

# CHOROBA SYMULATOROWA I *SIMULATOR SICKNESS QUESTIONNAIRE* W POLSKIEJ PRAKTYCE. BADANIA KIEROWCÓW ZAWODOWYCH PODLEGAJĄCYCH OBOWIĄZKOWYM KURSOM KWALIFIKACJI WSTĘPNEJ I OKRESOWEJ

SIMULATOR SICKNESS AND THE *SIMULATOR SICKNESS QUESTIONNAIRE* IN POLISH PRACTICE.  
A STUDY INVOLVING PROFESSIONAL DRIVERS SUBJECT TO  
COMPULSORY INITIAL AND PERIODIC QUALIFICATION COURSES

Marcin Cybulski<sup>1</sup>, Piotr Rzeźniczek<sup>2</sup>, Bartosz Bilski<sup>3</sup>

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu / Poznan University of Medical Sciences, Poznań, Poland

<sup>1</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu, Katedra i Zakład Psychologii Klinicznej / Faculty of Health Sciences, Department of Clinical Psychology

<sup>2</sup> Wydział Lekarski I, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Zakład Dydaktyki Anestezjologii i Intensywnej Terapii / Medical Faculty I, Department of Anaesthesiology and Intensive Therapy, Department of Teaching Anaesthesiology and Intensive Therapy

<sup>3</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu, Pracownia Medycyny Pracy / Faculty of Health Sciences, Department of Preventive Medicine

## STRESZCZENIE

**Wstęp:** Zjawisko choroby symulatorowej jest mierzalne pod względem objawów fizjologicznych. Artykuł prezentuje praktyczne wykorzystanie *Kwestionariusza choroby symulatorowej (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ)* w badaniach poekspozycyjnych wraz z oceną samego narzędzia przez osoby badane. **Materiał i metody:** Badania przeprowadzono na symulatorze szkoleniowym pojazdów ciężarowych i autobusów AutoSim AS 1600. Przebadano 130 kierowców uczestniczących w kursach kwalifikacji wstępnej i okresowej dla kierowców w transporcie drogowym. Do badań wykorzystano kwestionariusz SSQ autorstwa Kennedy'ego i wsp. w polskim tłumaczeniu Biernackiego i wsp. (symptomy: mdłości, dezorientacji, zaburzeń okulomotorycznych i wynik ogólny) oraz ankietę oceniającą kwestionariusz SSQ (zrozumiałość i czasochłonność na skali 1–6). **Wyniki:** W grupie badanej (N = 130) stwierdzono istotne statystycznie różnice w wynikach SSQ. Wśród kierowców młodszych (<29,5 roku) zarejestrowano zwiększone nasilenie symptomów choroby symulatorowej po symulacji (objawy mdłości oraz wynik ogólny), u kierowców starszych (>29,5 roku) – objawów dezorientacji po symulacji. Długość snu i ocena jakości wykonania zadania były istotnie wyższe w grupach bezobjawowych. Wyniki wskazują również na pozytywny odbiór narzędzia przez osoby badane (N = 113) – oceniono czasochłonność jako niską (M = 2,44 na skali 1–6), a zrozumiałość jako wysoką (M = 5,62 na skali 1–6). **Wnioski:** Uzyskane wyniki wskazują na występowanie objawów choroby symulatorowej nawet w symulatorach wiernie odwzorowujących ruch kabiny pojazdu. Oceny narzędzia przez osoby badane i poziom zaangażowania w pracę z kwestionariuszem wskazują na jego pozytywny odbiór. Med. Pr. 2020;71(1):47–58

**Słowa kluczowe:** symulator, kierowcy, choroba symulatorowa, *Kwestionariusz choroby symulatorowej*, SSQ, szkolenie kierowców

## ABSTRACT

**Background:** A phenomenon of simulator sickness is measurable in terms of physiological symptoms. The article presents the practical use of the *Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)* in post-exposure research, together with feedback given by the examined drivers. **Material and Methods:** The study was conducted on the AutoSim AS 1600 simulator, and involved 130 drivers attending preliminary and periodic qualification courses in road transportation. The following tools were used throughout the research: the SSQ by Kennedy et al., translated into Polish by Biernacki et al. (with symptoms including nausea, oculomotor disturbances & disorientation symptoms, and the SSQ total), and a tool evaluating the SSQ (comprehensibility and time consumption on a 1–6 scale). **Results:** In the study group (N = 130), some statistically significant differences in the SSQ results were observed. Among younger drivers (<29.5 years old) an increased intensity of the simulator sickness symptoms after simulation was recorded (nausea and the SSQ total), and among older drivers (>29.5 years old) – the disorientation symptoms after simulation. The length of sleep and the quality assessment of the conducted task were higher in the asymptomatic groups. Also, the results indicate a positive reception of the tool by the examined individuals (N = 113), with time consumption marked as low (M = 2.44 on a 1–6 scale) and comprehensibility as high (M = 5.62 on a 1–6 scale). **Conclusions:** The research indicates the occurrence of simulator sickness symptoms even in simulators, which accurately reflect vehicle movements. The feedback given by the examined individuals, together with the level of involvement in the SSQ use, indicates a positive reception of the tool. Med Pr. 2020;71(1):47–58

**Key words:** simulator, drivers, simulator sickness, *Simulator Sickness Questionnaire*, SSQ, driver's training

Autor do korespondencji / Corresponding author: Marcin Cybulski, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Zdrowiu, Katedra i Zakład Psychologii Klinicznej, ul. Bukowska 70, 60-812 Poznań, e-mail: cybulski@ump.edu.pl  
Nadesłano: 22 grudnia 2018, zatwierdzono: 3 września 2019

## WSTĘP

W polskich realiach szkolenia na symulatorach są integralną częścią podnoszenia kompetencji zawodowych kierowców pracujących w transporcie drogowym [1]. Popularność tego modelu treningu była podstawową motywacją do podjęcia badań wśród kierowców zawodowych podlegających obowiązkowym procedurom prawnym, z ukierunkowaniem na opis zjawiska w tej grupie zawodowej. Kolejnym powodem było wykorzystanie symulatorów w ramach badań naukowych z zakresu szeroko rozumianego bezpieczeństwa ruchu drogowego [2–6].

