

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

W Y D Z I A Ł T R A N S P O R T U

Rozprawa doktorska

mgr Piotr Malawko

**Metoda wykrywania dyskomfortu
przy obsłudze urządzeń adaptacyjnych
przez kierowców z niepełnosprawnościami**

Promotor
dr hab. inż. Marcin Ślęzak

Promotor pomocniczy
dr inż. Tomasz Szczepański

WARSZAWA 2020

Streszczenie

Rozprawa dotyczy badań symptomów dyskomfortu za pomocą autorskiej metody wykrywania dyskomfortu przy obsłudze urządzeń adaptacyjnych przez kierowców z niepełnosprawnościami. W rozprawie przedstawiono nową metodę ilościowej oceny zjawiska dyskomfortu. Zaprezentowano oryginalne miary dyskomfortu. Opracowano metodę testowania urządzeń adaptacyjnych dla kierowców z niepełnosprawnościami.

Praca zawiera jedenaście rozdziałów. W rozdziale pierwszym opisano podstawowe pojęcia, używane w rozprawie, między innymi: ergonomia, symptomy dyskomfortu kierowcy, urządzenia adaptacyjne kierowcy oraz dysfunkcje operatorów niepełnosprawnych. Przedstawiono genezę tematu, w tym uchylecia regulacji prawnych związanych z mobilnością osób niepełnosprawnych i użytkowaniem przez nich pojazdów samochodowych. Opisano również oczekiwania osób niepełnosprawnościami związanych z motoryzacją. Zdefiniowano zakres problemów związanych z istniejącymi urządzeniami adaptacyjnymi w samochodach. Jako główny problem autor uznał różnice we właściwościach ergonomicznych tych urządzeń. W rozdziale przyjęto kryterium, że urządzenia, za pomocą, którego kierowca z dysfunkcjami ruchowymi prowadzi pojazd, powinien być dokładnie dopasowany do jego indywidualnych potrzeb.

Rozdział drugi zawiera przegląd literatury. Przegląd uporządkowano według następujących zagadnień: ergonomia obsługi pojazdów, problemy obsługi związane z niepełnosprawnym kierowcą, bezpieczeństwo ruchu drogowego w kontekście urządzeń adaptacyjnych, techniczne rozwiązania dotyczące urządzeń adaptacyjnych w pojazdach, psychologiczne problemy mobilności osób z niepełnosprawnościami, homologacja pojazdów z urządzeniami adaptacyjnymi oraz bariery architektoniczne w transporcie osób niepełnosprawnych. W podsumowaniu analizy literatury autor wskazał problem, braku metod badawczych i regulacji prawnych dotyczących samochodów adaptowanego do potrzeb kierowców z niepełnosprawnościami. Wskazano również na brak opracowań naukowych dotyczących bezpieczeństwa ruchu drogowego związanego z użytkowaniem oprzyrządowania adaptacyjnego.

W rozdziale trzecim przedstawiono przegląd konstrukcji urządzeń adaptacyjnych dla kierowców z niepełnosprawnościami. W szczególności wzięto pod uwagę pojazdy wchodzące w skład floty Centrum Usług Motoryzacyjnych działającego w Instytucie Transportu Samochodowego w Warszawie. Pojazdy te były wyposażone w zestawy urządzeń

adaptacyjnych umożliwiających prowadzenie pojazdu przez kierowców obciążonych jedną z dwóch najczęściej spotykanych niepełnosprawności paraplegią i tetraplegią.

W rozdziale czwartym zawarto cel i tezę pracy. Celem pracy jest opracowanie metody ilościowej oceny zjawiska dyskomfortu u kierowców z niepełnosprawnościami przy obsłudze urządzeń adaptacyjnych podczas użytkowania pojazdu. Tezą pracy było założenie, że istnieje możliwość ilościowej oceny symptomów dyskomfortu związanych z obsługą urządzeń adaptacyjnych przez kierowców z niepełnosprawnościami, a w szczególności możliwy jest pomiar natężenia dyskomfortu w zależności od konstrukcji urządzeń i warunków jazdy.

W rozdziale piątym przedstawiono obiekt i metodykę badań doświadczalnych. Zwrócono uwagę na symptomy dyskomfortu, jakie brano pod uwagę podczas prowadzenia testów. Podzielono je na trzy typy: objawy bólowe, objawy drętwienia oraz problemy z chwytem. Opracowano też miary natężenia dyskomfortu, które pozwoliły na określenie skali zjawiska. Były wśród nich: średni czas wystąpienia dyskomfortu, liczba zjawisk dyskomfortu, suma natężenia zjawisk dyskomfortu. Okazało się, że spośród kilku zastosowanych miar najbardziej jednoznaczne wyniki uzyskano w przypadku sumy natężenia dyskomfortu. Jednakże należy wziąć pod uwagę, że zastosowanie tej miary wymaga przeprowadzenia testów statystycznych na grupie kierowców. Inną użyteczną miarą był czas wystąpienia dyskomfortu; miarę tę należy stosować w przypadku badań indywidualnych (nawet na podstawie pojedynczego testu).

W rozdziale szóstym opisano badania w warunkach drogowych, w tym warunki i metodykę pomiarów oraz przebieg badań. Przedstawiono sposób zachowania powtarzalności warunków badań, zarówno drogowych, jak i pogodowych. Trasa testowa obejmowała prowadzenie pojazdu w warunkach miejskich i pozamiejskich oraz manewry parkowania. W rozdziale przedstawiono również: przygotowanie kierowców testowych do badań, przebieg tych badań, sposób zapisu wyników pomiarów w czasie jazdy oraz materiały przygotowywane przed rozpoczęciem testów.

W rozdziale siódmym opisano badania na placu manewrowym. Użyta metoda przewiduje zastosowanie tych samych miar dyskomfortu oraz jego symptomów, jednak dzięki intensyfikacji ruchów kierowcy podczas manewrów parkingowych pozwala na czterokrotnie skrócenie czasu trwania testów. Obydwie metody umożliwiają ocenę urządzeń adaptacyjnych

w aspekcie ich wpływu na zjawisko dyskomfortu oraz na indywidualny dobór urządzenia adaptacyjnego dla danego kierowcy z niepełnosprawnością.

W rozdziale ósmym przedstawiono wyniki badań i charakterystykę symptomów dyskomfortu w warunkach ruchu miejskiego, oraz w warunkach placu manewrowego. Wyniki zaprezentowano w formie wykresów i tabel. W tabelach zamieszczono bezpośrednio wyniki obserwacji dotyczących zjawiska dyskomfortu. Ogółem przeprowadzono 45 testowych. Podczas realizacji badań zarejestrowano 125 zjawisk dyskomfortu zgłaszanych przez kierowców. Na przedstawionych w tym rozdziale wykresach można zauważyć, że grupą kierowców najczęściej zgłaszających odczucie dyskomfortu były osoby z tetraplegią (porażeniem czterokończynowym). Kierowcy z paraplegią (porażeniem dwukończynowym) rzadziej zgłaszali symptomy dyskomfortu.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono dyskusję wyników badań w aspekcie oceny testowanych urządzeń. Na wykresach pokazano liczbę zjawisk dyskomfortu dla poszczególnych urządzeń. Wyszczególniono symptomy różnym natężeniu z podziałem na ruch miejski i na plac manewrowy. Najwięcej zdarzeń dyskomfortu odnotowano w przypadku posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem firmy C.

W rozdziale dziesiątym zamieszczono ocenę autorskiej metody badań oraz porównanie zaproponowanych miar dyskomfortu. Ocena poprawności opracowanej metody badań polegała na porównaniu wyników przy wykorzystaniu różnych miar dyskomfortu i przy wykorzystaniu dwóch metod (w warunkach drogowych i na placu manewrowym) oraz na oszacowaniu zgodności wyników badań z oczekiwaniami teoretycznymi, opartymi na opiniach rynkowych dotyczących jakości badanych urządzeń. Wykazano zgodność wyników uzyskanych przy wykorzystaniu dwóch omawianych metod – testów w warunkach drogowych i testów na placu manewrowym. Stwierdzono również zgodność oceny wybranych urządzeń adaptacyjnych przy zastosowaniu poszczególnych miar dyskomfortu. Ponadto, ustalono że wyniki otrzymane podczas badań urządzeń adaptacyjnych były zbieżne z rynkową opinią dotyczącą ich jakości. Na tej podstawie uznano że istnieje podstawa do pozytywnej oceny zaproponowanych metod pomiaru zjawiska dyskomfortu.

W rozdziale jedenastym zawarto podsumowanie wyników pracy. Wskazano, że najbardziej użytecznymi w praktyce miarami dyskomfortu są:

- suma natężenia dyskomfortu wyrażona łącznie przez objawy bólu, objawy drętwienia oraz trudności chwytu – w przypadkach testowania urządzeń, adaptacyjnych.
- czas wystąpienia dyskomfortu – w przypadkach indywidualnego doboru urządzenia adaptacyjnego dla kierowcy z niepełnosprawnością.

Rekomendowano metodę badań na placu manewrowym do praktycznego testowania urządzeń adaptacyjnych w samochodzie w aspekcie dyskomfortu kierowców z niepełnosprawnością motoryczną. Podkreślono, że głównym osiągnięciem pracy, jest opracowanie metody ilościowej oceny zjawiska dyskomfortu wynikającego z obsługi urządzeń adaptacyjnych przez kierowców z niepełnosprawnościami. Wykorzystano nowatorskie elementy pracy którymi są opracowanie nowych miar dyskomfortu oraz metod testowania zjawiska dyskomfortu w rzeczywistych warunkach jazdy.

Słowa kluczowe: niepełnosprawny kierowca, dyskomfort, oprzyrządowanie, ergonomia, pojazd przystosowany.

Summary

The dissertation concerns the study of the symptoms of discomfort using the proprietary method of detecting discomfort in the operation of adaptive devices by drivers with disabilities. The dissertation presents a new method of quantifying the phenomenon of discomfort. Original measures of discomfort are presented. A method of testing adaptive devices for drivers with disabilities has been developed.

The work contains eleven chapters. The first chapter describes the basic concepts used in the dissertation, including: ergonomics, symptoms of driver discomfort, driver adaptation devices and dysfunctions of disabled operators. The genesis of the topic is presented, including the repeal of legal regulations related to the mobility of disabled people and the use of motor vehicles by them. The expectations of people with disabilities related to the automotive industry were also described. A range of problems related to existing adaptive devices in cars was defined. The author recognized the differences in the ergonomic properties of these devices as the main problem. The chapter adopts the criterion that the devices with which a driver with motor dysfunctions drives a vehicle should be precisely adapted to his individual needs.

The second chapter contains a literature review. The review was organized according to the following topics: ergonomics of vehicle operation, handling problems related to a disabled driver, road safety in the context of adaptive devices, technical solutions for adaptive devices in vehicles, psychological problems of mobility of people with disabilities, approval of vehicles with adaptive devices and architectural barriers in transport disabled people. In the summary of the analysis of the literature, the author indicated the problem of the lack of research methods and legal regulations regarding cars adapted to the needs of drivers with disabilities. The lack of scientific studies on road safety related to the use of adaptive equipment was also indicated.

The third chapter presents an overview of the construction of adaptive devices for drivers with disabilities. In particular, the vehicles included in the fleet of the Automotive Service Center operating at the Motor Transport Institute in Warsaw were taken into account. These vehicles were equipped with sets of adaptive devices enabling the vehicle to be driven by drivers burdened with one of the two most common disabilities, paraplegia and tetraplegia.

The fourth chapter contains the aim and theses of the work. The aim of the study is to develop a quantitative method of assessing the phenomenon of discomfort in drivers with disabilities while using adaptive devices while using a vehicle. The thesis of the work was the assumption that it is possible to quantify the symptoms of discomfort related to the operation of adaptive devices by drivers with disabilities, and in particular, it is possible to measure the intensity of discomfort depending on the design of the devices and driving conditions.

The fifth chapter presents the object and methodology of experimental research. The symptoms of discomfort were taken into account during the tests. They are divided into three types: pain symptoms, symptoms of numbness and problems with grip. Measurements of the intensity of discomfort were also developed, which allowed to determine the scale of the phenomenon. They included: the average time of discomfort, the number of discomfort phenomena, the sum of the intensity of the discomfort phenomena. It turned out that among several measures used, the most unambiguous results were obtained for the sum of the intensity of discomfort. However, it should be taken into account that the application of this measure requires statistical tests on a group of drivers. Another useful measure was the time of discomfort; this measure should be used in the case of individual tests (even based on a single test).

Chapter six describes tests under road conditions, including the conditions and methodology of measurements as well as the course of the tests. The method of maintaining the repeatability of test conditions, both road and weather, was presented. The test route included driving in urban and extra-urban conditions and parking maneuvers. The chapter also presents: the preparation of test drivers for tests, the course of these tests, the method of recording the results of measurements while driving and the materials prepared before the tests start.

Chapter seven describes the research on the maneuvering area. The method used provides for the use of the same measures of discomfort and its symptoms, however, thanks to the intensification of the driver's movements during parking maneuvers, it allows for a fourfold reduction in the duration of the tests. disability.

The eighth chapter presents the test results and characteristics symptoms of discomfort in urban traffic conditions and in the conditions of the maneuvering square. The results are presented in the form of charts and tables. The tables show the direct results

of the observations concerning the phenomenon of discomfort. A total of 45 tests were carried out. During the research, 125 phenomena of discomfort reported by drivers were registered. The charts presented in this chapter show that the group of drivers most often reporting the feeling of discomfort were people with tetraplegia (four limb paralysis). Drivers with paraplegia (double limb palsy) were less likely to report symptoms of discomfort.

Chapter nine presents the discussion of the test results in terms of the evaluation of the tested devices. The graphs show the number of discomfort phenomena for each device. Symptoms of varying intensity are listed, divided into city traffic and maneuvering square. The largest number of incidents of discomfort was recorded with the use of C's manual gas brake.

Chapter 10 contains an evaluation of the original research method and a comparison of the proposed measures of discomfort. The assessment of the correctness of the developed test method consisted in comparing the results with the use of various measures of discomfort and using two methods (in road conditions and on a maneuvering yard) and on assessing the compliance of the test results with theoretical expectations, based on market opinions regarding the quality of the tested devices. The results obtained with the use of the two discussed methods are compatible - tests in road conditions and tests on the maneuvering square. The assessment of selected adaptive devices with the use of individual measures of discomfort was also consistent. Moreover, it was found that the results obtained during the tests of adaptive devices were consistent with the market opinion regarding their quality. On this basis, it was concluded that there is a basis for a positive assessment of the proposed methods of measuring the phenomenon of discomfort.

Chapter 11 summarizes the results of the work. It has been shown that the most useful measures of discomfort in practice are:

- the sum of the severity of discomfort expressed jointly by the symptoms of pain, symptoms of numbness and gripping difficulties in the case of testing devices, adaptation.
- time of the discomfort - in cases of individual selection of an adaptive device for a disabled driver.

A test method on a maneuvering yard was recommended for the practical testing of adaptive devices in a car in terms of discomfort of drivers with motor disabilities. It was emphasized

that the main achievement of the work is the development of a method of quantifying the phenomenon of discomfort resulting from the use of adaptive devices by drivers with disabilities. Innovative work elements were used, which are the development of new measures of discomfort and methods of testing the phenomenon of discomfort in real driving conditions.

Keywords: disabled driver, discomfort, instrumentation, ergonomics, adapted vehicle.

Spis treści

1.	Wprowadzenie	13
1.1.	Podstawowe pojęcia	14
1.2.	Geneza tematu	22
1.2.1.	Badania diagnostyczne	25
1.2.2.	Potrzeby osób z niepełnosprawnościami.....	27
2.	Analiza literatury	29
2.1.	Ergonomia	29
2.2.	Niepełnosprawny kierowca	35
2.3.	Bezpieczeństwo drogowe	37
2.4.	Techniczne rozwiązania dotyczące adaptacji pojazdów	41
2.5.	Psychologia transportu	44
2.6.	Mobilność.....	47
2.7.	Homologacja pojazdów	52
2.8.	Bariery architektoniczne	54
2.9.	Podsumowanie analizy literatury	55
3.	Przegląd konstrukcji urządzeń dla kierowców z niepełnosprawnościami.....	56
4.	Cel i teza pracy	64
5.	Obiekt badań i metodyka	65
5.1.	Konsultacje eksperckie.....	65
5.2.	Obiekty badań	67
5.3.	Kierowcy testowi.....	69
6.	Badania w warunkach drogowych.....	71
6.1.	Warunki badań	71
6.2.	Metodyka pomiarów	72
6.3.	Przebieg badań w warunkach drogowych	74
7.	Badania na placu manewrowym	78
7.1.	Warunki badań	78
7.2.	Metodyka pomiarów	82
7.3.	Przebieg badań na placu manewrowym	82

8.	Wyniki badań.....	86
8.1.	Charakterystyka symptomów dyskomfortu w warunkach ruchu miejskiego	86
8.2.	Charakterystyka symptomów dyskomfortu na placu manewrowym	88
8.3.	Wyniki liczbowe	90
8.4.	Miary dyskomfortu.....	102
9.	Dyskusja wyników w aspekcie oceny badanych urzędzeń	113
10.	Ocena autorskiej metody badań	122
10.1	Porównanie miar dyskomfortu i metod badań	122
10.2.	Analiza statystyczna	127
10.3.	Badania na placu manewrowym – rekomendacja metody	130
11.	Podsumowanie	133
	Piśmiennictwo	136

1. Wprowadzenie

Rozpatrując temat osób z niepełnosprawnościami, warto zwrócić uwagę na kilka istotnych faktów w kontekście ich mobilności jako kierowców:

- liczba osób pełnoletnich z niepełnosprawnościami jest stosunkowo duża i wynosi w Polsce ponad 1,5 tys.[89];
- Polska, wdrażając zapisy Konwencji o Prawach Osób Niepełnosprawnych, ma za zadanie stworzyć warunki osobom niepełnosprawnym do uczestnictwa w życiu społecznym na równi z osobami pełnosprawnymi, a integracja ta powinna obejmować różne dziedziny życia, również w obszarze mobilności;
- adaptacja pojazdu do kierowania przez osobę z niepełnosprawnościami wymaga zastosowania specjalnych urządzeń, a ich dobór opiera się na wiedzy eksperckiej, ocenie zachowanych funkcji motorycznych przyszłego kierowcy i analizie konstrukcji wyposażonego pojazdu.

Powyższe zadania są realizowane przez Centrum Usług Motoryzacyjnych dla Osób Niepełnosprawnych, działające w Instytucie Transportu Samochodowego (gdzie pracuje autor rozprawy), we współpracy z instruktorami nauki jazdy i adaptatorami. W praktyce obserwuje się liczne problemy związane z istniejącymi urządzeniami adaptacyjnymi. Najważniejszym z nich jest dowolność w kwestii właściwości ergonomicznych tych urządzeń.

Możliwość sprawnego pokonywania barier architektonicznych to dla osób niepełnosprawnych jeden z podstawowych czynników pozwalających jednostce na kontakt ze społeczeństwem. Pomoc w łatwiejszym przemieszczaniu się dają osobie niepełnosprawnej wózek inwalidzki, kule lub chodzik. Sprzęt, za pomocą którego porusza się osoba z dysfunkcjami ruchowymi powinien być dopasowany do jej indywidualnych potrzeb. Efektem dobrego dopasowania jest pewniejsze, bezpieczniejsze poruszanie się. Ludzie potrzebujący tego rodzaju wsparcia traktują je bardzo osobiście, a ingerencja osób trzecich związana z posługiwaniem się wózkiem, kulami oraz innym sprzętem pomocniczym bez pozwolenia ich posiadacza jest postrzegana negatywnie. Ponieważ tego rodzaju przyrządy są używane do przemieszczania się, muszą one zapewniać maksymalny poziom bezpieczeństwa. Na każdym z takich wyrobów powinno znajdować się oznakowanie CE [81] informujące, że producent przetestował produkt przed wprowadzeniem go na rynek i deklaruje zgodność z wymaganymi normami.

1.1. Podstawowe pojęcia

Tematyka pracy dotyczy niekorzystnego oddziaływania urządzeń adaptacyjnych podczas prowadzenia pojazdu przez kierowców z dysfunkcjami. Jednym z czynników, które wpływają na samopoczucie kierowcy w trakcie prowadzenia pojazdu jest ergonomia urządzeń adaptacyjnych.

Ergonomia

W rozprawie będą przedstawione zagadnienia związane m.in. z ergonomią, która jest istotną kwestią w procesie konstruowania wnętrza pojazdu. Ma ona wpływ na odczuwanie komfortu oraz łatwość obsługi mechanizmów i korzystania ze wskaźników przez kierowcę pojazdu. Ergonomia – w myśl definicji zaproponowanej przez brytyjskiego badacza, Stephena Pheasenta – jest nauką stosowaną, gdzie zarówno dane, jak i metodyka skoncentrowane są na człowieku i tak formułowane, aby można było ich użyć w projektowaniu [77]. Główne problemy ergonomii dotyczą funkcjonowania człowieka w środowisku maszyn i urządzeń w sposób dający jak najlepszą wydajność oraz komfort wykonywanej pracy. Wiąże się to również ze zminimalizowaniem bądź wykluczeniem zagrożeń dla zdrowia i życia człowieka. Ergonomię jako naukę zapoczątkował amerykański inżynier, Frederick W. Taylor [86]. Nurt propagowany przez niego był rozpowszechniany i naśladowany nie tylko w Stanach Zjednoczonych, ale także w Europie. Następnym etapem było powstanie szkoły naukowej, której priorytetowym zadaniem było szukanie rozwiązań dotyczących ciągłego podnoszenia wydajności pracy. Taylorowskie założenia realizowano według tej szkoły poprzez:

- wybieranie grupy osób z najlepszymi predyspozycjami do wykonywania danej czynności;
- opracowanie przez ekspertów modelu pracy, którego dany pracownik musiał się trzymać;
- stosowanie premii za wykonaną pracę.

Te rozwiązania były początkiem myśli ergonomicznej, umożliwiającej prekursorom dalszy rozwój tej gałęzi nauki.

Następnym kierunkiem rozwoju, o którym warto wspomnieć, jest opracowanie kokpitu samolotu przez konstruktorów lotniczych w okresie drugiej wojny światowej. Pomimo starań związanych z dążeniem do opracowania jak najlepszych modeli wiele z nich było nieudanych, ponieważ to, co wydawało się słuszne inżynierom, przeradzało się w koszmar pilotów. Skutkami takich praktyk były straty nie tylko samolotów, ale i istnień ludzkich. Chcąc

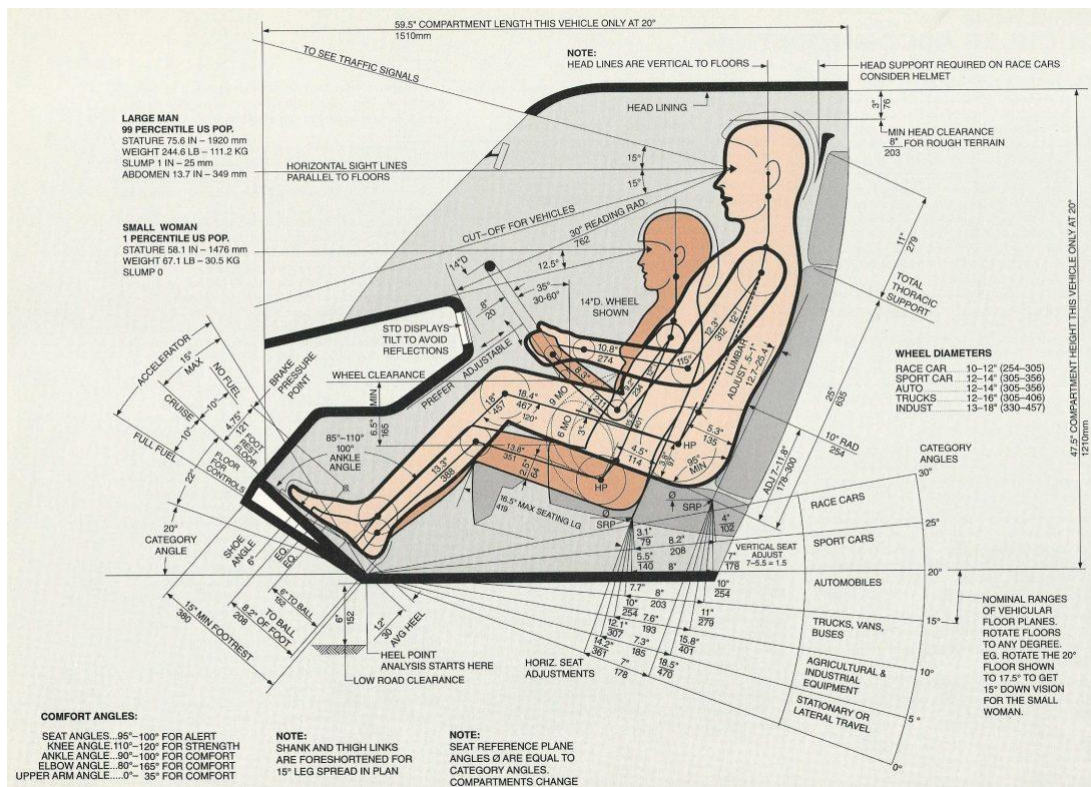
przerwać pasmo niepowodzeń oraz poprawić bezpieczeństwo pilotów, zwrócono się do psychologów i podjęto z nimi współpracę. Tak powstały zespół w dalszym etapie rozbudowano także o fizjologów, antropologów, statystyków i socjologów. W miarę rozwoju takiej współpracy zaczęto używać w stosunku do nowej nauki określeń: „inżynieria ludzka”, „inżynieria czynnika ludzkiego”, bądź „czynnik ludzki”. Sformułowania te stosowano na całym świecie, natomiast w Europie Zachodniej przyjęła się nazwa „ergonomia” [35].

W dalszym etapie ergonomia zaczęła obejmować kilka dziedzin, dostosowując warunki pracy do cech:

- morfologicznych (przykładowo zewnętrznej lub wewnętrznej budowy ciała),
- fizjologicznych (przykładowo czynności mięśni, mózgu, narządów zmysłu),
- psychicznych (przykładowo poziomu inteligencji, wrażliwości emocjonalnej),
- oraz do indywidualnych predyspozycji człowieka [34].

Inna definicja, określona przez IEA i stosowana jako termin na terenie Polski, definiuje ergonomię jako naukę stosowaną zmierzającą do optymalnego dostosowania narzędzi, maszyn, urządzeń, technologii, organizacji i materialnego środowiska pracy oraz przedmiotów codziennego użytku do wymagań i potrzeb fizjologicznych, psychicznych i społecznych człowieka [12].

Ergonomia w przemyśle motoryzacyjnym to jeden z istotnych czynników wpływających na efektywność czynności wykonywanych przez kierowcę. Kierujący pojazdem znajduje się w kabinie, która rozmieszczeniem i kształtem wskaźników nie powinna rozpraszać kierowcy podczas prowadzenia pojazdu. Ciało oraz sylwetka kierującego powinny się znaleźć w takim położeniu, żeby posługiwanie się wszystkimi przyrządami było wykonywane możliwie najbardziej efektywnie [57]. Najdogodniejsze ułożenie ciała zobrazowano na rys. 1., który przedstawia optymalne kąty określające pozycję człowieka, umożliwiające zmaksymalizowanie odczucia komfortu i zminimalizowane odczucia zmęczenia.



Rys. 1. Wskazania położenia sylwetki kierowcy na podstawie miar ergonomii odnoszące się do fotela samochodowego [57]

Określenie zaakceptowane przez naukowców podczas międzynarodowej konferencji w Moskwie w 1972 r. opisuje ergonomię jako naukę badającą funkcjonalne predyspozycje oraz właściwości człowieka podczas trwania procesów związanych z pracą po to, by wykonywana praca była bardziej efektywna.

Pojęcie ergonomii sformułowane i użyte w statucie Polskiego Towarzystwa Ergonomicznego w 1977 r. opisuje ją jako kierunek zmierzający do dostosowania: narzędzi, maszyn, urządzeń, technologii, materialnego środowiska pracy, życia, przedmiotów codziennego użytku do wymogów fizycznych i psychicznych człowieka” [35]. Istotą ergonomii jest optymalne dostosowanie środowiska zewnętrznego, materialnego i niematerialnego do potrzeb i możliwości człowieka, aby wykonywanie czynności odbywało się jak najniższym kosztem wydatku biologicznego.

Zważywszy, że ergonomia wymaga zastosowania wielu dziedzin nauki, jest ona uważana za naukę kompleksową. Wielostronność ergonomii wymusza zastosowanie kompleksowych rozwiązań, co jest następstwem powoływania zespołów specjalistów z wielu dziedzin podczas rozpatrywania problemu. Reprezentanci różnych dyscyplin używają metod badawczych oraz narzędzi ściśle związanych z ich rodzimymi specjalnościami. Dzieje się tak, ponieważ

priorytetem jest trafność w określeniu i rozwiązaniu badanego problemu. Sporym wyzwaniem stawianym przez wyżej wymienione zespoły jest problem metodyczny, związana z nim rozległość tematyki badawczej oraz zróżnicowanie charakteru danych. Problemy badawcze dotyczące tej dziedziny są trudne do sprecyzowania, co powoduje brak możliwości dokładnego ich określenia.

Efektom rozwoju ergonomii jest objęcie jej zasięgiem większości aktywności ludzkiej, obiektów materialnych i kanałów przepływu informacji. Należą do nich między innymi:

- jakość wyrobu,
- aktywność fizyczna (wypoczynek),
- warunki pracy zawodowej,
- środki transportu i przemieszczania się,
- warunki życia osób niepełnosprawnych i starszych,
- standardy mieszkaniowe,
- techniki i technologie wytwarzania (przemysł, rzemiosło, budownictwo, rolnictwo, energetyka) [11].

Cytowane powyżej definicje ergonomii uwypuklają kwestię związaną z dostosowaniem otoczenia oraz niwelowaniem ograniczeń człowieka w jak najszerszym tego słowa znaczeniu. Rozwój ergonomii zmierza w kierunku umiejscowienia w punkcie centralnym człowieka, natomiast aspekty ekonomiczne są umieszczone na dalszym planie. Chociaż ostatnie elementy dotyczą świata techniki, praktycznych działań projektantów i technologów, najważniejsza w ergonomii musi być troska o jednostkę ludzką.

W dalszej części pracy opisano pojęcie dyskomfortu, ponieważ występuje bezpośredni związek pomiędzy ergonomią urządzeń wspomagających prowadzenie pojazdu a badanym zjawiskiem dyskomfortu.

Dyskomfort

Kolejnym pojęciem, istotnym w niniejszej rozprawie, jest negatywne odczucie, związane z posługiwaniem się oprzyrządowaniem adaptacyjnym. W pracy nazwane będzie ono dyskomfortem odczuwanym przez kierowcę z niepełnosprawnością.

Dyskomfort według słownika PWN jest uczuciem psychicznej lub fizycznej niewygody [74]. Pojęcie to pojawia się również w dziedzinie ekonomii, w której nazywane jest wskaźnikiem

ubóstwa. Inne źródła opisują go jako odczuwanie negatywnego czynnika wpływającego źle na organizm albo psychikę. To pojęcie można odnieść do odczuwania:

- udręki,
- uczucia psychicznej albo fizycznej niewygody,
- uwierania,
- nękania kogoś,
- uciążliwości,
- bolączki,
- utrapienia,
- przeciwieństwa błogostanu,
- dokuczliwości [73].

Synonimy dotyczące dyskomfortu w odniesieniu do odczucia bólu to utrapienie i uwieranie. W pracy wyżej opisywane wrażenie będzie rozumiane jako wskaźnik w odniesieniu do skali mierzonego zjawiska. Pozwoli to sprecyzować odczucie dyskomfortu. Pojęciem przeciwstawnym jest komfort, czyli subiektywny stan dobrego samopoczucia lub brak zaburzeń mechanicznych w środowisku (drgań mechanicznych lub powtarzających się wstrząsów). Oznacza on nieobecność znacząco przeszkadzających zaburzeń lub niepożądanych czynników fizycznych. Jest to złożone, subiektywne wrażenie zależne od zsumowanego działania wszystkich czynników fizycznych występujących w środowisku, także czynników psychologicznych, jak oczekiwania ludzi [56]. Definicją dyskomfortu bazującą na powyższym pojęciu może być subiektywny stan złego samopoczucia lub wpływające na niego zaburzenia mechaniczne w środowisku (na przykład niewłaściwa pozycja kierowcy związana z obsługą przyrządów).

Badania przeprowadzone w rozprawie mają pozwolić na zidentyfikowanie niedogodności (dyskomfortu) kierującego, który pojawia się podczas prowadzenia pojazdu. Wstępne spostrzeżenia autora pracy identyfikują źródło pojawiania się dyskomfortu podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych zamontowanych w pojeździe. W związku z tym ważne będzie ustalenie momentu jego występowania oraz określenie czasu, w którym występuje poprzez:

- zaplanowanie badań,
- opracowanie metody pomiaru,
- analiza badań,

- ocena, które z niedogodności mają realny wpływ na bezpieczeństwo podczas prowadzenia pojazdu.

Symptomy dyskomfortu

Badając zjawisko dyskomfortu, starano się precyzyjnie określić rodzaj odczucia, jakie kierowcy zgłaszali podczas posługiwania się oprzyrządowaniem adaptacyjnym. W tym celu posłużono się symptomami dyskomfortu, takimi jak: problemy z chwytem, odczucie drętwienia i odczucie bólu. Problemy z chwytem charakteryzowało wyslizgiwanie się urządzenia z dłoni kierowcy, niewłaściwe trzymanie i wypuszczanie urządzenia z dłoni przez kierowcę. Kolejnym symptomem, jaki zaobserwowano podczas badań było odczuwanie drętwienia, które w zależności od usytuowania kończyny względem urządzenia występowało w różnych miejscach (dłoń, bark, łokieć). Ostatnim z zaobserwowanych symptomów jest odczucie bólu, które występowało w formie uwierania, ocierania powierzchni ciała stykającej się z powierzchnią urządzenia oraz uszkodzenia skóry.

Symptomy dyskomfortu zapisywano w kwestionariuszu wykorzystywanym podczas badań w warunkach drogowych i na placu manewrowym.

Stopień dyskomfortu

W celu wykonania pomiaru odczucia dyskomfortu obserwowanego podczas badań, posłużono się skalą od 0 do 3, gdzie wartość 0 oznaczała brak wystąpienia zjawiska, a wartość 3 miała informować o znacznym nasileniu się badanego zjawiska. Skalę tę należy rozpatrywać oddzielnie dla każdego z trzech symptomów dyskomfortu (opisanych dalej).

Problemy z chwytem:

- 1. stopień problemów z chwytem odnotowywano na wyżej wymienionej skali w sytuacjach, gdy kierowca mimo braku dobrego chwytu nie miał problemów z posługiwaniem się oprzyrządowaniem;
- 2. stopień odnotowywano, gdy kierowca nie był w stanie przyzwycząić się do płynnego posługiwania się urządzeniami;
- 3. stopień odnotowywano, kiedy problemy z chwytem powodowały wypadanie urządzenia z dłoni.

Odczucie drętwienia:

- 1. stopień odczucia drętwienia zgłaszanego podczas testu odnotowywano, gdy zjawisko utrzymywało się na niskim poziomie;

- 2. stopień odczucia drętwienia odnotowywano, gdy natężenie badanego zjawiska nasilało się i nie nasilało się w miarę upływu czasu;
- 3. stopień odczucia drętwienia odnotowywano, gdy natężenie badanego zjawiska powodowało konieczność przerwania jazdy i odpoczynku kierowcy.

Odczucie bólu:

- 1. stopień zjawisk bólowych odnotowywano, gdy kierowca testowy określał je jako uwieranie;
- 2. stopień zjawisk bólowych odnotowywano, gdy zgłaszano odczuwanie bólu, ale nie występowały problemy ze skórą, jak na przykład odciski;
- 3. stopień zjawisk bólowych odnotowywano, gdy kierowca zgłaszał silny ból powodujący konieczność odpoczynku.

Powyższy opis skali jest przykładową interpretacją stopniowania zjawiska dyskomfortu, ale kierowcy testowi nie byli instruowani, aby w taki sposób opisywać odczucia. Zaburzyłoby to ich indywidualny odbiór obserwowanych zjawisk. Dlatego podawane przez nich wartości nasilenia zjawiska dyskomfortu w skali od 0 do 3 były związane z ich subiektywną oceną. Zastosowanie skali według której można stopniować badane zjawisko pozwoliło na wprowadzenie miary dyskomfortu o charakterze jakościowym. Szerzej ten problem opisano w rozdziale 8.

Urządzenia adaptacyjne

Kolejnym pojęciem używanym w pracy były urządzenia adaptacyjne. Można podzielić je na: wspomagające proces wsiadania i wysiadania z pojazdu oraz umożliwiające prowadzenie pojazdu. Skupiając się na grupie urządzeń adaptacyjnych pozwalających na prowadzenie pojazdu, można pogrupować je w następujący sposób.

Uchwyt:

- uchwyt (uchwyt w postaci gałki),
- uchwyt z funkcją pilota,
- pilot,
- uchwyt w postaci widelca, trójząb.

Urządzenia ręcznego gazu-hamulca:

- urządzenia typu drążek montowany w podłodze samochodu z funkcją „ciągnij/pchaj”;

- urządzenie typu drążek montowany w podłodze samochodu z manetką przyspieszenia, funkcja hamowania następuje przy odepchnięciu urządzenia;
- urządzenie zamontowane pod kolumną kierownicy typu „ciągnij/pchaj”.

Obręcz:

- obręcz z funkcją przyspieszenia montowana na kole kierowniczym lub pod kołem kierowniczym.

Drążek z funkcją hamowania:

- urządzenie montowane w podłodze,
- urządzenie montowane pod kolumną kierownicy.

Inne urządzenia:

- wielofunkcyjny joystick.

W niniejszej pracy przebadano tylko niektóre z wyżej wymienionych urządzeń adaptacyjnych, ze względu na ich ergonomię oraz charakter obsługi. Szerzej to zagadnienie zostało opisane w rozdziale 3.

W rozprawie użyto następujących pojęć:

- ręczny gaz-hamulec – w odniesieniu do urządzenia adaptacyjnego umożliwiającego operowanie za pomocą kończyn górnych przyspieszeniem i hamowaniem pojazdu,
- uchwyt w postaci gałki (gałka), pilot w postaci gałki – w odniesieniu do urządzeń adaptacyjnych zamontowanych na kole kierownicy, które umożliwiają posługiwanie się kołem kierowniczym za pomocą jednej ręki,
- pedał gazu – w odniesieniu do pedału przyspieszenia.

W pracy przyjęto pojęcia: gałka, pilot i gaz, które nie są określeniami formalnymi, ale powszechnie występują w branży urządzeń adaptacyjnych.

Dysfunkcje

Terminu „dysfunkcja” użyto w pracy w odniesieniu do kierowców z niepełnosprawnościami ruchowymi.

Rodzaje niepełnosprawności ruchowych można podzielić na kilka grup:

- dysfunkcja kończyn dolnych lub górnych, to jest paraplegia (na przykład brak kończyn, uszkodzenie kręgosłupa w odcinku piersiowym lub krzyżowo-lędźwiowym);

- dysfunkcja lewej lub prawej części ciała, to jest hemiplegia (na przykład udar, stwardnienie rozsiane, połowiczne niedowłady);
- dysfunkcja kończyn dolnych i górnych, to jest tetraplegia (na przykład brak kończyn, uszkodzenie szyjnego odcinka kręgosłupa, zanik mięśni, dziecięce porażenie mózgowe, stwardnienie rozsiane);
- niski wzrost i inne anomalie rozwojowe (na przykład choroby wrodzone, genetyczne uszkodzenia okołoporodowe, brak kończyn).

Do przeprowadzenia prac badawczych posłużono się dwiema z wyżej wymienionych grup kierowców z dysfunkcjami ruchowymi – były to osoby z tetraplegią i paraplegią.

1.2. Geneza tematu

W niniejszym podrozdziale opisano regulacje prawne oraz inne zapisy związane z poruszaniem się osób niepełnosprawnych za pomocą oprzyrządowanych pojazdów. Ponadto opisano procedury wykonywane podczas przeprowadzania badania technicznego w odniesieniu do pojazdu wyposażonego w urządzenia umożliwiające prowadzenie bądź przewóz osób z niepełnosprawnościami.

Przedstawiono również wykaz norm, jakie muszą spełnić urządzenia stanowiące bezpośrednie wsparcie dla osoby niepełnosprawnej, na przykład kula lub balkonik. Podobnie można rozwiązać problem dotyczący regulacji w odniesieniu do urządzeń adaptacyjnych montowanych

w samochodach dostosowanych do osób z niepełnosprawnościami. Dla przykładu dalej opisano kilka z nich.

Przykładowe normy:

- PN-EN ISO 10535:2012 – dotycząca podnośników do przemieszczania osób niepełnosprawnych [61];
- PN-EN 12182:2012 – dotycząca wyrobów pomocniczych dla osób niepełnosprawnych [68];
- PN-EN ISO 11199-1:2004 – dotycząca wyrobów pomocniczych do chodzenia obsługiwanych obydwoma rękami (balkoniki do chodzenia) [64];
- PN-EN ISO 11199-2:2005 – dotycząca pomocy do chodzenia obsługiwanych obydwoma rękami – rolatory [63];
- PN-EN ISO 11199-3:2008 – dotycząca pomocy do chodzenia obsługiwanych obydwoma rękami (stoliki do chodzenia) [65];

- PN-EN 12183:2014-07 – dotycząca wózków inwalidzkich napędzanych ręcznie [66];
- PN-EN 12184:2014-07 – dotycząca wózków inwalidzkich z napędem elektrycznym i skuterów oraz ich zasilania [67].

Normy powinny obowiązywać również w przypadku urządzeń przeznaczonych do prowadzenia pojazdów przez niepełnosprawnych kierowców. Poza przedstawionymi powyżej normami, które pod względem jakości muszą spełniać produkty używane przez osoby niepełnosprawne, należy wziąć pod uwagę szereg istniejących udogodnień związanych z projektowaniem lub zagospodarowaniem przestrzeni publicznej, mających na celu zlikwidowanie większości barier architektonicznych. Wiązą się z tym m.in. rozwiązania dotyczące przewozu osób niepełnosprawnych w środkach szeroko pojętego transportu publicznego. Na przewoźników nałożone są przepisy regulujące kwestię odpowiedniego dostosowania środka transportu w celu umożliwienia bezpiecznego przewozu osób niepełnosprawnych.

