, że uzyskane wyniki stanowią wstęp do dalszych badań, aby przygotować kryteria, które pozwolą prawidłowo oceniać zdolność do prowadzenia pojazdu na podstawie testów na symulatorze. Jednym z najistotniejszych elementów systemu badań jest zaawansowany symulator, odwzorowujący precyzyjnie warunki rzeczywiste [27].

Badania May i wsp. (2016) prowadzone u osób z bezdechem sennym i u osób zdrowych, które nie różniły się wiekiem ani liczbą godzin snu w nocy poprzedzającej test, wykazały, że zdolność do prowadzenia pojazdu spadała w trakcie testu istotnie szybciej u osób z bezdechem sennym w porównaniu z osobami zdrowymi [28].

Wpływ leczenia bezdechu sennego na zdolność do prowadzenia pojazdu wykazali Turkington i wsp. (2004) na podstawie badania pacjentów z ciężką postacią bezdechu sennego, u których zastosowano leczenie CPAP oraz w grupie osób nieleczonych, zaraz po rozpoznaniu choroby. Test prowadzono po jednym, trzech, siedmiu dniach leczenia (leczenie trwało łącznie dwa tygodnie), a następnie po jednym, trzech, siedmiu dniach przerwy w leczeniu. Wyjściowo nie było istotnych różnic w wynikach testu na symulatorze. Po siedmiu dniach wyniki uległy istotnej poprawie w grupie leczonej, natomiast po przerwie w leczeniu wyniki stopniowo ulegały pogorszeniu. Dzięki przeprowadzeniu badań na symulatorze można było śledzić wyniki leczenia [29].

Nowym zastosowaniem symulatorów jest prowadzenie rehabilitacji u osób po urazach mózgowo-czaszkowych, którą można rozpocząć znacznie wcześniej niż próby w warunkach rzeczywistych i dzięki temu osiągnąć lepsze wyniki [30].

Bardzo interesujących danych na temat możliwości zastosowania wyników testów na symulatorze do przewidywania ryzyka wypadku drogowego

go w przyszłości dostarczyło badanie Hoffman i McDowd (2010). Analiza wyników wykazała, że osoby, które popełniały istotne błędy w teście na symulatorze, istotnie częściej były sprawcami wypadków w pięcioletniej obserwacji prospektywnej. Autorzy wnioskujeją, że testy na symulatorze mogą być skutecznym narzędziem przewidywania zdarzeń w realnym ruchu drogowym [31]. Niestety na razie nie ma innych doniesień potwierdzających tę obserwację.

3.3. Nowoczesny trening z wykorzystaniem narzędzi symulacyjnych

Wiele aglomeracji w Europie prowadziło i prowadzi programy, które mają na celu zmniejszenie liczby kolizji i wypadków drogowych. W 2018 r. taki program dla komunikacji autobusowej rozpoczął Londyn [32]. Zadania, które postawili przed sobą autorzy, dotyczyły kilku aspektów: technicznego wsparcia kierowcy, specyfikacji autobusów oraz przygotowania kierowców. Zaproponowano sprawdzoną metodologię badań wykorzystaną wcześniej w badaniach dotyczących bezpieczeństwa pieszych uczestników ruchu [33] i motocyklistów [34]. W fazie pierwszej próbowano zidentyfikować czynniki, które prowadzą do kolizji oraz te, które wpływają na liczbę poszkodowanych osób. W fazie drugiej zastanawiano się, jak zapobiegać kolizjom i wypadkom, w trzeciej opracowano wytyczne dla standardu bezpieczeństwa autobusowego. Bazując na badaniach przeprowadzonych w 2011 r. przez Flodströma and Strömberga, wskazano, że kluczowym elementem w zakresie prewencji jest zaawansowany lub rozszerzony trening kierowców [35]. Paradoksalnie trening ten zdaniem autorów powinien dotyczyć podstawowych wydawaloby się dla kierowców umiejętności, jak na przykład utrzymania właściwej odległości do pojazdu poprzedzającego. W tym zakresie zaproponowano nawet techniczne wsparcie kierowców poprzez zakup autobusów wyposażonych w systemy ACC (*adaptive cruise control*). Wielu autorów zgadza się z tezą, że właściwy trening i doskonalenie umiejętności bezpiecznego prowadzenia autobusów jest kluczowym filarem zapewnienia bezpieczeństwa uczestników ruchu [36]. Kluczowy jest trening realizowany już po otrzymaniu uprawnień do prowadzenia autobusów (Keret al., 2003). Jednocześnie większość autorów wskazuje, że brakowało systemowego podejścia do szkolenia kierowców [37] i brakuje [38]. W badaniu przeprowadzonym w 2018 r. w Londynie w ramach projektu PPR819 (www.content.tfl.gov.uk) wśród działających