Różnego rodzaju ekspozycja na wirtualną rzeczywistość – zarówno statyczna, jak i dynamiczna – może niekiedy powodować wiele uporczywych dolegliwości fizycznych, które zbiorczo określa się mianem choroby symulatorowej. Pod względem objawów przypomina ona chorobę lokomocyjną z tą różnicą, że odczucie ogólnego dyskomfortu (m.in. potliwość, zawroty głowy, mdłości i wymioty) powodowane jest przez wirtualną rzeczywistość.

Próba identyfikacji czynników wywołujących chorobę symulatorową i jej sprzyjających przebiega wielokierunkowo. Przyczyn tej choroby należy poszukiwać w obrębie zarówno predyspozycji, cech i stanów uczestników symulacji, jak i uwarunkowań technicznych urządzeń. Choroba symulatorowa występuje, gdy zostają zaburzone informacje docierające z narządów zmysłów potrzebnych do orientacji w przestrzeni oraz percepcji ruchu lub gdy są one odmienne od tych, których uczestnicy doświadczali w przeszłości [7–9].

W literaturze jako możliwe przyczyny objawów wskazuje się wpływ braku stabilności posturalnej [10] oraz hiperwentylację i spadek stężenia dwutlenku węgla we krwi [11]. Obszar zainteresowań badawczych w obrębie symptomatologii choroby symulatorowej obejmuje ponadto płeć, wiek, wrażliwość osobniczą, nastroj i predyspozycje osobowościowe [12–14].

Kolejną grupą czynników są uwarunkowania techniczne urządzeń symulujących – pasywność/ruchomość platformy symulatora i sposób prezentacji bodźców wzrokowych [15–19]. Istotnym czynnikiem w badaniach nad tym zjawiskiem jest również ocena wpły-

wu czasu trwania symulacji. W większości dotychczasowych doniesień zgodnie wskazywano, że czas ekspozycji może wywoływać i nasilać objawy [8,20].

Zmienne indywidualne, które zwiększają podatność na chorobę symulatorową, obejmują zły stan zdrowia, brak snu, mniejsze doświadczenie w symulowanym środowisku, większe w niesymulowanym i podatność na chorobę lokomocyjną [5,21–26].

W literaturze zjawisko choroby symulatorowej wyjaśniano również m.in. teorią konfliktu sensorycznego (*neural mismatch model*) [21,27], teorią ruchu gałek ocznych [28] lub brakiem ewolucyjnego przystosowania ludzi do realnego i symulowanego ruchu [29]. Jej objawy przypisywano czynności autonomicznego układu nerwowego i zwiększonej aktywacji współczulnego układu nerwowego [22]. Ponadto sugerowano, że wszystkie objawy choroby symulatorowej są wynikiem nieprawidłowo prowadzonej symulacji [30–33] oraz wykazano, że uprzednie doświadczenie w grach komputerowych może zmniejszać lub zwiększać negatywne odczucia w czasie użytkowania symulatora [34–36].

Pełna specyfika przyczyn choroby symulatorowej i prowadzących do niej czynników wymaga kolejnych badań z uwzględnieniem dotychczasowych szeroko prowadzonych analiz [7,37–39]. Jednocześnie należy zaznaczyć, że katalog czynników ryzyka wystąpienia objawów choroby symulatorowej i wniosków badawczych nie jest zamknięty.

Wykorzystany w artykule *Kwestionariusz choroby symulatorowej (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ)* umożliwia subiektywną, wielobjawową ocenę choroby symulatorowej zarówno podczas treningu na symulatorze, jak i po nim. Mierzone objawy choroby symulatorowej należą do 3 klas: objawów okulomotorycznych, dezorientacji i mdłości. Do objawów tych zalicza się: zmęczenie, ogólny dyskomfort, znużenie, ból głowy, senność, problemy z koncentracją, zmęczenie narządu wzroku, nadmierną potliwość, zmniejszone/zwiększone wydzielanie śliny, problemy ze skupieniem uwagi, nudności, ociążałość (uczucie pełnej głowy), pogorszenie stanu psychicznego, nieostrość widzenia, uczucie zaburzenia równowagi, zaburzenia wzroku, zawroty głowy, omdlenia, dolegliwości gastryczne, problemy z łaknieniem, żołądkowe, dezorientację, wymioty i inne [40].

Podstawowym celem niniejszej pracy była ocena częstości i nasilenia choroby symulatorowej po jednorazowej 30-minutowej ekspozycji symulatorowej u kierowców zawodowych. Kolejnym celem była ocena wystąpienia choroby symulatorowej wśród kierowców młodszych i starszych. Za celowe uznano też zweryfikowanie różnic między wynikami kierowców z objawami choroby symulatorowej a tymi bez jej objawów (pod względem wieku, ilości snu i poziomu wykonania zadania). Dodatkowo podjęto próbę uproszczonej oceny polskiej wersji SSQ pod względem czasochłonności badania i zrozumiałości zawartych w nim treści – na podstawie deklaracyjnych opinii badanych. W kontekście celowości niniejszych badań eksploracyjnych należy stwierdzić, że przedstawione w części wstępnej tło teoretyczne stanowi opis zjawiska bez wskazania kierunku analiz uzyskanych wyników.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na symulatorze szkoleniowym pojazdów ciężarowych i autobusów w Ośrodku Doskonalenia Techniki Jazdy (ODTJ). Norweski symulator AutoSim AS 1600 to urządzenie zbudowane z wykorzystaniem oryginalnej kabiny samochodu ciężarowego marki Volvo umieszczonej na platformie z systemem ruchu o 6 stopniach swobody (*6 degrees of freedom* – 6DoF), wyposażonej w siłowniki i system dookólnych ekranów zapewniających naturalne wizualne odwzorowanie sytuacji drogowych.