Zapisy, które mieszczą się w aktach prawnych zawierających obszar mobilności osób niepełnosprawnych, to m.in. Prawo przewozowe (Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r.), gdzie znajdują się regulacje zobowiązujące przewoźnika do ułatwiania podróżowania osobie o ograniczonej zdolności ruchowej (rozd. 2 art. 14 ust. 2).

W Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 26 czerwca 2012 r. [Załącznik nr 1, dział I, pkt. 9.11] opisano kryteria potrzebne do oceny istotnych usterek dotyczących urządzeń zamontowanych w pojazdach przystosowanych do przewozu oraz załadunku osób poruszających się na wózkach. Kolejnym aktem prawnym jest Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu [72]. Opisano tam obowiązek wykonywania przez uprawnionych pracowników dozoru technicznego przeglądów urządzeń typu winda (§1 ust. 6 lit. i). W Prawie o ruchu drogowym (Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r., art. 66 ust. 1 pkt 1) przedstawiono warunki techniczne pojazdów mających specjalistyczne oprzyrządowanie dla niepełnosprawnego kierowcy. Następnym dokumentem regulującym kwestię mobilności jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia [71].

Przepisy dotyczące kontroli wyrobów oraz urządzeń umożliwiających przemieszczanie się osobie z niepełnosprawnościami nie zawierają w swoich zapisach informacji dotyczących obowiązkowego ich certyfikowania bądź atestowania. Taki stan rzeczy pozwala producentom na stosowanie różnych standardów w związku z wytwarzanymi produktami umożliwiającymi poruszanie się osobie z niepełnosprawnościami. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku producentów oprzyrządowania umożliwiającego prowadzenie pojazdów niepełnosprawnym kierowcom. Osoba po zakupie pojazdu ma pełną swobodę związaną z jego adaptacją. Na rynku jest niewiele pojazdów przystosowanych fabrycznie do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy, które byłyby homologowane jako pojazd wraz z urządzeniami adaptacyjnymi. Kolejną luką występującą w systemie obejmującym sektor mobilności osób niepełnosprawnych jest brak podmiotu weryfikującego poprawności zamontowanych urządzeń. Właściciel mający już pojazd przystosowany do swoich potrzeb nie ma obowiązku związanego z systematycznym kontrolowaniem, czy przeprowadzaniem czynności serwisowych zainstalowanego w pojeździe oprzyrządowania. W związku z tym osoba niepełnosprawna uczestnicząca w ruchu ulicznym może być narażona na zagrożenie lub sama je powodować.

Na podstawie przeglądu przepisów dotyczących montażu i produkcji urządzeń adaptacyjnych wiadomo, że producenci urządzeń adaptacyjnych oraz warsztaty instalujące oprzyrządowanie w pojazdach nie mają żadnych wytycznych dotyczących weryfikacji wygody ich użytkowania. Kształt i materiał, z którego wyprodukowano elementy przyrządu adaptacyjnego, powodują niejednokrotnie niewygodą podczas użytkowania.

Przepisy nie obejmują swoimi zapisami, w jakim zakresie można wprowadzać zmiany w układzie kierowniczym i hamulcowym, aby użytkowanie pojazdu w ruchu drogowym było zgodne z założeniami technicznymi i warunkami bezpieczeństwa na drodze. Jedynie kody ograniczeń zdefiniowane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 20 maja 2016 r. w sprawie wzorów dokumentów stwierdzających uprawnienia do prowadzenia pojazdami (Dz. U. z 2016 r. poz. 702) wprowadzają klasyfikację urządzeń, nie odnosząc się jednak do technicznych aspektów modyfikacji. Należy też podkreślić, że nieoptymalne właściwości ergonomiczne mogą wpływać na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Wpływ ten może być bezpośredni, kiedy będzie powodował trudności w obsłudze urządzenia lub pośredni, kiedy będzie wiązał się z przyspieszonym zmęczeniem kierowcy w konsekwencji odczuwanego dyskomfortu. Wpływ bezpośredni może być stosunkowo łatwo

minimalizowany przez adaptatora poprzez staranny dobór i montaż urządzeń, ale wpływ pośredni jest trudny do przewidzenia, wykrycia i wyeliminowania. Z analizy literatury krajowej i zagranicznej oraz przeprowadzonych konsultacji z ekspertami wynika, że brak jest rzetelnych badań w tym zakresie.

W świetle powyższych spostrzeżeń celowe wydaje się prowadzenie badań dotyczących ergonomii urządzeń adaptacyjnych dla kierowców z niepełnosprawnościami. W szczególności nie istnieją opracowane metody wykrywania zjawiska dyskomfortu odczuwanego przez operatora urządzeń. Dyskomfort jest trudny do pomiaru lub wychwycenia w warunkach ruchu drogowego. Jest bowiem zjawiskiem subiektywnym, niepoddającym się łatwo ocenie. Istnieje więc potrzeba opracowania metody służącej do wykrywania zjawiska dyskomfortu podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych.

1.2.1. Badania diagnostyczne

Weryfikacja stanu pojazdu na stacji diagnostycznej ukierunkowana jest na sprawdzenie działania najistotniejszych zespołów, takich jak: układ hamulcowy, wylotowy i kierowniczy oraz zawieszenie, ponieważ mają one bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo i bezawaryjną eksploatację pojazdu. Weryfikacja ma miejsce podczas przeprowadzania badania technicznego. Uprawniony diagnosta wykonuje czynności według ściśle określonych procedur, opisanych w dziennikach ustaw i rozporządzeniach. Pozycji, w których opisano wszystkie przypadki dotyczące postępowania podczas przeglądu diagnostycznego jest kilkadziesiąt, natomiast podstawowymi z nich są:

- Ustawa z dnia 21 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2018 r. poz. 1990 z późn. zm.),
- Dziennik Ustaw z dnia 10 czerwca 2015 poz. 776,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz.U. z 2016 r. poz. 2022 z późn. zm.).

Poniżej opisano skrócony przebieg badania diagnostycznego. Zgodnie z przepisami uprawniony diagnosta dokonuje identyfikacji pojazdu oraz ustala zgodność danych przez weryfikację dokumentów pojazdu z danymi na pojeździe [69]. Sprawdzone zostaje również właściwe oznakowanie pojazdu oraz stan tablic rejestracyjnych. Następną czynnością jest weryfikacja z informacjami zgromadzonymi w centralnej ewidencji pojazdów, z wyjątkiem danych dotyczących właściciela pojazdu. W dalszym postępowaniu weryfikacyjnym

sprawdzone zostaje dodatkowe wyposażenie pojazdu. Następnie uprawniony diagnosta sprawdza i ocenia pod względem skuteczności i prawidłowości działania poszczególne układy pojazdu, w szczególności pod kątem bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska. Badania diagnostyczne określają również obszar sprawdzania warunków dodatkowych dla innych pojazdów (§§17–22, §§38–42 i §52 rozporządzenia o warunkach technicznych). Do badania pojazdu zabytkowego, który wykorzystywany jest do zarabkowania poprzez wykonywanie nim transportu drogowego są stosowane zapisy zawarte w punktach 0–10.6 działu I załącznika nr 1 do rozporządzenia. Zapis ten odnosi się i jest związany z warunkami technicznymi, zgodnie z którymi pojazd został uznany za zabytkowy.

Dodatkowy rodzaj badania jest stosowany także w przypadku pojazdu przystosowanego konstrukcyjnie do jazdy w ruchu lewostronnym. Opis procedury został umieszczony w art. 81 ust. 3 ustawy [69], oraz art. 81 ust. 4 pkt 2 lit. b, pod warunkiem, że ważność badania technicznego została określona w dokumentach, o których mowa w tym przepisie, a jednocześnie nie przekracza okresu terminu badania technicznego opisanego na podstawie art. 81 ust. 5–10 ustawy.

W końcowym etapie badania diagnosta według wytycznych opisanych w wyżej wymienionych przepisach ocenia możliwość dopuszczenia pojazdu do ruchu drogowego [69]. Cały proces badania diagnostycznego polega na określeniu stanu technicznego pojazdu za pomocą specjalnie przystosowanej aparatury diagnostyczno-pomiarowej. Pomiar odbywają się bez demontowania ani ingerencji w jakikolwiek element pojazdu. Mierzone wartości z poszczególnych etapów są porównywane z wartościami podanymi przez producenta bądź opisanymi w przepisach.

Badania techniczne przeprowadza się na niemalże każdym rodzaju pojazdu dopuszczonego do ruchu drogowego. Właściciel pojazdu powinien zdawać sobie sprawę, że to na nim spoczywa odpowiedzialność związana ze stanem posiadanego pojazdu. Za spowodowanie zdarzenia drogowego wynikającego z usterki w jego pojeździe to właściciel ponosi bezpośrednią odpowiedzialność. Również w sytuacji, gdy dojdzie do zdarzenia drogowego spowodowanego wadą fabryczną pojazdu, jest również w pełni odpowiedzialny za zaistniałą sytuację, nawet jeśli o niej nie wiedział. Taki stan prawny przedstawiony został w wyroku Sądu Najwyższego z dnia 4 października 1966 r. (II Cr 328/66); skład orzekający stwierdził wówczas, że właściciel samochodu ponosi ryzyko wszelkich wad pojazdu, którego używa, a zatem i jego wad konstrukcyjnych. Przy stwierdzeniu, że wyłączną przyczyną szkody była

wada konstrukcyjna samochodu, właściciel pojazdu ponosi względem poszkodowanego odpowiedzialność nawet wówczas, gdy wada była ukryta, a właściciel samochodu o niej nie wiedział i wiedzieć nie mógł [20].

Uwarunkowania prawne powinny odnosić się do użytkowników wszystkich pojazdów ruchu drogowego, a więc również pojazdów z adaptacjami. Niestety stan prawny nie przewiduje w tej kwestii żadnej weryfikacji ani regulacji prawnych. Posługiwanie się pojazdami wyposażonymi w urządzenia adaptacyjne nie jest weryfikowane w żadnym zakresie.

Na kierowców z niepełnosprawnościami nie nałożono żadnych obowiązków związanych z regularnym dbaniem o stan techniczny urządzeń zamontowanych w pojeździe. Dbalność o sprawny pojazd jest uzależniona w znacznej mierze od świadomości jego użytkownika.

1.2.2. Potrzeby osób z niepełnosprawnościami

Oprzysiężowanie dostępne na rynku zaspokaja szeroki zakres potrzeb pod względem prowadzenia pojazdu przez osoby z dysfunkcjami motorycznymi. Ścisłe określają to kody i subkody ograniczeń umieszczane w prawie jazdy niepełnosprawnego kierowcy. Część z nich określa dokładnie, jaki rodzaj dostosowania powinien być zastosowany. Poniżej zostały podane przykładowe kody ograniczeń.

W kodzie 10 opisana jest potrzeba modyfikacji układu zmiany biegów.

- W subkodzie 10.01 opisano potrzebę zastosowania ręcznej zmiany biegów.
- Natomiast wymogi w subkodzie 10.02 odnoszą się do potrzeby zastosowania automatycznej zmiany biegów.

W kodzie 25 zawarto opis wymogów związany ze zmianą obsługi nożnej pedału gazu poprzez zastosowanie mechanizmu pozwalającego na modyfikację układu przyspieszenia.

- Subkod 25.04 opisuje szczegółowo zmiany związane z modyfikacjami mechanizmu przyspieszania poprzez sterowanie ręczne.

Zapisy stosowane w kodzie 30 umożliwiają połączenie zmian dotyczących układu hamowania i przyspieszenia.

- Subkod 30.11 odnosi się do potrzeby zastosowania elektrycznego sterowania układem hamulcowym i przyspieszenia.

Natomiast kod 35 dotyczy urządzeń sterujących przełącznikami świetlnymi, wycieraczką szyby przedniej wraz ze spryskiwaczami, sygnałem dźwiękowym oraz kierunkowskazami.

- W subkodzie 35.01 opisane zostało, że urządzenia nie mogą utrudniać obsługi oraz kierowania pojazdem.
- W subkodzie 35.02 wymagany jest taki rodzaj urządzenia sterującego, który pozwala na posługiwanie się wskaźnikami bez puszczenia kierownicy.
- Szczegółowy opis został umieszczony w subkodzie 35.03, gdzie urządzenia służące do sterowania wskaźnikami muszą umożliwić obsługę lewą ręką bez potrzeby puszczenia kierownicy.
- Zastosowanie mechanizmów umożliwiających obsługę sterowania wskaźnikami w subkodzie 35.04 jest identyczne jak omawiane we wcześniejszym podpunkcie, z tą różnicą, że odnosi się do zastosowania prawej ręki.
- W subkodzie 35.05 zawarto informacje związane z obsługą urządzeń sterowania bez puszczenia kierownicy, pozwalających na wspólną obsługę mechanizmu hamowania i przyspieszania.

Kolejne wymogi dotyczące modyfikacji układu kierowniczego opisano w kodzie 40.

- Subkod 40.11 wymaga zainstalowania gałki na kole kierownicy.

W kodach 43 oprócz dostosowań podzespołów sterujących istnieją zapisy odnoszące się również do modernizacji fotela kierowcy.

- Szczegółowy opis zmian umieszczono w subkodzie 43.01; fotel ma umożliwiać kierowcy dobranie optymalnej wysokości związanej z potrzebą właściwej obserwacji otoczenia; opisano również kwestię osiągnięcia prawidłowej odległości od kierownicy i pedałów przez zamontowanie właściwego fotela.
- W subkodzie 43.04 zawarto informacje dotyczące zastosowania podłokietnika [70].

Kody ograniczeń są ściśle związane z opisem możliwości kierowania pojazdem przez niepełnosprawnego kierowcę. To realne przełożenie przepisów i wymogów odnoszące się do urządzeń zainstalowanych w przystosowanym pojeździe.

2. Analiza literatury

Na potrzeby rozprawy przeanalizowano pozycje o tematyce dotyczącej ergonomii, niepełnosprawnego kierowcy, bezpieczeństwa ruchu drogowego, adaptacji pojazdów, psychologii transportu, mobilności, homologacji pojazdów i barier architektonicznych.

2.1. Ergonomia

W artykule Dahlke G., Kamczyc J., Rakowski R. „Diagnostyka i ocena ergonomiczności kabin samochodów osobowych” rozpatrzono kwestie dotyczące ryzyka ergonomicznego [79] oraz dolegliwości mięśniowo-szkieletowych podczas pracy w kabinie pojazdu. Do celów pracy badawczej wykorzystano urządzenie typu goniometr elektroniczny. Oprócz tego ocena ryzyka ergonomicznego [8] została wykonana z wykorzystaniem metody Rula. Zebrane wyniki poddano analizie według normy ISO 11226 oraz PN-EN 1005-4. Do badań użyto czterech pojazdów. We wnioskach końcowych przedstawiono propozycje związane z identyfikacją badanego zjawiska dotyczącego obciążenia biomechanicznego. Zaproponowano również rozwiązania dotyczące prawidłowej pozycji kierowcy.

W kolejnej pracy Muślewski, Ł., Muciok, Ł., Dulcet, E. „Analiza i ocena wpływu uwarunkowań ergonomicznych stanowiska operatora na bezpieczeństwo działania systemu eksploatacji środków transportowych” [31] przeanalizowano kwestię bezpieczeństwa podczas wykonywania pracy osoby za pomocą maszyny. Problem rozpatrywano przez analizę poszczególnych elementów systemów antropometrycznych, które miały wpływ na ich nierównomierny rozwój. Dysproporcje występujące w systemie antropometrycznym miały wpływ na obniżenie bezpieczeństwa oraz na zwiększenie liczby wypadków i ofiar śmiertelnych na drogach publicznych. Na taki obrót spraw miały wpływ także systemy transportowe typu człowiek -obiekt techniczny-ustawienie. Analiza wykazała, że najsłabszym ogniwem była interakcja człowieka w odniesieniu do urządzenia, na którym wykonywał pracę. Aspekt ludzki rozpatrywano nie tylko przy pomocy osób prowadzących środki transportu, ale również ludzi pracujących w tym środowisku. Brano też pod uwagę przechodniów oraz personel zarządzający infrastrukturą. W pracy przeanalizowano wpływ rozwiązań ergonomicznych na wybrane usługi publiczne w odniesieniu do pojazdów. Analiza wykazała, iż ta relacja ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo pasażerów z uwzględnieniem niezawodności działań operatora.

Odnosząc się do zastosowania literatury z obszaru ergonomii w środkach transportu publicznego, warto wspomnieć o artykule Grabarek I., „Wybrane zagadnienia ergonomii

i bezpieczeństwa w polskiej konstrukcji pojazdu PRT (Personal Rapid Transit)” [14]. W artykule poruszono kwestię dotyczącą innowacyjności zastosowania systemu PRT. Zinterpretowano i wyjaśniono również problemy ergonomii oraz bezpieczeństwa w polskiej konstrukcji pojazdu PRT-SITIN. Autorka poruszyła w artykule kwestię transportu publicznego. Analizę rozpoczęto od bieżącej sytuacji w transporcie. Główne przesłanki, jakie autorka opisała, to rozwiązania związane z poprawą płynności ruchu pojazdów w aglomeracjach miejskich oraz zmniejszenie zanieczyszczeń wynikających z dużego natężenia ruchu pojazdów. Dodatkowo opisano potrzebę większej ingerencji w systemy transportowe związane z transportem publicznym w celu stworzenia inteligentnych systemów podnoszących ich poziom. Przyczyni się to do poprawy bezpieczeństwa, ułatwi dostępność środków transportowych, ułatwi przemieszczanie się osób z niepełnosprawnościami. Do osiągnięcia wyżej wymienionych celów należy powołać interdyscyplinarny zespół, który rozwiąże problemy związane z ergonomią oraz nowymi technologiami. Autorzy sprecyzowali obszar badań dotyczący systemu transportowego. Na potrzeby pracy naukowej opracowano procedury projektowania i dwa rozwiązania dotyczące innowacyjnych i przyjaznych dla użytkownika środków transportu.

W kolejnym artykule autorstwa Grabarek I., „Ergonomia środków transportu-rzemiosło, nauka, sztuka” [13], poruszono kwestie stosowania zasad ergonomii w odniesieniu do projektowania środków transportu. Opisano ewolucję ergonomii i jej zasad podczas procesu projektowania. Poruszono również związek pomiędzy ergonomią a bezpieczeństwem oraz ich wpływ na projektowanie, budowę oraz eksploatację powszechnie spotykanych środków transportu. Efektem było zawarcie w pracy spostrzeżeń związanych z projektowaniem współczesnych środków transportu.

Autorzy Koźma M., Skitek P., Sydor M. w artykule „Ergonomiczne kryteria doboru dostosowań pojazdów osobowych dla osób z dysfunkcjami narządów ruchu” [23], opisali docelowe grupy osób z dysfunkcjami, które wymagają dodatkowego oprzyrządowania pojazdu w celu jego użytkowania. Zidentyfikowano również potrzebę indywidualnego dostosowania pojazdu dla osób niepełnosprawnych poprzez montaż urządzeń adaptacyjnych. W dalszej części artykułu przeprowadzono syntetyczne zestawienie doboru adaptacji z podziałem na rodzaj dysfunkcji. Autorzy przeprowadzili również selekcję seryjnie produkowanych pojazdów, biorąc pod uwagę potrzeby i możliwości korzystania z nich przez osoby z dysfunkcjami. Podczas analiz brano pod uwagę ergonomiczne kryteria związane

z doбором seryjnego pojazdu oraz najczęściej stosowane rozwiązania konstrukcyjne w dziedzinie urządzeń adaptacyjnych. Podczas badań zidentyfikowano również rodzaje wsparcia osoby niepełnosprawnej podczas załadunku, wyładunku i przesiadania się oraz prowadzenia pojazdu. We wnioskach końcowych zawarto nowatorskie propozycje rozwiązań dotyczących wyżej wymienionych czynności.

Analizując literaturę związaną z mobilnością osób niepełnosprawnych, należy zwrócić uwagę na rozwinięcie tematyki opisanej przez autorów Koźma M., Skitek P., Sydor M. w drugiej części pracy badawczej zatytułowanej „Ergonomiczne kryteria doboru dostosowań pojazdów osobowych dla osób z dysfunkcjami narządów ruchu” [24]. W pracy opisano wymogi oraz różnice dotyczące pojazdów wykorzystywanych przez niepełnosprawnych kierowców. Poruszono kwestię związaną z indywidualnym procesem adaptacji pojazdu dla niepełnosprawnego kierowcy. Na podstawie zebranych informacji zaproponowano rozwiązanie systemowe w postaci algorytmu. System ten byłby wykorzystywany do sugerowania gotowych rozwiązań podczas procesu adaptacji pojazdu. Algorytm zastosowany przez autorów podczas procesu adaptacji zawiera trzy etapy: identyfikacja niepełnosprawności, wybór pojazdu i propozycja odpowiedniej adaptacji. Efektem opracowanego programu wspierającego proces adaptacji jest usystematyzowanie różnego rodzaju niepełnosprawności w połączeniu z szerokim wachlarzem rozwiązań technicznych.

W artykule napisanym przez Sydora M., Zabłockiego M., Butlewskiego M. „Ergonomiczne wymagania stawiane pojazdom samochodowym dla osób z niepełnosprawnościami” [44] skupiono się na tematyce związanej z niezależnością ludzką, odnosząc się do potrzeby poruszania się niepełnosprawnych osób. W dalszej części pracy przedstawiono wytyczne związane z ergonomią, jakie musi spełniać pojazd dostosowany do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy i pasażera. Praca zawiera propozycje rozwiązań technicznych dla pojazdów ściśle spersonalizowanych (dostosowanych do potrzeb jednego użytkownika) oraz najbardziej uniwersalnych rozwiązań kierowanych do szerokiego grona niepełnosprawnych kierowców. We wnioskach końcowych opisano wytyczne związane z zasadami ergonomii w odniesieniu do dostosowania pojazdu na potrzeby osoby niepełnosprawnej.

W pracy autorstwa Schaupp G., Seanner J., Jenkins C., Manganelli J. i in. opisano badania systemów wspierających mobilność osoby niepełnosprawnej. W pracy zatytułowanej

„Wheelchair Users’ Ingress/Egress Strategies While Transferring Into and Out of a Vehicle” [37] zawarto analizę sekwencji związanej z przesiadaniem się z pojazdu i do pojazdu.

Opisano zachowania kierowców, którzy przesiadają się z wózka na fotel w celu prowadzenia pojazdu. Autorzy pracy skupili się na analizie ruchów wykonywanych przez kierowcę podczas przesiadania oraz na miejscach, w których osoba niepełnosprawna znajdowała punkty podparcia. Do analizy posłużono się dwudziestoma pięcioma filmami z platformy YouTube. Na podstawie obserwacji odnotowywano rodzaje sekwencji przesiadania się. Prześlędzono również, z jakich punktów podparcia korzysta osoba niepełnosprawna w czasie wykonywania wyżej opisanych czynności. Podczas analizy stwierdzono, że najczęściej do podpierania się są wykorzystywane dłonie, stopy oraz biodra. Dalsza część pracy badawczej polegała na przeniesieniu wszystkich odnotowanych prawidłowości do programu komputerowego CAD, za pomocą którego udało się symulować sekwencje przesiadania się. Określono dwie z kilku podstawowych technik, z jakich korzystają osoby niepełnosprawne. Pierwszą jest metoda nazwana przez autorów „ręczną”, a druga to – metoda „pierwszej stopy”. We wnioskach końcowych zawarto również dane określające umiejscowienie miejsc podparcia. Znajdowały się one głównie w punkcie siedziska fotela oraz na kierownicy pojazdu. Autorzy mają nadzieję, że wyniki pracy badawczej będą wykorzystywane przy konstruowaniu nowych pojazdów z uwzględnieniem potrzeb niepełnosprawnego kierowcy.

W artykule Misztalewskiego K. i Daniluka A. „Konkurencyjność w branży motoryzacyjnej na przykładzie rynku sprzedaży samochodów w Polsce” [30] przeanalizowano rynek motoryzacyjny pod względem wprowadzania innowacyjnych rozwiązań. W pracy opisano drogę, jaką musi pokonać innowacyjny produkt, który będzie montowany w seryjnych pojazdach. W pracy zawarto również wskazania odnoszące się do działań podejmowanych przez producentów sektora motoryzacyjnego w zakresie zastosowania nowych rozwiązań w systemach bezpieczeństwa. We wnioskach końcowych opisano, jakie innowacje mają szansę zostać wdrożone do produkcji oraz określono, do jakiego rodzaju segmentu mogą być zastosowane.

W artykule Cieślakowskiego St. J. „Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa i ergonomii w transporcie samochodowym” [6] opisano wpływ warunków dużego natężenia ruchu w aglomeracji miejskiej na kierowcę. Autor opisuje sytuacje, które wymagają od kierowcy dużej odporności na czynniki stresogenne oraz umiejętności precyzyjnego poruszania się

w takich warunkach. W pracy opisano wiele sytuacji wymagających od kierowcy poprawnego prowadzenia pojazdu. Szybkość reakcji i wygoda prowadzenia pojazdu, chociażby podczas sygnalizowania zmiany pasa ruchu, ma duże znaczenie w warunkach miejskich. We wnioskach końcowych opisano, jak dużą rolę odgrywa dobrze zaprojektowane wnętrze pojazdu.

W artykule Cieślakowskiego St. J., Glinki M., „Elementy ergonomii i bezpieczeństwa w transporcie miejskim” [7] autorzy poruszają kwestie związane z brakiem zrównoważonego rozwoju ruchu drogowego względem transportu szynowego. W tekście opisano zagrożenia, jakie wynikają z dysproporcji pomiędzy różnymi gałęziami transportu kołowego, odnosząc je do transportu drogowego. Przeprowadzono badania związane z ergonomią znaków drogowych. Odniesiono się do stosowania ich w dotychczasowej infrastrukturze oraz wskazano, w jaki sposób należałoby zmienić ich umiejscowienie. Autorzy zawarli w swej pracy wskazania odnoszące się do poprawy odczytywania przez kierowców informacji umieszczanych na znakach drogowych. We wnioskach końcowych opisano potrzebę ciągłej modernizacji infrastruktury drogowej związanej m.in. z podwyższaniem bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zaproponowane zmiany i kierunki rozwoju według autorów będą miały wpływ na zwiększenie bezpieczeństwa w ruchu drogowym poprzez właściwe odczytywanie oznakowania ulicy.

W pracy autorstwa Świątka, J., „Kryteria ergonomiczne w procesie projektowo–konstrukcyjnym sprzętu i pomocy dla osób niepełnosprawnych”[49], opisano system określający kryteria ergonomiczne, który można wykorzystać podczas procesu konstrukcyjnego sprzętu dla osób z niepełnosprawnościami. Autor w pracy przedstawił, jak pomocnym czynnikiem podczas projektowania sprzętu może być system kryteriów. Kryteria ułatwiają identyfikację potrzeb, są podstawą oceny wyników działań twórczych, umożliwiają optymalizację systemu i konstrukcji oraz skuteczności działań. Stosowanie systemu kryteriów może również posłużyć, jako narzędzie umożliwiające ocenę walorów ergonomicznych gotowego wyrobu przeznaczonego dla osób z niepełnosprawnościami. We wnioskach końcowych opisano również możliwość wykorzystania systemu kryteriów jako czynnika warunkującego odpowiednią jakość wyrobu.

W artykule „Subiektywna ocena ergonomiczności stanowiska pracy kierowcy zawodowego” autorstwa Kowala, E., M. Rybakowskiego, Dudarskiego G.[21], opisano badania dotyczące

subiektywnej oceny ergonomii kabiny pojazdu przez kierowców zawodowych. W przeprowadzonych badaniach uczestniczyło 104 kierowców zawodowych, wykonujących swoją pracę na ciągnikach siodłowych, w pojazdach różnych marek. Prace badawcze przeprowadzono w formie sondażu diagnostycznego a zgromadzone informacje zapisywano na formularzach ankietowych. Celem przeprowadzenia badań była ocena ergonomiczna stanowiska pracy oraz analiza świadomości badanej grupy kierowców odnośnie następstw oraz czynników prowadzących do występowania choroby zawodowej. Autorzy po przeanalizowaniu wyników stwierdzili, że ponad 65% z kierowców uważa, że stanowisko pracy jest dla nich wystarczająco komfortowe. Oprócz wyżej wymienionej pozytywnej oceny, badani wskazali również negatywne aspekty związane ze środowiskiem pracy wymieniając między innymi niską jakość ergonomiczną rozwiązań technicznych kolumny kierowniczej, niekorzystne rozmieszczenie przełączników na desce rozdzielczej. Badani opisywali wśród negatywnych spostrzeżeń również, oznaki dotyczące ich stanu zdrowia, które były następstwem wykonywania pracy zawodowej. Podczas oceny wyników zauważono również, że badani kierowcy mają świadomość występowania chorób zawodowych wynikających z charakteru pracy. We wnioskach końcowych zawarto wytyczne dotyczące poprawy komfortu pracy kierowcy co w następstwie powinno doprowadzić do podwyższenia efektywności pracy oraz zwiększenia bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Praca autorstwa Baranowskiego B., Rychlika M., Zabłockiego M., zatytułowana „Projektowanie przestrzeni pracy osoby niepełnosprawnej na wózku z zastosowaniem nowej postaci zapisu 3D cech antropometrycznych i biomechanicznych”[1], opisuje potrzebę zweryfikowania oraz uporządkowania bazy danych projektowych z uwzględnieniem specyficznych potrzeb osób z niepełnosprawnościami. W pracy autorzy przeanalizowali dotychczas stosowane mechanizmy w procesie projektowania dla osób niepełnosprawnych. Celem pracy było wykorzystanie jednej z kilku graficznych baz danych ergonomicznych stosowanych w trakcie projektowania. Do prac wykorzystano również dane antropometryczne i biomechaniczne w odniesieniu do osoby niepełnosprawnej poruszającej się na wózku inwalidzkim. Na potrzeby pracy wykonano integralny model 3D zasięgów rąk oraz granicznych sił ramion wspomnianej osoby. Wynikiem badań było opracowanie nowej metody graficznej modelowania danych antropometrycznych i biomechanicznych w środowisku CAD przeznaczonej na potrzeby osób z niepełnosprawnościami. We wnioskach autorzy stwierdzili że stosowanie opracowanej metody jest stosunkowo łatwe natomiast przygotowanie modelu symulacji komputerowej to proces pracochłonny.

2.2. Niepełnosprawny kierowca

W dalszej części analizy literatury opisano problematykę związaną z kierowcą z dysfunkcjami oraz możliwości i potrzeby prowadzenia przez niego pojazdu.

W analizie literatury umieszczono artykuł Małachowskiego J., Sybilskiego K., Szafrąńskiej A., Baranowskiego P. „Analiza kinematyki kierowcy wykorzystującego oprzyrządowania dla osoby niepełnosprawnej na podstawie skanowania 4D” [28], w którym autorzy poruszyli tematykę odnoszącą się do niedoskonałości oprzyrządowania adaptacyjnego występującego na rynku. W pracy opisano wady urządzeń adaptacyjnych typu „uchwyt na kole kierownicy” oraz wynikające z tego ograniczenia w użytkowaniu. Autorzy przeprowadzili analizę słabych punktów urządzeń. We wnioskach końcowych zaproponowano model numeryczny uchwytu montowanego na kierownicę wraz z systemem mocowania. Dodatkowo autorzy zasugerowali różne rodzaje materiałów do wytworzenia uchwytu.

Autorzy Gabryelski J., Zabłocki M., Sydor M. w pracy badawczej zatytułowanej „Biomechaniczne aspekty użytkowania samochodu przez osobę z dysfunkcją motoryczną” [10] zwrócili uwagę na problemy występujące podczas projektowania oprzyrządowania technicznego przeznaczonego dla osób niepełnosprawnych i seniorów. W pracy scharakteryzowano produkty występujące na rynku krajowym. Przeanalizowano obszary i kierunki związane z zapotrzebowaniem na te produkty. We wnioskach końcowych zawarto opis dotyczący rozwoju rozwiązań technicznych przeznaczonych dla osób starszych i niepełnosprawnych.

W artykule autorstwa Zabłockiego M., Sydora M., zatytułowany „Możliwości adaptacji samochodu dla kierowcy z dysfunkcją kończyn dolnych” [60] przeprowadzono analizę rozwiązań technicznych z obszaru urządzeń wspomagających wsiadanie i wysiadanie. Przeprowadzono weryfikację działania urządzeń przeznaczonych do prowadzenia pojazdu przez osoby niepełnosprawne. W pracy opisano wyżej wymienione urządzenia z podziałem na funkcje i cechy oraz podział na grupy w odniesieniu do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy i pasażera. W artykule zawarto również ogólną analizę możliwości finansowych osób niepełnosprawnych dotyczącą możliwości zakupu tych urządzeń. We wnioskach końcowych opisano, jakie możliwości ma niepełnosprawna osoba żyjąca w Polsce w odniesieniu do standardów jakie obowiązują w Europie. Zaproponowano zmiany oraz system wspierający, który może pomóc osobie zainteresowanej podczas zakupu zindywidualizowanego pojazdu.

W pracy Wojsa J. „Wybrane urządzenia specjalne do samochodów dla osób niepełnosprawnych” [58] przeanalizowano możliwości dostosowania pojazdu do posługiwania się oprzyrządowaniem adaptacyjnym przez osobę niepełnosprawną. Do badań autor użył ankiet. Na ich podstawie została ustalona hierarchia, według której badano potrzeby oraz oczekiwania osoby niepełnosprawnej w stosunku do zaadaptowanego pojazdu. Następnym etapem było zhierarchizowanie różnych klas niepełnosprawności, a następnie zestawienie ich z poszczególnymi rodzajami specjalistycznych urządzeń adaptacyjnych. We wnioskach końcowych określono najważniejsze cechy pojazdu zaadaptowanego

z myślą o konkretnym rodzaju dysfunkcji.

W pracy Szafrąńskiej A., Sybilskiego K., Małachowskiego J. zatytułowanej „Koncepcja uchwytu na kierownicę dla osób niepełnosprawnych” [46] autorzy zebrali informacje dotyczące ogólnych cech urządzenia. Zebrane dane posłużyły do wykonania symulacji komputerowej przedstawiającej prototypowy model urządzenia. Finalnie opracowano projekt uchwytu w formie cyfrowej oraz propozycje materiałów, jakich najlepiej użyć do produkcji tego rodzaju oprzyrządowania.

Badania autorstwa Sydora M., Zabłockiego M., Gabryelskiego J. opisane w artykule „Analiza sekwencji czynności podczas wsiadania i wysiadania niepełnosprawnego kierowcy do i z samochodu osobowego” [45] były związane z zaprojektowaniem metody rejestrowania ruchu osoby niepełnosprawnej wsiadającej i wysiadającej z pojazdu. Zastosowano ją również do rejestrowania ruchów wykonywanych podczas prowadzenia pojazdu przez niepełnosprawnego kierowcę. System wykorzystywał już istniejące rozwiązania, takie jak rejestrowanie ruchu MOCAP oraz techniki używane do komputerowej analizy sylwetki kierowcy pod względem ergonomii. W artykule autorzy podjęli dyskusję nad celowością użycia wyżej wymienionych rozwiązań do wyboru jak najlepszej konfiguracji urządzeń adaptacyjnych na potrzeby niepełnosprawnej osoby będącej kierowcą bądź pasażerem. Podsumowanie artykułu nie daje gotowego rozwiązania w zakresie poruszanej tematyki. Kierunek rozważań dotyczy analizy zalet i wad stosowanego systemu MOCAP. We wnioskach końcowych zaproponowano stworzenie systemu umożliwiającego pomiar ruchów wykonywanych przez kierowcę z dysfunkcjami.

2.3. Bezpieczeństwo drogowe

Jednym z istotnych problemów poruszania się na drodze jest bezpieczeństwo każdego z uczestników ruchu drogowego, bez względu na to, czy jest to osoba pełnosprawna, czy też z dysfunkcjami. W związku z poruszaną problematyką kierowania pojazdem przez osoby niepełnosprawne w pracy umieszczono podrozdział oparty na przeglądzie pozycji odnoszących się do bezpieczeństwa w ruchu ulicznym.

W pracy Małachowskiego J., Sybilskiego K. „Analiza wpływu usprawnień dla kierowców niepełnosprawnych na ich bezpieczeństwo w trakcie zderzenia” [29] przeanalizowano wpływ urządzeń adaptacyjnych na bezpieczeństwo podczas poruszania się w ruchu drogowym. Autorzy pracy na podstawie swoich spostrzeżeń przeprowadzili próbę zderzeniową, podczas której pojazd wyposażony w urządzenie adaptacyjne uderzył czołowo w przeszkodę. Samochód wyposażono w uchwyt montowany na kole kierownicy w postaci gałki.

Do badania obrażeń kierowcy podczas zderzenia posłużono się manekinem Hybrid III. Pojazdem użytym do próby był Ford Taurus. We wnioskach końcowych opisano skutki przeprowadzonej symulacji oraz wpływ, jaki dodatkowo montowane urządzenie może mieć na kierowcę podczas wypadku drogowego .

W kolejnej pozycji, opracowanej przez Idzikowskiego A., zatytułowanej „Stan techniczny i wyposażenie pojazdów samochodowych a bezpieczeństwo ruchu drogowego” [17], opisano spostrzeżenia dotyczące zwiększającej się liczby pojazdów na drogach. Liczbę uczestników ruchu drogowego porównano z liczbą wypadków. Autor przeprowadził badania różnego rodzaju układów elektronicznych zwiększających bezpieczeństwo czynne w pojazdach. W analizie zawarto również badania najczęstszych awarii hydraulicznego układu hamulcowego, układu kierowniczego oraz zawieszenia. Na stacji kontroli pojazdów zbadano stan techniczny tych układów oraz sprawdzono ich wpływ na przebieg procesu hamowania i bezpieczeństwo w ruchu drogowym.

Kolejny artykuł, autorstwa Rzymkowskiego C., „Analiza zagrożenia obrażeniami niepełnosprawnych pasażerów samochodu w czasie wypadku drogowego” [36], to analiza zagrożeń niepełnosprawnego pasażera, jakie mogą zaistnieć podczas wypadku samochodowego. W pracy badawczej przedstawiono zagrożenia dla osoby niepełnosprawnej zajmującej miejsce pasażera z przodu. Uwagi, jakie autor przytacza, dotyczą osób niepełnosprawnych po amputacji kończyn. Artykuł zawiera ocenę nasilenia ryzyka

związanego z zaburzeniami rozkładu masy ciała u tych osób. We wnioskach końcowych zaproponowano rozwiązania dotyczące utrzymania pozycji przewożonego pasażera, alternatywne wobec tych powszechnie stosowanych. Wynikały one z przeprowadzonych symulacji komputerowych, wykonanych za pomocą oprogramowania MADYMO. Celem ich było zmniejszenie ryzyka obrażeń, jakie może odnieść osoba niepełnosprawna podczas wypadku samochodowego.

W artykule napisanym przez Schneidera LW, Klinicha KD, Moorea JL i MacWilliamsa JB., „Using in depth investigations to identify transportation safety issues for wheelchair-seated occupants of motor vehicles” [85] zawarto opis badań obejmujących szczegółową analizę zgromadzonych danych dotyczącą uszkodzeń ciała niepełnosprawnych osób podczas wypadków samochodowych. W pracy opisano przypadki osób poszkodowanych wynikające z kontaktu osoby niepełnosprawnej z pasem bezpieczeństwa oraz wnętrzem pojazdu podczas kolizji. Do badania wykorzystano standardowe rozwiązania powszechnie stosowane do transportu osób poruszających się na wózku w porównaniu z najnowszymi urządzeniami umożliwiającymi transport osób niepełnosprawnych. Analiza tych rozwiązań dostarczyła ważnych informacji dotyczących rzeczywistego stanu bezpieczeństwa. Autorzy tekstu na bieżąco aktualizują dane związane z wypadkami samochodowymi z udziałem osób niepełnosprawnych. Podczas badań weryfikowane są sytuacje związane z manewrem hamowania i skręcania. Ponadto przeprowadzono analizę biomechaniczną każdego przypadku, aby zidentyfikować kluczowe kwestie bezpieczeństwa dla osób podróżujących na wózkach. Po analizie wyników badań okazało się, że osoby zabezpieczone czteropunktowym systemem dokującym wózek znajdowały się po kolizji cały czas na swoim miejscu. Natomiast biorąc pod uwagę innego rodzaju zabezpieczenia, przewożeni doznawali ciężkich obrażeń podczas wypadków. Spostrzeżenia te, w połączeniu z analizą poszczególnych przypadków, wskazują na potrzebę szkolenia i kształcenia dotyczącego należytego rodzaju zabezpieczeń wózka inwalidzkiego. Dodatkowo we wnioskach końcowych zawarto wskazówki dotyczące zmian konstrukcji wózka inwalidzkiego ułatwiających właściwe użycie i ustawienie pasów bezpieczeństwa zakotwiczonych w pojeździe.

W podobnej pracy dotyczącej poszkodowanych osób niepełnosprawnych w wypadkach drogowych napisana przez Fitzgeralda SG, Songera T, Rotko KA, Karga P. pt. „Motor vehicle transportation use and related adverse events among persons who use wheelchairs”

[76] zawarto analizę udziału osób niepełnosprawnych, poszkodowanych w wypadkach komunikacyjnych podczas korzystania z transportu miejskiego. Podróżujące osoby brane pod uwagę w badaniach poruszały się na wózkach inwalidzkich. Na potrzeby badań osoby niepełnosprawne zostały podzielone na dwie grupy: osoby siedzące na wózku inwalidzkim i te, które przesiadały się z niego na fotel. W artykule porównano liczbę obrażeń, jakich doznały osoby z jednej i drugiej grupy. Po analizie okazało się, że osoby siedzące na wózkach inwalidzkich były bardziej narażone na obrażenia podczas wypadku, niż te, które przesiadły się na fotelu samochodowy. W wynikach umieszczono opisy dotyczące ryzyka, jakim jest obciążona osoba niepełnosprawna przewożona na wózku inwalidzkim, korzystając z transportu miejskiego. W pracy umieszczono również wskazówki, jak ma się zachowywać osoba niepełnosprawna poruszająca się na wózku, żeby uniknąć poniesienia opisanego ryzyka.

W artykule Thomasa J. Songera, Ph.D., M.Sc., „The Injury Risk to Wheelchair Occupants Using Motor Vehicle Transportation” [38] autorzy opisali zjawisko związane z ryzykiem, jakim podczas wypadku drogowego są obciążone osoby niepełnosprawne znajdujące się w pojeździe. W badaniach brano pod uwagę takie osoby niepełnosprawne, jak kierowcy i pasażerowie. Ogółem przebadano 596 osób, z czego 42% to kierowcy. Podczas badań stwierdzono, że 87% z nich to osoby poruszające się pojazdami prywatnymi, a 61% – pojazdami komunikacji publicznej. W analizie wyników okazało się, że kolizji z udziałem kierowców było więcej niż w przypadku pasażerów. Jednakże podczas dalszej analizy wyników wykazano, że kierowcy siedzący w fotelach pojazdów ponieśli mniejsze obrażenia niż pasażerowie przewożeni na wózkach inwalidzkich. We wnioskach końcowych stwierdzono, że osoby przewożone na wózkach narażone są na większe ryzyko niż reszta przebadanych osób.