w Anglii producentów autobusów, przewoźników oraz kierowców (czterech operatorów autobusowych i dwóch producentów autobusów) otrzymano wyniki, w których jako najważniejsze w ostatnich latach czynniki mogące poprawić bezpieczeństwo w komunikacji autobusowej wskazano systemy monitorowania kierowcy i telematyki oraz nowoczesny trening. Wskazywano również potrzebę prowadzenia oceny ryzyka dla poszczególnych tras oraz właściwe przydzielanie typów autobusów do tras.

Wiele wyników badań wskazuje wyraźnie, że trening, który otrzymują kierowcy podczas szkolenia związanego z uzyskaniem prawa jazdy odpowiedniej kategorii oraz wynikający z pracy zawodowej, musi być wzmocniony i rozszerzony poprzez edukację stałą [39]. Jednocześnie wiele zagrożeń wynikających z otoczenia i środowiska, takich jak np. śliska nawierzchnia, może zostać zredukowanych poprzez właściwy trening [40].

Dobłą charakterystykę efektów zmian w procesie szkolenia kierowców oraz nowego podejścia do zasad jazdy tymi pojazdami widać w wynikach badań ewaluacyjnych szkoleń kierowców autobusów miejskich w zakresie jazdy ekologicznej w Tallinie (<https://civitas.eu/measure/eco-driving-training-bus-drivers>). W ramach programu w 2012 r. przeszkolono 274 z 666 kierowców pracujących w Tallin Bus Company. Ewaluacja wykonana rok po szkoleniu wskazała, że zredukowano zużycie paliwa o 3,9%, a liczbę wypadków i kolizji o 22% w przypadku kierowców, którzy wzięli udział w szkoleniu. Efekt osiągnięto poprzez zastosowanie nowoczesnych technologii oraz szkoleń prowadzonych podczas regularnej pracy. Chociaż podczas realizacji projektu nie zastosowano szkolenia z wykorzystaniem symulatorów, wskazano, że doskonalenie zawodowe nawet w zakresie podstawowym prowadzi do znacznych oszczędności i zmniejsza ryzyko występowania wypadków i kolizji.

Odpowiednimi rozwiązaniami pozwalającymi na stały, podstawowy i zaawansowany trening, który nie generuje wysokich kosztów, są symulatory jazdy. Rozwiązania tego typu wpisują się w potrzebę szkolenia i doskonalenia ustawicznego. Zwrócić należy jednak uwagę na jakość odwzorowania środowiska wirtualnego, w tym elementów środowiska istotnych dla kierowcy autobusu, elementów oznaczeń drogowych, świateł, rodzajów dróg itd. Jakość tych elementów zapewni, że realizowany trening nie będzie prowadził do tworzenia niewłaściwych nawyków. Stąd pod uwagę powinny być brane wyłącznie sprawdzone rozwiązania symulacyjne, dalekie jakością od gier lub systemów tworzonych na platformach i silnikach gier typu Unity.

Wiele prywatnych podmiotów posiada w swojej ofercie profesjonalne symulatory do szkolenia kierowców, jednak niewiele do szkolenia kierowców autobusów. Symulatory autobusów służą kierowcom do podnoszenia umiejętności w kierowaniu pojazdami. Dzięki swojej konstrukcji symulatory zapewniają możliwość tworzenia realistycznych scenariuszy szkoleniowych dotyczących przenoszenia nabytych doświadczeń w trudnych lub odbiegających od normy warunkach symulowanych na rzeczywiste warunki drogowe. Symulatory samochodów ciężarowych/autobusów posiadają konstrukcję modułową umożliwiającą ich skompletowanie w zależności od potrzeb szkoleniowych.

Symulator można podzielić na moduły konstrukcyjne w dwóch podstawowych wariantach wykonania.