Do badań wykorzystano SSQ autorstwa Kennedy'ego i wsp. [41] w polskim tłumaczeniu Biernackiego i wsp. [42]. Kwestionariusz składa się z 8 pytań i pozwala na ocenę stanu natężenia choroby na podstawie 26 objawów opisywanych za pomocą 4-stopniowej skali (wcale, niewielkie, umiarkowane, znaczące). Analizowano wyniki dla objawów mdłości, zaburzeń okulomotorycznych, dezorientacji oraz wynik ogólny. Do objawów mdłości zaliczono: dolegliwości żołądkowe, odbijanie, mdłości, ślinotok i pocenie się. Dla określenia zaburzeń okulomotorycznych przyjęto: zmęczenie ogólne, oczu, ból głowy oraz trudności z koncentracją. Wskaźnikami dezorientacji były: zawroty głowy, nieostre widzenie oraz uczucie odurzenia przy otwartych oraz zamkniętych oczach. Do kwestionariusza dołączono krótką, oceniającą go ankietę (zrozumiałość i czasochłonność na skali 1–6) wraz z możliwością wpisania uwag własnych (pytania otwarte).

Badania kwestionariuszem SSQ i ankietą własną przeprowadzono w trakcie planowych ustawowych szkoleń

kierowców zawodowych. Uczestnicy nie byli wcześniej informowani o udziale w pomiarach – decyzję o nim podejmowali po zarejestrowaniu swojej obecności w ODTJ. Udział w badaniach był dobrowolny. Po udzieleniu zgody na udział w badaniu prowadzono procedurę kwalifikacyjną (wywiad), która polegała na uzyskaniu odpowiedzi na pytania o stan zdrowia, przyjmowane leki, spożywanie alkoholu, udział w podróży morskich, lotniczych i ekspozycji na wirtualną rzeczywistość. Uczestników pytano również o ilość snu w nocy poprzedzającej szkolenie w celu wyeliminowania skrajnie odstających wartości.

Przeprowadzona kwalifikacja pozwoliła na określenie docelowej grupy osób. Do badań przystąpili mężczyźni deklarujący dobry stan zdrowia w dniu ekspozycji. Przy kwalifikacji wykluczono osoby przyjmujące wymienione w kwestionariuszu leki (nasenne, kwas acetylosalicylowy, tylenol i inne leki przeciwbólowe, leki przeciwhistaminowe i zmniejszające przekrwienie), spożywające alkohol w dniu przed badaniem i deklarujące niewystarczającą ilość snu w nocy poprzedzającej badanie. Kryteriami wykluczenia były także podróże morskie lub lotnicze oraz ekspozycja na wirtualną rzeczywistość w ciągu 20 dni poprzedzających badanie. Ostatecznie w grupie badanych 130 mężczyzn [wiek (M): 31 lat, zakres wieku: 19–54 lat, SD = 7,74, Me = 29,5 roku] znalazło się 70 kierowców z uprawnieniami do kierowania kategorii B oraz 60 – z kategorii C. Badanych poddano ekspozycji na symulację (30 min) przy wykorzystaniu wystandaryzowanego programu treningowego dla kursu kwalifikacji wstępnej i okresowej. Badania kwestionariuszowe prowadzono bezpośrednio przed (pomiar przedekspozycyjny – pre) i niezwłocznie po (pomiar poekspozycyjny – post) 30-minutowym szkoleniu w symulatorze, z krótką wystandaryzowaną instrukcją wprowadzającą. Zebrano 130 kompletnych, wypełnionych kwestionariuszy SSQ, a subiektywnej oceny narzędzia dokonało 113 mężczyzn.

Zgodnie z podstawowym celem badań analizy statystyczne przeprowadzono w oparciu o wyniki zbiorcze wszystkich uczestników. Ze względu na dalsze cele podzielono również grupę badaną z uwagi na wiek („młodszy” i „starszy”). Cezurą była mediana (29,5 roku). Kolejną część analizy dotyczyła różnic w wynikach (wiek, ilość snu i poziom wykonania zadania) po zakończeniu 30-minutowej ekspozycji na sytuację symulacyjną. W tym przypadku analizowano wyniki osób z objawami choroby symulatorowej (SS) i osób bez jej objawów (non-SS). Za kryterium włączenia do jednej z grup uznano, odpowiednio, wystąpienie objawów choroby symu-

latorowej lub brak jej objawów po zakończeniu szkolenia na symulatorze. Oceny dokonano na podstawie wyników kwestionariusza SSQ. Do grupy bez objawów włączono wszystkich mężczyzn, których wyniki poekspozycyjne nie wskazywały na obecność jakichkolwiek objawów choroby (odpowiedzi „wcale” dla 26 zawartych w kwestionariuszu SSQ symptomów). Do analiz wykorzystano oprogramowanie IBM SPSS Statistics v. 4.0. Zastosowanie testów nieparametrycznych zostało wymuszone przez brak rozkładu normalnego dla analizowanych zmiennych.

## WYNIKI

W grupie badanych kierowców zawodowych (N = 130) średnia wieku wyniosła 31 lat (zakres: 19–54 lat, SD = 7,74, Me = 29,5 roku). Jedynie 39 kierowców (30%) nie zadeklarowało żadnych objawów choroby symulatorowej w żadnym z etapów badania, a 59 uczestników (45%) zgłosiło brak objawów po 30-minutowej ekspozycji. W obydwu przypadkach wzięto pod uwagę odpowiedzi „wcale” przy 26 zawartych w kwestionariuszu objawach choroby symulatorowej i uzyskane zero-

we wartości punktowe dla 4 skal SSQ. Blisko 74% badanych (N = 96) doświadczało odczucia ruchu w trakcie szkolenia w symulatorze (odpowiedzi „tak” i „trochę”). Średnia długość snu wyniosła 7,3 godz., a deklarowany wynik jakości wykonania zadania w symulatorze – 7,1 na skali 1–10, gdzie 1 oznacza najniższą jakość wykonania, a 10 – najwyższą. Stwierdzono różnice istotne statystycznie w obszarach mdłości, dezorientacji i wyniku ogólnego (tabela 1). W każdym przypadku wyniki były wyższe w pomiarze poekspozycyjnym.