Esiyok B., Korkusuz I., Canturk G., Alkurt Alkan H., Gokmen Karaman A. & Hamit Hanci I. przedstawili w artykule „Road traffic accidents and disability: A cross-section study from Turkey” [75], wyniki prac badawczych dotyczących ofiar wypadków, które w wyniku uczestnictwa w wypadkach drogowych stały się osobami niepełnosprawnymi. Na potrzeby badań przeanalizowano 563 przypadków ofiar zdarzeń drogowych ocenionych przez Departament Medycyny Sądowej Uniwersytetu w Ankarze w okresie od 1 lipca 1993 r. do 31 grudnia 2002 r. Zdarzenia miały miejsce w Turcji. Podczas przeprowadzania badań weryfikowano, czy obrażenia odniesione podczas wypadku miały ścisły związek

z późniejszym stanem niepełnosprawności. Do analizy przyczyny nabycia bądź zwiększenia niepełnosprawności posłużyły autorom następujące dane:

- wiek,
- płeć,
- udostępnione wyniki badań poszkodowanych pacjentów,
- uszkodzenia części ciała,
- interwencja chirurgiczna,
- zmiany chorobowe uwzględnione podczas oceny niepełnosprawności,
- wskaźnik niepełnosprawności nabyty w wyniku uczestnictwa w wypadku.

Następnym krokiem było ustalenie, czy ofiary wypadku były niepełnosprawne przed zdarzeniem, czy też nabyły niepełnosprawności po wypadku. Na podstawie zgromadzonych informacji stwierdzono, że 64,7% uczestników zdarzeń stanowili mężczyźni, a 35,3% – kobiety. Średni wiek ofiar wynosił 33 lata. Najczęściej uszkodzeniom ulegały dolne partie ciała: 73,6% zmian brano pod uwagę przy szacowaniu stopnia niepełnosprawności dotyczyło miednicy i kończyn dolnych. Wnioski końcowe zawierały spostrzeżenia odnoszące się do skonstruowania „mechanizmu” poprawiającego bezpieczeństwo podróżujących osób.

Podobną tematykę poruszono w publikacji Bull JP., “Disabilities caused by road traffic accidents and their relation to severity scores” [4]. W pracy badawczej przeanalizowano niepełnosprawności odnotowane u 2502 poszkodowanych w wypadkach drogowych. Do analizy posłużyły dane pacjentów przyjętych do szpitala w ciągu trzech lat. Podczas zbierania danych do badań posłużono się tylko zgłoszeniami z oddziału powypadkowego szpitala. Wszystkie poddane analizie przypadki podzielono na cztery grupy: osoby piesze, motocykliści, kierowcy i pasażerowie.

Po wstępnej analizie okazało się że liczby ofiar w każdej z wymienionych grup są zbliżone. W dalszej części badań zweryfikowano też przyczynę większości poważnych niepełnosprawności. Okazało się, że były nimi głównie urazy głowy lub kończyn dolnych. Zebrane wyniki umożliwiły również rozróżnienie stopnia niepełnosprawności. We wnioskach końcowych stwierdzono, że w przypadku poważnych obrażeń u młodych ofiar niepełnosprawność okazywała się mniej zaawansowana niż u reszty badanych osób. Ustalono również, że poważne niepełnosprawności występowały w około 3% przypadków hospitalizacji lub u około 1% wszystkich ofiar.

2.4. Techniczne rozwiązania dotyczące adaptacji pojazdów

W podrozdziale zamieszczono opisy prac badawczych związanych z urządzeniami adaptacyjnymi umożliwiającymi transport osób z dysfunkcjami. Przedstawiono również pozycje literatury opisujące zalety i wady stosowanych dotychczas w motoryzacji rozwiązań przeznaczonych dla osób z dysfunkcjami.

W artykule napisanym przez Van Roosmalen PhD.L., Orton N.R., „Safety, usability and independence for wheelchair-seated drivers a front-row passengers of private vehicles” [54], opisano badania dotyczące pasów bezpieczeństwa i systemów umożliwiających mocowanie wózka w pojeździe pozwalających na prowadzenie pojazdu bądź przewożenie osób niepełnosprawnych będących kierowcami lub pasażerami. Prace badawcze przeprowadzono metodą obserwacji z udziałem 29 osób. Pierwsza grupa obejmowała kierowców prowadzących pojazd siedząc na wózku (21 osób) lub jako pasażer w pierwszym rzędzie (8 osób). Badania prowadzono w samochodzie osobowym. Wszyscy badani byli obserwowani w ich własnych pojazdach, ponieważ były one przystosowane do indywidualnych potrzeb każdego kierowcy, pasażera. W zebranych danych znajdowały się informacje związane z użytkowaniem pasów bezpieczeństwa oraz urządzeń zabezpieczających dla wózków inwalidzkich. Spostrzeżenia dotyczyły również uwag związanych z poczuciem bezpieczeństwa osobistego podczas jazdy samochodem. Poruszono problemy dotyczące użyteczności oraz dostępności rozwiązań przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych transportowanych na wózkach inwalidzkich. Przeanalizowano kwestie dotyczące stosowania sposobów automatycznego dokowania wózka inwalidzkiego oraz odnotowano sugestie użytkowników związane z zaletami i zagrożeniami dotyczącymi stosowania tych rozwiązań. We wnioskach końcowych omówiono kwestię podwyższenia ryzyka, na jakie są narażone osoby niepełnosprawne, podróżujące na wózku inwalidzkim i osoby, które zostały przeniesione na miejsca fabrycznie montowane w pojazdach. Opisano również potrzebę poprawy podparcia tułowia kierowcy siedzącego na wózku inwalidzkim w celu utrzymania pozycji umożliwiającej skuteczną kontrolę nad pojazdem. Autorzy opisali także potrzebę stosowania innowacyjnych technik pasywnego przytrzymywania sylwetki niepełnosprawnego kierowcy, które mają pomagać podczas normalnej eksploatacji pojazdu. Według autorów ich zastosowanie pozwoli również polepszyć ochronę kierowcy i pasażera w czasie wypadku drogowego.

W artykule autorstwa Hauberta L.L., Mulroya S.J., Hatchetta P.E., Eberly V.J., Maneekobkunwonga S., Gronleya J.K., et al., „Car transfer and wheelchair loading techniques in independent drivers with paraplegia” [78] przeanalizowano etap dotyczący załadunku wózka inwalidzkiego i prowadzenia pojazdu przez osoby niepełnosprawne z paraplegią spowodowaną urazem rdzenia kręgowego. W pracy badawczej przedstawiono opis technik oraz czynników wpływających na transport wózka u osób z paraplegią prowadzących własne pojazdy. Najczęściej występujące samochody miały nadwozia typu sedan (59%). Podczas analizy wyników badań stwierdzono, że w czasie przesiadania się nieco ponad połowa (52%) kierowców używała prawej nogi jako pierwszego elementu podparcia. W następnym etapie osoba niepełnosprawna umieszczała rękę wiodącą [88] na siedzeniu kierowcy (66%), natomiast ręka wleczona spoczywała na przenoszonym przedmiocie (48%). Autorzy podczas badań uwzględnili również wysokość pojazdu, która miała istotny wpływ podczas procesu przesiadania się. Stwierdzono też, że wyżsi kierowcy częściej opierali się na siedzisku fotela kierowcy podczas przesiadania się niż reszta badanych. Podczas analizy uwzględniono korelację pomiędzy wysokością pojazdu a siłą potrzebną do odwodzenia barku podczas przenoszenia wózka. Podczas dalszej analizy wyników okazało się, że kierowcy, którzy trzymali dłoń na kierownicy podczas wykonywania wymienionych czynności, odczuwali znacznie większy ból barku niż ci, którzy położyli dłoń na siedzeniu kierowcy lub nad głową. Oprócz szczegółowych wskazań dotyczących wykonywanej przez osoby niepełnosprawne sekwencji opisano ogólne stwierdzenia odnoszące się do używania obu rąk (62%) do załadunku wózka. Właściciele pojazdów z nadwoziem typu sedan najczęściej umieszczali ramę wózka na przednim siedzeniu (53%), a kierowcy z pojazdów o wyższym progu załadunku (17%). Obliczono również średni czas potrzeby do transportu ramy wózka, który wynosił 10,7 s, co stanowiło 20% całkowitego czasu potrzebnego na przeniesienie. Stwierdzono również, że średni czas załadunku wózka nie był związany z wytrzymałością barku, masą ramy ani cechami demograficznymi. Badacze wykazali także zróżnicowanie osób, które umieszczały ramę na tylnym siedzeniu, stwierdzając, że mają znacznie słabsze wewnętrzne rotatory prawego ramienia. We wnioskach końcowych odniesiono się do różnic wynikających z konstrukcji pojazdów w stosunku do dobierania przez osobę niepełnosprawną sekwencji załadunku wózka. Autorzy stwierdzili, iż ma to kluczowe znaczenie przy zapobieganiu bólowi i urazom ramion.

W kolejnym artykule dotyczącym adaptacji pojazdów dla osób niepełnosprawnych, autorstwa Zabłockiego M. i Torzyńskiego D. pt. „Analiza procesu decyzyjnego wyboru, adaptacji

i zakupu samochodu osobowego przez osoby z niepełnosprawnościami motorycznymi” [61], opisano zagadnienia dotyczące personalizacji pojazdu na potrzeby kierowcy z dysfunkcjami ruchowymi. Do realizacji prac badawczych powołano zespół ekspertów uczestniczący w procesie adaptacji pojazdu. W pracy uwzględniono wytyczne, które miałyby ułatwić proces doboru adaptacji i personalizacji pojazdu. We wnioskach końcowych zawarto propozycję doboru do zespołu ekspertów z różnych dziedzin, którzy braliby udział w omawianym procesie. Dodatkowo w pracy rozpoczęto otwartą dyskusję, związaną z kwestiami dotacji do zakupu pojazdu i doposażenia go w odpowiednie oprzyrządowanie dla niepełnosprawnego kierowcy.

W artykule autorstwa Stasiak-Cieślak B., Dziedziaka P., Sowińskiego A., Jarosińskiego W., zatytułowanym „Kontrola techniczna pojazdów z adaptacjami przeznaczonymi dla osób z niepełnosprawnościami. Pilotażowe badanie ankietowe wśród diagnostów stacji kontroli pojazdów” [40], odniesiono się do sytuacji regulacji prawnej oraz kontroli stanu technicznego pojazdów przystosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych. W pracy przedstawiono problematykę dotyczącą przeglądu diagnostycznego takich pojazdów. Autorzy pracy przeprowadzili analizę zakresu przepisów z obszaru badania technicznego na stanowisku kontrolnym. Analizę wykonano pod kątem weryfikacji przez uprawnionego diagnostę zmian adaptacyjnych pojazdu. Artykuł zawiera również zarys propozycji, jak powinno się odbywać badanie techniczne przystosowanego pojazdu. Propozycja ta została przygotowana na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań ankietowych wśród diagnostów. W pracy opisano również problematykę dotyczącą stosowania kodów ograniczeń [70] oraz ich wpływ na zastosowane rozwiązania techniczne (urządzenia adaptacyjne) zastosowane w pojeździe. Przeprowadzono analizę publikacji dotyczących badań technicznych oraz diagnostyki dostosowanych pojazdów. W artykule opisano wynikające z rozwoju motoryzacji możliwości techniczne, które wspierają osoby z niepełnosprawnościami. W podsumowaniu przedstawiono propozycję zmian przepisów z zakresu przeprowadzania przeglądów technicznych.

W artykule autorstwa Stasiak-Cieślak B., zatytułowanym „Procedura doboru urządzeń adaptacyjnych wspomagających prowadzenie samochodu przez kierowcę z niepełnosprawnością” [42], opisano problematykę związaną z doбором urządzeń wspomagających prowadzenie pojazdu. W artykule tym zawarto spostrzeżenia związane z procedurą adaptacyjną pojazdu przystosowanego do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy.

W pierwszej części pracy zwrócono uwagę na potrzebę powołania zespołu interdyscyplinarnego. Potrzeba ta wiąże się z wiedzą, jaką należy dysponować, żeby dobrze spersonalizować pojazd osoby niepełnosprawnej. Autorka pracy opisuje zakres specjalizacji ekspertów z obszaru anatomii, inżynierii technicznej, wymogów homologacyjnych i psychologicznych oraz instruktorów nauki jazdy w celu utworzenia komórki doradczej w obszarze mobilności osób niepełnosprawnych. W pracy opisano zakres usług, jakie mogłaby świadczyć taka komórka, podkreślono również, że obecnie nie ma wielu wyspecjalizowanych w tym zakresie miejsc. Autorka zwróciła również uwagę na założenia dotyczące potrzeby stworzenia i zastosowania oprogramowania w formie algorytmu umożliwiającego dobór urządzeń adaptacyjnych już na etapie rozmowy z osobą zainteresowaną. Dobór odbywałby się na podstawie przeprowadzonego wywiadu oraz posiadanej przez pacjenta dokumentacji. Podczas procesu wykonywano by również testy funkcjonalne, a następnie wszystkie zebrane informacje wypisywano by do programu komputerowego, który proponowałby najbardziej adekwatny rodzaj adaptacji pojazdu. W pracy zasugerowano możliwość użycia programu podczas początkowego etapu adaptacji prowadzonego w fazie wywiadu z lekarzem orzecznikiem. W artykule opisano procedury, jakie musi przejść osoba niepełnosprawna, by uzyskać opinię dotyczącą możliwości prowadzenia dostosowanego pojazdu. Autorka tekstu porusza kwestię zaspokojenia potrzeb korzystania przez niepełnosprawne osoby z samochodu ze względu na ograniczenia ruchowe. Dzięki wykorzystaniu pojazdu do przemieszczania się niepełnosprawne osoby mogą dotrzeć do wielu miejsc, a w szczególności pokonywać dalsze dystanse. We wnioskach końcowych opisano propozycję uproszczenia procesu dotyczącego adaptacji pojazdu dla osoby niepełnosprawnej. Rozważono opracowanie algorytmu ułatwiającego proces decyzyjny związany ze zdobywaniem uprawnień do poruszania się pojazdem przez niepełnosprawnego kierowcę.

2.5. Psychologia transportu

W niniejszym podrozdziale opisano prace z obszaru psychologii transportu w odniesieniu do możliwości poruszania się w ruchu drogowym przez niepełnosprawne osoby. Przedstawiono zarys badań, jakie musi wykonać niepełnosprawna osoba ubiegająca się o uprawnienia do prowadzenia pojazdu. Zwrócono uwagę na kierunki rozwoju związane z opracowaniem kompleksowego systemu umożliwiającego wsparcie osoby niepełnosprawnej pod tym względem.

W pracy autorstwa Ucińskiej M., Stasiak-Cieślak B. „Testy funkcjonalne jako element określenia możliwości kierowania pojazdem przez osoby z niepełnosprawnościami” [53] przedstawiono zakres czynności potrzebnych do określenia słabych i mocnych stron niepełnosprawnego kierowcy. Doświadczenie zdobyte w tym zakresie przez autorki pozwoliło na przeprowadzenie badań z obszaru weryfikacji potrzeb mobilności osób niepełnosprawnych. W pracy znajduje się również propozycja zmian do artykułu 20. Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawach osób niepełnosprawnych. Opisane zostały także propozycje rozwiązań ułatwiających zakup urządzeń adaptacyjnych (dofinansowanie) oraz wspomagających proces przewozu osób z niepełnosprawnościami. W pracy omówiono też sposoby zapewnienia możliwości dostępu do szkoleń z zakresu mobilności dla osób niepełnosprawnych oraz specjalistów pracujących z osobami z dysfunkcjami. Poruszono kwestię związaną z opracowaniem programów zachęcających producentów sprzętu pomocniczego do wytwarzania urządzeń ułatwiających przewóz niepełnosprawnych kierowców i pasażerów. Zasugerowano potrzebę opracowania procedur do diagnozowania osób niepełnosprawnych pod względem prowadzenia pojazdu, wykorzystując informacje zebrane przez interdyscyplinarne zespoły. Dane gromadzone byłyby podczas przeprowadzania testów funkcjonalnych. Przytoczone założenia są również podstawą do przygotowania wytycznych umożliwiających dokładniejszą diagnozę w badaniach psychologicznych i medycznych oraz specjalistycznych adaptacji w pojazdach. We wnioskach końcowych opisano kierunki umożliwiające poprawę sytuacji związanej z mobilnością osób niepełnosprawnych w Polsce.

W artykule Bąk J. „Psychologiczne badania kierowców” [2] zawarto problematykę związaną z predyspozycjami psychicznymi do prowadzenia pojazdu. W tekście zwrócono uwagę na zdolności psychiczne i fizyczne kierowcy, niezbędne do prawidłowej interpretacji stale zmieniających się sytuacji w ruchu drogowym. Badania swoim zakresem obejmowały również profilaktykę z zakresu bezpieczeństwa drogowego. W pracy podkreślono istotę stosowania testów psychologicznych, a w szczególności potrzebę ich przeprowadzania podczas okresowych badań kierowców. We wnioskach końcowych zaznaczono, jak ważną rolę odgrywają one podczas oceny zdolności fizycznych i psychicznych, które z wiekiem każdej osoby zmieniają się.

W artykule zatytułowanym „Niepełnosprawny kierowca w ruchu drogowym: kompleksowe wykorzystanie mobilności” [52] autorstwa Ucińskiej M., Stasiak-Cieślak B., opisano

problematykę związaną z potrzebami osób niepełnosprawnych i starszych. Autorki poruszają temat barier, jakie muszą pokonać osoby w podeszłym wieku oraz osoby z dysfunkcjami ruchowymi. W tekście zwrócono uwagę na brak przepisów związanych z mobilnością takich osób. Rozważania obejmowały również weryfikację umiejętności prowadzenia pojazdu przez ludzi w starszym wieku i osoby, które nabyły niepełnosprawność, mając prawo jazdy. Zwrócono również uwagę na sytuacje chorobowe i procesy starzenia w odniesieniu do liczby wypadków z udziałem starszych i niepełnosprawnych kierowców. We wnioskach końcowych określono kierunki rozwoju oraz grupy docelowe, które mogłyby zainteresować się wsparciem rozwoju mobilności osób z niepełnosprawnościami. Zawarto także propozycję rozwiązania problematyki bezpiecznego prowadzenia pojazdu przez osoby niepełnosprawne i ludzi w podeszłym wieku. Przedstawiono szereg wskazań w związku z przeprowadzonymi w Instytucie Transportu Samochodowego badaniami pilotażowymi dotyczącymi potrzeb kierowców i pasażerów korzystających z usług firm motoryzacyjnych z zakresu mobilności. W artykule napisanym przez Łukasika Z, Brila J, Brila D „Zagrożenia związane z transportem drogowym” [27] poruszono tematykę dotyczącą zagrożeń wynikających podczas transportu drogowego. W tekście opisano zagrożenia dotyczące transportu towarów niebezpiecznych. Wnioski końcowe dotyczą bezpieczeństwa komunikacyjnego w kontekście zachodzących procesów globalizacji. Odniesiono się również do kwestii związanej z ujednoceniem polityki wewnętrznej państwa pod względem poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W artykule „Stopień niepełnosprawności i percepcja ruchu drogowego” [51], Ucińskiej M., Odachowskiej E., Klamry M. autorki przybliżają tematykę związaną z potrzebą przemieszczania się nie tylko osób sprawnych, ale również osób z różnymi niepełnosprawnościami. W artykule odniesiono się do warunków, jakie musi spełniać młody niepełnosprawny kierowca, które opisano w Ustawie o kierowcach pojazdów. Zapisy te regulują w szczególności wymagania dotyczące sprawności fizycznej i psychicznej niepełnosprawnych kierowców. W tekście odniesiono się również do stanu wiedzy i umiejętności, jakie musi mieć młody kierowca, żeby bezpiecznie poruszać się na drodze. Według autorek umiejętności te wpłyną na ocenę sytuacji na drodze, a także na zdolność podejmowania decyzji adekwatnych do sytuacji, w których kierowca będzie się znajdował. Na potrzeby artykułu przeanalizowano jeden z czynników (percepcję wzrokową [15]) wpływającą na ocenę podstawowych funkcji umysłowych. Ponadto przeprowadzono badania grupy 46 osób z różnymi niepełnosprawnościami. We wnioskach końcowych opisano wiele

istotnych relacji postrzegania przez osoby niepełnosprawne bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W publikacji autorstwa Ucińskiej M., Odachowskiej E., Klamry M., Ścigały D.K. pt. „Wpływ zaburzeń psychosomatycznych na funkcjonowanie w ruchu drogowym” [50] opisano problemy kierowcy z dysfunkcjami w odniesieniu do wymagań i obowiązków, jakie musi spełnić, by stać się bezpiecznym uczestnikiem ruchu drogowego. W artykule odniesiono się do umocowań prawnych dotyczących prowadzenia pojazdu przez osoby pełnosprawne i osoby z dysfunkcjami. W pracy opisano predyspozycje, jakie musi mieć pełnoprawny uczestnik ruchu drogowego, w tym odpowiednie cechy fizyczne i psychiczne. Praca zawiera szczegółowy opis uwarunkowań pod względem sprawności psychicznej. Niezbędne warunki do spełnienia to odpowiedni czas reakcji oraz koordynacja oko-ręka [55]. Decyzja związana z oceną tych predyspozycji jest podejmowana przez lekarza orzekającego indywidualnie w każdym przypadku. W artykule dokonano analizy psychomotoryki niepełnosprawnych kierowców oraz kandydatów na kierowców w odniesieniu do populacji osób zdrowych. Badania, jakie przeprowadzono, obejmowały reakcję i koordynację pomiędzy ręką a okiem. Prace badawcze wykonywano w warunkach laboratoryjnych. We wnioskach końcowych opisano wyniki, wskazujące na istnienie różnic między funkcjami psychoruchowymi u osób niepełnosprawnych. Autorki wskazały potrzebę dalszej analizy badanego zagadnienia, tym bardziej, że różnice wynikające z przeprowadzonych badań należałoby przeprowadzić w kontekście danego rodzaju niepełnosprawności.

2.6. Mobilność

W artykule opublikowanym przez Rodseth J, Washabaugh EP, Al Haddad A, Kartje P, Tate DG, Krishnan C. zatytułowanym „Nowatorskie, niedrogie rozwiązanie do oceny prowadzenia pojazdu przez osoby niepełnosprawne” [84] opisano istotę badań związanych z pomiarem czasu reakcji podczas hamowania przez osobę niepełnosprawną posługującą się urządzeniami adaptacyjnymi. Autorzy tekstu, przeprowadzając badania, analizowali czas reakcji kierowcy na wciśnięcie pedału hamulca. Prace skupiały się na określeniu efektywnego zakresu hamowania oraz wpływu na ten proces indywidualnych zdolności każdego kierowcy. Wykonując prace badawcze wzięto pod uwagę już występujące na rynku podobne symulatory. Stwierdzono jednak że zastosowanie metody pomiarowej autorów artykułu staje się konkurencyjne ze względu na niższe koszty. Do symulatora użyto oprogramowanie typu „open source” napisane w języku oprogramowania C-sharp, które posłużyło do pomiaru czasu reakcji

związanego z prowadzeniem pojazdu. Oprogramowanie umożliwiało pomiar podczas prowadzenia pojazdu w linii prostej oraz podczas realizacji kilku scenariuszy testowych. Autorzy oprogramowania umożliwili zainstalowanie różnego rodzaju kół kierowniczych i pedałów odpowiadających preferencjom badanej osoby oraz możliwość przeprowadzenia rozmaitych testów. Proponowany wachlarz zastosowanych rozwiązań testowych pozwalał na przeprowadzenie badań szerokiego grona kierowców. Pomiary testowe wykonano w celu zainstalowania oprogramowania na komercyjnym i ogólnie dostępnym sprzęcie symulacyjnym. Przeprowadzono eksperyment przy udziale zarówno pacjentów sprawnych fizycznie, jak i osób z urazami rdzenia kręgowego. Testy te miały zweryfikować możliwości związane z obsługą kierownicy. We wnioskach końcowych opisano poprawność działania oprogramowania dotyczącą wysokiej czułości podczas pomiaru oraz mierzonego czasu reakcji hamowania. Dokładność pomiarowa okazała się wystarczająca do określenia różnic występujących podczas pomiaru między kierowcami sprawnymi fizycznie, a tymi z uszkodzonym rdzeniem kręgowym. Dodatkowy atut rozwiązania to niezawodność. Końcowy opis dotyczył prostoty użytkowania badanego rozwiązania oraz szerokiego spektrum zastosowań.

W artykule napisanym przez Szluzę B. pt. „Osoby niepełnosprawne w Unii Europejskiej – sytuacja i perspektywy” [47] poruszono tematykę osób niepełnosprawnych jako grupy społecznej szczególnie narażonej na wykluczenie. Autor opisuje trudną sytuację materialną gospodarstw domowych, których członkiem jest osoba niepełnosprawna. W pracy zostały opisane główne przyczyny powodujące taką sytuację. Wymieniono wśród nich między innymi negatywne postawy społeczne, utrudniony dostęp do środków technicznych umożliwiających swobodę przemieszczania się czy brak polityki gospodarczej rekompensującej dodatkowe koszty związane z niepełnosprawnością. Na taką sytuację wpływają również braki dotyczące wyspecjalizowanych usług. Do wymienionych czynników dodać można również frustrację, przez co niejednokrotnie osoby takie uciekają się do instytucjonalnych form opieki. Taki stan rzeczy miał miejsce do roku 2007. Autor odniósł się również do zmian, jakie miały miejsce w ostatnim okresie, biorąc pod uwagę chociażby postrzeganie osób niepełnosprawnych oraz dostosowywanie przestrzeni publicznej do ich potrzeb. Zmiany te obejmowały wprowadzenie przez Unię Europejską działań na rzecz całkowitej integracji społecznej osób niepełnosprawnych. We wnioskach końcowych opisano perspektywy zbudowania całego systemu pozwalającego na zniesienie barier i ograniczeń

utrudniających osobie niepełnosprawnej swobodne funkcjonowanie. Należy tu również zaliczyć obszar związany z mobilnością.

Problematyka związana z mobilnością osób niepełnosprawnych została opisana również w pracy autorstwa Greve J.M.D., Santos L., Alonso A.C., Tate D.G. „Prowadzenie metod oceny dla osób sprawnych fizycznie i osób z niepełnosprawnością kończyn dolnych: przegląd metod oceny” [16]. W artykule zawarto ocenę zdolności do prowadzenia pojazdów przez osoby z dysfunkcją kończyn dolnych. Według autorów weryfikacja pod względem predyspozycji do prowadzenia pojazdu przez osobę, która ma sparaliżowaną dolną część ciała, jest trudnym zadaniem. Dzieje się tak, ponieważ upośledzenia fizyczne osób niepełnosprawnych różnicują się w zależności od cech osobistych. W pracy badawczej wykorzystano już istniejące metody oceny prowadzenia pojazdu przez kierowców sprawnych fizycznie i z dysfunkcjami (uszkodzonym rdzeniem kręgowym i po amputacji). Podczas badań oceniono motoryczne umiejętności prowadzenia pojazdu. Po zgromadzeniu wszystkich danych w formie elektronicznej przeprowadzono proces porównawczy wszystkich stosowanych metod. We wnioskach końcowych zasugerowano potrzebę kontynuacji i rozwoju tego zagadnienia. Potrzebę tę uzasadniono również, odnosząc się do niewielkiej liczby narzędzi, jaką można zastosować podczas oceny prowadzenia pojazdu. Autorzy stwierdzili, że wskazany jest dalszy rozwój w tym obszarze badań.

W artykule Engkasana J.P., Ehsana F.M., Chunga T.Y. zatytułowanym „Zdolność powrotu do jazdy po dużej amputacji kończyny dolnej” [9] przedstawiono badania możliwości powrotu do prowadzenia pojazdów u osób po amputacji kończyn dolnych. Podczas prac badawczych sprawdzano, jakie czynniki mają znaczący wpływ na podejmowanie przez badane osoby decyzji o powrocie do prowadzenia samochodu. W projekcie brało udział 90 uczestników w wieku około 55 lat. Przy wyborze osób badanych kierowano się następującymi kryteriami: wiek powyżej 18 lat, jednostronna lub dwustronna amputacji kończyny dolnej oraz prowadzenie pojazdu bądź motocykla na 6 miesięcy przed amputacją. Dane zbierano za pomocą opracowanego na potrzeby badania kwestionariusza. Po ich weryfikacji stwierdzono, że najczęstszą przyczyną amputacji były powikłania stopy cukrzycowej 75,6%. Po analizie wyników okazało się, że prawie połowa (46%) osób uczestniczących w badaniu wróciła do prowadzenia pojazdów w czasie od 1 do 72 miesięcy po amputacji. W większości były to osoby noszące protezy. W badaniach opisano przypadki osób, które nie podjęły się prowadzenia pojazdu po amputacji. Argumentując, dlaczego

przestali prowadzić pojazd, wymieniali oni m.in. obawy członków rodziny o możliwość samodzielnego prowadzenia po amputacji, choroby medyczne oraz brak wiary we własne możliwości. We wnioskach końcowych pracy badawczej zawarto wytyczne dotyczące potrzeby rozwoju sektora rehabilitacji oraz sektora zapewniającego wsparcie psychiczne dla osób po amputacji, włączając w to ich rodziny. Skutkowałoby to wzrostem wskaźnika powrotu do prowadzenia pojazdu.

W artykule Pellerito J.M. zatytułowanym „Driver rehabilitation and community mobility: Principles and practice” [33] autor opisał wpływ terapii zajęciowej na podwyższenie u osób starszych i niepełnosprawnych zdolności manualnych do prowadzenia pojazdu. W pracy opisano, jak istotnym elementem wpływającym na jakość życia jest rehabilitacja pacjentów. Przez regularne zajęcia z terapeutą podwyższa się sprawność całego organizmu. Pacjent po zajęciach rehabilitacyjnych odczuwa w mniejszym stopniu ograniczenia psychiczne i fizyczne wynikające z podeszłego wieku bądź niepełnosprawności. Wykonywane usługi terapeutyczne są na coraz wyższym poziomie. Wiąże się to również z postępem technicznym, dającym możliwość rozwoju spersonalizowanych rozwiązań w tym zakresie. W tekście znajduje się przekrój danych tematycznie związanych z zakresem usług wraz z danymi demograficznymi. Przedstawiono również szeroki wachlarz narzędzi do oceny rehabilitacji niepełnosprawnych kierowców i osób starzejących się. Praca zawiera realne studium przypadku, które oparte było na zgromadzonych przez autora danych. Wnioski końcowe zawierają wytyczne dotyczące powrotu wykluczonej jednostki do społeczeństwa oraz potrzeby rozwinięcia tejże tematyki.

W pracy Paczkowskiego A. i Więckowskiego D. zatytułowanej „Symulatory jazdy samochodem w szkoleniu osób niepełnosprawnych” [32] przedstawiono zagadnienia związane ze szkoleniem osób z niepełnosprawnościami. Rodzaj badań opisywanych przez autorów to opracowanie metody szkolenia za pomocą symulatorów umożliwiających naukę jazdy samochodem. Program uwzględniałby również stosowanie symulatorów z różnymi adaptacyjnymi umożliwiającymi przeszkolenie większej liczby osób niepełnosprawnych, łącznie z osobami o znacznym stopniu dysfunkcji fizycznej. W tekście można także znaleźć opis urządzeń treningowych wykorzystywanych do wspomagania procesu szkolenia. Omówiono też specyfikę przygotowania kandydatów do roli kierowców. We wnioskach końcowych ujęto kwestię czynności formalnych, jakie musi spełnić osoba ubiegająca się o uprawnienia pozwalające na kierowanie pojazdem.

W pracy autorstwa Wołek M. pt. „SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan) jako narzędzie kształtowania zrównoważonej mobilności miejskiej” [59] poruszono tematykę związaną z rozwojem obszarów miejskich pod kątem mobilności. Treści opisane w artykule obrazują postęp cywilizacyjny, jaki nastąpił w dziedzinie urbanizacji miejskiej. W pracy wymieniono aglomeracje miejskie jako przykład najbardziej zauważalnych miejsc tego postępu. Według autora miasta stanowią najbardziej dojrzałą przestrzenną formę ludzkiej aktywności i to według ich potrzeb i trendów rozwijają się m.in. takie podsystemy jak transport, który jest źródłem wielu korzyści i kosztów ponoszonych przez wszystkich użytkowników przestrzeni miejskiej. Korzystają z niej niepełnosprawni kierowcy, dla których rozwój przestrzeni oznacza m.in. zmianę obszarów zurbanizowanych pod względem likwidacji barier. Daje również możliwość użytkowania przez kierowców z dysfunkcjami dostępnych rozwiązań technicznych związanych z prowadzeniem pojazdu. W pracy umieszczono także wytyczne odnośnie do planowania przedsięwzięć z dziedziny szeroko pojętej mobilności, które wymagają kompleksowego podejścia. Powinny one obejmować zagadnienia z obszaru gospodarczego, przestrzennego oraz społecznego. Wymieniono również nowe narzędzia planistyczne obejmujące szerokie spektrum zrównoważonej mobilności miejskiej. Odniesiono się do wykorzystywania ich już od pewnego czasu w różnym zakresie w krajach Unii Europejskiej. W podsumowaniu zawarto opis planów wskazanych w 2013 r. w Pakiecie Mobilności Miejskiej przez Komisję Europejską. Rozwój przestrzeni miejskiej jest ważny dla ułatwienia poruszania i dostępu dla osób niepełnosprawnych.

Autor Ciastoń-Ciulkin A. w pracy zatytułowanej „Nowa kultura mobilności – istota i ujęcie definicyjne” [5] opisał rozwój mobilności. Wartości kulturowe przedstawiono jako istotny element każdego społeczeństwa. Wartości te tworzą materialne i niematerialne wytwory ludzkiej działalności oraz nabytych zachowań, w których skład wchodzi m.in. potrzeby transportowe. Mobilność może występować jako czynnik wspierający bądź zakłócający w odniesieniu do rozwoju społeczno-gospodarczego każdego państwa. Artykuł opisuje istotę pojęcia mobilności m.in. osób niepełnosprawnych w kontekście jej wpływu na życie społeczno-gospodarcze ośrodków zurbanizowanych. We wnioskach końcowych przedstawiono zapisy europejskiej polityki transportowej w zakresie zrównoważonej mobilności w miastach.

2.7. Homologacja pojazdów

W artykule Sowińskiego A., Zysińskiej M. i Dziedziaka P. „Badanie techniczne pojazdów po zmianach konstrukcyjnych, dostosowanych do korzystania przez osoby niepełnosprawne” [39] omówiono procesy związane z badaniami technicznymi pojazdów dostosowanych. W pracy zawarto zbiór zagadnień dotyczących mobilności osób niepełnosprawnych, między innymi opis procesów:

- dostosowania pojazdów do przewozu osób niepełnosprawnych,
- prowadzenia pojazdu przez osoby z różnego rodzaju dysfunkcjami fizycznymi.

Poza procesami związanymi z adaptacją poruszono funkcję, jaką pełni pojazd dla niepełnosprawnego kierowcy. Przeprowadzono analizę wpływu wprowadzonych zmian w dostosowanych pojazdach na ergonomię i bezpieczeństwo. Opisano procedurę kontrolną związaną z zakresem przeprowadzania badania pojazdu na stacji kontroli technicznej. Przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny przystosowanych pojazdów podczas ich testowania przez osoby niepełnosprawne. We wnioskach końcowych opisano brak systemu regulacyjnego w Polsce w tym obszarze. Zwrócono uwagę na rozbieżności pomiędzy badaniami technicznymi diagnostyki pojazdowej, a diagnostyką dostosowanych pojazdów, co skutkuje dużym subiektywizmem wyników badań. W związku z tym autorzy przedstawili wskazania dotyczące obszaru zmian oraz pilną potrzebę stworzenia odpowiednich przepisów regulujących ten problem.

Praca autorstwa Monacelliego E., Dupina F, Dumasa C., Wagstaffa P., zatytułowana “A review of the current situation and some future developments to aid disabled and senior drivers in France” [82], dotyczy tematyki mobilności osób niepełnosprawnych we Francji. W artykule przedstawiono aktualny stan rzeczy związany z prowadzeniem pojazdów przez osoby z niepełnosprawnościami. Autorzy skupili się na sytuacji, w jakiej znajdują się osoby prowadzące pojazd, siedząc na wózku inwalidzkim. Do analizy wzięto pod uwagę dwie grupy osób niepełnosprawnych: osoby niepełnosprawne, które nabyły dysfunkcję podczas wypadku oraz mające niepełnosprawność od urodzenia. Główną przesłanką do analizy był odnotowywany we Francji stały wzrost liczby osób mających różne rodzaje niepełnosprawności. W związku z tym autorzy rozpoczęli poszukiwania właściwego rozwiązania, które pozwoliłoby na zachowanie mobilności osobom z dysfunkcjami. Pierwszą przesłanką była reakcja ze strony Unii Europejskiej. Jednakże zróżnicowanie dotyczące rozwiązań mobilności osób starszych i niepełnosprawnych nie dawało wciąż wystarczającego wsparcia tym osobom. W celu realizacji wymagań, jakie należałoby spełnić, odniesiono się

do statystyk wskazujących określone potrzeby. Zwrócono również uwagę na problematykę nadzoru nad ujednoczeniem procedur oceny montażu urządzeń w pojazdach, homologację pojazdów oraz pomoc finansową.

W artykule Karpińskiego R., Zysińskiej M. pt. „Uwarunkowania merytoryczno-prawne dotyczące wymagań technicznych oraz zasad dopuszczania do ruchu pojazdów przeznaczonych do kierowania przez osoby niepełnosprawne ruchowo lub do ich przewożenia” [20] opisano wymagania dotyczące stanu prawnego w odniesieniu do wymagań technicznych i zasad dopuszczenia do ruchu pojazdów dostosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych. Stwierdzono, iż obecny stan przepisów jest niewystarczający, przedstawiono również kroki umożliwiające rozwiązanie i ukierunkowanie obowiązujących przepisów. Zaproponowano stworzenie systemu wspierającego mobilność niepełnosprawnych kierowców na podstawie przeprowadzonych analiz. We wnioskach końcowych opisano kolejność, z jaką należałoby wprowadzać wymieniane zmiany, tak aby cały proces dopuszczenia pojazdu do eksploatacji był przeprowadzony poprawnie.

W pracy autorstwa Zysińskiej M. i Przybylskiego W. pt. „Pojazdy dla osób niepełnosprawnych ruchowo w świetle przepisów homologacyjnych” [62] poruszono temat mobilności osób niepełnosprawnych w formie podziału na grupy pojazdów przeznaczonych do użytku przez te osoby. Autorzy zaproponowali podział odnoszący się do wymagań, jakie należy spełnić w związku z homologacją i certyfikacją. Podczas podziału wzięto pod uwagę również specyfikę, jaką charakteryzują się pojazdy adaptowane do indywidualnych potrzeb osób niepełnosprawnych. W pracy przedstawiono krótki rys historyczny dotyczący homologacji i certyfikacji takich pojazdów. We wnioskach opisano kierunki zmian odnoszące się nie tylko do rodzimych przepisów, ale również do unormowań europejskich w odniesieniu do pojazdów użytkowanych przez osoby z dysfunkcjami.

W pracy autorstwa Sybilskiego K. i Małachowskiego J., zatytułowanej „Modelowanie sił mięśniowych i ich wpływ na zachowanie kierowcy niepełnosprawnego w trakcie zderzenia czołowego” [43], opisano potrzeby związane z mobilnością osób niepełnosprawnych. Określono, jak liczna jest grupa potrzebująca dodatkowych urządzeń adaptacyjnych do prowadzenia pojazdu. W pracy poruszono zagadnienie możliwości oraz potencjału, jakim dysponują osoby z niepełnosprawnościami. Rozważono problem osób niepełnosprawnych dotyczący komunikacji ze środowiskiem zewnętrznym, czyli utrudnienia i bariery związanych z transportem. Przedstawiono rozwiązania i możliwości dostosowania

środka transportu do potrzeb osoby z dysfunkcjami. Wykazano również braki w poprawności działania oraz bezpiecznego użytkowania stosowanych rozwiązań. W związku z tym przeprowadzono prace badawcze dotyczące weryfikacji poprawnego posługiwania się oprzyrządowaniem adaptacyjnym przez osoby niepełnosprawne. W wynikach badań umieszczono opracowany przez autorów opis modelu numerycznego.

2.8. Bariery architektoniczne

W celu szerszego spojrzenia na tematykę przemieszczania się osób niepełnosprawnych przytoczono kilka wybranych prac badawczych związanych z utrudnieniami architektonicznymi.

W pracy autorstwa Kalety P. i Żurakowskiego Z., zatytułowanej „Wpływ barier architektonicznych na możliwości kształcenia się osób niepełnosprawnych ruchowo w Zabrzu” [19], przedstawiono, jak istotne jest dostosowanie architektury dla szerszego grona użytkowników. Badania przeprowadzono w celu weryfikacji adaptacji budynku szkoły na potrzeby osób niepełnosprawnych. W artykule opublikowano wyniki badań z tym związanych. Prace badawcze wykonano z wykorzystaniem kwestionariusza „Forma oceny instytucji edukacyjnej ze względu na dostępność dla osób niepełnosprawnych”. Zakres badań obejmował 30 budynków szkolnych w Zabrzu, w których mieściło się 47 instytucji o charakterze edukacyjnym. Prace wykonano w 2011 r.. Po zakończeniu prac badawczych sporządzono analizę porównawczą otrzymanych wyników z Zabrza i istniejących już wyników badań przeprowadzonych w 2009 r. na terenie województwa dolnośląskiego. We wnioskach opisano braki związane z niewystarczającym dostosowaniem budynków do potrzeb osób niepełnosprawnych. Opisano kierunki zmian, jakie należy przeprowadzić, by zlikwidować bariery architektoniczne utrudniające dostęp tym osobom.