Tab. 1. Podział symulatorów na moduły konstrukcyjne¹

Lp.	Nazwa modułu	Warianty wykonania	
1	Układ ruchu	Platforma 3 DOF	Platforma 6 DOF
2	Kabina	Częściowa ¹⁾	Oryginalna
3	Wizualizacja	Telewizory	Układ projekcyjny
4	Łączność	Podstawowa ²⁾	Pełna ³⁾
5	Dźwięk	Uproszczone ²⁾	Pełny ³⁾
6	CCTV	Podgląd kierowcy	Pełny podgląd symulatora

- 1) Kabinę częściową stanowi konstrukcja pozbawiona oryginalnego poszycia i jego wyposażenia. Konstrukcja zawiera oryginalną deskę rozdzielczą ze wszystkimi istotnymi z punktu widzenia szkolenia elementami i wskaźnikami. 2) Łączność pomiędzy instruktorem i kierowcą oraz dostarczanie dźwięków tła akustycznego realizowana za pośrednictwem zestawów słuchawek z mikrofonami. 3) Łączność i dźwięk tła akustycznego realizowana w oparciu o macierze cyfrowe audio pozwalające wykorzystywać mikrofony i głośniki zewnętrzne. 4) Ograniczenia w funkcjach realizowanych scenariuszy treningowych, podglądu procesu ćwiczenia i szkolonego oraz łączności. 5) Funkcjonalność oparta o wszystkie pełne warianty w odniesieniu do łączności, dźwięku, CCTV.

cd. Tab. 1

Lp.	Nazwa modułu	Warianty wykonania	
7	System IT	Ilość sprzętu zależna do realizowanej funkcjonalności	
8	Stanowisko instruktora	Uproszczone ⁴⁾	Pełne ⁵⁾
9	Zasilanie	1×230 VAC/ 3×400 VAC, 50 Hz	

Źródło: opracowanie własne

Od strony cech funkcjonalnych symulator można podzielić na stanowisko instruktora i stanowisko kierowcy/szkolonego. Stanowisko instruktora umożliwia w stopniu zależnym od przyjętego wariantu wyposażenia:

- kierowanie przebiegiem ćwiczenia,
- wygodną obsługę i elastyczność w konfigurowaniu scenariuszy,
- wygodne raportowanie odbytych ćwiczeń,
- pełną kontrolę bezpieczeństwa przebiegu ćwiczenia,
- ciągle monitorowanie ćwiczącego oraz pracy głównych mechanizmów symulatora,
- ciągłą komunikację ze stanowiskiem szkolonego.

Stanowisko kierowcy/szkolonego, w skład którego wchodzi kabina, układ wizualizacji oraz opcjonalnie układ ruchu, zapewnia:

- trening z wyposażeniem zależny od wybranego wariantu funkcjonalnego wyposażenia kabiny (możliwość wyboru konfiguracji pojazdu),
- precyzję odzwierciedlenia warunków jazdy w zależności od wariantu układu ruchu,
- nieograniczoną możliwość powtarzania treningu na wybranych fragmentach tras i sytuacji drogowych,
- ciągłą komunikację ze stanowiskiem instruktora.

Istotne z punktu widzenia szkoleniowego wyposażenie kabiny mogą odwzorowywać następujące systemy:

Preferowane konfiguracje sprzętowe symulatorów pozwalające zaspokoić szerokie spektrum wymagań funkcjonalnych można podzielić na:

- pełną, spełniającą wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 8 kwietnia 2011 r. w sprawie urządzenia do symulowania jazdy w warunkach specjalnych (Dz.U. Nr 81, poz. 444).

- generyczną.
- podstawową.

Tab. 2. Podział symulatorów na moduły konstrukcyjne

Lp.	Nazwa modułu	Warianty funkcjonalne	
1	Układ hamulcowy	Hamulec hydrauliczny/ pneumatyczny	Hamulec hydrauliczny/ pneumatyczny z ABS i sy- mulacją awarii układu
2	Lusterka wsteczne	Wyświetlane na wizualizacji	Fizyczne lusterka z mo- nitorami
3	Skrzynia biegów	Wybierak biegów automat.	Dźwignia do manualne- go wybierania biegów
	Fotel kierowcy	Z układem pneumatycz- nego zawieszenia	Z układem pneuma- tycznego zawieszenia i systemem wymuszania 3 DOF
4	Układ kierowniczy	Obciążenie koła kierownicy sterowane elektrycznie	

Źródło: opracowanie własne

Tab. 3. Zestawienie konfiguracji symulatorów samochodów ciężarowych i autobusów²

Konfiguracja	Stanowisko instruktora	Stanowisko kierowcy		
		Kabina ¹⁾	Układ projekcyjny	Układ ruchu
Pełna	Pełne	Oryginalna	Projekcyjny	6 DOF
			Telewizory/Mo- nitory	3 DOF
				brak

2 1) Wyposażenie kabin pełnych lub częściowych zależne jest od wybranego wariantu funkcjonalnego.

cd. Tab. 3.