Wśród kierowców wyselekcjonowanych na podstawie zadeklarowania negatywnych objawów po ekspozycji na sytuację symulowaną (SS, N = 71) zauważalnie wyższe były wyniki w pomiarze poekspozycyjnym (tabela 2). W grupie kierowców bez objawów po ekspozycji na jazdę w symulatorze drogowym (non-SS, N = 59) pojawiają się różnice statystyczne między wynikami pre a post. W każdym przypadku 1. pomiar przed wejściem do symulatora wykazał wyższe wyniki w 4 badanych kategoriach (tabela 3). W obydwu omawianych przypadkach uzyskane różnice stanowiły konsekwencje założonego podziału uczestników na 2 grupy (SS i non-SS) i nie stanowią wniosków badawczych. Potwierdzają

**Tabela 1.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) w grupie badanej (N = 130)  
**Table 1.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) results in the study group (N = 130)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>	7,85	16,87	0	114	-2,912 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	12,25	19,09	0	85		<b>0,004</b>
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>	9,21	17,01	0	106	-1,916 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	11,54	18,57	0	128		0,055
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>	6,42	21,17	0	194	-2,382 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	10,39	24,16	0	139		<b>0,017</b>
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>	9,32	19,25	0	149	-2,344 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	13,26	21,43	0	123		<b>0,019</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

*pre* – wyniki pomiaru przedekspozycyjnego / results of pre-exposure measurement, *post* – wyniki pomiaru poekspozycyjnego / results of post-exposure measurement. Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.

**Tabela 2.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej (SSQ)* w grupie kierowców z objawami choroby symulatorowej (N = 71)

**Table 2.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)* results in the group of drivers with symptoms of simulator sickness (N = 71)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>	11,42	17,414	0	95	-3,842 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	22,30	21,083	0	86		<b>0,000</b>
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>	12,92	18,001	0	106	-3,371 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	21,14	20,736	0	129		<b>0,001</b>
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>	8,04	16,581	0	84	-3,199 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	19,02	30,154	0	139		<b>0,001</b>
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>	13,01	18,200	0	94	-3,786 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	24,28	23,980	4	123		<b>0,000</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.

**Tabela 3.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej (SSQ)* w grupie kierowców bez objawów choroby symulatorowej (N = 59)

**Table 3.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)* results in the group of drivers without symptoms of simulator sickness (N = 59)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>	3,56	15,229	0	114	-2,652 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	0,00	0,000	0	0		<b>0,008</b>
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>	4,75	14,689	0	106	-3,462 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	0,00	0,000	0	0		<b>0,001</b>
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>	4,48	25,646	0	195	-2,060 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	0,00	0,000	0	0		<b>0,039</b>
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>	4,88	19,696	0	150	-3,767 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	0,00	0,000	0	0		<b>0,000</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.



jedynie poprawność podziału zestawów danych do dalszych analiz.

Pomiary w grupach SS i non-SS wskazują na różnice w długości snu w nocy poprzedzającej ekspozycję oraz deklaratywnej ocenie jakości wykonania zadania na symulatorze (na korzyść wyników z grupy non-SS). Już przed rozpoczęciem ekspozycji na bodźce wirtualne kierowcy z grupy SS wykazywali wyższe natężenie objawów choroby symulatorowej we wszystkich mierzonych 4 kategoriach (mdłości, zaburzeń okulomotorycznych, dezorientacji i wyniku ogólnego). Kierowcy z grupy non-SS istotnie wyżej oceniali natomiast poziom wykonania zadania (tabela 4).

W grupie kierowców młodszych (<29,5 roku) zarejestrowano zwiększone natężenie objawów choroby symulatorowej w 2 pomiarze (*post*), dla kategorii mdłości i wyniku ogólnego (tabela 5). W grupie kierowców starszych (>29,5 roku) różnica istotna statystycznie pojawiła się natomiast na skali dezorientacji w 2 pomiarze (*post*). Natężenie objawów dezorientacyjnych, w myśl analiz statystycznych, wzrosło względem wartości pierwotnych (tabela 6).

W przypadku porównania wyników kierowców młodszych i starszych różnice istotne statystycznie pojawiły się w kategoriach: mdłości, zaburzeń okulomotorycznych i wyniku ogólnego. Wiek w każdym przypadku różnicował wyniki na niekorzyść kierowców starszych (tabele 7 i 8).

Ocenę polskojęzycznej wersji narzędzia SSQ pod względem czasochłonności badania i zrozumiałości zawartych w nim treści przeprowadzono na podstawie odpowiedzi w skali 1–6, gdzie 1 oznacza niski poziom czasochłonności oraz zrozumiałości, a 6 – najwyższy. Przeanalizowano wyniki 113 mężczyzn, nie uzyskano zwrotnie ankiet niepełnych i otrzymano średnie wartości: 5,62 dla pomiaru zrozumiałości oraz 2,44 dla skali czasochłonności. W podziale na grupy (młodszy vs starszy oraz SS vs non-SS) nie wykazano różnic istotnych statystycznie. Żaden z badanych nie zamieścił uwag w pytaniu otwartym. Uzyskane wyniki wskazują na to, że polska wersja językowa SSQ jest uznawana przez bezpośrednich użytkowników za wysoce zrozumiałą i umiarkowanie czasochłonną.

## OMÓWIENIE

W prezentowanych badaniach dzięki restrykcyjnemu podejściu do oceny choroby symulatorowej wykazano stosunkowo wysoki odsetek osób z przynajmniej 1 negatywnym objawem po ekspozycji na symulację (70%). W literaturze wskazuje się na występowanie choroby symulatorowej u 5–50% osób [18,43,44]. Różnica między wcześniejszymi doniesieniami a niniejszymi wynikami może wynikać z prowadzenia badań w trakcie obowiązkowego szkolenia kierowców, co należy uznać za dodatkowy stresor sytuacyjny wpływający na kondycję psy-

**Tabela 4.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) w grupie kierowców z objawami choroby symulatorowej (SS) (N = 71) i w grupie kierowców bez objawów (non-SS) (N = 59)

**Table 4.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) results in the groups of drivers with symptoms of simulator sickness (SS) (N = 71) and without these symptoms (non-SS) (N = 59)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
Wiek [lata] / Age [years]						
SS	31,68	7,740	21	54	-1,129 <sup>c</sup>	
non-SS	30,27	7,737	18	45		0,259
Długość snu [godz.] / Length of sleep [h]						
SS	6,95	1,323	3	10	-3,671 <sup>b</sup>	
non-SS	7,69	1,163	5	12		<b>0,000</b>
Poziom wykonania zadania (0–10) / / Level of performance (0–10)						
SS	6,73	1,667	0	10	-2,860 <sup>b</sup>	
non-SS	7,52	1,349	5	10		<b>0,004</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

<sup>c</sup> Na podstawie dodatnich rang / On the basis of the positive ranks.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.