Kolejnym przykładem zmian zachodzących podczas projektowania jest znoszenie barier architektonicznych opisanych m.in. w pracy autorstwa Kowalskiego K., Starzyńskiej D., Pac-Raszewskiej K., Denys M., zatytułowanej „Projektowanie bez barier – wytyczne” [22]. Prezentowane spojrzenie ułatwiłoby poruszanie się w infrastrukturze architektonicznej ludziom starszym, niepełnosprawnym oraz osobom z dziećmi. W pracy opisano wcześniej stosowane zasady projektowania, które umożliwiały jedynie instalowanie dodatkowych rozwiązań w istniejącym już obiekcie. Budynki projektowane według wcześniejszych wskazań były pełne schodów oraz różnic poziomów. Działo się tak, ponieważ założenia niestety nie obejmowały poruszania się w przestrzeni architektonicznej osób na wózkach

inwalidzkich oraz osób starszych. Według danych zgromadzonych w artykule, bariery architektoniczne utrudniały poruszanie się około 30% osób. Cel związany z tworzeniem przyjaznej dla wszystkich przestrzeni można osiągnąć, stosując logiczne podejście oraz przy zastosowaniu zasad czytelności układu funkcjonalno-przestrzennego. Takie podejście jest szczególnie ważne podczas projektowania obiektów użyteczności publicznej, składających się zazwyczaj z wielu różnorodnych przestrzeni. We wnioskach zawarto przykłady dobrze dostosowanych obiektów spełniających potrzeby nie tylko osób pełnosprawnych, ale i niepełnosprawnych oraz ludzi starszych. Obiekty te to m.in. International Forum w Tokio, Piramida Luwru, dworzec TGV w Awinionie oraz Akademia Muzyczna w Katowicach. Takie spojrzenie ułatwi większości społeczeństwa poruszanie się.

2.9. Podsumowanie analizy literatury

W niniejszym rozdziale przeanalizowano szereg publikacji z zakresu ergonomii, zagadnień związanych z niepełnosprawnym kierowcą, bezpieczeństwa drogowego, technicznych rozwiązań dotyczących adaptacji pojazdów, psychologii transportu, mobilności, homologacji pojazdów oraz barier architektonicznych, które rozpatrywano pod kątem mobilności osób z niepełnosprawnościami. Stwierdzono brak badań zjawiska dyskomfortu występującego podczas prowadzenia pojazdu przez kierowców z niepełnosprawnościami. Na potrzeby pracy przeanalizowano również aktualne i obowiązujące przepisy prawne, stwierdzając brak zapisów odnoszących się do mobilności osób z niepełnosprawnościami. W konsekwencji uznano za celowe podjęcie tego tematu, a w szczególności rozważenie możliwości wyznaczenia miar zjawiska dyskomfortu oraz opracowanie metody jego pomiaru w warunkach operowania samochodem przez kierowcę z dysfunkcjami motorycznymi.

3. Przegląd konstrukcji urządzeń dla kierowców z niepełnosprawnościami

Kierowcy z dysfunkcjami używają do prowadzenia pojazdu urządzeń adaptacyjnych. Ze względu na to należy zwrócić uwagę na te elementy urządzeń, z którymi użytkownik ma niemalże ciągły kontakt. Właściwy dobór i spersonalizowanie oprzyrządowania dla niepełnosprawnego kierowcy usprawni proces odbywający się pomiędzy człowiekiem a maszyną. Podczas przeprowadzania badań wykrywających przedwczesne zjawisko dyskomfortu sprawdzano, czy materiały, z jakich wytworzono elementy urządzeń adaptacyjnych, mają wpływ na przedwczesne odczuwanie zmęczenia.

W niniejszym podrozdziale zaprezentowano przegląd rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów wyposażonych w urządzenia adaptacyjne. Do prezentacji posłużono się pojazdami wchodzącymi w skład floty Centrum Usług Motoryzacyjnych, które zostały wyposażone w urządzenia adaptacyjne pozwalające na prowadzenie pojazdu przez dwie najczęściej spotykane grupy kierowców niepełnosprawnych – paraplegików [83] i tetraplegików [87]. Jednym z samochodów floty CUM-u jest Skoda Yeti. Wyposażenie znajdujące się w pojeździe umożliwia jego obsługę przez niepełnosprawnego kierowcę za pomocą gałki z funkcją pilota oraz urządzenia obsługującego ręczny gaz-hamulec, przedstawionego na rys. 2.



Rys. 2. Wnętrze pojazdu Skoda Yeti – uchwyt z funkcją pilota

Pojazd zaadaptowany do prowadzenia przez niepełnosprawnego kierowcę został wyposażony w uchwyt z funkcją pilota znajdujący się na kole kierowniczym. Funkcja pilota umożliwia również kierowcy uruchomienie sygnalizacji dźwiękowej i świetlnej czy obsługę wycieraczek bez odrywania ręki. Funkcja szybkiego demontażu pozwala na dostosowanie pojazdu do potrzeb innego kierowcy. Podłużny kształt gałki zwiększa powierzchnię styku dłoni z urządzeniem, co przekłada się na lepszy chwyt i pewniejsze operowanie kołem kierownicy. Materiał, którego użyto, jest chropowaty, przez co wydaje się, że trzymanie gałki będzie pewniejsze. Chropowata powierzchnia może również ułatwiać przepływ powietrza, zatem pocenie się dłoni może zostać spowolnione [41].

Urządzenie, za pomocą którego osoba niepełnosprawna przyspiesza i hamuje pojazd to mechaniczna dźwignia zainstalowana w okolicy środkowego tunelu samochodu. Przyspieszanie odbywa się poprzez wykonanie obrotu uchwytu, natomiast przy hamowaniu dźwignia zostaje przesunięta do przodu. Wygodę posługiwania się urządzeniem zapewnia mechanizm, za pomocą którego kierowca może je złożyć w stan spoczynku. Urządzenie zostało również wyposażone w możliwość regulacji uchwytu w osi, aby dostosować je do możliwości motorycznych niepełnosprawnego kierowcy. Dodatkowym atutem jest możliwość złożenia urządzenia w stan spoczynku tak, aby mogła prowadzić samochód osoba pełnosprawna.

Uchwyt ręcznego gazu-hamulca ma kształt umożliwiający wygodniejsze i bardziej naturalne ułożenie dłoni podczas operowania urządzeniem. Wyprofilowanie uchwytu może również przekładać się na wydłużony czas nieodczuwania przez kierowcę zmęczenia podczas prowadzenia pojazdu. Materiał powierzchni rękojeści jest sprężysty i zarazem miękki, co daje poczucie wygody. Mechanizmy zostały osłonięte, aby nie powodować kontaktu z nogami kierującego. Izolowanie mechanizmów ruchomych urządzenia poprzez zastosowanie osłon jest bardzo dobrym rozwiązaniem ze względu na walory estetyczne oraz niedopuszczanie do sytuacji niebezpiecznych podczas jego obsługi. Użytkownik pojazdu wyposażonego w ten rodzaj oprzyrządowania nie jest narażony na stykanie się nóg z elementami ruchomymi. Opisane urządzenie typu ręczny gaz-hamulec przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Wnętrze pojazdu Skoda Yeti – ręczny gaz-hamulec

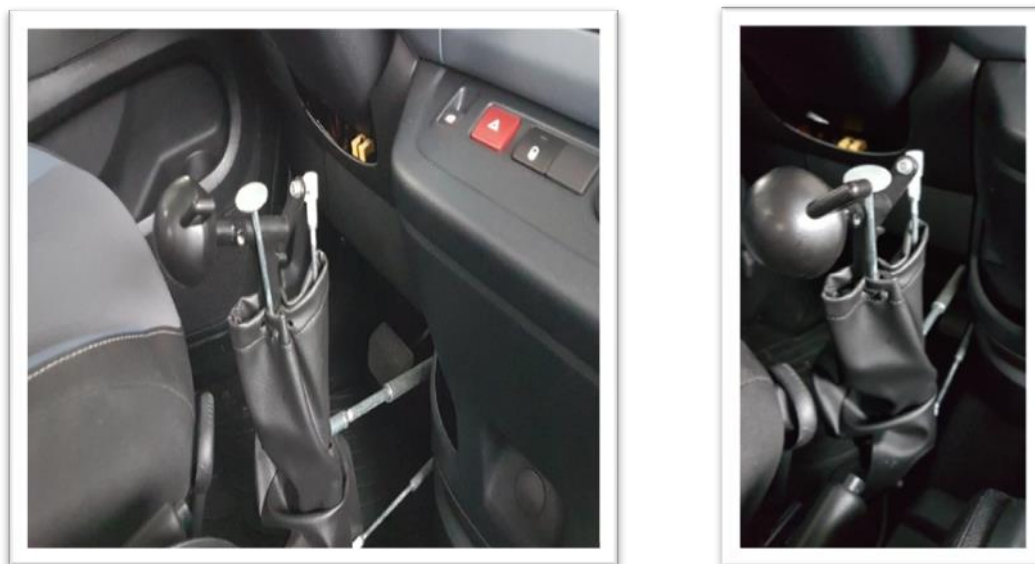
Urządzenie ręczny gaz-hamulec przedstawione na rys. 4. umożliwia kierowcy posługiwanie się gazem poprzez przekręcenie uchwytu urządzenia. Proces hamowania odbywa się za pomocą pchnięcia urządzenia do przodu. Urządzenie w formie gałki zamontowanej na kole kierownicy ma umożliwiać lepszy chwyt oraz pewniejsze manewrowanie pojazdem.



Rys. 4. Wnętrze pojazdu Peugeot Partner z uchwytem na kierownicy i mechanicznym gazem-hamulcem

Uchwyt w formie gałki z funkcją pilota została w tym przypadku rozdzielony na dwa oddzielne urządzenia. Pilot znajduje się po przeciwnej stronie koła kierowniczego niż uchwyt

w formie gałki. Demontaż uchwytu odbywa się za pomocą przycisku znajdującego się w mocowaniu. Materiał, z którego wyprodukowano przyrząd, jest twardy. Cecha ta może przekładać się na negatywne odczucia kierującego. Śliska powierzchnia może wywoływać szybkie pocenie się dłoni, co będzie powodowało konieczność robienia częstszych przerw podczas prowadzenia pojazdu na dłuższych trasach. Kulisty kształt uchwytu w formie gałki daje kierowcy możliwość szybszego doboru optymalnej pozycji oraz pozwala na stosowanie przez szersze grono użytkowników. Producent oprzyrządowania zastosował osłonę mechanizmów, za pomocą których osoba niepełnosprawna wykonuje manewry przyspieszenia i hamowania (rys. 5). Zostały one jednak osłonięte tylko w niewielkim stopniu. Niekorzystne jest pozostawienie na wierzchu urządzenia ruchomych części mechanizmów, które mają wspólną powierzchnię styku z nogami użytkownika. Może to powodować ocieranie się o kończyny dolne.



Rys. 5. Mechaniczne urządzenie obsługi ręcznego gazu-hamulca

Kierowca posługujący się tym mechanizmem przyspiesza pojazdem poprzez obrót uchwytu, natomiast hamowanie odbywa poprzez przesunięcie całości urządzenia do przodu. Nacisk na pedał przyspieszenia i hamulca jest wywierany za pośrednictwem drążków. Uchwyt przyspiesznika ma obły kształt, ale został wyposażony w króciec, umożliwiając kierującemu pewniejszy chwyt. Części ruchome urządzenia osłonięto materiałem. Nie ma ono innych udogodnień związanych z możliwością dostosowania do osobistych preferencji osoby kierującej pojazdem. Producent nie przewidział również możliwości złożenia go, przez co pełnosprawny kierowca ma utrudnione prowadzenie pojazdu.

Pokrewne rozwiązania zastosowano również w pojeździe, którego wnętrze przedstawiono na rys. 6. Pojazd ten został wyposażony w oprzyrządowanie dla osób niepełnosprawnych. Różnica w zamontowanych urządzeniach to m.in. kształt uchwyty w formie gałki umieszczonej na kole kierowniczym. Jej podłużny kształt ułatwia operowanie kołem kierownicy. Materiał, z którego uchwyt został zrobiony, jest miękki, a jego faktura chropowata, co może opóźnić efekt zmęczenia i pocenia się dłoni. Zaletą zastosowanego mechanizmu to użycie łożyska igielkowego, dzięki czemu podczas obracania kołem kierownicy uchwyt stawia minimalny opór. Urządzenie ma (jak we wcześniej omawianych przykładach) mechanizm pozwalający na szybki demontaż. Ułatwia to kierowcy wsiadanie i wysiadanie poprzez zwiększenie przestrzeni pomiędzy kołem kierowniczym a fotelem.



Rys. 6. Wnętrze samochodu Peugeot Partner wyposażonego w uchwyt w formie gałki i elektromechaniczny gaz-hamulec

W pojeździe zastosowano elektromechaniczny gaz-hamulec, pozwalający na obsługę przez kierowcę niepełnosprawnego z mniejszą sprawnością kończyn górnych. Użycie tego rozwiązania wymaga od operatora przyłożenia mniejszej siły podczas przyspieszania. Dodawanie gazu polega na przesunięciu w poziomie pierścienia umiejscowionego przy uchwycie (gałce) urządzenia. Hamowanie odbywa się poprzez pchnięcie dźwigni. Zainstalowanie tego oprzyrządowania wyklucza możliwość regulacji kolumny kierowniczej, ponieważ urządzenie jest przymocowane bezpośrednio do niej. Dodatkowa funkcja to obsługa sygnałów dźwiękowych i świetlnych za pomocą przycisków umieszczonych na rękojeści

urządzenia (rys. 7). Rękojeść tę wykonano z twardego chropowatego tworzywa sztucznego. Podłużny kształt uchwytu daje wygodę podczas posługiwania się nim. Niejednorodna powierzchnia uchwytu może opóźniać efekt pocenia się dłoni.



Rys. 7. Wnętrze pojazdu Peugeot Partner – rękojeść (pilot) urządzenia ręcznego gazu-hamulca

Pojazd został wyposażony w uchwyt w formie gałki na kole kierownicy, którą zaopatrzone w mechanizm szybkiego wyjmowania, przedstawiony na rys. 8. Zdejmując gałkę, kierowca może zwiększyć przestrzeń na wsiadanie i wysiadanie z pojazdu. Urządzenie pokryte zostało skórą, co ma powodować wygodniejsze posługiwanie się nim oraz pewniejszy chwyt. Materiał oraz kształt oprzyrządowania opóźniają również odczuwanie przez kierującego pojazdem negatywnych bodźców, takich jak pocenie się dłoni oraz uwieranie.



Rys. 8. Wnętrze pojazdu Skoda Citigo wyposażonego w gałkę i elektromechaniczny gaz-hamulec

W pojeździe, którego wnętrze przedstawiono na rys. 8. zastosowano elektromechaniczny gaz i hamulec. Czynność przyspieszania odbywa się poprzez przekręcenie uchwytu urządzenia. Elektroniczna możliwość przyspieszania pojazdem pozwala kierowcy na użycie mniejszej siły. Natomiast proces hamowania odbywa się przez odepchnięcie urządzenia. Adaptacja została zamontowana do kolumny kierownicy. Ten rodzaj instalacji oprzyrządowania wyklucza niestety możliwość regulacji wysokości kierownicy. Materiał, z którego wykonano urządzenie, jest twardy i śliski, co może przekładać się na szybsze odczuwanie zmęczenia. Na pewno chwyt podczas operowania może również wpłynąć pocenie się dłoni, wynikające z gładkiej powierzchni i rodzaju materiału zastosowanego w rękojeści urządzenia ręcznego gazu-hamulca.

W prezentowanych pojazdach urządzenia adaptacyjne są certyfikowane i atestowane, co przekłada się (przynajmniej teoretycznie) na podwyższenie bezpieczeństwa ich użytkowania. Natomiast kwestia właściwego doboru urządzeń adaptacyjnych oraz ich regulacji pozostaje w gestii warsztatu montującego oprzyrządowanie. Należy podkreślić, że każdy adaptator ma własne podejście do tego, w jaki sposób dostosować pojazd. Najczęściej odbywa się to przez zasugerowanie pewnego rozwiązania ze strony warsztatu sprzedającego oprzyrządowanie. Czasami również sam nabywca sugeruje się oceną innych użytkowników, co nie zawsze przekłada się na odczuwanie dostatecznego komfortu w użytkowaniu. Nie zostały określone żadne metody pozwalające na ujednoczenie procedury wyboru oraz montażu oprzyrządowania. Istotnym czynnikiem jest również aspekt finansowy,

często determinujący wybór klienta. To on powoduje, że decyzja podjęta przez kupującego bierze górę na początkowym etapie nabycia urządzenia. Bardziej racjonalne przesłanki, jak wygoda użytkowania i bezawaryjna eksploatacja, często nie są brane pod uwagę. Wskazane byłoby opracowanie badań i procedur ukierunkowanych na cechy antropometryczne niepełnosprawnych kierowców. Na rynku jest ponad 100 firm produkujących pojazdy osobowe [51], niestety projektanci nie mają wytycznych dotyczących projektowania wnętrza samochodu pod względem niepełnosprawnego kierowcy. Kabina pojazdu powinna być już na etapie projektu przystosowana pod względem chociażby najczęściej spotykanych dysfunkcji. Komputerowe wspomaganie projektowania pozwala już we wczesnej fazie konstruowania wnętrza pojazdu na sprawdzenie, czy zostaną spełnione wymagania bezpieczeństwa, higieny oraz ergonomii [18]. Opracowanie wytycznych odnoszących się do montażu urządzeń w przeznaczonych do tego miejscach wykluczy montowanie ich w niewłaściwym sposób. Adaptator, otrzymując pojazd fabrycznie przystosowany i homologowany pod kątem dodatkowego oprzyrządowania, będzie miał możliwość dostosowania go w najwłaściwszy sposób. Podczas projektowania należałoby uwzględnić różne warianty punktów mocowania urządzeń adaptacyjnych.

4. Cel i teza pracy

W świetle spostrzeżeń wynikających z analizy literatury i przeglądu konstrukcji urządzeń adaptacyjnych użytkowanych w praktyce sformułowano problem badawczy, cel i tezę pracy.

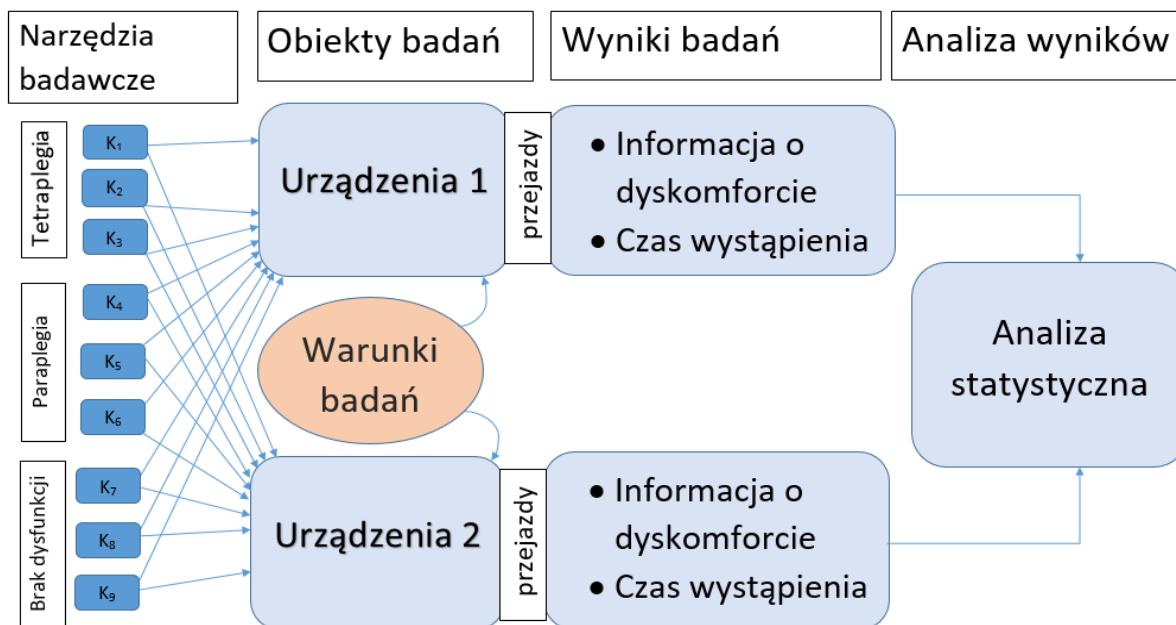
Cel pracy: opracowanie metody ilościowej oceny zjawiska dyskomfortu u kierowców z niepełnosprawnościami powstającej przy obsłudze urządzeń adaptacyjnych podczas użytkowania pojazdu.

Teza pracy: istnieje możliwość ilościowej oceny symptomów dyskomfortu związanych z obsługą urządzeń adaptacyjnych przez kierowców z niepełnosprawnościami, a w szczególności możliwy jest pomiar natężenia dyskomfortu w zależności od konstrukcji urządzeń i warunków jazdy.

Problem badawczy polega na dotychczasowym braku empirycznego opracowania miar ilościowej oceny dyskomfortu związanego z obsługą urządzeń adaptacyjnych w samochodach przeznaczonych dla kierowców z niepełnosprawnościami. Autor zakłada, że wyniki takiej oceny powinny być przydatne do doskonalenia konstrukcji urządzeń adaptacyjnych i nowelizacji procedur ich obsługi.

5. Obiekt badań i metodyka

Na potrzeby pracy opracowano metodę badawczą służącą wykrywaniu zjawiska dyskomfortu. Na rys. 9. przedstawiono schemat tej metody.



Rys. 9. Schemat badania metody wykrywania dyskomfortu

Na schemacie wyodrębniono narzędzia badawcze, obiekt badań, wyniki badań oraz narzędzia do analizy wyników. Narzędziami badawczymi byli w tym przypadku kierowcy testowi bez niepełnosprawności i z niepełnosprawnościami, podzieleni na dwie grupy ze względu na rodzaj dysfunkcji. Obiekt badań stanowiły dwa urządzenia adaptacyjne zamontowane w pojazdach. Zostały przyjęte ścisłe warunki badań, które zostaną szczegółowo omówione w dalszej części pracy. Wykonano testy dla każdej kombinacji kierowcy i urządzenia. W czasie badań zebrano informacje o dyskomforcie, które zostały poddane analizie statystycznej.

5.1. Konsultacje eksperckie

Metoda badania zjawiska dyskomfortu została opracowana po przeprowadzeniu wywiadu środowiskowego z 30 osobami niepełnosprawnymi. Opracowana metoda wynikała również z informacji pozyskanych podczas rozmów z adaptatorami, zajmującymi się dostosowywaniem pojazdów na potrzeby niepełnosprawnych kierowców. Z otrzymanych wypowiedzi wynikało, że większość ekspertów (osób niepełnosprawnych) potrzebuje do prowadzenia pojazdu oprzyrządowania typu ręczny gaz-hamulec oraz uchwytu na kole

kierownicy, używanych w zestawie lub osobno. Potrzeby zastosowania tego rodzaju urządzeń wynikały z braku możliwości obsługi pedałów gazu i hamulca za pomocą kończyn dolnych.

Eksperci odpowiadali na następujące pytania:

- jaki rodzaj urządzenia zamontowany jest w ich pojeździe?
- czy podczas używania zamontowanych urządzeń odczuwają dyskomfort (jeżeli tak, jakiego rodzaju)?
- co przeszkadza podczas prowadzenia pojazdu w obsłudze urządzenia adaptacyjnego?
- po jakim czasie dyskomfort jest odczuwalny?

Z zebranych odpowiedzi wynikało, że kierowcy bądź kandydaci na kierowców to osoby ze schorzeniami neurologicznymi typu paraplegia bądź tetraplegia. Paraplegia to porażenie częściowe lub całkowite kończyn dolnych, natomiast tetraplegia to porażenie częściowe lub całkowite kończyn dolnych i górnych [80]. Eksperci zwracali uwagę na zbyt małą przestrzeń przeznaczoną na nogi ze względu na zainstalowane urządzenie ręczny gaz-hamulec. Z ich wypowiedzi wynikała również potrzeba stosowania podłokietnika umożliwiającego lepszą stabilizację ciała podczas prowadzenia pojazdu. W odpowiedziach poruszano również kwestię zbyt odległego miejsca montażu urządzenia typu ręczny gaz-hamulec, co podczas jego obsługi wiązało się z szybszym odczuciem dyskomfortu. Odnosząc się do pytania: co przeszkadza podczas prowadzenia pojazdu w obsłudze urządzenia adaptacyjnego, odpowiadano w dużej mierze, że jego materiał jest zbyt śliski, a kształt – zbyt obły. Wypowiedzi odnosiły się do gałki montowanej na kierownicy i ręcznego gazu-hamulca. Eksperci opisywali zjawisko dyskomfortu jako poczucie uwierania, cierpięcia i bólu dłoni podczas obsługi urządzeń typu ręczny gaz-hamulec. Podczas konsultacji zwrócono również uwagę na to, że w sporadycznych przypadkach podczas obsługi takiego urządzenia zachodzące zjawisko pogłębiało się aż do uszkodzeń powierzchni dłoni (otarcia, pęcherze). W odpowiedziach na pytanie dotyczące dyskomfortu podczas obsługi urządzeń eksperci nie potrafili określić dokładnego momentu pojawienia się dolegliwości. Podczas konsultacji podkreślali również kwestie dotyczącą braku regulacji prawnych i montażu urządzeń oraz przeglądów serwisowych i diagnostycznych.

Z konsultacji z ekspertami wywnioskowano, że ani adaptatorzy, ani niepełnosprawni kierowcy nie dysponują narzędziem umożliwiającym weryfikację poprawności działania urządzeń adaptacyjnych. Badania zjawiska dyskomfortu postanowiono przeprowadzić również ze względu na wątpliwości ekspertów co do poprawności działania urządzeń

adaptacyjnych. Zauważono, że można ją weryfikować w dwojaki sposób. Pierwszy z nich jest to weryfikacja działania urządzenia poprzez pomiar siły nacisku na układ hamulcowy. Ta metoda niestety nie uwzględnia odczuć względem zachodzącego zjawiska dyskomfortu. Natomiast drugie podejście ma weryfikować odczucie dyskomfortu przez ocenę właściwości ergonomicznych urządzeń. Poprzez opracowanie właściwej metody będzie można ocenić, czy urządzenie zostało właściwie zamontowane w pojeździe oraz czy materiały użyte do jego produkcji odpowiadają preferencjom użytkownika. Metoda ta ma umożliwiać również szybkie zidentyfikowanie problemu związanego z odczuciem dyskomfortu. Jej zastosowanie może przełożyć się na lepszą personalizację przystosowanego pojazdu.

W konsekwencji powyższych rozważań podjęto próbę opracowania innowacyjnej metody badawczej polegającej na zbadaniu odczucia dyskomfortu podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych przez niepełnosprawnych kierowców.

5.2. Obiekty badań

Do przeprowadzenia badań wykrywających przedwczesne zjawisko dyskomfortu wybrano dwa pojazdy wyposażone w urządzenia adaptacyjne najczęściej używane przez kierowców z dysfunkcjami. Do badań posłużono się pojazdami wchodzącymi w skład floty Centrum Usług Motoryzacyjnych, które zostały wyposażone w urządzenia adaptacyjne pozwalające na prowadzenie pojazdu przez dwie najczęściej spotykane grupy kierowców niepełnosprawnych. Posługiwać się nimi mogą osoby z niedowładem kończyn dolnych oraz z niedowładem kończyn dolnych i górnych (paraplegicy [83] i tetraplegicy [87]). Jednym z samochodów floty CUM-u przystosowanych do wyżej wymienionych dysfunkcji jest Skoda Yeti. Wyposażenie umożliwiające obsługę pojazdu przez niepełnosprawnego kierowcę to uchwyt w formie gałki z funkcją pilota oraz urządzenie obsługujące ręczny gaz-hamulec (patrz rys. 2).

Pojazd przystosowany do prowadzenia przez niepełnosprawnego kierowcę został wyposażony w uchwyt z funkcją pilota umiejscowiony na kole kierowniczym. Wielofunkcyjny pilot umożliwi kierowcy uruchomienie sygnalizacji dźwiękowej oraz świetlnej czy obsługę wycieraczek bez odrywania ręki.

Urządzenie pozwalające osobie z dysfunkcjami przyspieszanie i hamowanie pojazdu to mechaniczna dźwignia zamontowana na lewym boku tunelu samochodu. Proces przyspieszania zachodzi wówczas, gdy kierowca przekreśli rękojeść urządzenia, natomiast

proces hamowania odbywa się w momencie przesunięcia dźwigni do przodu. Urządzenie ma możliwość ustawienia rękojeści w kilku położeniach spoczynkowych; funkcja ta pozwala na lepsze dostosowanie do predyspozycji motorycznych niepełnosprawnego kierowcy. Opisane urządzenie typu ręczny gaz-hamulec przedstawiono na rys. 3.

Drugim wykorzystywanym w badaniach zestawem urządzeń był uchwyt w formie gałki zamontowany na kole kierowniczym (rys. 4) oraz urządzenie ręcznego gazu-hamulca (rys. 5), zainstalowane w pojeździe Peugeot Partner.

Urządzenie w formie gałki zamontowanej na kole kierownicy tego pojazdu ma umożliwiać lepszy chwyt oraz pewniejsze manewrowanie.

Uchwyt w formie gałki oraz funkcja pilota zostały w tym przypadku rozdzielone na dwa oddzielne urządzenia zamontowane na kole kierowniczym. Pilot znajduje się po przeciwnej stronie koła kierowniczego niż uchwyt w formie gałki. Dodatkową funkcją uchwytu w formie gałki jest możliwość demontażu za pomocą przycisku znajdującego się w jej mocowaniu.

W skład zestawu użytego w badaniach wchodzi również urządzenie umożliwiające ręczną obsługę gazu oraz hamulca. Kierowca, podobnie jak w urządzeniu zainstalowanym w poprzednim pojeździe (Skoda Yeti), obsługuje za pomocą kończyn górnych gaz poprzez przekręcenie rękojeści urządzenia. Również proces hamowania odbywa się przez pchnięcie urządzenia.

Zestawy adaptacyjne do badań wybrano ze względu na fakt pełnienia takich samych funkcji podczas przyspieszania, hamowania oraz posługiwania się kołem kierowniczym. Przy wyborze wzięto również pod uwagę różnorodność materiałów, z których są wykonane elementy chwytne.

Pojazdy wykorzystane w próbach badania opisywanego zjawiska były fabrycznie wyposażone w automatyczną skrzynię biegów. Natomiast niefabryczne wyposażenie stanowiło oprzyrządowanie typu mechaniczny gaz-hamulec oraz uchwyt w formie gałki umieszczonej na kole kierowniczym. Sposób działania urządzeń adaptacyjnych zainstalowanych w obu pojazdach był taki sam – proces przyspieszania i hamowania odbywał się za pomocą mechanicznych cięgieł zamocowanych do odpowiednich pedałów. Natomiast cechami różniącymi je był ich kształt oraz materiał, z którego zostały wyprodukowane. Dodatkowy element różnicujący zestawione adaptacje to ich koszt. Spora różnica pomiędzy

nimi w cenie zakupu powoduje niejednokrotnie wybór tańszego urządzenia, którego właściwości ergonomiczne znajdują się na niższym poziomie. W badaniach urządzeń obsługujących ręczny gaz-hamulec wynikał również z opinii ekspertów, według których rękojeść jednego z urządzeń miała kształt mniej ergonomiczny niż drugiego. W związku z tym opisane urządzenie wywoływało wcześniejsze odczuwanie dyskomfortu. Według wstępnych opinii powodem był króciec rękojeści urządzenia, który wrzynał się w dłoń kierowcy. W związku z tymi przesłankami wytypowano dwa urządzenia typu ręczny gaz-hamulec do przeprowadzenia badań związanych z opracowaniem metody wykrywania dyskomfortu.

Takimi samymi przesłankami kierowano się podczas wyboru do badań dyskomfortu urządzeń w postaci uchwytu montowanego na kole kierownicy. Precyzując, urządzenia różniły się kształtem, ceną oraz funkcjonalnością. Natomiast porównując obydwa urządzenia pod względem wykonanych materiałów i funkcji, w jakie zostały wyposażone, można stwierdzić, że jedno z nich było twarde w dotyku i śliskie oraz nie posiadało funkcji obsługi kierunkowskazów, klaksonu i wycieraczki. Do ich obsługi kierowca musiał odrywać dłoń od urządzenia. Natomiast drugie urządzenie zostało wyposażone w wymienione funkcje, a jego powierzchnia była chropowata. Ostatnią cechą różniącą mechanizmy używane podczas badań był ich kształt – jedno z urządzeń typu ręczny gaz-hamulec wyposażono w smukłą rękojeść, rękojeść drugiego miała kształt kuli.

5.3. Kierowcy testowi

Do badań wytypowano dwa rodzaje dysfunkcji kierowców niepełnosprawnych, którzy podczas prowadzenia pojazdu posługują się adaptacjami typu ręczny gaz-hamulec oraz uchwyt w postaci gałki. Wykorzystanie urządzeń typu ręczny gaz-hamulec wynikało z rozmów z ekspertami. Również obsługa uchwytu na kole kierowniczym była popularnym rozwiązaniem wśród kierowców z opisywanymi dysfunkcjami.

Próbie badawczą przeprowadzono na dziewięciu kierowcach, których podzielono na trzy grupy:

- osoby z tetraplegią,
- osoby z paraplegią,
- osoby bez dysfunkcji.

Grupa bez dysfunkcji została wybrana jako porównawcza, natomiast grupy kierowców z dysfunkcjami – jako grupy docelowe. Ekspertów wytypowano z wykorzystaniem metody z obszaru metod nielosowych za pomocą doboru jednostek typowych [48]. Kandydaci z grupy z tetraplegią byli w wieku od 27 do 55 lat. Mieli zbliżony rodzaj dysfunkcji ruchowej, czyli porównywalne możliwości manualne operowania badanym oprzyrządowaniem. Wiek kierowców z grupy paraplegii mieścił się w przedziale od 28 do 56 lat. Kierowcy testowi ze wszystkich zespołów to 6 mężczyzn i 3 kobiety.

6. Badania w warunkach drogowych

W tym rozdziale opisano badania dotyczące przejazdów realizowanych w warunkach drogowych.

6.1. Warunki badań

Wszystkie badania były przeprowadzone w zbliżonych warunkach, a więc takich, by czynniki zewnętrzne nie miały wpływu na obiekt badań. Temperatura podczas przejazdów zawierała się w przedziale pomiędzy 16°C a 26°C. Nawierzchnia, na której przeprowadzano przejazdy, zarówno w warunkach miejskich, jak i na placu manewrowym była sucha. Zwracano również uwagę, aby prace badawcze prowadzić na tego samego rodzaju drodze, to jest asfaltowej. Niejednolity rodzaj podłoża mógłby zakłócić proces badania przez odwrócenie uwagi podczas kierowania pojazdem. Taka sytuacja mogła mieć miejsce ze względu na niejednorodną strukturę, na której na przykład pojazd mógł tracić przyczepność.

Dystans każdego testu wynosił około 50 km. Średni czas przejazdu zawierał się w przedziale pomiędzy 28 min a 34 min. Czasy przejazdu różniły się ze względu na niejednolite natężenie ruchu. Na różnice w czasie przejazdu wpływały również umiejętności prowadzenia pojazdu każdego z kierowców testowych. Na przejazd jednego kierowcy testowego składały się trzy okrążenia, a czas przejazdu mieścił się w przedziale czasowym od 1 h 20 min do 1 h 40 min.

Rodzaj przebytej trasy miał obejmować elementy przejazdu łączącego prowadzenie pojazdu w warunkach:

- miejskich,
- pozamiejskich,
- manewrów parkowania.

Natężenie ruchu również różniło się w zależności od pokonywanej trasy, która zawierała w sobie trzy wymienione elementy.

Przed każdym z przejazdów pytano kierowcę testowego o samopoczucie, ponieważ jakakolwiek niedyspozycja fizyczna czy psychiczna mogłaby zakłócić prace badawcze.

6.2. Metodyka pomiarów

Do pomiaru posłużyły dwa pojazdy wyposażone w zestawy urządzeń adaptacyjnych. Przedmiotem mierzonych wartości był odczuwany dyskomfort podczas obsługi urządzeń typu uchwyt na kole kierownicy oraz urządzenie ręczny gaz-hamulec. Mierzone wartości zostały podzielone na trzy typy:

- ból,
- chwyt,
- drętwienie.

W celu jednoznacznego opisu zjawiska dyskomfortu wprowadzono i porównano ze sobą kilka miar, które w ogólności można podzielić na dwa rodzaje: ilościowe i jakościowe.

Przykładem miary ilościowej może być wielkość opisująca liczbę pojawiających się zjawisk związanych z dyskomfortem. Przykładem miary jakościowej może być czas wystąpienia dyskomfortu, mierzony od momentu rozpoczęcia badania. Czas ten, jako miara jakościowa, odnosił się do informacji o nasileniu niekorzystnych właściwości ergonomicznych urządzenia adaptacyjnego. Miary zjawisk związanych z dyskomfortem były zapisywane na specjalnie przygotowanym formularzu. Dla dokładniejszego określenia rodzaju dyskomfortu odczuwanego przez kierowców podzielono go na trzy typy najczęściej zgłaszanych odczuć. W celu łatwiejszej analizy matematycznej w kwestionariuszu badań zastąpiono je cyframi od 1 do 3; cyfrą jeden określany był ból, cyfrą dwa – problemy z chwytem, cyfrą trzy – drętwienie. Żeby jak najdokładniej zmierzyć natężenie negatywnego odczucia dyskomfortu dla miary ilościowej wprowadzono skalę. Każdy z trzech typów dyskomfortu był klasyfikowany w skali od 0 do 3. Stopniowanie natężenia dyskomfortu przedstawiono w celu precyzyjnego określenia jego pogłębienia. W używanej skali określającej stopień dyskomfortu 0 oznacza brak wystąpienia odczucia, 1 – początkowe odczucie związane z uwieraniem, 2 odnosi się do pierwszego stanu bólowego, a 3 dotyczy pogłębienia się stanu bólowego podczas operowania urządzeniami adaptacyjnymi. Dla klasyfikacji zjawiska drętwienia użyto takiej samej skali; 0 oznacza brak wystąpienia odczucia, 1 – początkowe odczucie związane z drętwieniem, 2 odnosi się do pierwszego stanu drętwienia, a 3 dotyczy pogłębienia się stanu drętwienia podczas operowania urządzeniami adaptacyjnymi. Do klasyfikacji zjawiska związanego z problemami z chwytem użyto również takiej skali, gdzie 0 oznacza brak wystąpienia odczucia, 1 – początkowe odczucie związane z problemami z chwytem, 2 odnosi się do pierwszego stanu trudności z chwytem, a 3 dotyczy pogłębienia

się stanu problemów z chwytem występującego podczas operowania urządzeniami adaptacyjnymi.

Opisane natężenie dyskomfortu zostało użyte do określenia zjawisk zachodzących podczas obsługi każdego z urządzeń. Omówionej skali użyto do szczegółowego określania urządzenia, dla którego zachodziło zjawisko badanego rodzaju.

W celu precyzyjnego określenia miejsca negatywnego odczucia określono numerami również dwa pojazdy, które brały udział w badaniach. W nazewnictwie, jakie obrano, cyfra 1 określała pojazd Peugeot Partner, natomiast cyfra 2 – Skodę Yeti. Urządzenie typu uchwyt na kole kierownicy, potocznie nazywany gałką, miało numer 1, urządzenie typu ręczny gaz-hamulec nosiły numer 2. Rozpatrując tematykę precyzyjnego określenia zjawiska dyskomfortu, ponumerowano również grupy kierowców. Eksperci bez dysfunkcji określeni zostali cyfrą – 0, cyfrą 1 oznaczono osoby z paraplegią, natomiast cyfrą 2 opisano grupę z tetraplegią. Po oznaczeniu wszystkich możliwych parametrów, które mogą mieć istotne znaczenie dla określenia rodzaju negatywnego zjawiska rozpoczęto etap związany z badaniami w warunkach drogowych. Sklasyfikowane parametry zapisywano na formularzu podczas przeprowadzania testów.

Pojazdy, w których przeprowadzano badania, były wyposażone w klimatyzację, tak więc za każdym razem temperatura we wnętrzu pojazdu była ustawiana w taki sposób, żeby każdy kierowca czuł się komfortowo. Temperatura otoczenia była jedną z kilku danych, na które zwracano uwagę przed rozpoczęciem przejazdu. Do istotnych czynników zaliczono również czas wystąpienia badanego zjawiska. W formularzu badania został on opisany jako czas wystąpienia dyskomfortu. Wartości, jakie zarejestrowano na formularzu, zawierały się pomiędzy 10. a 89. min testu. Zebrane dane poddawano w późniejszym etapie analizie statystycznej, która miała zweryfikować przyjęte założenia związane z przedwczesnym występowaniem badanego zjawiska. Zapisywane wartości zestawiano m.in. z wynikami dotyczącymi dystansu, na którym wystąpił dyskomfort. Dane zestawiane były w ramach obliczenia sumy natężeń zjawisk dyskomfortu, średniego natężenia dyskomfortu oraz średniego czasu, w jakim badani kierowcy zgłaszali występowanie dyskomfortu. Wartości zapisywano w momencie zgłoszenia przez eksperta bądź na podstawie obserwacji autora rozprawy, biorącego udział w przejeździe testowym. Kolejną wartość odnotowywaną podczas przejazdu stanowił przejechany dystans, rozumiany jako całkowita odległość, jaką przebył pojazd od miejsca rozpoczęcia badania aż do jego zakończenia.

Do obliczeń statystycznych brano pod uwagę wartości dotyczące całkowitego dystansu, który wynosił około 50 km. Następną wartością wykorzystaną w obliczeniach był czas całkowitego przejazdu, który wynosił około 30 min. Z racji tego, że każdy kierowca miał swój własny styl prowadzenia pojazdu, mierzone wartości nie są identyczne. Średnia prędkość jazdy również była zapisywana w formularzu i wynikała z przeliczenia dystansu i czasu jednego przejazdu.

Dodatkową informacją, jaką odnotowywano w formularzu była m.in. subiektywna ocena kierowcy. W tym miejscu przedstawiano zjawiska, które kierowcy zgłaszali podczas badania. Jednym z nich były problemy wynikające z braku możliwości regulacji oprzyrządowania w celu lepszego dostosowania go do indywidualnych potrzeb. Kierowcy poruszali kwestię zbyt ciężko pracujących mechanizmów podczas hamowania, wykonywanego za pomocą urządzeń ręcznego gazu-hamulca. Zgłaszano również zastrzeżenia odnośnie do czasu reakcji pojazdu podczas przyspieszania i hamowania. Zazwyczaj kierowca określał to odczucie jako brak pewności podczas posługiwania się urządzeniami ręcznego gazu-hamulca. Podczas badań zwracano również uwagę na zbyt słabe wspomaganie układu kierowniczego, co przekładało się na zbyt duży wysiłek niezbędny do obsługi uchwytów zainstalowanych na kole kierownicy. Poruszano również kwestie niewygodnego umiejscowienia urządzeń typu uchwyt na kole kierownicy oraz umieszczenie go w nieodpowiednich miejscach. Instalowanie tego urządzenia w różnych miejscach było interpretowane przez kierowców jako niewłaściwie zamontowana adaptacja.