Konfiguracja	Stanowisko instruktora	Stanowisko kierowcy		
		Kabina ¹⁾	Układ projekcyjny	Układ ruchu
Generyczna	Pełne	Częściowa	Telewizory/ Monitory	Fotel z systemem 3DOF
	Uproszczone			brak
Podstawowa	Uproszczone	Częściowa uproszczona	Telewizory	brak

Źródło: opracowanie własne

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki badań wskazują jednoznacznie, że proces doskonalenia i utrzymania kompetencji kierowców zawodowych kierujących autobusami wymaga zmian. Analiza zdarzeń z udziałem autobusów komunikacji miejskiej wskazuje, że mają one w znacznej większości miejsce przy dobrych warunkach atmosferycznych, dobrym oświetleniu na odcinkach prostych, w terenie zabudowanym na drogach publicznych w terenie, gdzie maksymalna dopuszczalna prędkość to 50 km/h. Jednocześnie zdarzenia najbardziej tragiczne w skutkach tam, gdzie wystąpiły ofiary śmiertelne, to odcinki o różnej geometrii, skrzyżowania z brakiem sygnalizacji świetlnej i podporządkowane. W ponad połowie przypadków zdarzenia z ofiarami śmiertelnymi kończyły się postępowaniem przygotowawczym prowadzonym przeciwko kierowcom autobusów. Wydaje się więc, że zdarzenia, do których dochodzi, nie mają znacznego uwarunkowania w kompetencjach związanych z samą techniką jazdy, lecz umiejętnością zachowania się w konkretnych sytuacjach drogowych. Spostrzegawczość, umiejętność utrzymania uwagi, zdolność do rozpoznania zagrożeń na bazie oceny sytuacji drogowej to umiejętności, które zdobywa się wraz z doświadczeniem. Jednocześnie są to umiejętności, na które bardzo negatywnie wpływa rutyna oraz nadmierna pewność kierowcy, które mogą być potęgowane przez brak poważnych zagrożeń lub sytuacji stwarzających zagrożenie w długim okresie, w momencie gdy kierowca autobusu miejskiego

ma do czynienia z sytuacją niebezpieczną, brakuje mu doświadczenia lub wykazuje nadmierną pewność siebie. Rozwiązaniem, które może pozwolić na zdobycie doświadczenia w radzeniu sobie z sytuacjami nadzwyczajnymi w szybkim czasie oraz utrzymania tych zdolności, są z pewnością symulatory.

Jak wynika z przeglądu prowadzonych badań z zastosowaniem symulatorów, jest to narzędzie, które pozwoli bardziej precyzyjnie oceniać zdolność do prowadzenia pojazdów u osób z problemami zdrowotnymi. Jednak aby to było możliwe, konieczne jest opracowanie wystandaryzowanych testów, o odpowiedniej powtarzalności oraz norm, które gwarantowałyby właściwą diagnozę. Dotychczas w większości badań stosowano różne miary do oceny zdolności do prowadzenia samochodu (m.in. utrzymanie właściwego toru jazdy i odległości od pojazdu poprzedzającego, respektowanie znaków drogowych, czas ruszania po zmianie świateł itp.). Nie wiadomo jednak, jaką wartość diagnostyczną i prognostyczną mają te parametry i jakie są wartości graniczne. Jak niektórzy autorzy podkreślają, istotne też jest określenie parametrów technicznych, jakie powinien spełniać symulator. Niektóre badania prowadzono na zaawansowanych technologicznie symulatorach, inne na bardzo prostych, złożonych z fotela kierowcy, ekranu, dźwigni zmiany biegów i pedałów. Obecnie nie można rozstrzygnąć o wartości wyników uzyskiwanych na tak różnym sprzęcie. Jednak bez względu na wszystkie ograniczenia i problemy, wydaje się, że symulatory stanowią przyszłość w badaniach predyspozycji do prowadzenia pojazdów, zwłaszcza osób z różnymi problemami zdrowotnymi, a także u osób starszych. Jak wynika z przeprowadzonych badań, zastosowanie symulatorów jest efektywnym sposobem szkolenia, doskonalenia i utrzymania wysokich kompetencji kierowców autobusów komunikacji miejskiej, co umożliwi podniesienie bezpieczeństwa pasażerów, kierowców i innych uczestników ruchu.