**Tabela 5.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) w grupie kierowców młodszych (<29,5 roku) (N = 65)**Table 5.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) results in the group of younger drivers (<29.5 years old) (N = 65)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>	4,84	10,815	0	57	-2,970 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	9,54	16,949	0	86		<b>0,003</b>
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>	6,30	9,242	0	38	-1,493 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	8,75	13,940	0	61		0,135
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>	3,64	11,081	0	70	-1,185 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	7,07	22,163	0	111		0,236
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>	5,98	10,344	0	56	-2,018 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	9,95	18,049	0	86		<b>0,044</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.

**Tabela 6.** Statystyki opisowe i różnice w wynikach *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) w grupie kierowców starszych (>29,5 roku) (N = 65)**Table 6.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) results in the group of older drivers (>29.5 years old) (N = 65)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	p
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>	10,86	20,920	0	114	-1,591 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	14,97	20,790	0	76		0,112
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>	12,13	21,928	0	106	-1,334 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	14,34	22,023	0	129		0,182
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>	9,21	27,652	0	195	-2,045 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	13,71	25,749	0	139		<b>0,041</b>
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>	12,66	24,850	0	150	-1,694 <sup>b</sup>	
<i>post</i>	16,57	24,038	0	123		0,090

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.

**Tabela 7.** Statystyki opisowe i różnice między wynikami *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) kierowców młodszych (<29,5 roku) (N = 65) oraz starszych (>29,5 roku) (N = 65)

**Table 7.** Descriptive statistics and differences in the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) results in the group of younger (<29.5 years old) (N = 65) and older (>29.5 years old) drivers (N = 65)

SSQ	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	P
<b>Wiek [lata] / Age [years]</b>						
młodszy kierowcy / younger drivers	24,69	2,920	18	29	-7,014 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	37,38	5,516	30	54		<b>0,000</b>
<b>Długość snu [godz.] / Length of sleep [h]</b>						
młodszy kierowcy / younger drivers	7,33	1,232	4	10	-0,557 <sup>c</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	7,24	1,375	3	12		0,578
<b>Mdłości / Nausea</b>						
<i>pre</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	4,84	10,815	0	57	-1,775 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	10,86	20,920	0	114		0,076
<i>post</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	9,54	16,949	0	86	-2,139 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	14,97	20,790	0	76		<b>0,032</b>
<b>Zaburzenia okulomotoryczne / / Oculomotor disturbances</b>						
<i>pre</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	6,30	9,242	0	38	-1,611 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	12,13	21,928	0	106		0,107
<i>post</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	8,75	13,940	0	61	-2,071 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	14,34	22,023	0	129		<b>0,038</b>
<b>Dezorientacja / Disorientation</b>						
<i>pre</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	3,64	11,081	0	70	-1,399 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	9,21	27,652	0	195		0,162
<i>post</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	7,07	22,163	0	111	-1,930 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	13,71	25,749	0	139		0,054
<b>Wynik ogólny / SSQ total</b>						
<i>pre</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	5,98	10,344	0	56	-1,591 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	12,66	24,850	0	150		0,112
<i>post</i>						
młodszy kierowcy / younger drivers	9,95	18,049	0	86	-2,336 <sup>b</sup>	
starszy kierowcy / older drivers	16,57	24,038	0	123		<b>0,020</b>

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

<sup>c</sup> Na podstawie dodatnich rang / On the basis of the positive ranks.

Pogrubiono wartości istotne statystycznie / Bolded values are statistically significant.



**Tabela 8.** Zrozumiałość i czasochłonność wypełnienia *Kwestionariusza choroby symulatorowej* (SSQ) w ocenie kierowców zawodowych w podziale na grupy z objawami choroby symulatorowej (SS) (N = 61) i bez objawów (non-SS) (N = 52) oraz kierowców młodszych (<29,5 roku) (N = 59) i starszych (>29,5 roku) (N = 54)

**Table 8.** Comprehension and time consumption in completing the *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) scale assessment by professional drivers with (SS) (N = 61) and without (non-SS) (N = 52) symptoms of simulator sickness, and both younger (<29.5 years old) (N = 59) and older (>29.5 years old) ones (N = 54)

Obszary subiektywnej oceny Areas of subjective assessment	M	SD	Min.	Maks. Max	Wartość testowana <sup>a</sup> Tested value <sup>a</sup>	
					Z	P
Zrozumiałość w ocenie: / Comprehensibility assessed by:						
SS	3	6	5,52	0,744	-1,375 <sup>b</sup>	
non-SS	5	6	5,73	0,448		0,169
młodszych kierowców / younger drivers	4	6	5,68	0,507	-0,867 <sup>c</sup>	
starszych kierowców / older drivers	3	6	5,56	0,744		0,386
Czasochłonność w ocenie: / Time consumption assessed by:						
SS	1	6	2,49	1,709	-0,533 <sup>c</sup>	
non-SS	1	6	2,38	1,901		0,594
młodszych kierowców / younger drivers	1	6	2,39	1,762	-0,266 <sup>b</sup>	
starszych kierowców / older drivers	1	6	2,50	1,840		0,790

<sup>a</sup> Test znaków rangowanych Wilcozona, istotność asymptotyczna (2-stronna) / The Wilcoxon signed-ranks test, asymptotic significance (2-sided).

<sup>b</sup> Na podstawie ujemnych rang / On the basis of the negative ranks.

Skróty jak w tabeli 1 / Abbreviations as in Table 1.

chiczną i fizjologiczną badanych. Należy też pamiętać, że zestawianie wartości procentowych ze źródeł literaturowych odnoszących się do zróżnicowanej metodyki oceny częstotliwości występowania choroby pozwala jedynie na orientacyjne porównania.