6.3. Przebieg badań w warunkach drogowych

Badania w warunkach drogowych przeprowadzano dopiero po spełnieniu omówionych dalej założeń. Na wstępie sprawdzano warunki pogodowe pod kątem ewentualnych przeciwwskazań do rozpoczęcia jazdy testowej oraz występowania czynników zakłócających, takich jak:

- opady deszczu;
- mgła;
- gołoledź;
- nawierzchnia pokryta lodem, wodą, szronem.

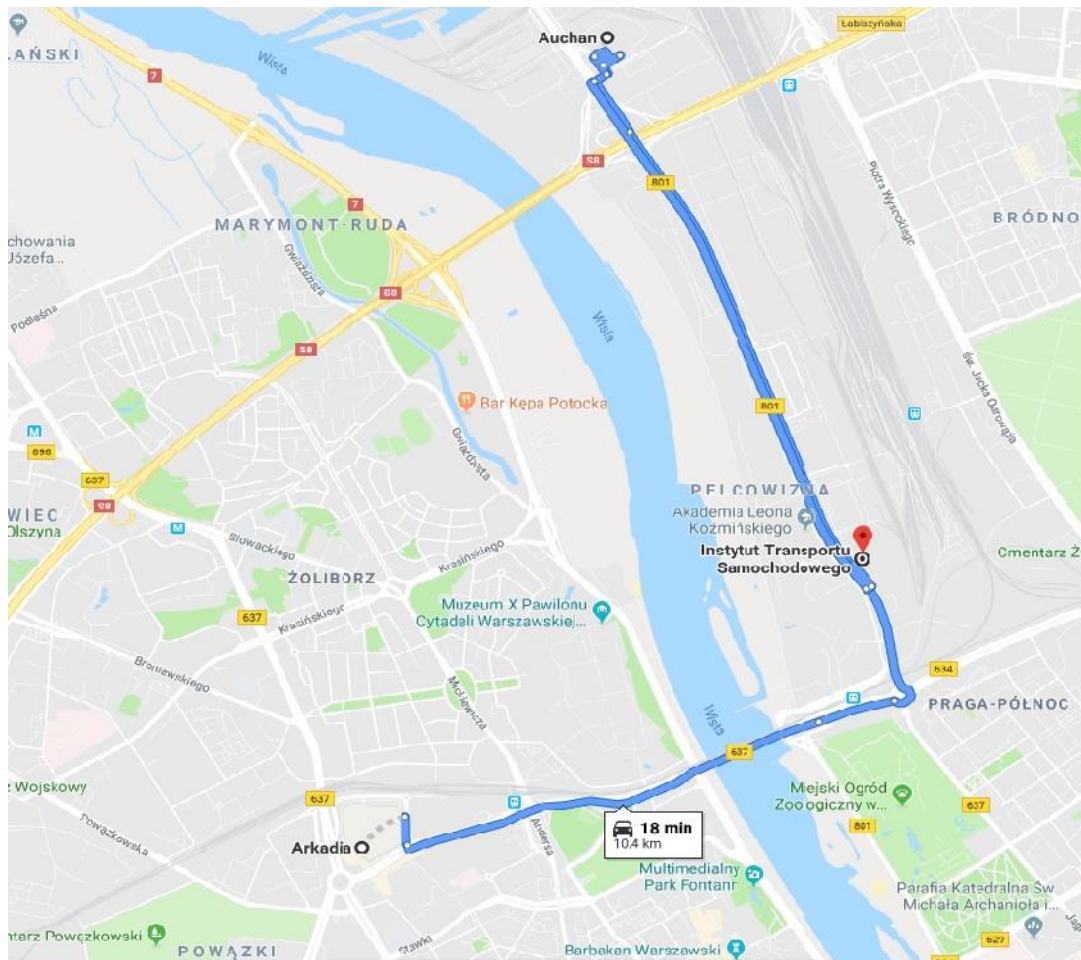
Następnie ustalano kwestię jazdy z kierowcą testowym i przeprowadzano krótki wywiad dotyczący jego samopoczucia w celu stwierdzenia, czy nie występują okoliczności pogarszające sprawność psychofizyczną. Następnie dokonywano kontroli urządzeń i pojazdu,

aby upewnić się, czy wszystkie podzespoły badanych urządzeń adaptacyjnych działają we właściwy sposób. Sprawdzano również poprawność działania układu kierowniczego i hamulcowego.

Opisane działania miały wykluczyć czynniki mogące niekorzystnie wpłynąć na zbierane wyniki badań. Po wykonaniu wszystkich czynności przygotowawczo-kontrolnych przystępowano do rozpoczęcia fazy testowej. Pojazdy wybierano przypadkowo, aby kierowca nie mógł się wcześniej nastawić psychicznie na to, jakimi urządzeniami będzie się posługiwał. Kolejną czynnością było wykonanie jazdy wstępnej, umożliwiającej kierowcy adaptację do pojazdu i badanych urządzeń. Dopiero potem rozpoczynała się jazda testowa. W trakcie badania kierowca testowy prowadził pojazd, natomiast osoba odpowiedzialna za zapisywanie wyników badań siedziała z tyłu. Pozycja tej osoby celowo została tak ustalona, żeby nie odwracać uwagi kierowcy od prowadzenia pojazdu. Również gromadzenie danych podczas badania było dzięki temu wygodniejsze, ponieważ kierowca mógł prowadzić pojazd w taki sposób, jak w warunkach codziennych.

Do przeprowadzenia badań używano:

- formularza badania dyskomfortu,
- stopera,
- licznika odległości umiejscowionego w pojeździe,
- czujnika GPS do określenia długości trasy.



Rys. 9. Trasa testowa

Po wstępnej próbie przejazdu adaptacyjnego przedstawiano kierowcy trasę, po której będzie wykonywany właściwy przejazd. Rozpoczęcie badań sygnalizowano ustnie, po ustaleniu stałego miejsca, w którym będzie rozpoczynał się każdy kolejny przejazd.

Badania testowe kończono w miejscu rozpoczęcia testów, a następnie zmieniano pojazd, w którym procedura przygotowawcza odbywała się w taki sam sposób. Przed przystąpieniem do następnego badania kierowca testowy miał czas na odpoczynek. Czas odpoczynku był uzależniony od indywidualnych możliwości i potrzeb każdego z uczestników i wynosił od 5 do 20 minut. Trasę testową przedstawiono na rys. 9.

Na rys. 10. przedstawiono formularz, który wykorzystywano podczas przeprowadzenia badań w warunkach ruchu drogowego.

LP.	Formularz badania dyskomfortu			Numer formularza *****		
1	Data i godzina					
2	Warunki pogodowe					
3	Numer kierowcy					
4	Rodzaj dysfunkcji	Paraplegia		Tetraplegia		
5	Model pojazdu	Peugeot Partner		Skoda Yeti		
6	Rodzaj urządzenia					
7	Subiektywna ocena kierowcy w stosunku do obsługi urządzenia adaptacyjnego (zgłoszony rodzaj dyskomfortu)					
8	Rodzaj dyskomfortu					
9	Czas wystąpienia dyskomfortu					
10	Dystans, na którym wystąpił dyskomfort					
11	Uwagi dotyczące odczucia kierowcy podczas prowadzenia pojazdu					
12	Przejechany dystans					
13	Czas testu					
14	Średnia prędkość jazdy					

Rys. 10. Formularz badania dyskomfortu – warunki drogowe

7. Badania na placu manewrowym

W niniejszym rozdziale opisano badania dotyczące przejazdów realizowanych na placu manewrowym.

7.1. Warunki badań

Kolejny etap stanowiło przeprowadzenie badań na terenie zamkniętym. Badania te różniły się charakterem od badań wykonanych w ruchu ulicznym; różnicą był czas, po jakim osoba obsługująca urządzenia adaptacyjne odczuwała dyskomfort. Zaletą badań przeprowadzanych na terenie zamkniętym to niewątpliwie możliwość udziału w nich osób niemających uprawnień do prowadzenia pojazdów. W porównaniu do przejazdów w ruchu miejskim całość przejazdu została skrócona siedmiokrotnie i wynosiła 7 km. Natomiast pojedynczy przejazd liczył około 390 m i zawierał wszystkie elementy trasy miejskiej pod względem operowania urządzeniami adaptacyjnymi. Całość pojedynczego przejazdu miała symulować trening interwałowy, polegający na realizacji dwóch faz prowadzenia pojazdu za pomocą badanych urządzeń adaptacyjnych. Fazy te zostały podzielone na:

- fazę o niskiej intensywności pracy mięśni,
- fazę o wysokiej intensywności pracy mięśni.

Wszystkie etapy przejazdu powodowały płynne przechodzenie z jednej fazy wysiłku do następnej. Faza o niskiej intensywności polegała na posługiwaniu się urządzeniami adaptacyjnymi w mniej angażujący mięśnie sposób, czyli kierowca prowadził pojazd – zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami – po płaskim prostym odcinku, dookoła stacji kontroli pojazdów. Kolejną częścią przejazdu był etap o zwiększonej intensywności, co z kolei wymagało używania urządzeń adaptacyjnych w bardziej energiczny sposób. Podczas intensywnego przejazdu kierowca wykonywał ustalone wcześniej zadania w formie manewrów parkingowych. Zwiększona intensywność przy posługiwaniu się zainstalowanym oprzyrządowaniem adaptacyjnym przyspieszała odczuwanie niewygody. Aby wyniki badań mogły być porównane z wynikami badań w ruchu miejskim, przeprowadzano je w analogicznych warunkach. Podobnie jak w przypadku badań w warunkach miejskich pojazdy poruszały się po jednolitej, suchej asfaltowej nawierzchni. Podczas przejazdów zadbano również o to, aby warunki atmosferyczne nie wpływały na przeprowadzanie badań. Zwracano uwagę, żeby temperatura podczas przejazdów zawierała się w przedziale pomiędzy 7°C–13°C. Wpływ wysokiej lub niskiej temperatury mógłby niekorzystnie oddziaływać na samopoczucie osoby podczas przeprowadzania testów. Oprócz tego przejazdy realizowano

w dowolnych warunkach nasłonecznienia. Przejazdów nie realizowano podczas opadów deszczu bądź innych niekorzystnych warunków pogodowych, ponieważ mogłyby one wpłynąć na prowadzenie pojazdu. Droga wytyczona do przejechania podczas testów wynosiła 390 m i została podzielona na:

- dwa odcinki proste o długości po 120 m,
- odcinek manewrowy o długości 150 m.

Kierowcy, którzy brali udział w jazdach testowych, zostali wybrani z uwzględnieniem najczęściej występujących dysfunkcji [41]. W dużej mierze to właśnie osoby z tymi dysfunkcjami będą weryfikowały za pomocą metody wykrywania dyskomfortu adaptacje montowane w ich pojazdach. Kierowców wytypowano przy użyciu metody nielosowej, za pomocą doboru jednostek typowych. Kandydatów z grupy osób z niepełnosprawnościami podzielono na dwie grupy. Były to osoby z tetraplegią i paraplegią. Tetraplegia to porażenie dwukończynowe, natomiast paraplegia związana jest z porażeniem czterokończynowym. Wśród badanych występowały pewne niewielkie różnice związane ze wzrostem, wiekiem i masą ciała, a także różnice płci. Cechą wspólną wszystkich badanych była konieczność poruszania się za pomocą wózka inwalidzkiego. W prywatnych pojazdach wszystkich badanych były zainstalowane urządzenia typu ręczny gaz-hamulec różnych marek oraz uchwyty na kierownicę w postaci gałek. Do badań oprócz osób z dysfunkcjami zaproszono także kierowców bez dysfunkcji. Powodem była chęć sprawdzenia, czy badane zjawisko pojawi się także u osób bez dysfunkcji. W związku z tym przeprowadzono badania również na kierowcach niebędących grupą docelową producentów urządzeń adaptacyjnych. Warto wspomnieć, że osoby bez dysfunkcji nie miały wcześniej żadnego doświadczenia związanego z prowadzeniem pojazdu za pomocą takich urządzeń. W związku z tym można było domniemywać, iż ich opinie odnośnie do badanego zjawiska nie będą zależały od doświadczeń, jakie mieli kierowcy z dysfunkcjami.

Pojazdy, na których przeprowadzono badania, były wyposażone w automatyczne skrzynie biegów. Zastosowanie automatycznej zmiany biegów jest istotne z perspektywy potrzeb osób z paraplegią i tetraplegią, ponieważ umożliwia zmianę przełożenia bez potrzeby używania kończyn dolnych. W trakcie trwania testów kierowcy posługiwali się oprzyrządowaniem typu ręczny gaz-hamulec oraz uchwyty w postaci gałki. Adaptacje zainstalowane w pojazdach były certyfikowane. Certyfikat, jaki producent dołącza do urządzenia, gwarantuje, że jest ono bezpieczne w użytkowaniu. Adaptacje zostały wykonane przez oficjalnych

przedstawicieli producenta wymienionych mechanizmów. Eksperci podczas badań posługiwali się w jednym z pojazdów uchwytem w postaci gałki zainstalowanej na kole kierownicy. Jego kształt był kulisty, a materiał, z którego został wyprodukowany – twardy i śliski. Uchwyt nie został wyposażony w przyciski umożliwiające uruchamianie wycieraczek, obsługę sygnału dźwiękowego lub włączanie kierunkowskazów. Dlatego też zakład adaptacyjny umieścił realizujący te zadania panel sterowniczy w postaci pilota funkcyjnego z prawej strony, na kole kierownicy. Wygody użytkowania tego panelu nie brano pod uwagę podczas przeprowadzania prób badawczych. Drugim z urządzeń używanym podczas testów (w drugim pojeździe) był uchwyt w postaci gałki. Został on wyposażony w funkcje umożliwiające uruchomienie wycieraczek i sygnału dźwiękowego oraz obsługę świateł i kierunkowskazów. Kształt uchwyty był podłużny, materiał, z którego został wyprodukowany – twardy, a powierzchnia – chropowata. Kolejne urządzenie, na którym przeprowadzono badania pomiaru dyskomfortu, umożliwiała obsługę gazu i hamulca prawą ręką. Rękojeść urządzenia, o wydłużonym kształcie, wykonano ze sprężystego materiału o chropowatej powierzchni.

Ze względu na brak w kabinie miejsc fabrycznie przystosowanych do montażu tego typu urządzeń zainstalowano je za pomocą adapterów, przez co nie naruszono konstrukcji nośnej pojazdu. Przykładowo jedno z urządzeń typu ręczny gaz-hamulec zamontowano przy użyciu takich adaptatorów adapterów do fabrycznych punktów mocowania fotela kierowcy. Reszta urządzeń również została zainstalowana w taki sposób, aby nie naruszyć konstrukcji pojazdu. Podstawa prawna zabraniająca zmian konstrukcyjnych w sposób naruszający fabryczne miejsca montażu wyposażenia pojazdu, to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 6 maja 2016 r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (poz. 858) [71].

Cechą różniącą urządzenia typu ręczny gaz-hamulec jest to, że pierwsze z nich zostało wyposażone w funkcję składania w stan spoczynku, co pozwala na zwiększenie przestrzeni podczas korzystania przez pełnosprawnych kierowców. Kolejną z przydatnych właściwości jest możliwość niewielkiego przesuwu rękojeści w osi w celu przystosowania urządzenia do indywidualnych preferencji niepełnosprawnego kierowcy. Uchwyt urządzenia o smukłym kształcie dobrze układał się w dłoni, a materiał, z którego został wyprodukowany, był miękki. Całość mechanizmów, za pomocą których urządzenie połączono z pedałami przyspieszenia i hamulca, została fabrycznie osłonięta. Dzięki temu podczas obsługi adaptacji kończyny

dolne kierowcy były odizolowane. Drugie z urządzeń typu ręczny gaz-hamulec, którym posłużono się do przeprowadzania badań związanych z pomiarem zjawiska dyskomfortu, miało konstrukcję często spotykaną w środowisku kierowców z niepełnosprawnościami. Proces hamowania odbywał się przez przesunięcie urządzenia do przodu, za pomocą mechanicznego przełożenia dźwigni na pedał hamulca. Natomiast proces przyspieszania odbywał się za pomocą skrętu w osi uchwytu dźwigni. Rękojeść urządzenia została wykonana ze śliskiego tworzywa sztucznego, jego uchwyt miał okrągły kształt i został wyposażony w króciec, umożliwiający łatwiejszy chwyt dłonią podczas operowania gazem. Wszystkie procesy związane z obsługą funkcji urządzenia odbywały się mechanicznie. Montaż oprzyrządowania przeprowadzono w certyfikowanym, wykwalifikowanym warsztacie, nie naruszając konstrukcji pojazdu. Producent urządzenia zastosował tylko częściowe osłony mechanizmów ruchomych zastępujących sterowanie nożne sterowaniem ręcznego. W wyniku zastosowania takiego rozwiązania kończyny dolne kierowcy były narażone na styk z mechanizmami ruchomymi urządzenia, co może powodować ich ocieranie się o te mechanizmy podczas prowadzenia pojazdu. Oprócz wymienionych cech producent urządzenia nie przewidział dodatkowych funkcji umożliwiających wygodniejsze korzystanie z pojazdu osobom trzecim. Podsumowując, do przeprowadzenia badań na placu manewrowym posłużono się, tak jak w przypadku przejazdów na mieście, pojazdami zaadaptowanymi do potrzeb kierowców z niepełnosprawnościami. Autor rozprawy, zapisując wskazane przez kierowców okoliczności dotyczące odczuwania dyskomfortu, gromadził dane związane z jego występowaniem. Podczas badania okazało się, że najczęściej dochodziło do odczuwania badanego zjawiska w początkowej fazie jazdy testowej. Odczucie dotyczące niewygodności podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych występowało pomimo przeprowadzania jazdy asymilacyjnej. Z obserwacji wynika, iż osoby biorące udział w teście drogowym miały problem ze znalezieniem odpowiedniej pozycji, posługując się uchwytem w postaci gałki, który miał podłużny kształt. Odczuwanie niewygodności podczas prowadzenia pojazdu w tym przypadku nie zależało od kształtu, a wynikało z miejsca, w którym było zamocowane urządzenie. Zjawisko dyskomfortu występowało również podczas dalszej części przejazdu i wiązało się z innymi sytuacjami, które zostały opisane w dalszej części pracy.

7.2. Metodyka pomiarów

W celu przeprowadzenia badań przygotowano formularz, w którym zapisywano informacje dotyczące:

- warunków pogodowych,
- czasu trwania przejazdu,
- rodzaju urządzenia,
- natężenia zjawiska dyskomfortu.

Pozostałe wielkości mierzone na placu manewrowym była tożsame z opisanymi w poprzednim podrozdziale, opisującym badania w warunkach drogowych.

7.3. Przebieg badań na placu manewrowym

Wytyczne według których przeprowadzone badania na placu manewrowym, miały na celu uzyskanie szybszego odczucia dyskomfortu związanego z obsługą urządzeń adaptacyjnych. Liczba powtórzeń i złożoność sekwencji przewidzianych do wykonania w czasie manewrów pozwalała na zwiększenie intensywności wysiłku mięśniowego podczas przeprowadzania jednego przejazdu.

Każdorazowo przed przystąpieniem do testu sprawdzano, czy warunki pogodowe są na tyle sprzyjające, aby można było przeprowadzić test. Do badań przystępowano niezależnie od zachmurzenia. Natomiast nie realizowano przejazdu, gdy występowały opady deszczu lub śniegu albo mgła. Zwracano uwagę, by testy były przeprowadzane na suchej nawierzchni. Nie wykonywano ich, gdy nawierzchnia była mokra, oblodzona, oszroniona i tym podobne. Przed rozpoczęciem jazdy przeprowadzano krótką kontrolę stanu technicznego pojazdu i układów związanych z urządzeniami adaptacyjnymi. Sprawdzano układ hamulcowy, przeprowadzano próbę hamowania na rolkach diagnostycznych (Unimetal RHE-30/6SA) oraz sprawdzano układ kierowniczy na urządzeniu typu szarpak (Unimetal SZ-16). Kontrolowano również stan ogumienia oraz ciśnienie powietrza w oponach. Podczas oględzin technicznych sprawdzano także poprawność działania urządzeń adaptacyjnych. Jeżeli w trakcie kontroli wykryto jakieś nieprawidłowości, korygowano je, aby wyniki podczas jazd testowych zbierane były rzetelne. Przed przystąpieniem do jazdy sprawdzano, czy kierowca testowy ma dobre samopoczucie psychofizyczne. Weryfikacja tego samopoczucia polegała na przeprowadzeniu wywiadu z kierowcą. Służyło to zmniejszeniu prawdopodobieństwo zaistnienia sytuacji, w której samopoczucie kierowcy miałyby wpływ na odczuwanie

zjawiska dyskomfortu. Po wykonaniu czynności potwierdzających gotowość sprzętową oraz gotowość kierowcy przystępowano do jazdy wstępnej (asymilacyjnej). W zależności od umiejętności kierowcy jazda ta trwała krócej bądź dłużej. Podczas jazdy asymilacyjnej przeprowadzano również instruktaż związany z technicznymi szczegółami dotyczącymi przejazdu badawczego. Następnym etapem był właściwy przejazd odcinka, na którym przeprowadzano badanie. Podczas badania dyskomfortu w pojeździe znajdowały się dwie osoby: kierowca i pasażer. Kierowca na bieżąco informował o rodzajach i stopniach dyskomfortu odczuwanego podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych. Na tylnym siedzeniu, jako obserwator, siedziała osoba prowadząca badania. Oprócz zapisywania zjawisk dyskomfortu gromadzono również spostrzeżenia dotyczące obsługi urządzeń adaptacyjnych. Takie postępowanie miało na celu wywołanie odczuwania przez osobę badaną jak największej swobody podczas prowadzenia pojazdu i zbliżenie się do warunków codziennego użytkowania. Po zakończeniu przejazdów pierwszym badanym pojazdem kierowca musiał zrobić przerwę. Odpoczynek pozwalał mu na regenerację i odprężenie partii mięśniowych oraz całego organizmu od wysiłku, który miał miejsce podczas wykonywania prób badawczych. Czas poświęcony na regenerację wykorzystywano również do przeprowadzenia dodatkowych konsultacji z badanym odnośnie do prowadzenia pojazdu za pomocą badanych urządzeń adaptacyjnych. Przerwa trwała od 5 do 20 min, w zależności od samopoczucia kierowcy testowego. Procedury związane z drugim badaniem były identyczne jak w przypadku pierwszego badania. Podczas badań używano:

- formularza badania dyskomfortu,
- stopera,
- licznika kilometrów umiejscowionego w pojeździe,
- czujnika GPS.

Na rys. 11. przedstawiono plan przejazdu na placu manewrowym. Kierunek przejazdu zobrazowany został za pomocą czerwonych strzałek, początek i koniec jednej sekwencji na miejscach parkingowych zaznaczono żółtymi liniami.



Rys. 11. Plac manewrowy

Na rys. 12. przedstawiono formularz, który wykorzystywano podczas przeprowadzenia badań na placu manewrowym.

LP.	Formularz badania dyskomfortu-manewry			Numer formularza		
1	Data i godzina					
2	Warunki pogodowe					
3	Numer kierowcy					
4	Rodzaj dysfunkcji	Paraplegia		Tetraplegia		
5	Model pojazdu	Peugeot Partner		Skoda Yeti		
6	Rodzaj urządzenia					
7	Subiektywna ocena kierowcy w stosunku do obsługi urządzenia adaptacyjnego (zgłoszony rodzaj dyskomfortu)					
8	Rodzaj dyskomfortu					
9	Czas wystąpienia dyskomfortu					
10	Dystans, na którym wystąpił dyskomfort					
11	Numer sekwencji (powtórzenie)					
12	Uwagi dotyczące odczucia kierowcy podczas prowadzenia pojazdu					
13	Przejechany dystans					
14	Czas testu					
14	Średnia prędkość jazdy					

Rys. 12. Formularz badania dyskomfortu – manewry

8. Wyniki badań

W niniejszym rozdziale opisano wyniki pomiarów zgromadzone podczas badania zjawiska dyskomfortu. Prace badawcze przeprowadzono, rejestrując reakcje kierowców posługujących się urządzeniami adaptacyjnymi umożliwiającymi prowadzenie pojazdu.

8.1. Charakterystyka symptomów dyskomfortu w warunkach ruchu miejskiego

Observacje prowadzone podczas badań w warunkach miejskich pozwoliły na zarejestrowanie sytuacji związanych z prowadzeniem pojazdu przez niepełnosprawnego kierowcę. Zapis zjawisk w tych okolicznościach umożliwił szybkie wychwycenie momentów, w których oprzyrządowanie adaptacyjne sprawiało kierowcy problem, a posługiwanie się nim nie było komfortowe. Podczas przejazdów kierowcy wszystkich grup w 80% zgłaszali odczucie dyskomfortu podczas obsługi jednego z urządzeń typu ręczny gaz-hamulec. W toku analizy wyników okazało się, że najczęściej występującym z mierzonych zjawisk było zjawisko bólu. Odczucie to występowało w środku przejazdu, dyskomfort utrzymywał się na takim samym poziomie bądź pogłębiał się w końcowej fazie przejazdu. Eksperci zgłaszali je po 20 min przejazdu. Samo odczucie określone było jako ból, spowodowany niewłaściwym wyprofilowaniem rękojeści urządzenia. Odczucie bólu było charakterystyczne w przypadku jednego z urządzeń typu ręczny gaz-hamulec. Miejsce styku urządzenia z dłonią kierowcy miało kształt kuli z króćcem. Takie wyprofilowanie uchwytu urządzenia skutkowało miejscowym uciskiem wewnętrznej strony dłoni, który powodował u badanych osób problemy podczas obsługi. Kierowcy przy posługiwaniu się adaptacją typu ręczny gaz-hamulec podejmowali próby zmiany chwytu, co skutkowało rozpraszaniem uwagi podczas prowadzenia pojazdu. Ten rodzaj problemów stwierdzono u 90% kierowców. Według skali, w jakiej mierzono natężenie dyskomfortu, odnotowywano to zjawisko już od 2 stopnia, a w niektórych przypadkach pogłębiało się ono do 3 stopnia wskazującego na zwiększenie odczuwanego bólu. Wybrana trasa w ruchu ulicznym pozwalała na sprawdzenie oprzyrządowania pod kątem wykrycia m.in. zjawiska bólu.

W trakcie przeprowadzania badań kierowcy zgłaszali problemy z chwytem głównie podczas obsługi urządzenia typu uchwyt montowany na kole kierownicy. Problem taki miała w 84% grupa kierowców z tetraplegią. Urządzenie na potrzeby badań zostało oznaczone liczbą 1. Obudowa uchwytu była smukła i chropowata, co z założenia powinno zapewnić wygodną obsługę. Natomiast podczas badań niejednorodna powierzchnia okazała się trudniejsza do utrzymania przez badane osoby. Przed rozpoczęciem każdego testu wszyscy

kierowcy mieli możliwość przyzwyczajania się do posługiwania testowanymi urządzeniami. Miało to wykluczyć błąd związany z odczuwaniem przez kierowcę podczas badań przedwczesnych zjawisk związanych z dyskomfortem. Pomimo przeprowadzania procedury zapoznawczej podczas przejazdów zarejestrowano wyślizgiwanie z dłoni opisywanego urządzenia w 35% przypadków. Na dalszym etapie testu odnotowywano wyślizgiwanie bądź podejmowanie prób związanych ze zmianą chwytu średnio co około 18 min. Usytuowanie uchwytu na kole kierownicy w zbyt odległym miejscu również powodowało na problemy z jego utrzymaniem, ponieważ osłona urządzenia ustawiała je w pozycji zbyt oddalonej i niewygodnej, przez co kierowcy mieli problem z jego obsługą. Zazwyczaj zanotowany podczas testu czas wystąpienia tej niedogodności zawierał się pomiędzy 60. a 90. minutą. Problem z chwytem wynikał również ze zmęczenia kierowcy podczas posługiwania się urządzeniem, które było źle umiejscowione i nie spełniało oczekiwań 90% badanych osób. Przy obsłudze pozostałej części urządzeń adaptacyjnych nie odnotowano problemów dotyczących chwytu urządzeń.

Oprócz wyżej opisanych typów odczuć dyskomfortu podczas badań odnotowano również zjawiska związane z drętwieniem kończyn podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych. Kierowcy w trakcie przejazdu zgłaszali ten rodzaj dyskomfortu zazwyczaj pomiędzy 16. a 25. minutą. 50% przypadków wystąpienia zjawiska dotyczyło urządzenia typu ręczny gaz-hamulec. Zazwyczaj zgłaszali je kierowcy z grupy z paraplegią. Powodem najprawdopodobniej było lepsze czucie w kończynach górnych. Na drugiej pozycji usytuowały się osoby z tetraplegią. Kierowcy ci informowali, że urządzenie jest niewłaściwie usytuowane. Przyczyną był brak podłokietnika, który stanowi ważny punkt podparcia dla takich kierowców. Czynnikiem wywołującym u kierujących odczucie dyskomfortu był również kąt, pod którym została ustawiona główka rękojeści względem obsługującej kończyny. Zbyt duży kąt obsługiwanego ręcznego gazu-hamulca również wpływa na odczuwanie przez kierującego wczesnych symptomów dyskomfortu. Odczucie drętwienia kierowcy zgłaszali także ze względu na przybieranie niewłaściwej pozycji podczas kierowania pojazdem, wynikającej z wcześniej opisanego braku dodatkowego punktu podparcia. Nasilenie, z jakim zostało zidentyfikowane omawiane odczucie, zarejestrowano na poziomie od 1 aż do pogłębienia go w trakcie dalszej części przejazdu do stopnia 2. W grupie porównawczej zjawisko drętwienia wystąpiło podczas obsługi pokrewnego urządzenia adaptacyjnego w 17. minucie trwania przejazdu. Jego pojawienie się wiązało się z dużym oporem dźwigni podczas prowadzenia pojazdu ze stałą prędkością. Kolejnym

urządzeniem wywołującym u kierowców odczucie drętwienia był uchwyt umiejscowiony na kole kierownicy. Badani zgłaszali ten rodzaj dyskomfortu w 19. minucie przejazdu. Dyskomfort pojawiał się podczas operowania urządzeniem i utrzymywał się na poziomie 2. stopnia w ustalonej skali. Kierowcy poruszali też kwestię dotyczącą różnicy odległości środka osi oprzyrządowania w odniesieniu do płaszczyzny koła kierowniczego. Dodatkowym czynnikiem wywołującym odczucie drętwienia była niedostateczna płynność działania układu łożyskowania urządzenia, co miało przełożenie na zwiększenie oporu działania adaptacji.

8.2. Charakterystyka symptomów dyskomfortu na placu manewrowym

W przypadku używania czterech urządzeń połączonych w zestawy okazało się, że zjawisko bólowe zachodziło zdecydowanie częściej niż reszta zjawisk. Jedno z urządzeń, ze względu na kształt, wyróżniało się pod względem wpływu na liczbę zjawisk bólowych. Kierowcy podczas manewrowania zgłaszali odczucie związane z dyskomfortem głównie podczas posługiwania się adaptacją, którą wyposażono w krótki króciec umiejscowiony na rękojeści. Zjawisko, jakie zgłaszano najczęściej odnosiło się do bólu, który odczuwany był na początku testu i występował w stopniu 1 bądź 2, natomiast z czasem posługiwania się urządzeniem ból narastał i utrzymywał się w przedziale 2–3 w zależności od tego, jak kierowca ułożył rękę operującą rękojeścią dźwigni.

Podczas badań na placu manewrowym wystąpiły nowe zjawiska związane z dyskomfortem. W czasie przejazdów kierowcy zgłaszali również odczucie związane ze słabym chwytem. Ten rodzaj dyskomfortu w 80% dotyczył adaptacji typu uchwyt montowany na kole kierownicy. U 75% kierowców problem z chwytem wystąpił podczas obsługi uchwyty o podłużnym kształcie. Wyróżniającą się grupą byli kierowcy z tetraplegią, gdyż ze względu na czterokończynowe porażenie ich dłonie miały słabsze możliwości chwytu. Problemy z chwytem wystąpiły u nich w 90% przypadków. Zazwyczaj kierowca mający tetraplegię potrzebował na początku testu krótkiego czasu, by przyzwyczaić się do obsługi testowanego urządzenia. Etap umożliwiający zapoznanie się z badanymi urządzeniami wynosił 5–10 min. Czas na asymilację dawano każdemu kierowcy w zależności od indywidualnych potrzeb. Po wstępnym wypróbowaniu oprzyrządowania przechodzono do testu. U 70% wszystkich kierowców biorących udział w badaniach udawało się odnaleźć wystarczająco komfortowy rodzaj chwytu, umożliwiający operowanie urządzeniem. Natomiast u 90% ekspertów z tetraplegią problem z komfortowym ułożeniem dłoni wciąż występował. W kilku przypadkach podczas przejazdu uchwyt wysuwał się z dłoni kierowcy, powodując chwilowy

brak kontroli nad pojazdem. Większość tego typu zdarzeń była spowodowana nie tylko częściowym niedowładem kończyn górnych, ale także związana bezpośrednio ze smukłym kształtem uchwytu umieszczonego na kole kierownicy. W przypadku uchwytu w kształcie kuli posługiwanie się nim nawet przez kierowców z zaawansowanymi dysfunkcjami nie stwarzało problemu. Natomiast podczas obsługi urządzeń typu „ciągnij/pchaj” dyskomfort dotyczący problemów z chwytem występował w 10% badanych przypadków. Najprawdopodobniej działo się tak dlatego, że obsługa uchwytu montowanego na kole kierowniczym wymaga od kierowcy wykonywania ruchów okrężnych, natomiast podczas obsługi urządzenia typu ręczny gaz-hamulec kierowcy musieli wykonywać ruchy posuwiste, dodatkowo obracając dłoń w nadgarstku, aby uzyskać przyspieszenie pojazdu.

Ostatnim omawianym odczuciem dyskomfortu jest drętwienie kończyn górnych występujące podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych. W trakcie przejazdów na placu manewrowym eksperci odczuwali ten rodzaj dyskomfortu pod koniec przejazdu. Było to spowodowane tym, że kierowca podczas posługiwania się oprzyrządowaniem zbyt długo utrzymuje kończynę w nienaturalnej pozycji. Drętwienie pojawiało się podczas korzystania z większości urządzeń bez względu na ich rodzaj. U części kierowców występowało w trakcie obsługi uchwytu umiejscowionego na kole kierowniczym i zazwyczaj wiązało się ze zbyt intensywnym chwytem operującej kończyny. Natomiast u części kierowców omawiany rodzaj dyskomfortu pojawiał się podczas obsługi urządzenia typu ręczny gaz-hamulec. Najprawdopodobniej wynikało to również z przybierania nienaturalnej pozycji ciała, w wyniku czego kierowca odczuwał dyskomfort wcześniej. Odczucie związane z drętwieniem pojawiało się w czasie krótszym niż w przypadku badań przeprowadzanych podczas przejazdów w ruchu miejskim. Według opinii kierowców urządzenie było umiejscowione za daleko oraz zbyt nisko względem pozycji operującej osoby. W przypadku jednego z badanych pojazdów poruszono również kwestię braku podłokietnika, co pozbawiało niektórych kierowców dodatkowego punktu umożliwiającego stabilizację tułowia. Na powstanie efektu drętwienia podczas manewrowania mogła mieć też wpływ zbyt ciężka praca urządzeń, to jest uchwytu na kole kierownicy (firmy A) oraz urządzenia typu ręczny gaz-hamulec (firmy C). Drętwienie występowało w tym przypadku po około 8–9 minutach.

Przyspieszenie negatywnych odczuć u kierowców było istotą przeprowadzania badań na placu manewrowym. Efekt skrócenia czasu wynikał z wprowadzenia treningów interwałowych.

Podczas przejazdów na placu manewrowym, tak samo jak w przypadku badań w ruchu drogowym, zwracano uwagę, aby temperaturę otoczenia nie miała wpływu na wyniki badań. Jej wartości zawierały się w przedziale pomiędzy 6,5 a 13°C.

Podczas jazd badawczych gromadzono również dane dotyczące średniej prędkości. Wyznaczenie tej wartości miało na celu weryfikację sprawnego poruszania się osoby prowadzącej pojazd przy użyciu urządzeń adaptacyjnych. Potwierdzono również za jej pośrednictwem powtarzalność przejazdów. Wśród danych gromadzonych na formularzu zapisywano subiektywną ocenę kierowcy dotyczącą obsługiwanych urządzeń. Odnotowywano również informacje związane z odczuciami względem prowadzenia pojazdu. Opisano także kwestie wynikające z braków, odnoszących się do adaptacji wnętrza pojazdu, jakie zauważano podczas wykonywania jazd testowych. Kolejną informacją zapisywaną na formularzu był czas wystąpienia dyskomfortu. Odnotowywanie tego parametru pozwalało na identyfikację momentu, w którym pojawiło się odczucie dyskomfortu. Zapis ten pozwalał również na weryfikację, czy dane zjawisko się pogłębiało. Następnie podczas przeprowadzania analizy wyników brano pod uwagę te dane, które świadczyły o miejscu bądź przyczynie zaistniałego dyskomfortu. Do wyników badań zebrano również zapisy dotyczące przejechanego dystansu, który był mierzony w kilku zestawieniach. Długość jednego odcinka wynosiła 390 metrów, natomiast całkowity przejazd składał się z kilkunastu części o łącznej długości 7 km. Na formularzu gromadzono również wartości związane z całkowitym czasem przejazdu, który liczył około 20 min. Wielkość ta była ściśle określona i starano się jej nie przekraczać, ponieważ jedno z głównych założeń związanych z metodą stosowaną na placu zamkniętym wiązało się ściśle z ograniczeniem czasu.

8.3. Wyniki liczbowe

Bezpośrednie wyniki obserwacji dotyczących zjawiska dyskomfortu powstającego podczas prowadzenia pojazdu przy pomocy urządzeń adaptacyjnych przedstawiono w tabelach 1–12. Zawarte w nich wyniki badań podzielono na podgrupy przyporządkowane kolejnym wierszom. Każdy z wierszy przedstawia przejazd jednego kierowcy. Umieszczono w nich następujące dane:

- liczbę porządkową przejazdu,
- numer kierowcy,
- średnią prędkość przejazdu,
- temperaturę otoczenia,

- całkowity czas przejazdu,
- przebyta drogę,
- typ dyskomfortu,
- stopień dyskomfortu,
- rodzaj urządzenia adaptacyjnego,
- nazwę urządzenia adaptacyjnego.

Wyniki podzielono względu na:

- miejsce, w którym przeprowadzano badania (plac manewrowy, ruch drogowy),
- trzy grupy kierowców (bez dysfunkcji, z tetraplegią, z paraplegią).
- rodzaj pojazdu, jakim poruszali się kierowcy.

Wartości z tabeli 1 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób bez dysfunkcji. Do testów posłużył samochód Skoda Yeti, wyposażony w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V (patrz rys.2).

Tab. 1. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy bez dysfunkcji, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
61	13	7	29,1	12,5	9	3,8	Drętwienie	1	1	Pilot w postaci gałki
62	13	7	29,1	12,5	0	0	Brak	0	0	
63	13	7	29,1	12,5	0	0	Brak	0	0	
64	13	7	29,1	12,5	0	0	Brak	0	0	
65	13	7	29,1	12,5	0	0	Brak	0	0	
71	15	8	14,5	12,5	9	2,4	Drętwienie	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
72	15	8	14,5	12,5	12	3,6	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
73	15	8	14,5	12,5	0	0	Brak	0	0	
74	15	8	14,5	12,5	0	0	Brak	0	0	
75	15	8	14,5	12,5	0	0	Brak	0	0	
86	18	9	15,8	13,0	0	0	Brak	0	0	
87	18	9	15,8	13,0	0	0	Brak	0	0	
88	18	9	15,8	13,0	0	0	Brak	0	0	
89	18	9	15,8	13,0	0	0	Brak	0	0	
90	18	9	15,8	13,0	0	0	Brak	0	0	

W tych przypadkach zjawisko dyskomfortu wystąpiło w trzech przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako odczucie drętwienia lub bólu.

Wartości z tabeli 2 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób z paraplegią. Do testów posłużył samochód Skoda Yeti, wyposażony w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V.

Tab. 2. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy z paraplegią, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
6	2	1	5,0	6,5	14	3,7	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
7	2	1	5,0	6,5	0	0	Brak	0	0	
8	2	1	5,0	6,5	0	0	Brak	0	0	
9	2	1	5,0	6,5	0	0	Brak	0	0	
10	2	1	5,0	6,5	0	0	Brak	0	0	
11	3	2	4,4	13,0	4	0,1	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
12	3	2	4,4	13,0	18	3,8	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
13	3	2	4,4	13,0	0	0	Brak	0	0	
14	3	2	4,4	13,0	0	0	Brak	0	0	
15	3	2	4,4	13,0	0	0	Brak	0	0	
36	8	4	6,3	7,0	0	0	Brak	0	0	
37	8	4	6,3	7,0	0	0	Brak	0	0	
38	8	4	6,3	7,0	0	0	Brak	0	0	
39	8	4	6,3	7,0	0	0	Brak	0	0	
40	8	4	6,3	7,0	0	0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu miało miejsce w trzech przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako odczucie bólu. W tym przypadku dyskomfort wystąpił podczas posługiwania się pilotem w postaci gałki zamontowanej na kierownicy.

Wartości z tabeli 3 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób z tetraplegią.

Tab. 3. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy z tetraplegią, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
21	5	3	4,2	10,0	4	0,4	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
22	5	3	4,2	10,0	10	0,8	Problem z chwytem	1	1	Pilot w postaci gałki
23	5	3	4,2	10,0	15	3,0	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
24	5	3	4,2	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
25	5	3	4,2	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
46	10	5	4,8	12,7	3	0,4	Problem z chwytem	3	1	Pilot w postaci gałki
47	10	5	4,8	12,7	9	2,3	Problem z chwytem	3	1	Pilot w postaci gałki
48	10	5	4,8	12,7	0	0,0	Brak	0	0	
49	10	5	4,8	12,7	0	0,0	Brak	0	0	
50	10	5	4,8	12,7	0	0,0	Brak	0	0	
51	11	6	5,5	10,0	3	0,2	Problem z chwytem	3	1	Pilot w postaci gałki
52	11	6	5,5	10,0	7	0,9	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
53	11	6	5,5	10,0	15	1,9	Odczucie bólu	3	1	Pilot w postaci gałki
54	11	6	5,5	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
55	11	6	5,5	10,0	0	0,0	Brak	0	0	

Do testów posłużył samochód Skoda Yeti, wyposażony w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V. Zjawisko dyskomfortu miało miejsce w ośmiu przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako problemy z chwytem i odczucie bólu. W tym przypadku dyskomfort wystąpił podczas posługiwania się pilotem w postaci gałki zamontowanej na kierownicy.