REFERENCES/BIBLIOGRAFIA

1. Global Status Report on Road Safety, WHO 2018.
2. Ramy polityki bezpieczeństwa ruchu drogowego UE na lata 2021–2030, Kolejne kroki w kierunku realizacji „wizji zero”, Komisja Europejska 2019.
3. Handbook on the External Costs of Transport, Komisja Europejska 2019.
4. Reported road casualties in Great Britain: 2018 annual report, Department for Transport UK.

5. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration <https://www.bts.gov/content/transportation-accidents-mode>.
6. Annual Accident Report 2018 – European Road Safety Observatory – www.erso.eu.
7. Thiese M.S., Hanowski R.J., Kales S.N., Porter R.J., Moffitt G., Hu N., Hegmann K.T., *Multiple Conditions Increase Preventable Crash Risks Among Truck Drivers in a Cohort Study*, “J Occup Environ Med.” 2017, 59(2), 205–211. DOI: 10.1097/JOM.0000000000000937.
8. Laberge-Nadeau C., Dionne G., Ekoé J.M., Hamet P., Desjardins D., Messier S., Maag U., *Impact of diabetes on crash risks of truck-permit holders and commercial drivers*, “Diabetes Care.” 2000, 23(5), 612–7. DOI: 10.2337/diacare.23.5.612.
9. Margulescu A.D., Anderson M.H., *A Review of Driving Restrictions in Patients at Risk of Syncope and Cardiac Arrhythmias Associated with Sudden Incapacity: Differing Global Approaches to Regulation and Risk*, “Arrhythm Electrophysiol Rev.” 2019, 8(2), 90–98. DOI: 10.15420/aer.2019.13.2.
10. Dow J., Gaudet M., Turmel E., *Crash rates of quebec drivers with medical conditions*, “Ann Adv Automot Med.” 2013, 57, 57–66.
11. Margulescu A.D., Anderson M.H., *A Review of Driving Restrictions in Patients at Risk of Syncope and Cardiac Arrhythmias Associated with Sudden Incapacity: Differing Global Approaches to Regulation and Risk*, “Arrhythm Electrophysiol Rev.” 2019, 8(2), 90–98. DOI: 10.15420/aer.2019.13.2.
12. Dols J., Ferrandis X., Zafra J.M., Ordeig I., Munoz E., *The SEMAV simulator as a disabled driver rehabilitation tool* [in:] Buhler C., Knops H. (ed.) *Assistive Technology on the Threshold of the New Millennium*, IOS Press, Amsterdam 1999, s. 225–232.
13. Kania A., Nastalek P., Celejewska-Wójcik N., Śladek K., Kosobudzki M., Bortkiewicz A., Siedlecka J., *Can alveolar hypoventilation due to kyphoscoliosis be a contraindication to driving?*, “Int J Occup Med Environ Health.” 2019, 32(5), 735–745. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01393.
14. Siedlecka J., Bortkiewicz A., *Zastosowanie symulatorów jazdy samochodem w ocenie ryzyka wypadku u kierowców z obturacyjnym bezdechem sennym*, „Med Pr.” 2012, 63(2), 229–36.
15. Lowden A., Anund A., Kecklund G., Peters B., Akerstedt T., *Wakefulness in young and elderly subjects driving at night in a car simulator*, “Acc. Anal. Prev.” 2009, 41(5), 1001–1007, 24.
16. Alexander J., Barham P., Black I., *Factors influencing the probability of an incident at a junction: results from an interactive driving simulator*, “Acc. Anal. Prev.” 2002, 34(6), 779–792.