Wyniki uzyskane w obydwu grupach kierowców (młodszych i starszych) wpisują się w część wcześniejszych doniesień o wieku jako czynnika zwiększającym ryzyko wystąpienia objawów. Jak jednak wskazują Lozia [37] oraz Virre i wsp. [45], wiek nie musi być wyznacznikiem wystąpienia objawów, może natomiast wiązać się z obszarem (drogowym, lotniczym) doświadczeniem zdobytym w rzeczywistym świecie [46] – stanowiąc pośredni czynnik ryzyka. Według badań Johnsona [47], Wojciechowskiego i Błaszczyka [48] oraz Kruszewskiego i wsp. [49] objawy chorobowe wiążą się z młodszym wiekiem uczestników symulacji. Do odmiennych wniosków doszli Park i wsp. [50] oraz Merkisz i wsp. [51], którzy stwierdzili wyższy odsetek rezygnacji pochorobowej u starszych uczestników w porównaniu z młodszymi. Zjawisko choroby symulatorowej zdaje się być wypadkową wieku i doświadczenia. W niniejszych badaniach w analizie uwzględniono jedynie wiek uczestników. Kolejne badania powinny więc brać pod uwagę również doświadczenie w kierowaniu pojazdami.

Ograniczona liczba doniesień naukowych dotycząca wpływu ilości i jakości snu na przebieg symulacji oraz wystąpienie objawów choroby powinna skłonić do prowadzenia szerszych badań w tym kierunku. Dostępne publikacje potwierdzają jednak uzyskane w niniejszych badaniach wyniki. Osoby bez objawów chorobowych deklarowały dłuższy sen w nocy poprzedzającej udział w szkoleniu symulatorowym. W badaniach Altény i wsp. [52] wykazano wpływ deficytów snu na wystąpienie objawów choroby symulatorowej, jednak w obrębie badanej grupy znalazły się tylko osoby z opisywaną bezsennością. Kaplan i wsp. [53] stwierdzili, że kontrolowane ograniczenie snu do 4 godz. przez 2 kolejne doby zwiększyło u badanych nasilenie objawów i zmniejszyło możliwości adaptacyjne do choroby lokomocyjnej w kolejnych ekspozycjach. Mimo rozwoju technologicznego wirtualnej rzeczywistości przyczyny powiązanej z nią choroby, wliczając rangę snu, wciąż wydają się niejednoznaczne, a samo zjawisko wymaga dalszych poszukiwań obszarowych [52].

Choroba symulatorowa może być wystarczająco poważna, aby uniemożliwić użytkownikom poprawne wykonanie zadań w trakcie symulacji, a w skrajnych przypadkach ich ukończenie. W niniejszych badaniach nie zarejestrowano rezygnacji z udziału w szkoleniu symulatorowym, należy jedynie pamiętać o motywacji do

ukończenia obowiązkowej procedury szkoleniowej niezbędnej do uzyskania uprawnień do kierowania pojazdami. Jakość wykonania zadania była jednak istotnie wyższa u osób bez objawów choroby symulatorowej. Nie da się wykluczyć wpływu ogólnego zmęczenia na jakość wykonania zadania, co potwierdzają polscy autorzy [49].

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania cechują się pewnymi ograniczeniami. Niewątpliwie należą do nich liczebność i dobór uczestników ograniczony tylko do osób zdrowych, o dobrej chwilowej kondycji fizycznej. Ze względu na ograniczenia czasowe w dostępie do osób badanych dokonano tylko powierzchniowej oceny czasochłonności i zrozumiałości kwestionariusza według uczestników. Ograniczenie stanowi również sam kwestionariusz, oparty na deklaratywnej ocenie występujących u badanej osoby stanów fizjologicznych. Niewątpliwie problematyka wymaga dalszych pogłębionych analiz i zastosowania bardziej rozbudowanego aparatu statystycznego.

Uzyskane wyniki w różnym stopniu wpisują się w trendy wyznaczone w światowych badaniach. Wskazują na występowanie objawów choroby symulatorowej niezależnie od stopni swobody – również w symulatorach wiernie odzwierciedlających ruch kabiny pojazdu. Podkreślają także rangę snu w wystąpieniu objawów choroby.

Narzędzie SSQ w polskim tłumaczeniu zdaje się być pozytywnie odbierane przez badane osoby. Zminimalizowano ryzyko efektu oczekiwania. Badanych rekrutowano tuż przed pomiarem oraz przed przystąpieniem do szkolenia na symulatorze i badania nie znali oni ani konstrukcji, ani treści narzędzi badawczych. Nie da się jednak oczywiście całkowicie wykluczyć wpływu ogólnie pozytywnego nastawienia do procedury badawczej i ocenianego kwestionariusza. Kwestionariusz jednak nie powinien obniżać motywacji do jego wykonania, zwiększać prawdopodobieństwa przerwania lub zaniechania pomiaru, co stanowi jeden z elementów wysokiej trafności fasadowej. Obydwa wnioski pozytywnie rokują na wykorzystanie narzędzia w dalszych polskich badaniach nad chorobą symulatorową. Potwierdza to również popularność narzędzia w badaniach światowych [37,54,55].

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują dyrekcji i kadry instruktorskiej Bednary Driving City za umożliwienie przeprowadzenia badań.

## PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 1 kwietnia 2010 r. w sprawie szkolenia kierowców wykonujących przewóz drogowy. DzU z 2010 r. nr 53, poz. 314
2. Zalesińska M.: The impact of the luminance, size and location of LED billboards on drivers; visual performance-Laboratory tests. *Accid. Anal. Prev.* 2018;117:439–448, <http://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.005>
3. Radosz J.: Wpływ hałasu infradźwiękowego na sprawność psychofizyczną kierowców autobusów miejskich. *Autob. Techn. Eksp. Syst. Transp.* 2014;11:8–12
4. Mets M.A.J., Ketzler S., Blom C., van Gerven M.H., van Wiligenburg G.M., Olivier B. i wsp.: Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving. *Psychopharmacology* 2011;214(3):737–745, <http://doi.org/10.1007/s00213-010-2078-2>
5. Nader M., Kruszewski M.: Wykorzystanie zaawansowanych symulatorów jazdy w badaniach zachowania i umiejętności kierowców. *Prac. Nauk. Politechn. Warsz. Transp.* 2013;96:321–331
6. Andysz A., Waszkowska M., Merecz D., Drabek M.: Zastosowanie symulatorów jazdy w badaniach psychologicznych. *Med. Pr.* 2010;61(5):573–582
7. Reason J.T., Brand J.J.: *Motion sickness.* Academic Press, Oxford 1975
8. Biernacki M.P., Dziuda Ł.: Choroba symulatorowa jako realny problem badań na symulatorach. *Med. Pr.* 2012; 63(3):377–388
9. Dziuda Ł., Biernacki M.P., Baran P.M., Truszczyński O.E.: The effects of simulated fog and motion on simulator sickness in a driving simulator and the duration of after effects. *Appl. Ergon.* 2014;45(3):406–412, <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.05.003>
10. Riccio G.E., Stoffregen T.A.: An ecological theory of motion sickness and postural stability. *Ecol. Psychol.* 1991;3:195–240, [http://doi.org/10.1207/s15326969eco0303\\_2](http://doi.org/10.1207/s15326969eco0303_2)
11. Bruck S., Watters P.A.: The factor structure of cybersickness. *Displays* 2011;32:153–158, <http://doi.org/10.1016/j.displa.2011.07.002>
12. Bruck S., Watters P.A.: Cybersickness and anxiety during simulated motion: implications for VRET. *Annu. Rev. Cyber Ther. Telemed.* 2009;144:169–173, <http://doi.org/10.3233/978-1-60750-017-9169>
13. Keshavarz B., Ramkhalawansingh R., Haycock B., Shahab S., Campos J.L.: Comparing simulator sickness in younger and older adults during simulated driving under different multisensory conditions. *Transp. Res. Part F* 2018;54:47–62, <http://doi.org/10.1016/j.trf.2018.01.007>

14. Jaeger B.K., Mourant R.R.: Comparison of simulator sickness using static and dynamic walking simulators. *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.* 2001;45:1896–1900, <http://doi.org/10.1177/154193120104502709>
15. Sharples S., Cobb S., Moody A., Wilson J.R.: Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays* 2008;29(2):58–69, <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.005>
16. Curry R., Artz B., Cathey L., Grant P., Greenberg J.: Kennedy SSQ results: Fixed vs. motion-base Ford simulators. W: *Driving Simulation Association. Proceedings of the Driving Simulation Conference*; 11–13 września 2002; Paryż, Francja. Driving Simulation Association, Paryż 2002, ss. 289–300
17. Moss J.D., Muth E.R.: Characteristics of head-mounted displays and their effects on simulator sickness. *Hum. Factors* 2011;53:308–319, <http://doi.org/10.1177/0018720811405196>
18. Drexler J.M.: Identification of system design features that affect sickness in virtual environments [praca doktorska]. University of Central Florida, Orlando (Floryda) 2006
19. Biernacki M.P., Dziuda Ł.: Mood and simulator sickness after truck simulator exposure. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 2014;27(2):278–292, <https://doi.org/10.2478/s13382-014-0251-2>
20. Classen S., Bewernitz M., Shechtman O.: Driving Simulator Sickness: An Evidence-Based Review of the Literature. *Am. J. Occup. Ther.* 2011;65(2):179–188, <https://doi.org/10.5014/ajot.2011.000802>
21. Kennedy R.S., Stanney K.M., Dunlap W.P.: Duration and exposure to virtual environments: Sickness curves during and across sessions. *Presence* 2000;9(5):463–472, <https://doi.org/10.1162/105474600566952>
22. Chung S.C., You J.H., Kwon J.H., Lee B., Tack G.R., Yi J.H. i wsp.: Differences in psychophysiological responses due to simulator sickness sensitivity. W: Magjarevic R., Nagel J.H. [red.]. *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006. IFMBE Proceedings*; 27 sierpnia–1 września 2006; Seul, Korea. Springer, Berlin, Heidelberg 2006, ss. 1218–1221, [https://doi.org/10.1007/978-3-540-36841-0\\_294](https://doi.org/10.1007/978-3-540-36841-0_294)
23. Crowley J.S.: Simulator sickness: A problem for Army aviation. *Aviat. Space Environ. Med.* 1987;58:355–357
24. Kennedy R.S., Fowlkes J.E.: Simulator sickness is polygenic and polysymptomatic: Implications for research. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1992;2:23–38, [https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0201\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0201_2)
25. Lerman Y., Sadovsky G., Goldberg E., Kedem R., Peritz E., Pines A.: Correlates of military tank simulator sickness. *Aviat. Space Environ. Med.* 1993;64:619–622
26. Brooks J.O., Goodenough R.R., Crisler M.C., Klein N.D., Alley R.L., Koon B.L. i wsp.: Simulator sickness during driving simulation studies. *Accid. Anal. Prev.* 2010;42:788–796, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.04.013>
27. Reason J.T.: Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. *J. R. Soc. Med.* 1978;71:819–829, <https://doi.org/10.1177/014107687807101109>
28. Ebenholtz S.M.: Motion sickness and oculomotor systems in virtual environments. *Presence* 1992;1(3):302–305, <http://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.302>
29. Treisman M.: Motion sickness: an evolutionary hypothesis. *Science* 1977;197:493–495, <http://doi.org/10.1126/science.301659>
30. Kim Y.Y., Kim H.J., Kim E.N., Ko H.D., Kim H.T.: Characteristic changes in the physiological components of cyber-sickness. *Psychophysiology* 2005;42:616–625
31. Hulme K.F., Guzy L.T., Kennedy R.S.: Holistic design approach to analyze simulator sickness in motion-based environments. *Proceedings of The Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*, Paper No. 11011; 28 listopada – 3 grudnia 2011; Orlando, USA
32. Mullen N.W., Weaver B., Riendeau J.A., Morrison L.E., Bédard M.: Driving performance and susceptibility to simulator sickness: Are they related? *Am. J. Occup. Ther.* 2010;64(2):288–295, <https://doi.org/10.5014/ajot.64.2.288>
33. Frank L.H., Kennedy R.S., Kellogg R.S., McCauley M.E.: Simulator sickness: A reaction to a transformed perceptual world. 1. Scope of the problem (NAVTRAEQUIPCEN Technical Report). Naval Training Equipment Training, Orlando 1983
34. Häkkinen J., Liinasuo M., Takatalo J., Nyman G.: Visual comfort with mobile stereoscopic gaming. W: Woods A.J., Dodgson N.A., Merritt J.O., Bolas M.T., McDowall I.E. [red.]. *Electronic Imaging 2006. Proceedings of the SPIE, Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XIII*; 16–19 stycznia 2006; San Jose, USA. SPIE, Bellingham 2006, s. 60550a, <https://doi.org/10.1117/12.641210>
35. Häkkinen J., Vuori T., Puhakka M.: Postural stability and sickness symptoms after HMD use. W: *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*; 6–9 października 2002; Yasmin Hammamet, Tunezja. IEEE, Yasmine Hammamet 2002, ss. 147–152, <http://doi.org/10.1109/ICSMC.2002.1167964>
36. Häkkinen J., Pölönen M., Takatalo J., Nyman G.: Simulator sickness in virtual display gaming: a comparison of stereoscopic and non-stereoscopic situations. W: *MobileHCI '06. Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*; 12–15 września 2006; Helsinki, Finlandia. ACM Press, Nowy Jork 2006, ss. 227–230, <http://doi.org/10.1145/1152215.1152263>