Wartości z tabeli 4 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób bez dysfunkcji. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A (patrz rys. 4).

Tab. 4. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy bez dysfunkcji, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr. <i>km/h</i>	T <i>st. C</i>	Czas <i>min</i>	Droga <i>km</i>	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	<i>km/h</i>	<i>st. C</i>	<i>min</i>	<i>km</i>	-	-	-	-
66	14	7	25,2	12,0	8	3,6	Drętwienie	1	1	Gałka
67	14	7	25,2	12,0	9	4,1	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
68	14	7	25,2	12,0	13	5,3	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
69	14	7	25,2	12,0	0	0	Brak	0	0	
70	14	7	25,2	12,0	0	0	Brak	0	0	
76	16	8	15,0	12,1	8	1,8	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
77	16	8	15,0	12,1	15	3,2	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
78	16	8	15,0	12,1	0	0	Brak	0	0	
79	16	8	15,0	12,1	0	0	Brak	0	0	
80	16	8	15,0	12,1	0	0	Brak	0	0	
81	17	9	16,0	13,0	5	1,3	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
82	17	9	16,0	13,0	9	2,4	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
83	17	9	16,0	13,0	0	0	Brak	0	0	
84	17	9	16,0	13,0	0	0	Brak	0	0	
85	17	9	16,0	13,0	0	0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu wystąpiło w siedmiu przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako drętwienie i odczucie bólu. Kierowcy odczuwali je podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem oraz w trakcie obsługi uchwytu w postaci gałki zamontowanego na kierownicy.

Wartości z tabeli 5 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób z paraplegią. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A.

Tab. 5. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy z paraplegią, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
1	1	1	6,2	7,0	5	0,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
2	1	1	6,2	7,0	19	3	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
3	1	1	6,2	7,0	0	0	Brak	0	0	
4	1	1	6,2	7,0	0	0	Brak	0	0	
5	1	1	6,2	7,0	0	0	Brak	0	0	
16	4	2	4,4	10,0	2	0,1	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
17	4	2	4,4	10,0	4	0,2	Odczucie bólu	2	1	Gałka
18	4	2	4,4	10,0	10	1,2	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
19	4	2	4,4	10,0	15	3,5	Odczucie bólu	3	1	Gałka
20	4	2	4,4	10,0	17	4,2	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
31	7	4	7,1	7,0	10	1,6	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
32	7	4	7,1	7,0	16	2,2	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
33	7	4	7,1	7,0	0	0,0	Brak	0	0	
34	7	4	7,1	7,0	0	0,0	Brak	0	0	
35	7	4	7,1	7,0	0	0,0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu wystąpiło w dziewięciu przypadkach. Kierowcy interpretowali je, jako odczucie bólu. Zachodziło ono w znacznej mierze podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem oraz w dwóch przypadkach w trakcie obsługi uchwytu w postaci gałki zamontowanej na kierownicy.

Wartości z tabeli 6 przedstawiają badania przeprowadzone na placu manewrowym z udziałem osób z tetraplegią. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A.

Tab. 6. Wyniki badań z placu manewrowego, kierowcy z tetraplegią, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
26	6	3	4,5	10,0	11	1,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
27	6	3	4,5	10,0	17	3,5	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
28	6	3	4,5	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
29	6	3	4,5	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
30	6	3	4,5	10,0	0	0,0	Brak	0	0	
41	9	5	5,6	12,5	6	1,8	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
42	9	5	5,6	12,5	19	3,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
43	9	5	5,6	12,5	0	0,0	Brak	0	0	
44	9	5	5,6	12,5	0	0,0	Brak	0	0	
45	9	5	5,6	12,5	0	0,0	Brak	0	0	
56	12	6	5,8	11,0	3	0,3	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
57	12	6	5,8	11,0	18	2,9	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
58	12	6	5,8	11,0	0	0,0	Brak	0	0	
59	12	6	5,8	11,0	0	0,0	Brak	0	0	
60	12	6	5,8	11,0	0	0,0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu wystąpiło w sześciu przypadkach, interpretowano je jako odczucie bólu. Kierowcy odczuwali je podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem.

Wartości z tabeli 7 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób bez dysfunkcji. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A.

Tab. 7. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy bez dysfunkcji, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
208	14	7	38,4	13,5	5	2,6	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
209	14	7	38,4	13,5	18	16,3	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
210	14	7	38,4	13,5	69	46,9	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
211	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
212	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
213	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
214	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
215	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
216	14	7	38,4	13,5	0	0	Brak	0	0	
226	16	8	37,7	10,5	7	2,3	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
227	16	8	37,7	10,5	12	6,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
228	16	8	37,7	10,5	35	24,9	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
229	16	8	37,7	10,5	63	41,3	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
230	16	8	37,7	10,5	0	0	Brak	0	0	
231	16	8	37,7	10,5	0	0	Brak	0	0	
232	16	8	37,7	10,5	0	0	Brak	0	0	
233	16	8	37,7	10,5	0	0	Brak	0	0	
234	16	8	37,7	10,5	0	0	Brak	0	0	
235	17	9	40,6	14,0	6	3,5	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
236	17	9	40,6	14,0	13	7,6	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
237	17	9	40,6	14,0	69	43,9	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
238	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	
239	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	
240	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	
241	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	
242	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	
243	17	9	40,6	14,0	0	0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu wystąpiło w dziesięciu przypadkach. Kierowcy interpretowali je, jako odczucie bólu. Kierowcy odczuwali je podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem.

Wartości z tabeli 8 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób z paraplegią. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A.

Tab. 8. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy z paraplegią, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
91	1	1	34,5	25,0	15	6,5	Problem z chwytem	2	1	Gałka
92	1	1	34,5	25,0	15	6,5	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
93	1	1	34,5	25,0	49	26,5	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
94	1	1	34,5	25,0	49	26,5	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
95	1	1	34,5	25,0	77	44,8	Odczucie bólu	1	1	Gałka
96	1	1	34,5	25,0	77	44,8	Drętwienie	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
97	1	1	34,5	25,0	0	0,0	Brak	0	0	
98	1	1	34,5	25,0	0	0,0	Brak	0	0	
99	1	1	34,5	25,0	0	0,0	Brak	0	0	
127	5	3	34,2	24,8	10	7,8	Odczucie bólu	2	1	Gałka
128	5	3	34,2	24,8	10	7,8	Problem z chwytem	1	1	Gałka
129	5	3	34,2	24,8	10	7,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
130	5	3	34,2	24,8	10	7,8	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
131	5	3	34,2	24,8	41	27,7	Odczucie bólu	3	1	Gałka
132	5	3	34,2	24,8	41	27,7	Problem z chwytem	2	1	Gałka
133	5	3	34,2	24,8	41	27,7	Drętwienie	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
134	5	3	34,2	24,8	89	50,5	Problem z chwytem	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
135	5	3	34,2	24,8	0	0,0	Brak	0	0	
190	12	6	32,3	16,0	18	8,5	Odczucie bólu	1	1	Gałka
191	12	6	32,3	16,0	18	8,5	Problem z chwytem	2	1	Gałka
192	12	6	32,3	16,0	18	8,5	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
193	12	6	32,3	16,0	18	8,5	Problem z chwytem	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
194	12	6	32,3	16,0	43	26,9	Odczucie bólu	2	1	Gałka
195	12	6	32,3	16,0	43	26,9	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
196	12	6	32,3	16,0	87	47,1	Odczucie bólu	3	1	Gałka
197	12	6	32,3	16,0	0	0,0	Brak	0	0	
198	12	6	32,3	16,0	0	0,0	Brak	0	0	

Różne odczucia związane z dyskomfortem występowały w dwudziestu jeden przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako drętwienie, odczucie bólu i problemy z chwytem. Kierowcy odczuwali dyskomfort zarówno podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem, jak i w trakcie obsługi uchwytu w postaci gałki zamontowanego na kierownicy.

Wartości z tabeli 9 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób z tetraplegią. Do testów posłużył samochód Peugeot Partner wyposażony w ręczny gaz-hamulec firmy C oraz gałkę firmy A.

Tab. 9. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy z tetraplegią, Peugeot Partner

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
118	4	2	32,8	25,4	18	7,8	Problem z chwytem	3	1	Gałka
119	4	2	32,8	25,4	18	7,8	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
120	4	2	32,8	25,4	18	7,8	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
121	4	2	32,8	25,4	51	30,8	Odczucie bólu	1	1	Gałka
122	4	2	32,8	25,4	51	30,8	Problem z chwytem	2	1	Gałka
123	4	2	32,8	25,4	51	30,8	Problem z chwytem	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
124	4	2	32,8	25,4	51	30,8	Problem z chwytem	1	1	Gałka
125	4	2	32,8	25,4	89	50,4	Drętwienie	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
126	4	2	32,8	25,4	0	0,0	Brak	0	0	
145	7	4	32,5	22,0	25	12,3	Odczucie bólu	2	1	Gałka
146	7	4	32,5	22,0	25	12,3	Drętwienie	2	1	Gałka
147	7	4	32,5	22,0	25	12,3	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
148	7	4	32,5	22,0	25	12,3	Drętwienie	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
149	7	4	32,5	22,0	51	26,7	Problem z chwytem	1	1	Gałka
150	7	4	32,5	22,0	51	26,7	Drętwienie	3	1	Gałka
151	7	4	32,5	22,0	75	42,7	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
152	7	4	32,5	22,0	0	0,0	Brak	0	0	
153	7	4	32,5	22,0	0	0,0	Brak	0	0	
163	9	5	31,5	23,0	15	9,5	Odczucie bólu	1	1	Gałka
164	9	5	31,5	23,0	15	9,5	Problem z chwytem	1	1	Gałka
165	9	5	31,5	23,0	15	9,5	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
166	9	5	31,5	23,0	46	25,8	Odczucie bólu	2	1	Gałka
167	9	5	31,5	23,0	46	25,8	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
168	9	5	31,5	23,0	80	41,4	Odczucie bólu	3	1	Gałka
169	9	5	31,5	23,0	80	41,4	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
170	9	5	31,5	23,0	80	41,4	Drętwienie	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy C
171	9	5	31,5	23,0	0	0,0	Brak	0	0	

Różne odczucia związane z dyskomfortem występowały w dwudziestu trzech przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako drętwienie, odczucie bólu i problemy z chwytem. Kierowcy odczuwali dyskomfort zarówno podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem, jak i w trakcie obsługi uchwytu w postaci gałki zamontowanego na kierownicy.

Wartości z tabeli 10 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób bez dysfunkcji. Do testów posłużył samochód Skoda Yeti oprzyrządowany w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V.

Tab. 10. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy bez dysfunkcji, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
199	13	7	30,1	13,0	15	7,2	Drętwienie	2	1	Pilot w postaci gałki
200	13	7	30,1	13,0	88	49,8	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
201	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
202	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
203	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
204	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
205	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
206	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
207	13	7	30,1	13,0	0	0	Brak	0	0	
217	15	8	33,6	10,5	8	6,2	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
218	15	8	33,6	10,5	50	29,6	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
219	15	8	33,6	10,5	87	49,3	Odczucie bólu	3	1	Pilot w postaci gałki
220	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
221	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
222	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
223	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
224	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
225	15	8	33,6	10,5	0	0	Brak	0	0	
244	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
245	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
246	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
247	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
248	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
249	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
250	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
251	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	
252	18	9	54,2	13,5	0	0	Brak	0	0	

Odczucie dyskomfortu występowało w pięciu przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako drętwienie lub odczucie bólu. Kierowcy odczuwali dyskomfort podczas obsługi pilota w postaci gałki zamontowanego na kierownicy.

Wartości z tabeli 11 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób z paraplegią. Do testów posłużył samochód Skoda Yeti wyposażony w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V.

Tab. 11. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy z paraplegią, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urządzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
100	2	1	34,0	25,5	12	8,9	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
101	2	1	34,0	25,5	12	8,9	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
102	2	1	34,0	25,5	42	24,0	Odczucie bólu	3	1	Pilot w postaci gałki
103	2	1	34,0	25,5	42	24,0	Problem z chwytem	1	1	Pilot w postaci gałki
104	2	1	34,0	25,5	71	43,3	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
105	2	1	34,0	25,5	0	0,0	Brak	2	0	
106	2	1	34,0	25,5	0	0,0	Brak	0	0	
107	2	1	34,0	25,5	0	0,0	Brak	0	0	
108	2	1	34,0	25,5	0	0,0	Brak	0	0	
136	6	3	30,3	24,5	20	13,5	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
137	6	3	30,3	24,5	20	13,5	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
138	6	3	30,3	24,5	20	13,5	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
139	6	3	30,3	24,5	88	44,4	Problem z chwytem	3	1	Pilot w postaci gałki
140	6	3	30,3	24,5	88	44,4	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
141	6	3	30,3	24,5	0	0,0	Brak	0	0	
142	6	3	30,3	24,5	0	0,0	Brak	0	0	
143	6	3	30,3	24,5	0	0,0	Brak	0	0	
144	6	3	30,3	24,5	0	0,0	Brak	0	0	
181	11	6	32,8	17,0	22	13,8	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
182	11	6	32,8	17,0	22	13,8	Problem z chwytem	1	1	Pilot w postaci gałki
183	11	6	32,8	17,0	44	25,3	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
184	11	6	32,8	17,0	77	42,6	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
185	11	6	32,8	17,0	77	42,6	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
186	11	6	32,8	17,0	0	0,0	Brak	0	0	
187	11	6	32,8	17,0	0	0,0	Brak	0	0	
188	11	6	32,8	17,0	0	0,0	Brak	0	0	
189	11	6	32,8	17,0	0	0,0	Brak	0	0	

Odczucie dyskomfortu występowało w piętnastu przypadkach, kierowcy interpretowali je jako problem z chwytem lub odczucie bólu. Kierowcy odczuwali dyskomfort głównie podczas obsługi pilota w postaci gałki zamontowanego na kierownicy oraz w kilku przypadkach związanych z posługiwaniem się ręcznym gazem-hamulcem.

Wartości z tabeli 12 przedstawiają badania przeprowadzone w ruchu drogowym z udziałem osób z tetraplegią. Do testów posłużył samochód Skoda Yeti wyposażony w ręczny gaz-hamulec oraz pilota w postaci gałki firmy V.

Tab. 12. Wyniki badań w ruchu drogowym, kierowcy z tetraplegią, Skoda Yeti

Lp.	Przejazd	Numer kier.	V śr.	T	Czas	Droga	Typ dysk.	Stopień dysk.	Urz.	Nazwa urzędzenia
-	-	-	km/h	st. C	min	km	-	-	-	-
109	3	2	36,9	26,0	12	9,5	Problem z chwytem	1	1	Pilot w postaci gałki
110	3	2	36,9	26,0	12	9,5	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
111	3	2	36,9	26,0	12	9,5	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
112	3	2	36,9	26,0	44	31,9	Drętwienie	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
113	3	2	36,9	26,0	80	46,3	Odczucie bólu	3	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
114	3	2	36,9	26,0	0	0,0	Brak	0	0	
115	3	2	36,9	26,0	0	0,0	Brak	0	0	
116	3	2	36,9	26,0	0	0,0	Brak	0	0	
117	3	2	36,9	26,0	0	0,0	Brak	0	0	
154	8	4	32,2	21,0	13	9,8	Odczucie bólu	1	1	Pilot w postaci gałki
155	8	4	32,2	21,0	13	9,8	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
156	8	4	32,2	21,0	51	28,0	Problem z chwytem	3	1	Pilot w postaci gałki
157	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
158	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
159	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
160	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
161	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
162	8	4	32,2	21,0	0	0,0	Brak	0	0	
172	10	5	29,5	19,0	18	8,7	Odczucie bólu	3	1	Pilot w postaci gałki
173	10	5	29,5	19,0	18	8,7	Problem z chwytem	2	1	Pilot w postaci gałki
174	10	5	29,5	19,0	58	29,3	Odczucie bólu	2	1	Pilot w postaci gałki
175	10	5	29,5	19,0	58	29,3	Odczucie bólu	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
176	10	5	29,5	19,0	58	29,3	Problem z chwytem	1	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
177	10	5	29,5	19,0	80	40,0	Odczucie bólu	2	2	Ręczny gaz-hamulec firmy V
178	10	5	29,5	19,0	0	0,0	Brak	0	0	
179	10	5	29,5	19,0	0	0,0	Brak	0	0	
180	10	5	29,5	19,0	0	0,0	Brak	0	0	

Zjawisko dyskomfortu występowało w czternastu przypadkach. Kierowcy interpretowali je jako problem z chwytem, odczucie bólu bądź drętwienie. Kierowcy odczuwali dyskomfort zarówno podczas obsługi pilota w postaci gałki zamontowanego na kierownicy, jak i podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem.

W podsumowaniu liczbowych wyników obserwacji przedstawionych w tabelach 1–12 przeprowadzono ocenę statystyczną.

Liczba przejazdów przeprowadzonych podczas badań wynosiła 45. Podczas realizacji badań zanotowano 125 zjawisk zgłaszanych przez kierowców. Biorąc pod uwagę liczbę zjawisk o natężeniu co najmniej 2 stopnia, odnotowano ich 79. Analizowano również zjawiska o natężeniu co najmniej 3 stopnia, w ilości 25. Suma natężenia zjawisk dyskomfortu wynosiła 229. Średnie natężenie dyskomfortu wynosiło 0,9. Średni czas, w jakim badani kierowcy zgłaszali występowanie dyskomfortu, wynosił 31 min. Podczas analizy wyników wzięto

pod uwagę następujące symptomy dyskomfortu, które były charakterystyczne dla prowadzenia pojazdu za pomocą urządzeń adaptacyjnych:

- 77 objawów bólowych,
- 35 problemów z chwytem,
- 12 objawów drętwienia.

Zaobserwowana w niniejszej pracy duża liczba występujących symptomów dyskomfortu potwierdziła zasadność prowadzenia badań w tym aspekcie.

8.4. Miary dyskomfortu

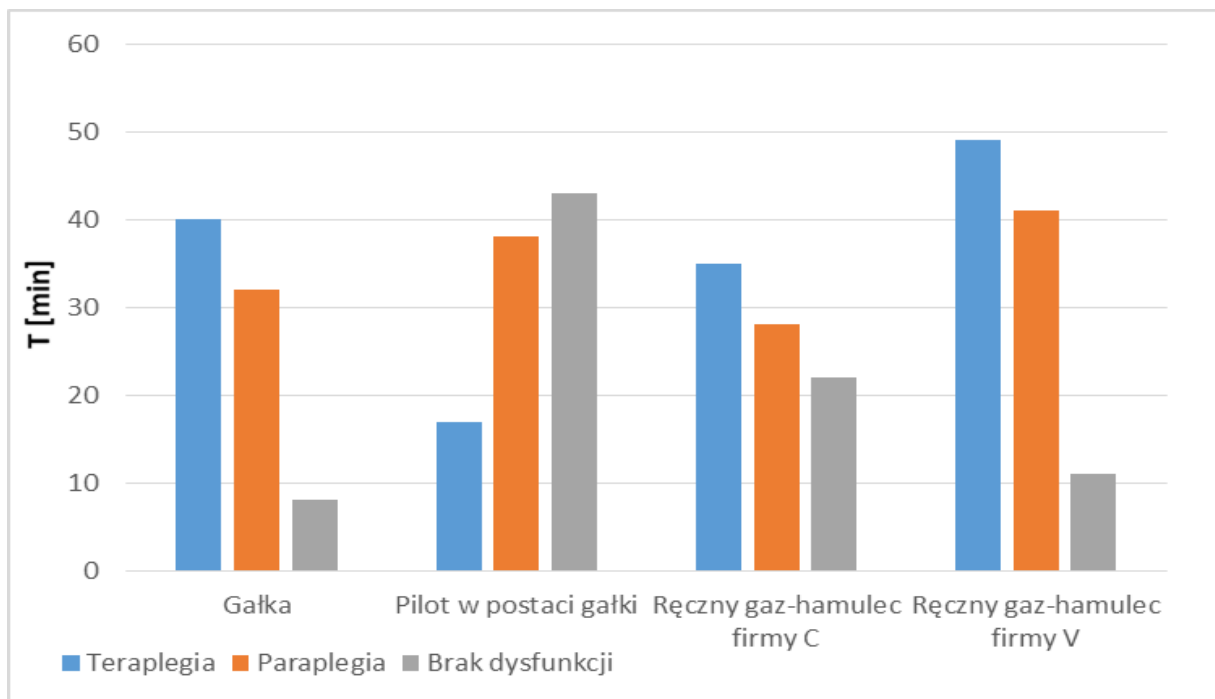
W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki badań w formie wykresów prezentujących obserwowane miary dyskomfortu (rys. 13–23).

Na rys. 13. przedstawiono średni czas wystąpienia dyskomfortu dla poszczególnych urządzeń:

- uchwytu typu gałka montowanego na kierownicy,
- uchwytu typu gałka z funkcją pilota (pilot) montowanego na kierownicy,
- urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy C,
- urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy V.

W przypadku urządzenia w postaci gałki kierowcy z tetraplegią i paraplegią odczuwali dyskomfort w podobnym przedziale czasowym (32–40 min), natomiast osoby bez dysfunkcji zgłaszały dyskomfort po około 10 min.

W przypadku uchwytu w formie pilota widać, że kierowcy z tetraplegią zgłaszali odczucie dyskomfortu po 10 min, natomiast osoby z paraplegią i kierowcy bez dysfunkcji zgłaszały dyskomfort w czasie pomiędzy 35 a 41 min.

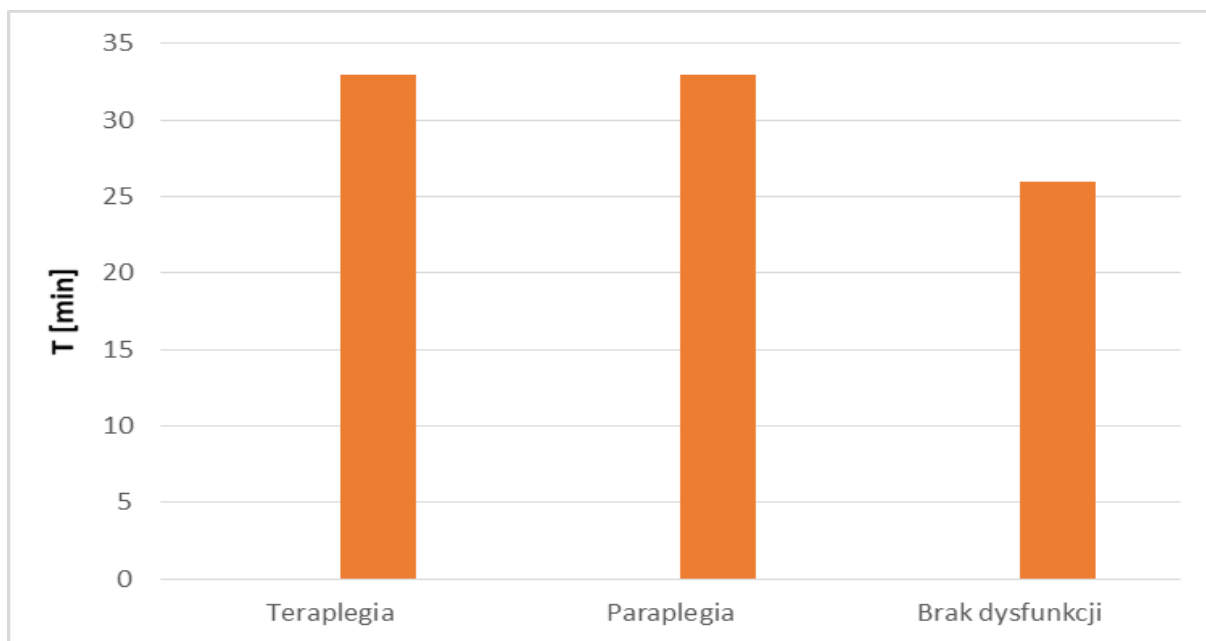


Rys. 13. Średni czas wystąpienia dyskomfortu dla poszczególnych urządzeń

W przypadku urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy C grupa kierowców z tetraplegią, mająca najmniejsze czucie w dłoniach, zgłaszała odczucie badanego zjawiska najpóźniej spośród wszystkich badanych, czyli po około 35 min.

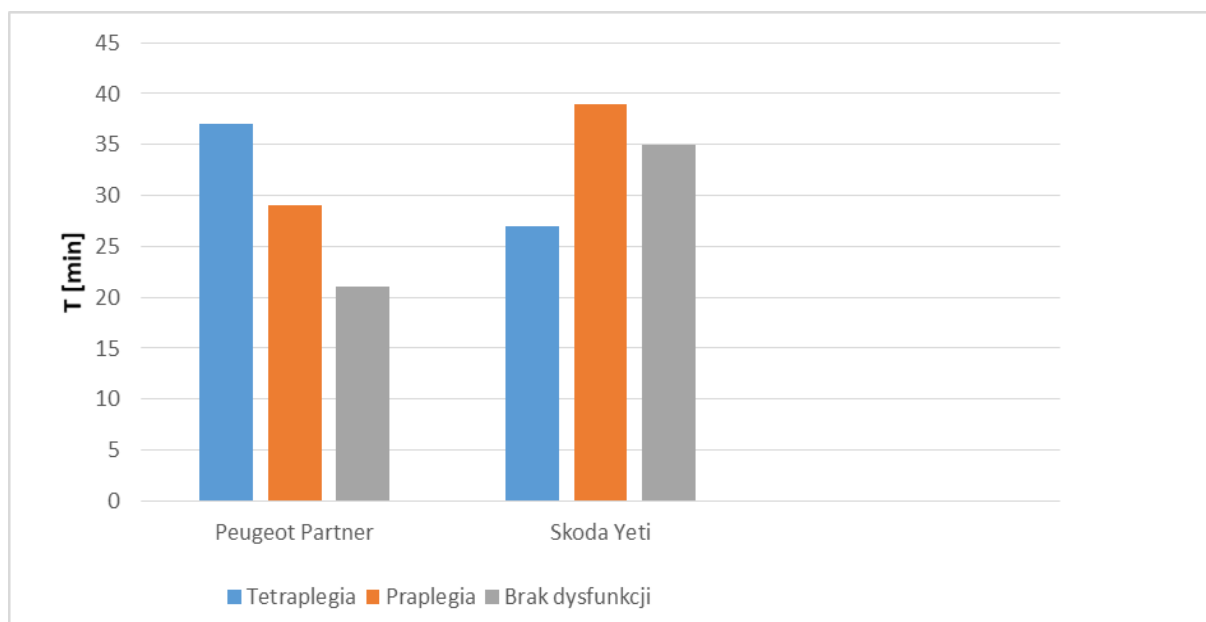
Z wyników dotyczących urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy V widać, że kierowcy z tetraplegią również odczuwali dyskomfort, natomiast występował on u nich najpóźniej, czyli po 49 min.

Na rys. 14. przedstawiono ogólny średni czas wystąpienia dyskomfortu przy zestawieniu wszystkich grup badanych kierowców. Wyniki kierowców z tetraplegią, paraplegią oraz brakiem niepełnosprawności okazały się bardzo zbliżone i zawierały się w przedziale czasowym od 26 do 36 min.



Rys. 14. Średni czas wystąpienia dyskomfortu z podziałem na grupy kierowców

Na rys. 15. przedstawiono średni czas wystąpienia dyskomfortu z podziałem na pojazdy, którymi posługiwano się podczas badań. Wartości odnoszące się do pojazdu Peugeot Partner pokazują, że kierowcy z tetraplegią odczuwali badane zjawisko po przekroczeniu 35 min badania, osoby z paraplegią – po 25 min, natomiast kierowcy bez dysfunkcji odczuwali dyskomfort najwcześniej, po 20 min testu.

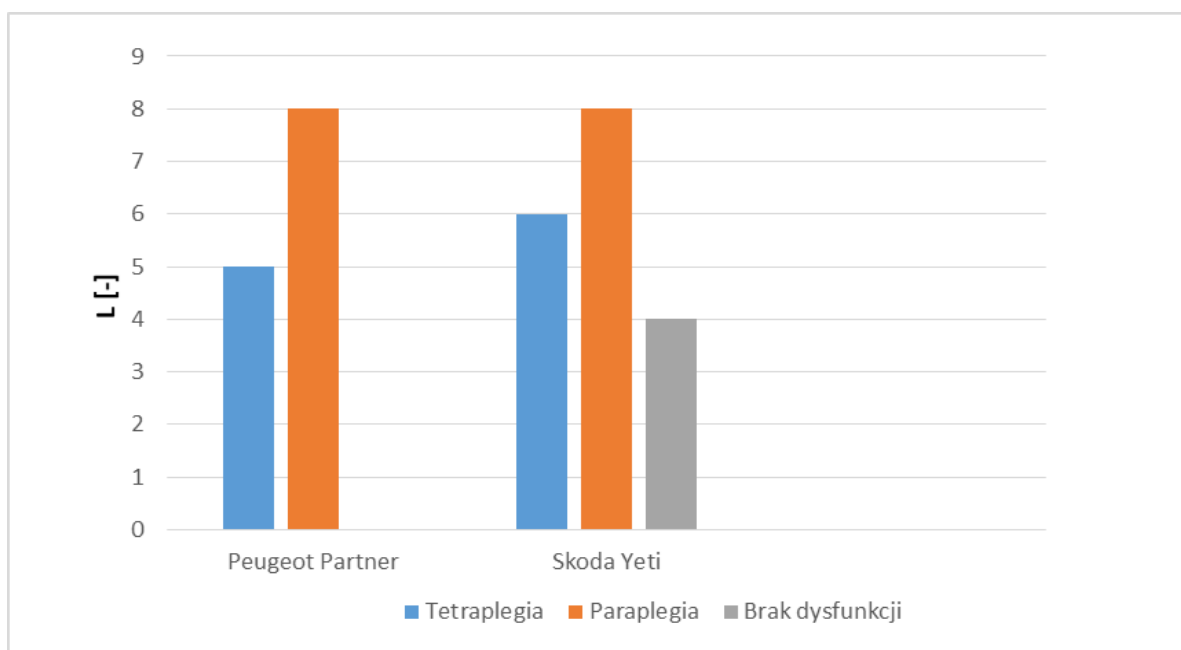


Rys. 15. Średni czas wystąpienia dyskomfortu z podziałem na pojazdy

W przypadku pojazdu Skoda Yeti najpóźniej badane zjawisko zgłaszali kierowcy z paraplegią (po 39 min), w następnej kolejności – kierowcy bez dysfunkcji (zgłaszając dyskomfort

po 35 min), a najszybciej zjawiska odczuwały osoby z tetraplegią (po 26 min trwania testu). Z rys. 15. wynika, że zjawisko dyskomfortu szybciej zachodziło w pojeździe Peugeot Partner niż w Skodzie Yeti. Zatem można stwierdzić, że oprzyrządowanie Skody Yeti jest dla badanych kierowców bardziej komfortowe od zestawu urządzeń z Peugeota Partnera.

Na rys. 16. przedstawiono miarę zjawisk bólowych dotyczących uchwytu w formie gałki z podziałem na pojazdy. W przypadku Peugeota Partnera można zauważyć, że kierowcy z paraplegią odczuwali badane zjawisko w ośmiu przypadkach, kierowcy z tetraplegią – w pięciu, natomiast wśród kierowców bez dysfunkcji nie odnotowano żadnego takiego zdarzenia. Na rys. 16. tym zaobserwować można również zjawiska bólowe zachodzące w pojeździe Skoda Yeti wśród kierowców z paraplegią, którzy odczuwali badane zjawisko w ośmiu przypadkach, podczas gdy kierowcy z tetraplegią w sześciu, natomiast kierowcy bez dysfunkcji – w czterech przypadkach. Porównując wyniki z obydwu pojazdów można stwierdzić, że najwięcej zjawisk odnotowano w przypadku osób z paraplegią.

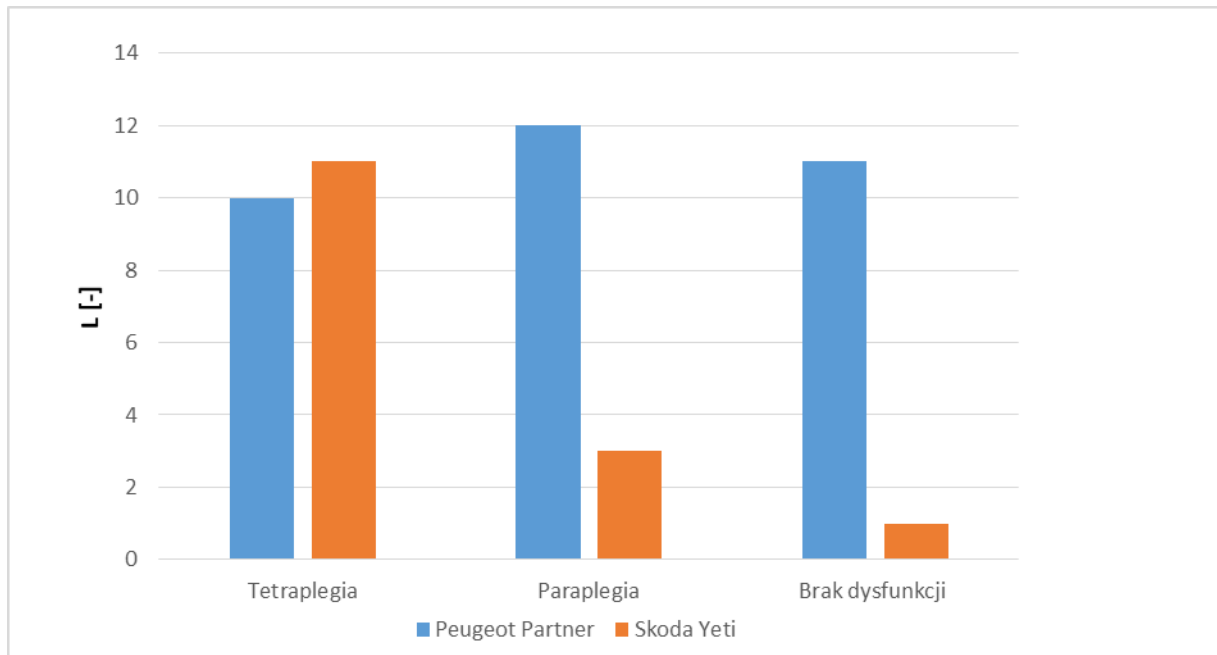


Rys. 16. Liczba zjawisk dyskomfortu: występowanie bólu podczas posługiwania się uchwytem w formie gałki

Porównując wyniki z rys. 16. można wywnioskować, że kulisty uchwyt zamontowany w Peugeocie jest wygodniejszy do prowadzenia pojazdu.

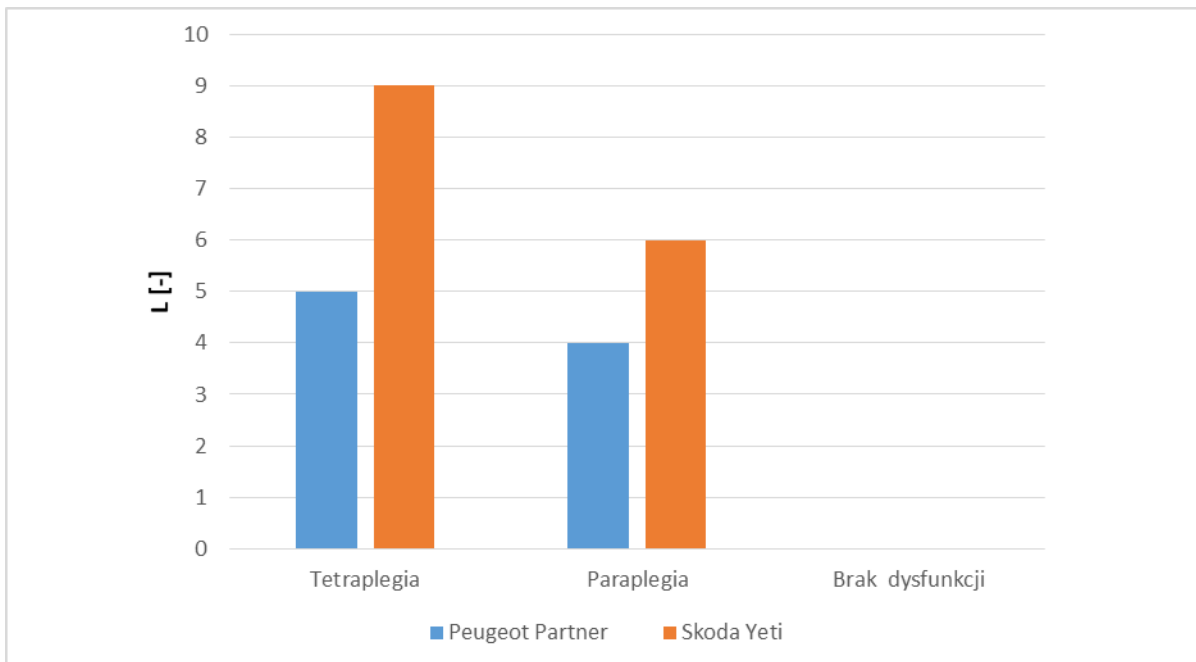
Na rys. 17. przedstawiono wyniki obrazujące miarę zjawisk bólowych odnoszących się do urządzenia typu ręczny gaz-hamulec. Wyniki te podzielono na kierowców z tetraplegią, paraplegią oraz bez dysfunkcji. Wśród kierowców z tetraplegią można zauważyć,

że w obu pojazdach odnotowano 10–11 przypadków. W grupie kierowców z paraplegią miarę zjawisk bólowych odnotowano w przedziale pomiędzy 3 a 12 przypadkami. Analizując wyniki odnoszące się do kierowców bez dysfunkcji, widać, że przedział zgłoszonych przypadków zawierał się pomiędzy 1 a 11. Wydaje się, że w tym przypadku osoby z tetraplegią były najczęstszą grupą, odnośnie do miary odnotowanych zjawisk dyskomfortu.



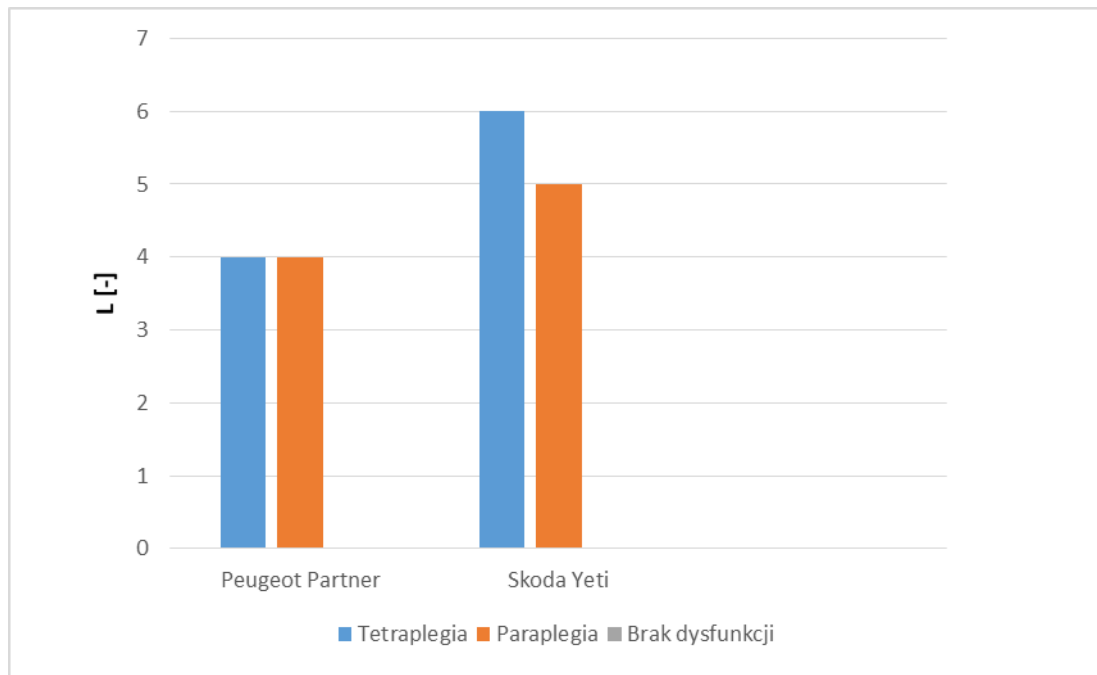
Rys. 17. Liczba zjawisk dyskomfortu: występowanie bólu podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem

Na rys. 18. przedstawiono miarę problemów z chwytem uchwytu w formie gałki, poprzez podział na kierowców z tetraplegią, paraplegią oraz osoby bez dysfunkcji. Zwracając uwagę na kierowców z tetraplegią można stwierdzić, że osoby posługujące się uchwytem w Skodzie Yeti zgłaszały problem z chwytem w dziewięciu przypadkach. W trakcie obsługi uchwytu przez osoby z tetraplegią w Peugeotie Partnerze odnotowano natomiast pięć takich zdarzeń. Wśród kierowców z paraplegią zauważyć można, że opisywane zjawisko zachodziło czterokrotnie w pojeździe Peugeot Partner i sześciokrotnie w Skodzie Yeti. Porównując wyniki obu grup, zauważyć można, że osoby z paraplegią wcześniej odczuwały zjawisko dyskomfortu niż kierowcy z tetraplegią. Takim samym badaniem poddano grupę kierowców bez dysfunkcji, w której żaden z kierowców nie zgłosił problemów z chwytem.