17. Alosco M.L., Spitznagel M.B., Fischer K.H., Miller L.A., Pillai V., Hughes J., Gunstad J., *Both texting and eating are associated with impaired simulated driving performance*, "Traffic Inj Prev." 2012, 13(5), 468–75. DOI: 10.1080/15389588.2012.676697.
18. Reinach S.J., Rizzo M., McGehee D.V., *Driving with Alzheimer disease: The anatomy of a crash*, "Alzheimer Dis. Assoc. Disord." 1997, 11, 21–27 21.
19. Piersma D., de Waard D., Davidse R., Tucha O., Brouwer W., *Car drivers with dementia: Different complications due to different etiologies?*, "Traffic Inj Prev." 2016, 17(1), 9–23. DOI: 10.1080/15389588.2015.1038786.
20. Marcotte T.D., Rosenthal T.J., Corey-Bloom J., Roberts E., Lampinen S., Allen R.W. (ed.), *The Impact of Cognitive Deficits and Spasticity on Driving Simulator Performance in Multiple Sclerosis* [Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design], Rockport, Maine 2005.
21. Marcotte T.D., Rosenthal T.J., Roberts E., Lampinen S., Scott J.C., Allen R.W., Corey-Bloom J., *The contribution of cognition and spasticity to driving performance in multiple sclerosis*, "Arch Phys Med Rehabil." 2008, 89(9), 1753–8. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.12.049.
22. DiSilvestro K.J., Santoro A.J., Tjoumakaris F.P., Levicoff E.A., Freedman K.B., *When Can I Drive After Orthopaedic Surgery? A Systematic Review*, "Clin Orthop Relat Res." 2016, 474(12), 2557–2570. DOI:10.1007/s11999-016-5007-9.
23. MacKenzie J.S., Bitzer A.M., Familiari F., Papalia R., McFarland E.G., *Driving after Upper or Lower Extremity Orthopaedic Surgery*, "Joints." 2019, 6(4), 232–240. DOI: 10.1055/s-0039-1678562.
24. Andysz A., Waszkowska M., Merecz D., Drabek M., *Zastosowanie symulatorów jazdy w badaniach psychologicznych*, „Med Pr.” 2010, 61(5), 573–82.
25. Siedlecka J., Rybacki M., Pływaczewski R., Czajkowska-Malinowska M., Radliński J., Kania A., Śliwiński P., *Postępowanie lekarskie w obturacyjnym bezdechu sennym u osób kierujących pojazdami – zalecenia Polskiego Towarzystwa Medycyny Pracy, Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc, Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi i Polskiego Towarzystwa Badań nad Snem*, „Med Pr.” 2020, Mar 30, 71(2), 233–243.
26. Dyrektywa Komisji 2014/85/UE z 1 lipca 2014 r. zmieniająca Dyrektywę 2006/126/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie praw jazdy (Dz.U. UE z 2014 r. L. 194.10).

27. Ghosh D., Mackay T.W., Riha R.L., *European Union directive 2014/85/EU on driver licensing in obstructive sleep apnoea: early experiences with its application in the UK*, "Breathe (Sheff)" 2016, 12(3), e59–e63. DOI: 10.1183/20734735.008016.
28. May J.F., Porter B.E., Ware J.C., *The deterioration of driving performance over time in drivers with untreated sleep apnea*, "Accid Anal Prev." 2016, 89, 95–102. DOI: 10.1016/j.aap.2016.01.002.
29. Turkington P.M., Sircar M., Saralaya D., Elliott M.W., *Time course of changes in driving simulator performance with and without treatment in patients with sleep apnoea hypopnoea syndrome*, "Thorax." 2004, 59(1), 56–9.
30. Ettenhofer M.L., Guise B., Brandler B., Bittner K., Gimbel S.I., Cordero E., Nelson Schmitt S., Williams K., Cox D., Roy M.J., Chan L., *Neurocognitive Driving Rehabilitation in Virtual Environments (NeuroDRIVE): A pilot clinical trial for chronic traumatic brain injury*, "NeuroRehabilitation." 2019, 44(4), 531–544. DOI: 10.3233/NRE-192718.
31. Hoffman L., McDowd J.M., *Simulator driving performance predicts accident reports five years later*, "Psychol Aging" 2010, 25, 741–745.
32. Raport projektu PPR819 [www. content.tfl.gov.uk](http://www.content.tfl.gov.uk).
33. Knowles J., Smith L., Cuerden R., Delemonte E., *Analysis of Police Collision Files for Pedestrian Facilities in London, 2006–2010*. PPR620. Transport Research Laboratory TRL: Crowthorne 2012.
34. Smith L., Knowles J., Cuerden R., *Analysis of police collision files for motorcyclist fatalities in London 2006–09* PPR621. TRL: Crowthorne 2013.
35. Edwards A., Barrow A., O'Connell S., Krishnamurthy V., Khatry R., Hylands N., McCarthy M., Helman S., Knight I., *Analysis of bus collisions and identification of countermeasures*, Londyn 2018.
36. Vernick J.S., Li G., Ogaitis S., MacKenzie E.J., Baker S.P., Gielen A.C., *Effects of high school driver education on motor vehicle crashes, violations and licensure*, "American Journal of Preventative Medicine" 1999, 16(1), 40–46.
37. Grayson G.B., Helman S., *Work related road safety: a systematic review of the literature on effectiveness of interventions 11.3.*, Institute of Occupational Safety and Health, IOSH, 2011.
38. Helman S., Christie N., Ward H., Grayson G., Delmonte E., Hutchins R., *Strategic review of the management of occupational road risk* PPR6699, Transport-Research Laboratory, TRL: Crowthorne 2014.
39. Wang J., Lu H., Sun Z., *Exploring Factors Influencing Injury Severity of Vehicle At-Fault Accidents: A Comparative Analysis of Passenger and Freight Vehicles*,