37. Lozia Z.: *Symulatory jazdy samochodem*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008
38. Dużmańska N., Strojny P., Strojny A.: Can Simulator Sickness Be Avoided? A Review on Temporal Aspects of Simulator Sickness. *Front. Psychol.* 2018;9:2132, <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02132>
39. Kolański E.M.: *Simulator sickness in virtual environments*. Technical Report 1027. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1995
40. Gałuszka A., Bereska D., Grzejszczak T., Gałuszka A.: Konsekwencje zdrowotne zastosowania technik wirtualnej rzeczywistości w edukacji. *Humanum. Międzynarod. Stud. Społ.-Hum.* 2017;26(3):235–245
41. Kennedy R.S., Lane N.E., Berbaum K.S., Lilienthal M.G.: Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1993;3(3):203–220, <https://doi.org/10.1037/t04669-000>
42. Biernacki M.P., Kennedy R.S., Dziuda Ł.: Zjawisko choroby symulatorowej oraz jej pomiar na przykładzie kwestionariusza do badania choroby symulatorowej – SSQ. *Med. Pr.* 2016;67(4):545–555, <http://doi.org/10.13075/mp.5893.00512>
43. Bertollini G.P., Johnston Ch.M., Kuiper J.W., Kukula J.C., Kulczycka M.A., Thomas W.E.: The General Motors Driving Simulator. *SAE Transactions* 1994;103:54–67
44. Baltzley D.R., Kennedy R.S., Berbaum K.S., Lilienthal M.G., Gower D.W.: The time course of postflight simulator sickness symptoms. *Aviat. Space Environ. Med.* 1989;60(11):1043–1048
45. Virre E., Clark J.B.: *Airsickness and Space Sickness*. W: Kennedy C.H., Kay G.G. [red.]. *Aeromedical Psychology*. ASH-GATE, Surrey England 2013, ss. 195–213, <https://doi.org/10.1201/9781315565811-8>
46. Matas N.A., Nettelbeck T., Burns N.R.: Dropout during a driving simulator study: A survival analysis. *J. Safety Res.* 2015;55:159–169, <http://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.08.004>
47. Johnson D.M.: *Introduction to and Review of Simulator Sickness Research*. Technical Report 1832. United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Arlington 2005
48. Wojciechowski P., Błaszczuk J.: Choroba symulatorowa w szkoleniu pilotów wojskowych i cywilnych różnych typów statków powietrznych. *Med. Pr.* 2019;70(3):317–325, <http://doi.org/10.13075/mp.5893.00766>
49. Kruszewski M., Razin P., Niezgoda M., Kamiński T.M.: Analiza efektów oddziaływania symulatora na powstawanie choroby symulatorowej w badaniach kierowców. *Syst. Logist. Wojsk.* 2016;44:188–201, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0011.7326>
50. Park G.D., Allen R.W., Fiorentino D., Rosenthal T.J., Cook M.L.: Simulator sickness scores according to symptom susceptibility, age, and gender for an older driver assessment study. *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.* 2006;50:2702–2706, <https://doi.org/10.1177/154193120605002607>
51. Merksiz J., Markowski J., Galant M., Karpiński D., Orszulak B.: Ocena czynników wpływających na występowanie choroby symulatorowej podczas treningu na symulatorze AutoSim AS 1200-6. *Logistyka* 2014;3:4280–4286
52. Altena E., Daviaux Y., Sanz-Arigita E., Bonhomme E., de Sevin É., Micoulaud-Franchi J.A. i wsp.: How sleep problems contribute to simulator sickness: Preliminary results from a realistic driving scenario. *J. Sleep Res.* 2019;28(20):e12677, <http://doi.org/10.1111/jsr.12677>
53. Kaplan J., Ventura J., Bakshi A., Pierobon A., Lackner J.R., DiZio P.: The influence of sleep deprivation and oscillating motion on sleepiness, motion sickness, and cognitive and motor performance. *Auton. Neurosci.* 2017;202:86–96, <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.08.019>
54. Sinitski E., Thompson A.A., Godsell P.C., Honey J.L.N., Besemann M.: Postural stability and simulator sickness after walking on a treadmill in a virtual environment with a curved display. *Displays* 2018;52:1–7, <https://doi.org/10.1016/j.displa.2018.01.001>
55. Brunnström K., Wang K., Tavakoli S., Andrén B.: Symptoms analysis of 3D TV viewing based on simulator sickness questionnaires. *Qual. User Exp.* 2017;2:1–15, <http://doi.org/10.1007/s41233-016-0003-0>