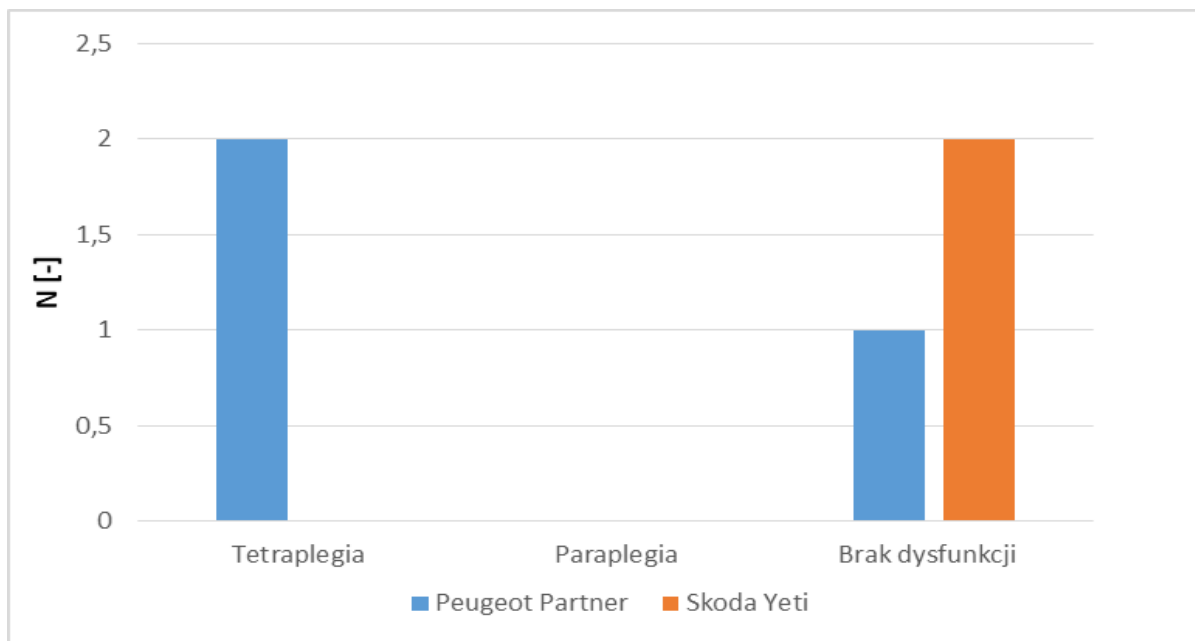
Rys. 18. Liczba zjawisk dyskomfortu: problemy z chwytem uchwytu w formie galki

Na rys. 19. przedstawiono wyniki badań problemów z chwytem podczas posługiwania się urządzeniem typu ręczny gaz-hamulec. Rysunek przedstawiono w formie wykresu podzielonego na pojazdy Peugeot Partner i Skoda Yeti. Wykresy dotyczące Peugeota Partnera wykazują, że problemy z chwytem występowały na takim samym poziomie zarówno u kierowców z tetraplegią, jak i paraplegią. Dla każdej z grup odnotowano po cztery przypadki, natomiast na wykresach dotyczących pojazdu Skoda Yeti odnotowano sześć problemów z chwytem wśród kierowców z tetraplegią oraz pięć przypadków wśród kierowców z paraplegią. Kierowcy z grupy bez dysfunkcji podczas badania nie zgłaszali żadnych problemów odnośnie do posługiwania się urządzeniem ręczny gaz-hamulec.



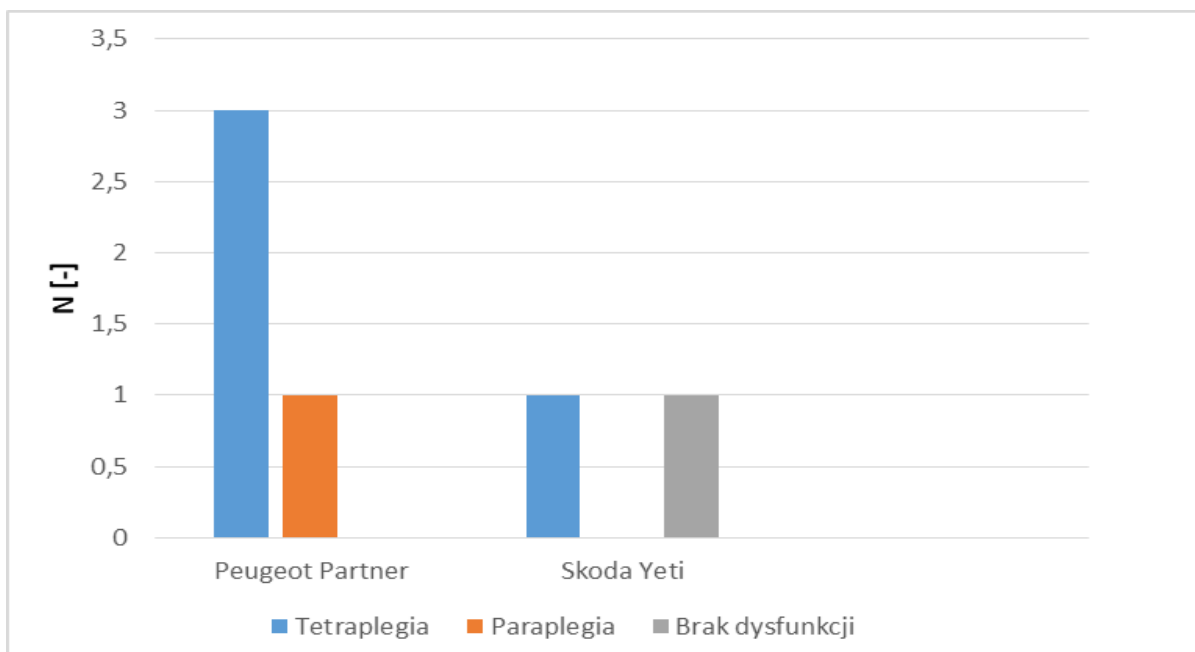
Rys. 19. Liczba zjawisk dyskomfortu: problemy z chwytem podczas używania ręcznego gazu-hamulca

Na rys. 20. przedstawiono miarę zjawiska drętwienia podczas obsługi uchwytów w formie gałki. Wyniki zaprezentowano w formie wykresów podzielonych na kierowców z tetraplegią, paraplegią oraz bez dysfunkcji. Wyniki dla kierowców z tetraplegią obrazują badane zjawisko dla pojazdu Peugeot Partner z natężeniem na poziomie 2. Wśród kierowców z paraplegią nie odnotowano żadnego zjawiska dyskomfortu. Natomiast w przypadku wyników dotyczących kierowców bez dysfunkcji odnotowano jedno zjawisko w pojeździe Peugeot Partner i dwa zjawiska w Skodzie Yeti. Wyniki zobrazowane na rys. 20. wskazują, że badane zjawisko dyskomfortu podczas korzystania z uchwytu w formie gałki częściej zgłaszali kierowcy bez dysfunkcji.



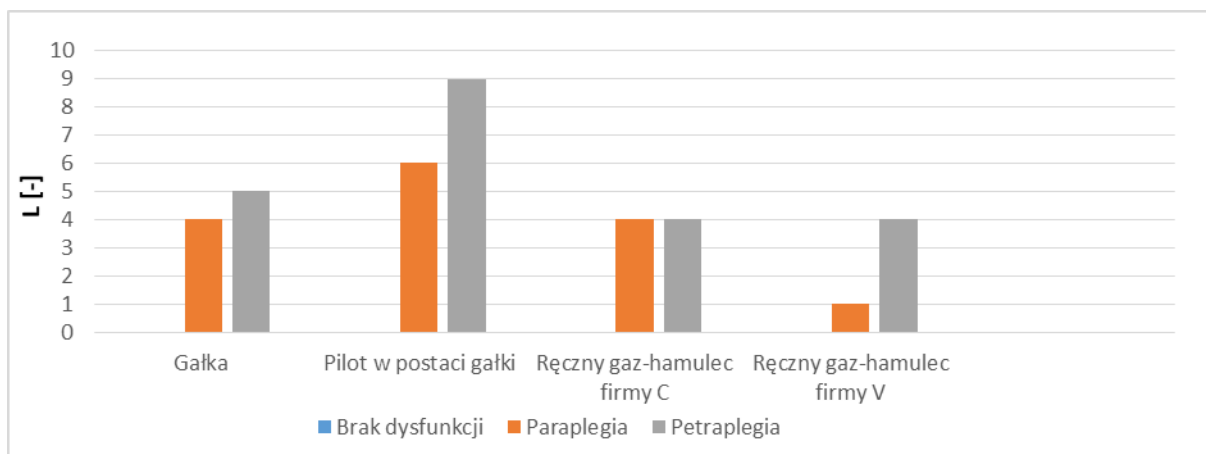
Rys. 20. Suma natężenia zjawisk dyskomfortu: drętwienie dotyczące badania uchwytu w formie gałki

Na rys. 21. przedstawiono miarę zjawiska drętwienia podczas obsługi urządzeń typu ręczny gaz-hamulec z podziałem na pojazdy Peugeot Partner i Skoda Yeti. W pojeździe Peugeot Partner odnotowano badane zjawisko na poziomie 3 w przypadku kierowców z tetraplegią i na poziomie 1 w przypadku kierowców z paraplegią. Kierowcy bez dysfunkcji nie zgłaszali żadnego przypadku drętwienia podczas obsługi urządzenia typu ręczny gaz-hamulec. W wynikach odnoszących się do pojazdu Skoda Yeti zarejestrowano u kierowców z tetraplegią zjawisko drętwienia na poziomie 1. Dla kierowców bez dysfunkcji zjawisko drętwienia również występowało na poziomie 1. U kierowców z paraplegią nie zanotowano natomiast żadnych zjawisk odnośnie do drętwienia podczas obsługi urządzeń typu ręczny gaz-hamulec.



Rys. 21. Suma natężenia zjawisk dyskomfortu: drętwienie przy obsłudze ręcznego gazu-hamulca

Na rys. 22. przedstawiono liczbę problemów z chwytem z podziałem na urządzenia: gałka firmy A (gałka), pilot w formie uchwytu firmy V, ręczny gaz-hamulec firmy C i ręczny gaz-hamulec firmy V. W wynikach odnoszących się do urządzenia typu uchwyt w formie gałki firmy A (gałka) odnotowano cztery problemy z chwytem u kierowców z paraplegią i pięć przypadków wśród kierowców z tetraplegią. Podczas obsługi pilota w formie uchwytu firmy V odnotowano sześć przypadków u osób z paraplegią i dziewięć u kierowców z tetraplegią. Przypadków problemów z chwytem podczas obsługi ręcznego urządzenia typu gaz-hamulec firmy C odnotowano po cztery zarówno u kierowców z paraplegią, jak i tetraplegią. Liczba problemów związanych z chwytem podczas obsługi urządzenia ręczny gaz hamulec firmy V wyniosła natomiast jeden przypadek wśród kierowców z paraplegią oraz cztery przypadki u kierowców z tetraplegią. Podczas badania żaden z kierowców z grupy bez dysfunkcji nie zgłosił problemów z chwytem.

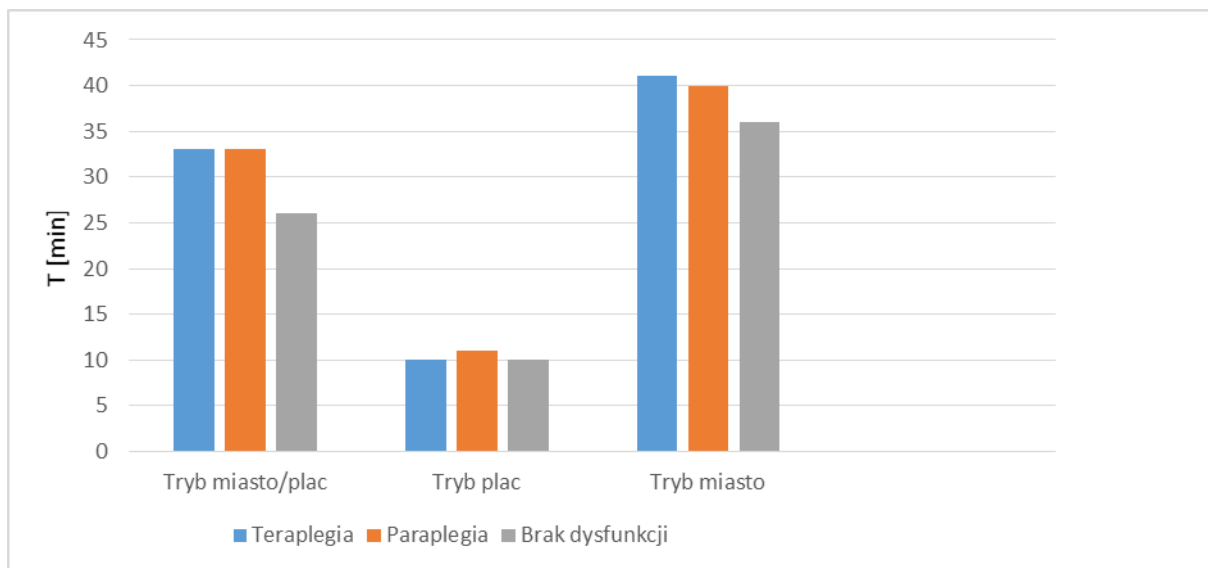


Rys. 22. Liczba zjawisk dyskomfortu: problemy z chwytem

Na rys. 23. przedstawiono łączny średni czas wystąpienia dyskomfortu podczas przejazdów realizowanych w ruchu ulicznym i przejazdów realizowanych na placu manewrowym. Średni czas wystąpienia dyskomfortu zobrazowano również w formie oddzielnych wyników dla trybu miejskiego i placu manewrowego.

Wyniki z przejazdów wykonywanych w trybie miejskim w połączeniu z wynikami z placu manewrowego pokazują, że kierowcy z tetraplegią i paraplegią odczuwali dyskomfort po przekroczeniu średnio 33 min badania. Natomiast kierowcy bez dysfunkcji zgłaszali średnio dyskomfort w 26. min. Podczas badań na placu manewrowym średni czas odczucia dyskomfortu wyniósł 10 min zarówno dla kierowców z tetraplegią, jak i bez dysfunkcji. Natomiast kierowcy z paraplegią zgłaszali występowanie dyskomfortu w 11. min badania. W trybie miejskim kierowcy z tetraplegią zgłaszali dyskomfort w 41. min testu, kierowcy z paraplegią w 40. min, a kierowcy bez dysfunkcji – w 36. min badania.

Na rys. 23. można również zaobserwować różnicę dotyczącą średniego czasu dyskomfortu osiągniętego w mieście i na placu manewrowym. Różnica ta może wynikać z innego charakteru testów.



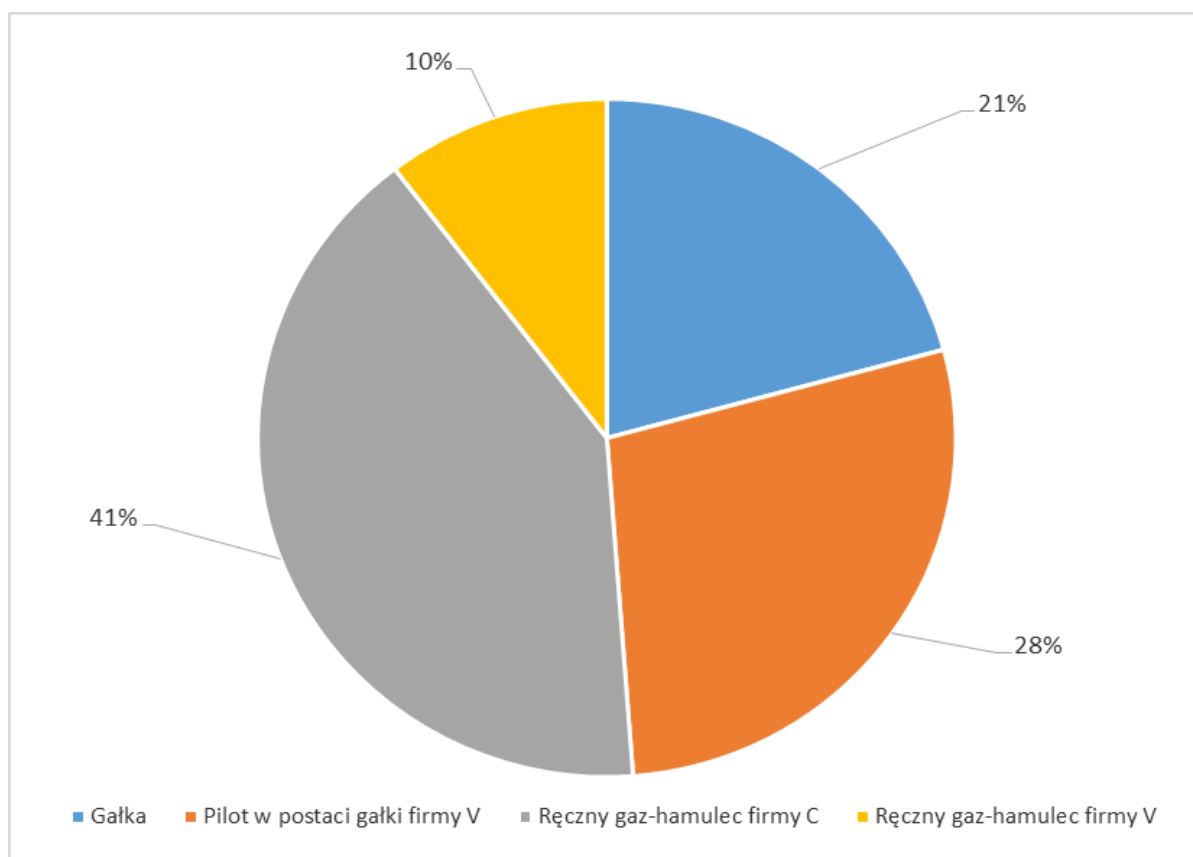
Rys. 23. Średni czas wystąpienia dyskomfortu: łączny i z podziałem na oddzielne tryby

Na rys. 13–23 można zauważyć, że grupą najczęściej odczuwającą zjawisko dyskomfortu byli kierowcy z tetraplegią, następnie kierowcy z paraplegią i kierowcy bez dysfunkcji. W zależności od rodzaju zastosowanej miary wyniki obrazowały badane zjawisko, natomiast najczęściej dyskomfort zachodził podczas korzystania z ręcznego gazu-hamulca firmy C.

9. Dyskusja wyników w aspekcie oceny badanych urządzeń

Wyniki badań zjawiska dyskomfortu przedstawiono na rys. 24–34.

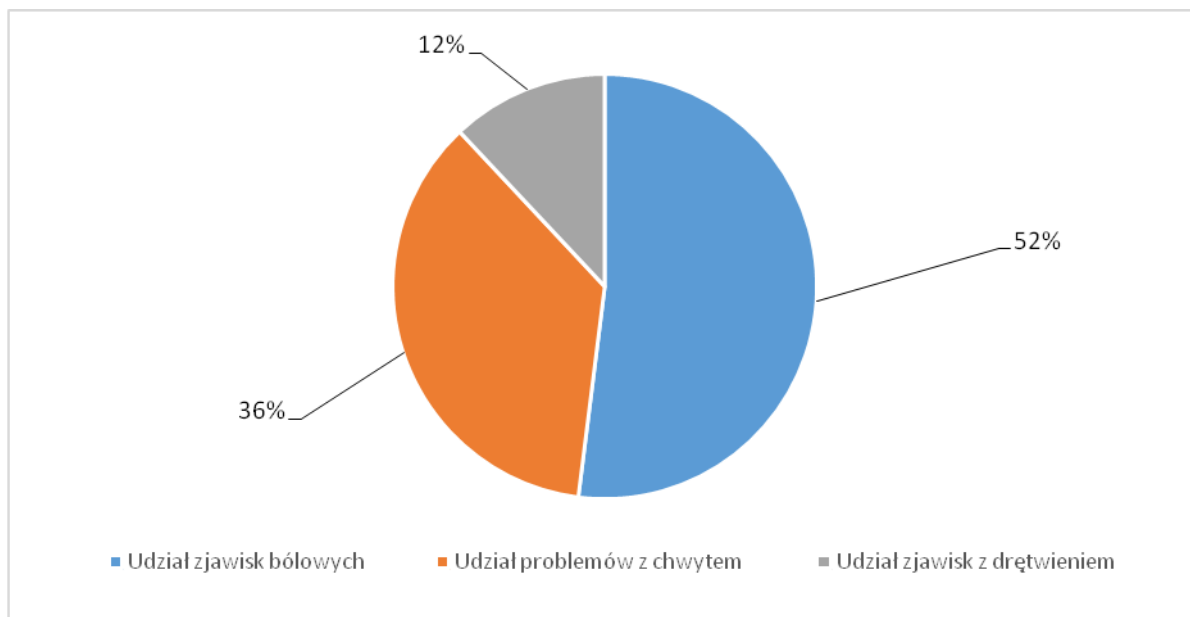
Na rys. 24. przedstawiono rozkład liczby zjawisk dyskomfortu z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V, ręczny gaz-hamulec firmy C oraz ręczny gaz-hamulec firmy V. Największą liczbę zjawisk dyskomfortu zanotowano podczas używania urządzenia ręczny gaz-hamulec firmy C. Stanowiła ona 41% odnotowanych przypadków. Na tym samym wykresie 28% odnotowanych zjawisk dotyczy pilota w postaci gałki firmy V. W przypadku uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka) udział zjawisk wyniósł 21%, a w przypadku ręcznego gazu-hamulca firmy V – 10%. Wyniki te są najmniej korzystne dla uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka), a najbardziej korzystne – dla ręcznego gazu-hamulca firmy V.



Rys. 24. Udział zjawisk dyskomfortu dla poszczególnych urządzeń

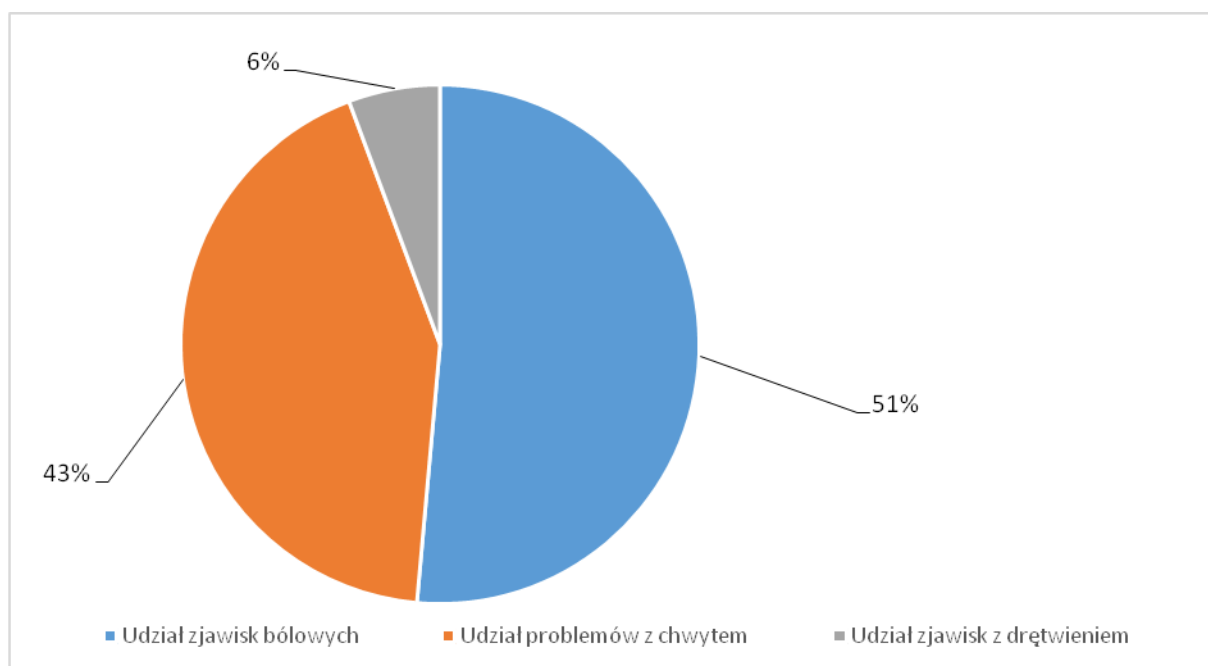
Na rys. 25. przedstawiono wyniki badań uchwytu w postaci gałki firmy A z podziałem na liczbę zjawisk bólowych, liczbę problemów z chwytem oraz liczbę zjawisk związanych z drętwieniem. Na wykresie największą wartość procentową (52%) odnotowano dla zjawisk

bólowych, nieco mniej problemów (36%) dotyczyło problemów z chwytem, a najmniej niekorzystnych zjawisk (12%) dotyczyło drętwienia.



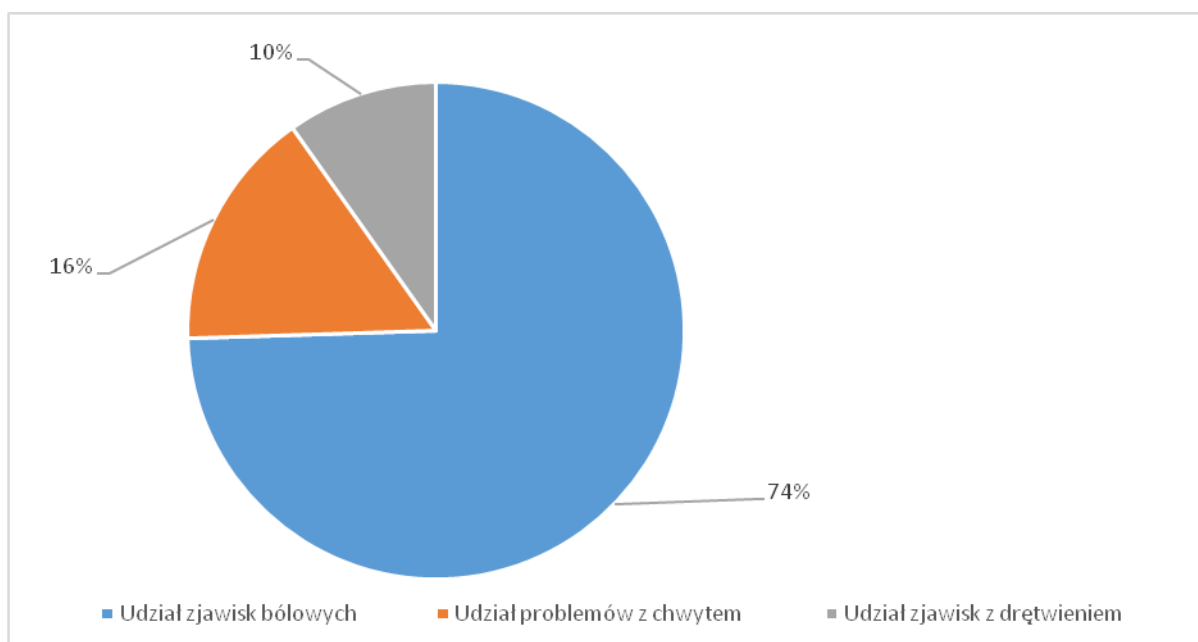
Rys. 25. Zjawiska dyskomfortu odnotowane podczas posługiwania się pilotem w postaci gałki firmy A

Na rys. 26. przedstawiono wyniki dotyczące pilota w postaci gałki firmy V, z podziałem na zjawiska bólowe, problemy z chwytem oraz zjawiska związane z drętwieniem. Można zauważyć, że najczęściej zarejestrowano zjawisk bólowych (51%), nieco mniej problemów z chwytem (43%), a najmniej – zjawisk dotyczących drętwienia (6%).



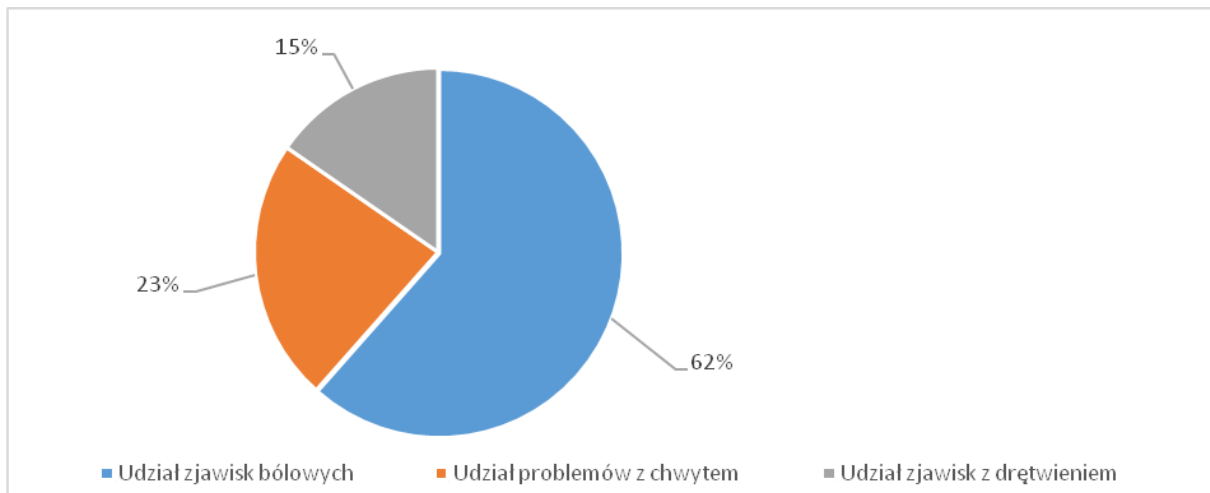
Rys. 26. Zjawiska dyskomfortu odnotowane podczas posługiwania się pilotem w postaci gałki firmy V

Na rys. 27. przedstawiono wyniki dotyczące urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy C, z podziałem na zjawiska bólowe, problemy z chwytem oraz zjawiska związane z drętwieniem. Na wykresie największy udział procentowy (74%) odnosi się do zjawisk bólowych, następnie – do problemów z chwytem (16%), a najmniej zjawisk dotyczy odczucia drętwienia (10%). Wyniki te są najmniej korzystne dla ręcznego gazu-hamulca firmy V pod względem udziału zjawisk bólowych.



Rys. 27. Zjawiska dyskomfortu odnotowane podczas posługiwania się ręcznym gazem-hamulcem firmy C

Na rys. 28. przedstawiono wyniki badań dotyczące urządzenia ręcznego gazu-hamulca firmy V w podziale na zjawiska bólowe, problemy z chwytem i zjawiska związane z drętwieniem. Największy udział dotyczył odczucia bólu (62%), a następnie problemów z chwytem (23%) oraz zjawiska drętwienia (15%).

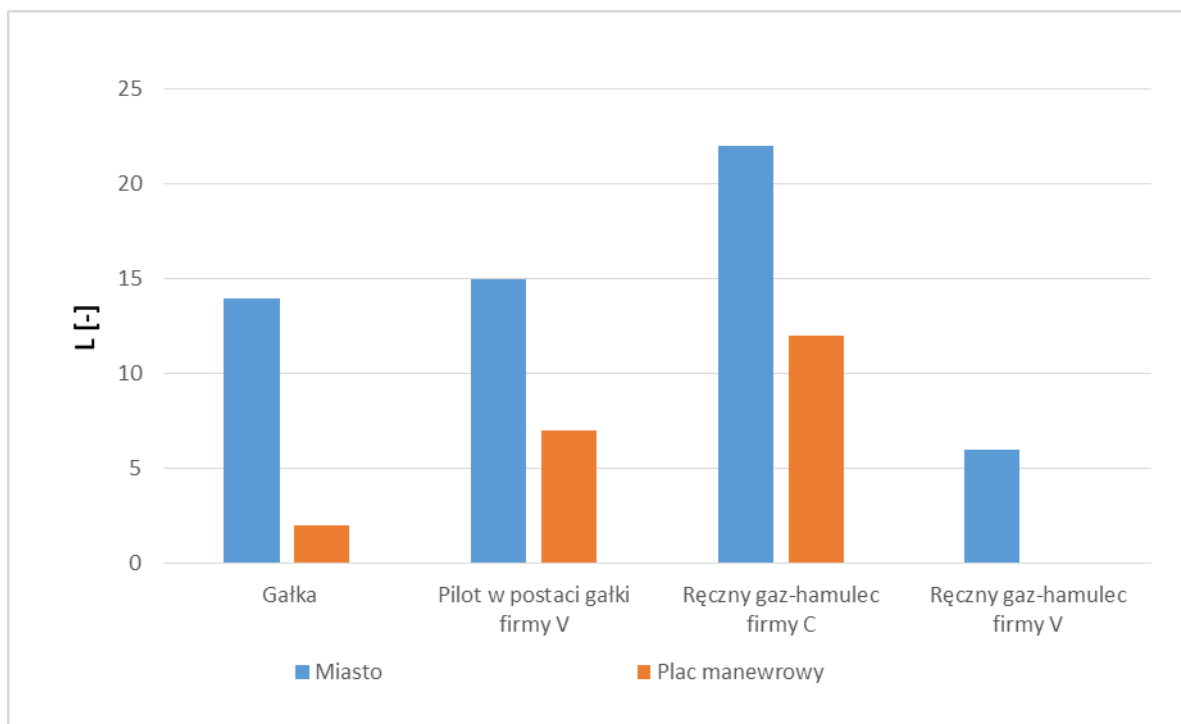


Rys. 28. Zjawiska dyskomfortu odnotowane podczas posługiwania się ręcznym gazem hamulcem firmy V

Wyniki co do udziału zjawisk bólowych są porównywalne; najmniej korzystnie wypada ręczny gaz-hamulec firmy C, a najbardziej korzystnie – ręczny gaz-hamulec firmy V.

Na rys. 29. przedstawiono liczbę zjawisk, które w skali nasilenia zjawiska miały wartości co najmniej 2. Wyniki na wykresie podzielono ze względu na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V, ręczny gaz-hamulec firmy C, ręczny gaz-hamulec firmy V.

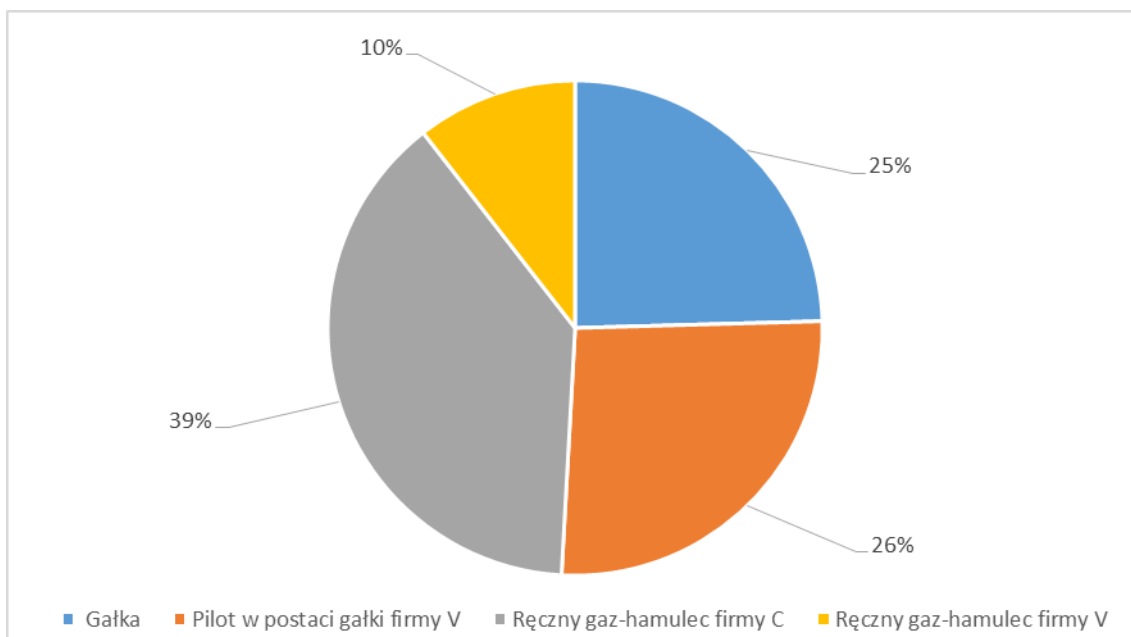
W przypadku uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka) odnotowano 14 zjawisk podczas jazdy w mieście i dwa zjawiska podczas jazdy na placu manewrowym. Dla pilota w postaci gałki firmy V liczby te wynosiły odpowiednio: 15 przypadków podczas testów przeprowadzanych w warunkach miejskich oraz siedem przypadków odnotowanych w trakcie testów na placu manewrowym. W przypadku ręcznego gazu hamulca firmy C, zarejestrowano 22 zjawiska podczas testów miejskich oraz 12 zjawisk podczas testów na placu manewrowym. Dla ręcznego gazu-hamulca firmy V zanotowano sześć zjawisk podczas testów w warunkach miejskich i ani jednego zjawiska na placu manewrowym. Wyniki te są najmniej korzystne dla ręcznego gazu-hamulca firmy C, a najbardziej korzystne dla ręcznego gazu-hamulca firmy V.



Rys. 29. Ilustracja liczby zjawisk o natężeniu, co najmniej 2

Na rys. 30. przedstawiono zjawisko dyskomfortu o natężeniu co najmniej 2 dla przejazdów realizowanych w mieście. Dane zestawiono z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V, ręczny gaz-hamulec firmy C, oraz ręczny gaz-hamulec firmy V.

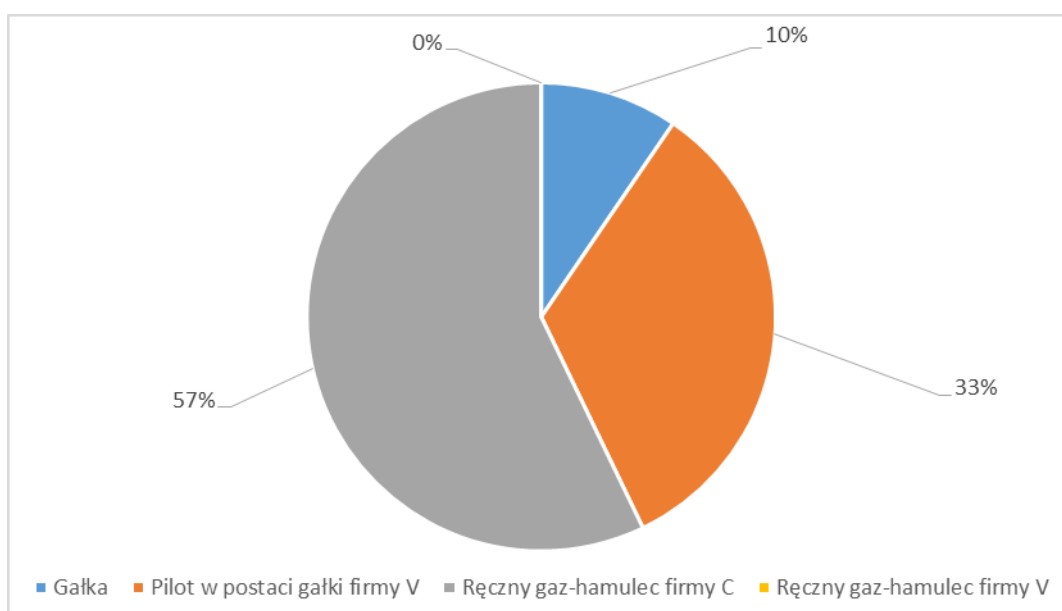
Najwyższy udział zjawisk (39%) odnotowano dla urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy C. Następnym urządzeniem pod względem udziału odnotowanych zjawisk (26%) był pilot w postaci gałki firmy V. Nieco mniejszy udział zjawisk (25%) zanotowano dla urządzenia typu uchwyt firmy A (gałka). Najmniejszy udział zarejestrowanych zjawisk (10%) zarejestrowano w przypadku urządzenia ręczny gaz-hamulec firmy V.



Rys. 30. Zjawiska o natężeniu co najmniej 2, ruch miejski

Na rys. 31. przedstawiono udziały zjawisk o natężeniu co najmniej 2 zarejestrowane na placu manewrowym, z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V, ręczny gaz-hamulec firmy C, ręczny gaz-hamulec firmy V.

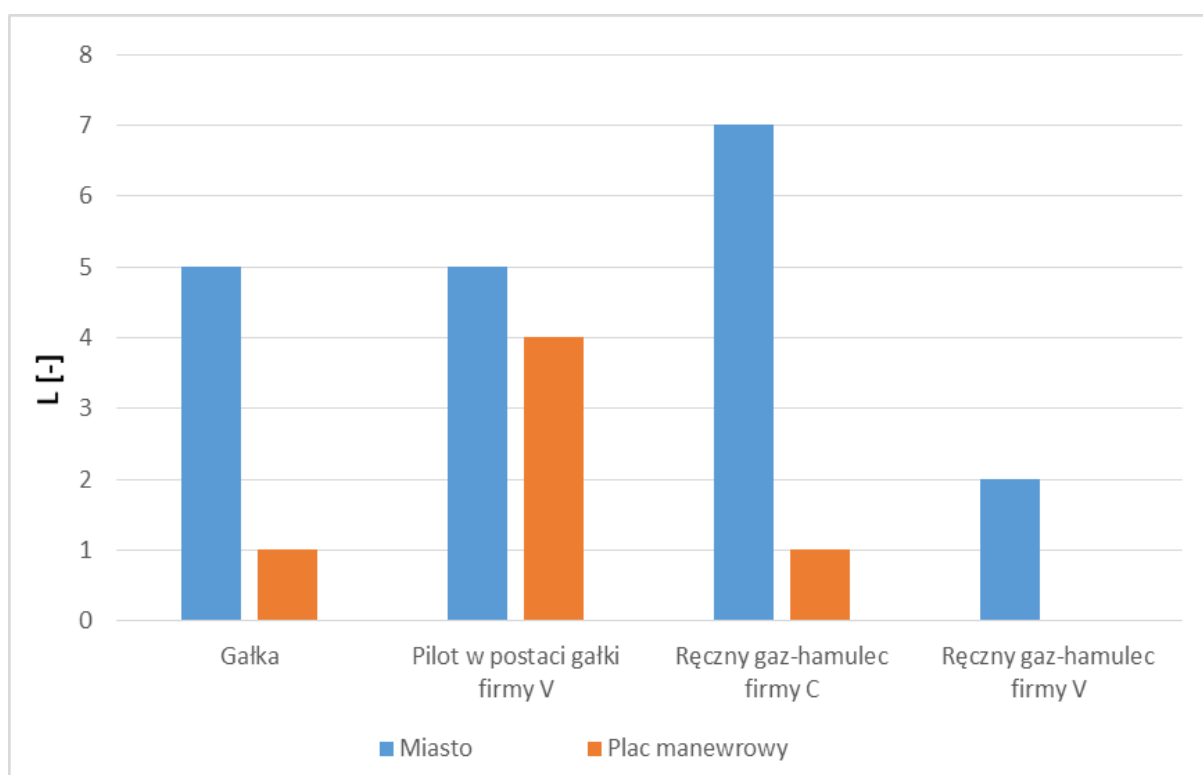
Najwyższą wartość (57%) odnotowano dla urządzenia ręcznego gazu-hamulca firmy C, następnie (33%) dla pilota w postaci gałki firmy V, 10% dla uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka), a dla ręcznego gazu-hamulca firmy V nie zanotowano żadnych zjawisk.