“International Journal of Environment Research and Public Health” 2020 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7068512/>).

40. Safari M., Shamseddin Alizadeh S., Sadeghi Bazargani H., Aliashrafi A., *The priority setting of factors affecting a crash severity using the Analytic Network Process*, “Journal Injury and Violence Research” 2020 Jan, 12(1), 11–19.

GRZEGORZ GUDZBELER – doktor habilitowany nauk społecznych w obszarze nauk o bezpieczeństwie. Był Dyrektorem Instytutu Koordynacji Badań i Rozwoju Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie. Członek wielu rad naukowych i grup eksperckich m.in.: Rady Naukowo-Technicznej przy Ministrze Spraw Wewnętrznych (2013–2017), Rady Naukowej Komendanta Głównego Policji (2014–2017), Grupy Roboczej nr 14 „Sensory (w tym biosensory) i sieci sensorowe” ds. Krajowych Inteligentnych Specjalizacji w Ministerstwie Rozwoju (2015–2016), zespołu eksperckiego programu strategicznego „Satelitarny system optoelektronicznej obserwacji Ziemi” Narodowego Centrum Badań i Rozwoju – Polskiej Agencji Kosmicznej w latach 2014–2017), eksperta Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Uczestnik 66 projektów naukowych, badawczo-rozwojowych i zadań projektowych o charakterze krajowym i międzynarodowym w charakterze wykonawcy, kierownika, koordynatora. Autor publikacji i komunikatów naukowych w obszarze bezpieczeństwa, symulacji komputerowej, cyberprzestępczości i wsparcia technicznego działań o charakterze kryzysowym wydawanych m.in. w USA, Chinach, Hongkongu, Australii. Był zastępcą redaktora naczelnego „Internal Security Journal” (ISSN: 2080-5268). Członek Międzynarodowego Stowarzyszenia Inżynierów – IAENG oraz NDIA (National Defence Industrial Association).

GRZEGORZ GUDZBELER – PhD in social sciences in the area of security sciences. Former Director of the Institute for Research and Development Coordination at the Police Academy in Szczytno. Member of many scientific councils and expert groups, among others: Scientific and Technical Council to the Minister of Internal Affairs (2013–2017), Scientific Council of the Chief of Police (2014–2017), Working Group No. 14 “Sensors (including biosensors) and sensor networks” for National Smart Specializations in the Ministry of Development (2015–2016), expert team of the strategic programme “Satellite system of optoelectronic Earth observation” of the National Centre for Research and Development – Polish Space Agency from 2014–2017), expert of the National Centre for Research and Development. Participant of 66 scientific, research and development projects and project tasks of national and international character as a contractor, manager, coordinator. Author

of publications and scientific communications in the area of security, computer simulation, cybercrime and technical support of crisis operations published, among others, in USA, China, Hong Kong, Australia. Former associate editor of "Internal Security Journal" (ISSN: 2080-5268). Member of the International Association of Engineers – IAENG and NDIA (National Defence Industrial Association).

MARIUSZ NEPELSKI – doktor habilitowany nauk o bezpieczeństwie, profesor Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Absolwent m.in. Akademii Sztuki Wojennej i Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie. Starszy oficer Policji w stanie spoczynku, w której pełnił służbę na stanowiskach kierowniczych i wykonawczych w pionie prewencyjnym i kryminalnym. Zainteresowania badawcze i naukowe koncentruje wokół problematyki bezpieczeństwa wewnętrznego, szczególnie z obszaru bezpieczeństwa publicznego (bezpieczeństwo i porządek publiczny) i powszechnego (zarządzanie kryzysowe), w tym nowych technologii w bezpieczeństwie, będąc czynnym uczestnikiem projektów badawczo-rozwojowych. Autor, współautor i redaktor naukowy wielu publikacji poświęconych wskazanej tematyce, publikowanych w Polsce i na świecie.

MARIUSZ NEPELSKI – PhD in security sciences, professor at the Main School of Fire Service. A graduate of, among others, the Academy of Military Art and the Police Academy in Szczytno. Senior retired police officer, where he served in managerial and executive positions in the prevention and criminal division. His research and academic interests focus on the issues of internal security, particularly in the area of public safety (security and public order) and societal security (crisis management), including new technologies in security, being an active participant in research and development projects. Author, co-author and scientific editor of many publications on the above mentioned topics, published in Poland and abroad.

ALICJA BORTKIEWICZ – profesor nauk medycznych. Polski fizjolog. Członek Polskiego Związku Medycyna Pracy, Nowojorskiej Akademii Nauk, Międzynarodowego Towarzystwa Holtera i Elektrokardiologii Nieinwazyjnej. Kierownik Zakładu Fizjologii i Ergonomii Pracy Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Autor ponad 100 publikacji z zakresu ergonomii i medycyny pracy.

ALICJA BORTKIEWICZ – Professor of Medical Sciences. Polish physiologist. Member of the Polish Association of Occupational Medicine. New York Academy of Sciences, International Society of Holter and Non-invasive Electrocardiology. Head of the Department of Occupational Physiology and Ergonomics at the Institute of Occupational Medicine in Lodz. Author of over 100 publications on ergonomics and occupational medicine.

ANDRZEJ MISIUK – profesor nauk humanistycznych (2008), pracownik naukowo-dydaktyczny Wydziału Nauk Politycznych i Studiów Międzynarodowych UW, kierownik Katedry Bezpieczeństwa Wewnętrznego. Od 1983 r. zajmuje się pracą naukową i badawczą, przedmiotem jego zainteresowań naukowych jest problematyka szeroko pojętego bezpieczeństwa, zwłaszcza dzieje instytucji policyjnych i służb specjalnych w Polsce oraz systemy bezpieczeństwa wewnętrznego w wymiarze krajowym i europejskim. Opublikował 56 pozycji książkowych, 7 wydawnictw źródłowych, 177 artykułów i przyczynków naukowych, 6 publikacji popularnonaukowych oraz siedem recenzji, które ukazały się zarówno w krajowym, jak i zagranicznym czasopiśmiennictwie (w Niemczech, Litwie, Francji, Wielkiej Brytanii, Rumunii, Rosji, Hiszpanii).

ANDRZEJ MISIUK – Professor of Humanities (2008), research and teaching assistant at the Faculty of Political Science and International Studies of the University of Warsaw, Head of the Department of Internal Security. Since 1983 he has been engaged in academic and research work, his scientific interests include issues of broadly understood security, especially the history of police institutions and special services in Poland as well as internal security systems in the national and European dimensions. He has published 56 books, 7 source publications, 177 articles and scientific contributions, 6 popular science publications and 7 reviews, which appeared both in the national and foreign periodicals (in Germany, Lithuania, France, Great Britain, Romania, Russia, Spain).

MARIUSZ DĄBROWSKI – doktor nauk społecznych w obszarze nauk o bezpieczeństwie. Były starszy oficer Policji, wykładowca Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie. Członek wielu zespołów naukowych i grup eksperckich. Uczestnik kilkunastu projektów naukowych, badawczo-rozwojowych i zadań projektowych o charakterze krajowym i międzynarodowym. Autor publikacji i komunikatów naukowych w obszarze bezpieczeństwa, symulacji komputerowej i wsparcia technicznego działań o charakterze kryzysowym wydawanych m.in. w USA, Chinach, Hongkongu, Australii.

MARIUSZ DĄBROWSKI – PhD in social sciences in the area of security sciences. Former senior police officer, lecturer at the Police Academy in Szczytno. Member of many scientific teams and expert groups. Participant of several scientific, research and development projects and project tasks of national and international character. Author of publications and scientific communications in the field of security, computer simulation and technical support of crisis operations published, among others, in the USA, China, Hong Kong and Australia.