Rys. 31. Udział zjawisk odnotowanych na placu manewrowym o natężeniu co najmniej 2

Na rys. 32. przedstawiono liczbę zjawisk o natężeniu co najmniej 3, z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V oraz ręczny gaz-hamulec firmy C i firmy V.

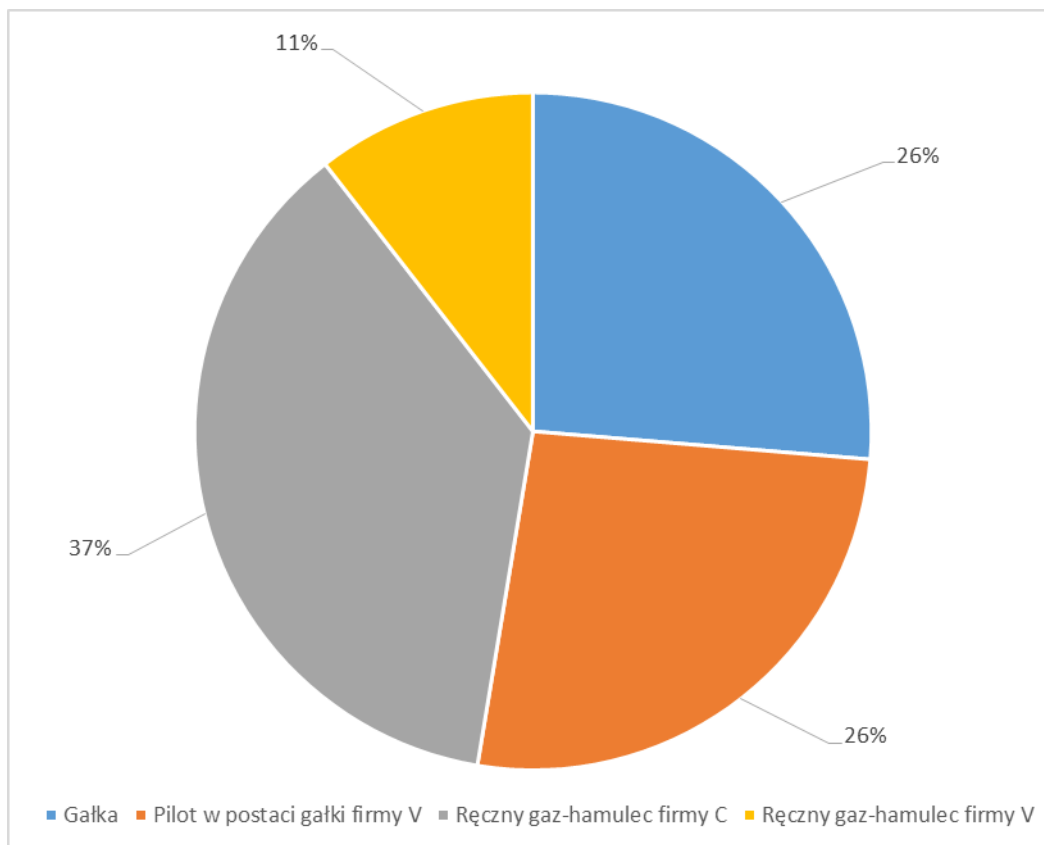
Dla uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka) zanotowano pięć zjawisk w ruchu miejskim oraz jedno na placu manewrowym, dla pilota firmy V pięć zjawisk podczas badań w ruchu miejskim oraz cztery podczas badań na placu manewrowym, dla urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy C siedem zjawisk w ruchu miejskim oraz jedno na placu manewrowym, a dla urządzenia typu ręczny gaz-hamulec firmy V dwa zjawiska w ruchu miejskim i zero zjawisk na placu manewrowym.



Rys. 32. Łączna liczba zjawisk o natężeniu co najmniej 3

Na rys. 33. przedstawiono udziały zjawisk o natężeniu co najmniej 3, które wystąpiły w warunkach ruchu miejskiego, z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V oraz ręczny gaz-hamulec firmy C i firmy V.

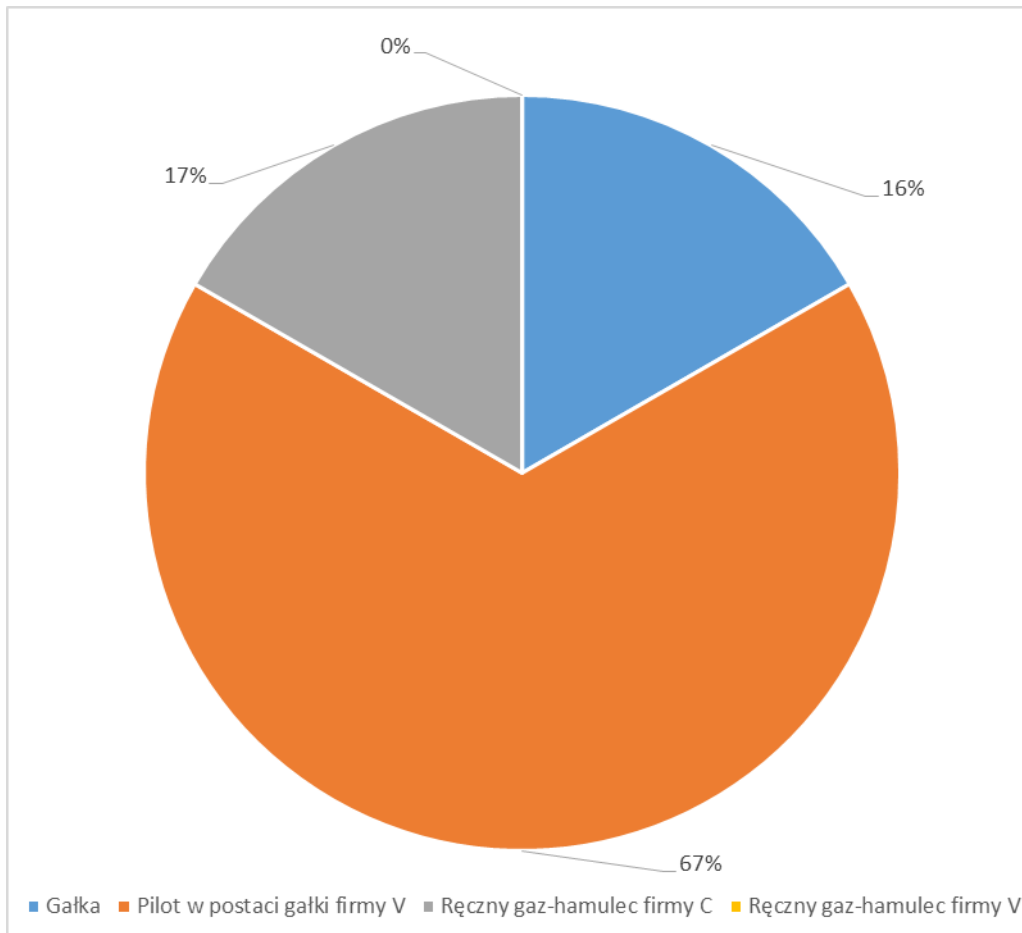
Urządzeniem, dla którego odnotowano wartość 37% był ręczny gaz-hamulec firmy C 26% zjawisk dotyczyło uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka) oraz pilota w postaci gałki firmy V. Najniższa wartość odnosiła się do ręcznego gazu-hamulca firmy V (11%).



Rys. 33. Liczba zjawisk o natężeniu co najmniej 3 przeprowadzana w warunkach ruchu miejskim

Na rys. 34. przedstawiono udziały zjawisk o natężeniu co najmniej 3, które wystąpiły na placu manewrowym z podziałem na urządzenia: uchwyt w postaci gałki firmy A (gałka), pilot w postaci gałki firmy V oraz ręczny gaz-hamulec firmy C i firmy V.

Największe udziały zjawisk (67%) dotyczyły pilota w postaci gałki firmy V. Następnie 17% dotyczyło ręcznego gazu-hamulca firmy C, 16% – uchwytu w postaci gałki firmy A (gałka), a dla ręcznego gazu-hamulca firmy V nie odnotowano żadnych zjawisk dyskomfortu.



Rys. 34. Liczba zjawisk o natężeniu, co najmniej 3, plac manewrowy,

Biorąc pod uwagę rys. 33. i 34., wyniki te są najmniej korzystne dla pilota w postaci gałki firmy V, a najbardziej korzystne – dla ręcznego gazu-hamulca firmy V.

10. Ocena autorskiej metody badań

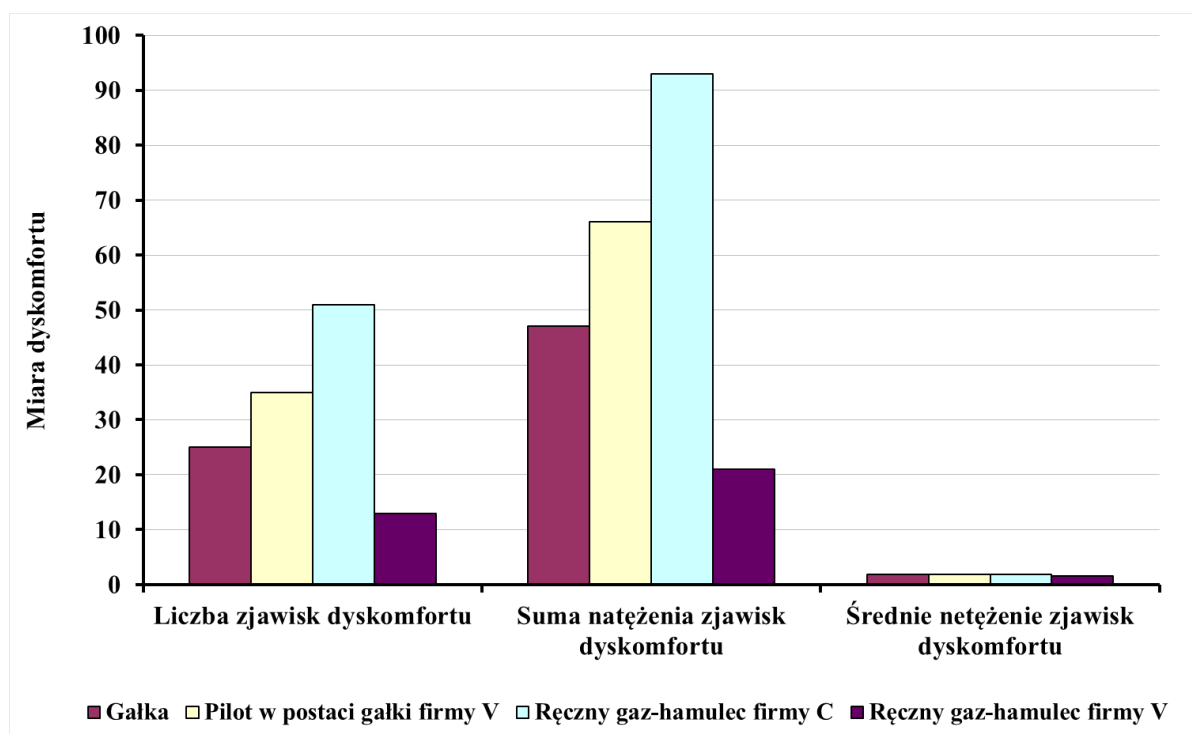
W niniejszym rozdziale przedstawiono ocenę autorskiej metody badań zjawiska dyskomfortu (w dwóch wariantach) oraz porównanie proponowanych miar dyskomfortu.

10.1. Porównanie miar dyskomfortu i metod badań

Podczas analizy wyników wprowadzono kilka miar dyskomfortu w celu porównania, które z nich w najlepszy sposób opisują zjawisko dyskomfortu. Były to:

- liczba zjawisk dyskomfortu, które wystąpiły w analizowanej grupie wyników,
- suma natężenia zjawisk dyskomfortu,
- średnie natężenie zjawisk dyskomfortu,
- średni czas wystąpienia dyskomfortu.

Nie były to jedyne miary dyskomfortu. Na przykład z racji rejestrowania stopnia nasilenia zjawiska dyskomfortu można mówić również o takich miarach, jak suma natężenia zjawisk dyskomfortu, dla których wartość natężenia wynosiła 2 (albo 3). Należało więc sprawdzić, użycie których miar dyskomfortu jest zasadne, a których nie. Na rys. 35. pokazano, jak prezentowały się wyniki badań w ujęciu tych miar. Na wykresie pokazano porównanie trzech miar dyskomfortu: liczby zjawisk, sumy natężenia zjawisk oraz średniego natężenia zjawisk. Kolorami zaznaczono te same cztery urządzenia adaptacyjne.

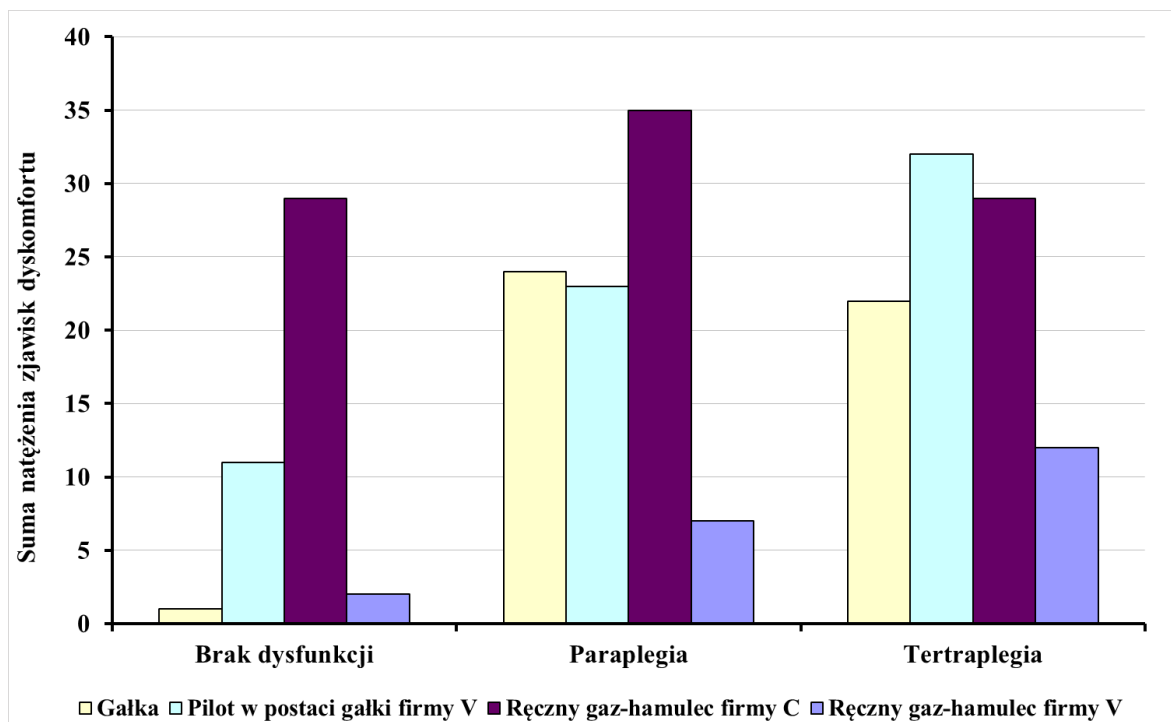


Rys. 35. Miara dyskomfortu

Analiza powyższego rysunku pokazuje, iż ostatnia miara, czyli wartość średnia natężenia dyskomfortu faktycznie nie przedstawia istotnych różnic dla poszczególnych urządzeń. Natomiast dwie pierwsze miary, zgodnie z przypuszczeniami, przedstawiają bardzo podobny rozkład wartości. Oznacza to, że dostarczają takiej samej informacji dotyczącej dyskomfortu występującego w badanych urządzeniach. Podstawowa różnica między nimi dotyczy głównie skali. Suma natężenia dyskomfortu wykazuje nieznacznie większą czułość, dlatego można ocenić ją jako miarę nieznacznie bardziej użyteczną, lecz bardzo zbliżoną do liczby zjawisk. Jednocześnie można już w tym momencie wyciągnąć wnioski dotyczące dyskomfortu związanego z poszczególnymi urządzeniami. W porównaniu uchwytów na kierownicę (kulisty i z pilotem) korzystniej wypada uchwyt kulisty, ponieważ dla niego miary dyskomfortu są mniejsze. Znacznie wyraźniej widać różnicę przy porównaniu ręcznego gaz- hamulca firmy (C i V), zdecydowanie korzystniej wypada w tym przypadku urządzenie ręczny gaz-hamulec firmy V.

Na rys. 36. przedstawiono wartości sumy natężenia dyskomfortu dla różnych dysfunkcji motorycznych, kolejno dla:

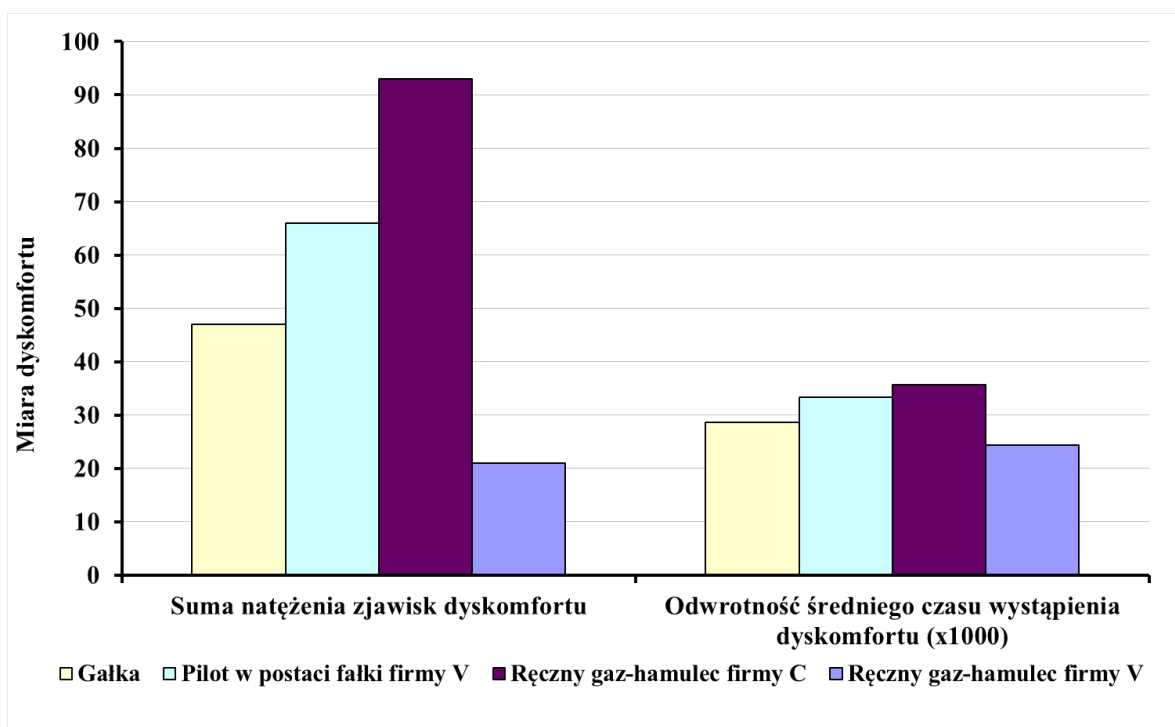
- braku dysfunkcji,
- paraplegii,
- tetraplegii.



Rys. 36. Suma natężenia zjawisk dyskomfortu

Osoby bez dysfunkcji motorycznych najwyraźniej odczuwały dyskomfort w mniejszym stopniu. Może to być spowodowane faktem, że ich uwaga była skoncentrowana głównie na obsłudze zupełnie nowych dla nich urządzeń adaptacyjnych i nie zwracali tak bardzo uwagi na odczucia fizyczne. Natomiast w przypadku porównania paraplegii i tetraplegii wartości sumy natężenia dyskomfortu są, jak widać, zbliżone.

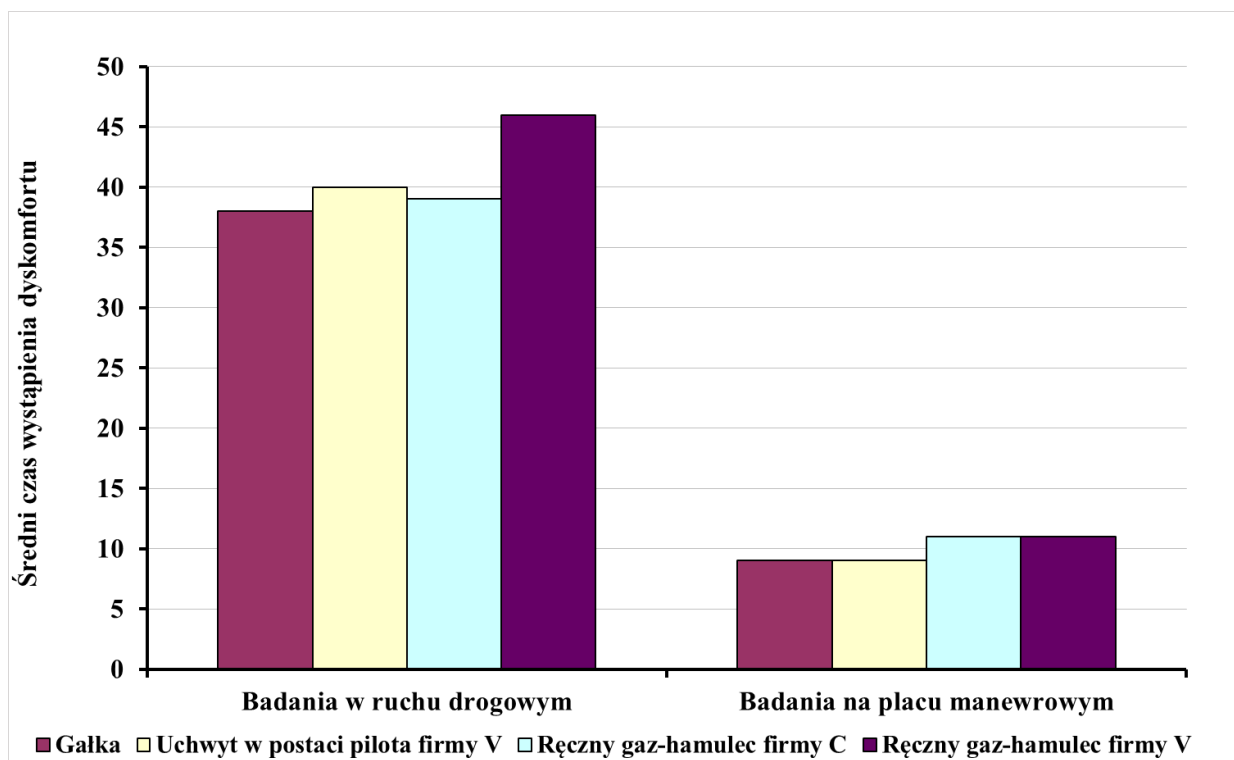
Warto również porównać miarę dyskomfortu, będącą sumą natężenia zjawisk z miarą, którą jest czas potrzebny do wystąpienia zjawiska dyskomfortu. Ta druga miara jest jednak odwrotnie proporcjonalna do samego dyskomfortu, ponieważ im mniejszy jest dyskomfort, tym później będzie odczuwany. Dlatego, w celu porównawczym, zaprezentowano w to miejsce miarę, będącą odwrotnością czasu wystąpienia dyskomfortu. W celu porównania we wspólnej skali, dodatkowo wartości te zostały pomnożone przez 1000.



Rys. 37. Miara dyskomfortu

Jak widać, miara związana z czasem przyjmuje bardziej zbliżone do siebie wartości, a więc jest mniej wyostrowiona. Co ważne jednak, charakter różnic jest identyczny, jak w przypadku pierwszej miary. Oznacza to, że ocena czterech badanych urządzeń adaptacyjnych wypada tak samo w przypadku zastosowania tych dwóch miar. Jediną różnicą jest wyostrowienie wyników w przypadku pierwszej miary.

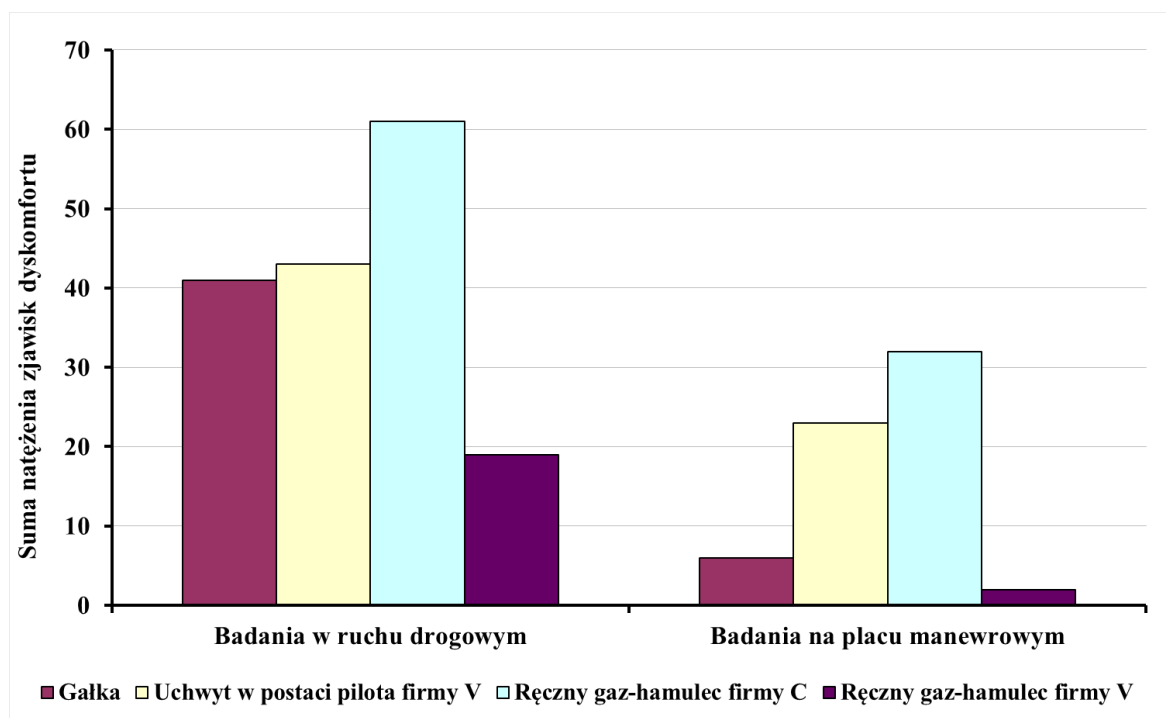
Na rys. 38. zilustrowano porównanie wyników badań prowadzonych w rzeczywistym ruchu drogowym oraz na placu manewrowym. Na osi odciętych umieszczono czas potrzebny do wystąpienia zjawiska dyskomfortu.



Rys. 38. Średni czas wystąpienia dyskomfortu

Jak widać, w przypadku placu manewrowego czas ten jest około czterokrotnie mniejszy. Oznacza to, że na placu manewrowym wyniki otrzymano czterokrotnie szybciej, co przemawia na korzyść metody oceny dyskomfortu wykorzystującej badania na terenie zamkniętym.

Na rys. 39. porównano sumę natężenia dyskomfortu w warunkach ruchu drogowego i na placu manewrowym.

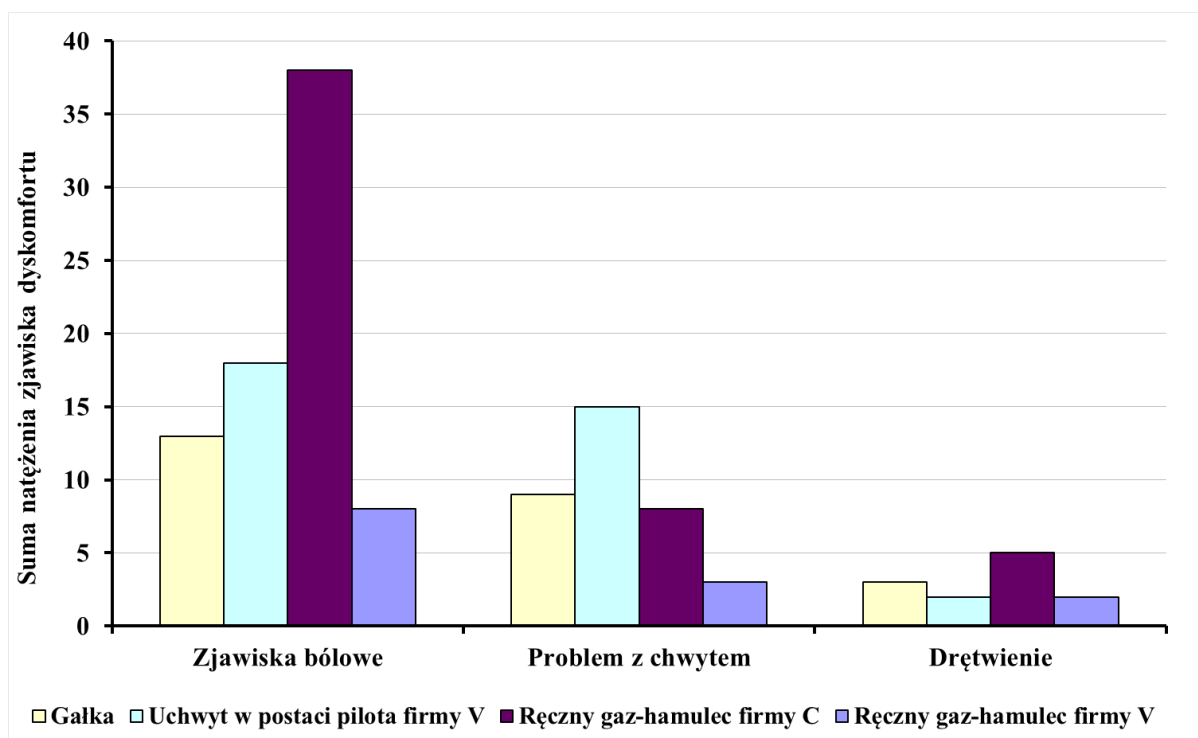


Rys. 39. Suma natężenia zjawisk dyskomfortu z podziałem na rodzaj badań

W drugim przypadku na placu manewrowym wartości zastosowanej miary dyskomfortu są mniejsze, ponieważ zostało zarejestrowanych mniej zjawisk dyskomfortu. Jednak rozkład tej miary względem poszczególnych urządzeń adaptacyjnych jest zdecydowanie bardziej wyostrojony. Inaczej mówiąc, występują wyraźniejsze różnice pomiędzy poszczególnymi urządzeniami. Przemawia to również na korzyść badań prowadzonych na placu manewrowym.

Na rys. 40. zobrazowano sumę zjawisk dyskomfortu; na osi odciętych jest wciąż suma natężenia dyskomfortu, ale na osi rzędnych zostały uwzględnione poszczególne elementarne zjawiska związane z dyskomfortem:

- problemy bólowe,
- problemy z chwytem,
- drętwienie.



Rys. 40. Suma natężenia zjawiska dyskomfortu z podziałem na rodzaje jego odczucia

Dla poszczególnych urządzeń adaptacyjnych widoczne są pewne stałe cechy takiego rozkładu. Wyraźnie najwięcej jest zjawisk związanych z bólem, nieco mniej – z chwytem, a najmniej – z drętwieniem kończyn.

10.2. Analiza statystyczna

Przy weryfikacji metody kluczowymi kwestiami jest ocena zgodności wyników: dla różnych miar dyskomfortu oraz dla wariantu realizacji metody w warunkach ruchu miejskiego i na placu manewrowym. Z tego względu do oceny zgodności wyników został wykorzystany test istotności statystycznej, służący do porównania wartości pochodzących z dwóch niezależnych populacji.

W tym celu został wybrany nieparametryczny test U Manna-Whitneya, który stanowi popularną alternatywę dla parametrycznego testu t. Porównując obydwa testy, test parametryczny pozwoliłby na sprawdzenie zgodności średnich arytmetycznych, podczas gdy test nieparametryczny ocenił zgodność średnich rang. Właśnie ta cecha, możliwość sprawdzania zgodności w skali porządkowej, wydaje się w tym przypadku najbardziej korzystna. Odpowiada to bowiem charakterowi oceny porównawczej poszczególnych urządzeń przy użyciu omawianej w pracy metody.

Pierwsze porównanie dotyczyło rozkładu wyników dwóch miar dyskomfortu: liczby zjawisk dyskomfortu i sumy natężenia zjawisk dyskomfortu przy ocenie poszczególnych urządzeń: uchwytu w formie gałki, uchwytu w formie pilota, dźwigni typu A i dźwigni typu B (dane z rys. 35.).

Ze względu na odmienny sposób obliczania poszczególnych miar dyskomfortu ich wartości bezwzględne były co do zasady różne. Dlatego obydwa rozkłady zostały poddane standaryzacji do rozkładu (0;1). Oznacza to, że wszystkie wartości będą mieściły się w przedziale od 0 do 1. Standaryzację wykonano zgodnie z równaniem (10.1.):

$$z = \frac{x}{x_{\max}}, \quad (10.1.)$$

gdzie:

- z – zmienna po standaryzacji,
- x – zmienna przed standaryzacją,
- x_{\max} – wartość maksymalna zmiennej przed standaryzacją.

Została przyjęta hipoteza zerowa w postaci: średnia ranga jest równa dla obydwu miar dyskomfortu oraz hipoteza alternatywna w postaci bezkierunkowej: średnia ranga nie jest równa dla dwóch miar dyskomfortu. Następnie, zgodnie z algorytmem wyznaczania statystyki U, wyniki zostały poddane operacji rangowania. W tym celu wartości zostały posortowane w porządku rosnącym i przypisano każdej wartości numer porządkowy, nazywany rangą. Ogół rang stanowił skalę porządkową. W przypadku takich samych wartości zmiennej zastosowano wartości rang wyznaczone według wzoru (10.2.):

$$x_i = x_{i+1} \Rightarrow r_i = r_{i+1} = \frac{i+i+1}{2}, \quad (10.2.)$$

gdzie:

- r – wartość rangi,
- i – kolejny numer rangi,
- x – wartość zmiennej.

Dla każdej z grup wyników, opisaną teraz za pomocą rang, możliwe było zsumowanie wartości rang. Wyznaczono następujące sumy rang: 17,5 i 18,5 zgodnie ze wzorem (10.3.):

$$R = \sum_{i=1}^n r_i, \quad (10.3.)$$

gdzie:

- R – suma rang,
- i – numer rangi,
- r – wartość rangi.

Mając obliczone sumy rang, możliwe było wyznaczenie statystyki U, zgodnie ze wzorem (10.4.). Wyznaczono wartość statystyki U równą 7,5, dla licznosci obydwu grup wynoszącej 4., zgodnie ze wzorem (10.4.)

$$U = R - \frac{n \cdot (n + 1)}{2}, \quad (10.4.)$$

gdzie:

- R – mniejsza suma rang spośród porównywanych grup,
- n – licznosc grupy o mniejszej sumie rang,
- U – wartość obliczanej statystyki.

Wartość krytyczna została wyznaczona z tablic matematycznych dla rozkładu Manna-Whitneya, dla założonego poziomu ufności 0,05, przy uwzględnieniu bezkierunkowego charakteru hipotezy alternatywnej oraz dla licznosci obydwu grup wynoszącej 4. Wartość krytyczna wynosiła w tym przypadku 10. Porównanie wartości statystyki U z wartością krytyczną daje podstawy do odrzucenia hipotezy alternatywnej o nierówności średnich rang dla dwóch miar dyskomfortu. Pozwala to wnioskować o zgodności rozkładów dla dwóch analizowanych miar dyskomfortu.

Podobny aparat statystyczny został wykorzystany do porównania miar dyskomfortu: sumy natężenia zjawiska dyskomfortu oraz odwrotności średniego czasu wystąpienia dyskomfortu przemnożonego przez 1000 (dane z rys. 37.). Podobnie jak w poprzednim przypadku, została sformułowana taka sama hipoteza zerowa i alternatywna, została wykonana operacja standaryzacji, rangowania oraz wyznaczenie sumy rang i statystyki U równej w tym przypadku 4,5. Jej porównanie z wartością krytyczną podobnie daje podstawy do odrzucenia hipotezy alternatywnej i wnioskowania o zgodności rozkładów wyników dla dwóch różnych miar dyskomfortu.

Powyższe dwa porównania pozwalają stwierdzić, że prawdopodobieństwo nieodrzućenia błędnej hipotezy o braku zgodności pomiędzy analizowanymi rozkładami wynosi mniej niż 0,05. Stanowi to podstawę do twierdzenia, że prezentowana metoda, niezależnie od przyjętej miary dyskomfortu, prowadzi do zbliżonych rozkładów wyników dla poszczególnych urządzeń adaptacyjnych. Jest to pierwszy krok weryfikacji omawianej metody.

Kolejnym krokiem było porównanie rozkładów wyników sumy natężeń zjawiska dyskomfortu dla badań realizowanych w warunkach ruchu drogowego oraz na placu manewrowym (dane z rys. 39.). Schemat postępowania był w tym przypadku podobny. Sformułowano hipotezę zerową o równości średnich rang dla analizowanych rozkładów oraz hipotezę alternatywną o nierówności średnich rang. Następnie wykonano operację standaryzacji rozkładów, operację rangowania, wyznaczenie sumy rang i statystyki U równej 5,5. Jej porównanie z wartością krytyczną dla poziomu ufności 0,05, przy uwzględnieniu bezkierunkowego charakteru hipotezy alternatywnej oraz dla liczebności obydwu grup wynoszącej 4, pozwoliło na odrzucenie hipotezy alternatywnej o nierówności średnich rang. Stanowi to podstawę do wnioskowania o godności rozkładów wyników pochodzących z badań prowadzonych w warunkach ruchu drogowego i z placu manewrowego.

Powyższe spostrzeżenia są podstawą do pozytywnej weryfikacji prezentowanej metody. Przesłanką ku temu jest zgodność wyników badań niezależnie od warunków prowadzenia badań (ruch drogowy i plac manewrowy) oraz niezależnie od przyjętej miary dyskomfortu.

10.3. Badania na placu manewrowym – rekomendacja metody

Poprzez stosowanie prostych narzędzi można zweryfikować, czy urządzenie adaptacyjne wywołuje u kierowcy zbyt wczesne odczucie dyskomfortu. Opracowana metoda wydaje się uzasadniona i można ją stosować do wykrywania przedwcześnie odczuwanego dyskomfortu podczas prowadzenia pojazdu przez osobę z niepełnosprawnościami. Wyeliminowanie szybszego odczucia dyskomfortu pozwoli na bezpieczniejsze prowadzenie pojazdu. Teza została potwierdzona poprzez udowodnienie w pracy możliwości pomiaru zjawiska dyskomfortu oraz jego natężenia wśród kierowców z niepełnosprawnościami.

Wady opisywanej metody to konieczność dysponowania placem manewrowym lub trasą w ruchu drogowym. Ograniczeniem jest również fakt, że przejazd w warunkach drogowych jest możliwy tylko w przypadku mającej prawo jazdy osoby z niepełnosprawnością.

Z zastosowania omawianej metody wynikają dwa rodzaje korzyści: użytkowe, wynikające bezpośrednio z prowadzonych działań oraz ogólne, opisujące dalekosiężny wpływ zastosowania metody.

Korzyści użytkowe wynikające z zastosowania metody wykrywania dyskomfortu mogą być wykorzystane w procesach:

- badań właściwości ergonomicznych urządzeń adaptacyjnych;
- projektowania urządzeń adaptacyjnych;
- oceny urządzenia umożliwiającego prowadzenie pojazdu osobie z niepełnosprawnościami;
- prowadzenia badań certyfikacyjnych dla urządzeń adaptacyjnych;
- opracowywania regulacji prawnych w zakresie stosowania w pojazdach urządzeń adaptacyjnych;
- diagnozowania kierowców z niepełnosprawnościami przez lekarzy orzeczników w kwestii kodów ograniczeń.

Korzyści ogólne wynikające z zastosowania metody dyskomfortu mogą pomóc w:

- zwiększeniu wiedzy na temat przyczyny dyskomfortu odczuwanego podczas obsługi urządzeń adaptacyjnych,
- poprawy właściwości ergonomicznych urządzeń adaptacyjnych,
- bezpieczniejszym poruszaniu się w ruchu drogowym osób z niepełnosprawnościami.

Wykorzystanie metody wykrywania dyskomfortu w wymienionych przypadkach pomogłoby zwiększyć wygodę użytkowania urządzeń adaptacyjnych. Oprócz tego miałyby wpływ na ich lepszą personalizację i bezpieczniejsze użytkowanie.

Rozpatrując kierunki dalszego rozwoju metody, należałoby kontynuować badania z udziałem większej próby kierowców z niepełnosprawnościami oraz na rozszerzonej grupie konstrukcji urządzeń adaptacyjnych. W związku z tymi założeniami metoda wykrywania dyskomfortu stałaby się bardziej uniwersalna. Dodatkowym zastosowaniem tejże metody może być wykorzystanie jej do opracowania systemu obejmującego całość procesu adaptacji pojazdu na potrzeby kierowcy z niepełnosprawnościami.

W celu przeprowadzenia tego typu badań niezbędny jest dostosowany pojazd z automatyczną skrzynią biegów. Miejsce, w którym należy przeprowadzać badania to plac manewrowy umożliwiający przejazd w linii prostej na odcinku 120 m w jedną i drugą stronę oraz odcinek

manewrowy, który ma długość 150 m. Czas trwania badania na placu manewrowym nie przekracza 20 min. Badania można przeprowadzić także w warunkach ruchu miejskiego za pomocą ustalonej trasy zawierającej odcinki jazdy na ulicy oraz odcinki, na których kierowca będzie musiał wykonać manewry, na przykład parkowanie. Całkowita droga jednego przejazdu powinna wynosić około 9 km. Czas przejazdu nie powinien przekroczyć 40 minut. Czasy przejazdu mogą różnić się do siebie ze względu na niejednolite natężenie ruchu. Na różnice w czasie mogą również wpływać umiejętności prowadzenia pojazdu przez każdego z kierowców. Wszystkie informacje dotyczące mierzonego zjawiska należy zapisywać, w przypadku testów wykonywanych zarówno na placu manewrowym, jak i w warunkach miejskich.

Badania prowadzone na placu manewrowym charakteryzują się krótszym czasem otrzymywanych wyników oraz większą ich jednoznacznością. Badania w warunkach drogowych prowadzą do bardzo podobnych wyników, jak te z placu manewrowego, choć wymaga to czterokrotnie więcej czasu, a wyniki są tylko nieco mniej jednoznaczne.

Prezentowana metoda oceny zjawiska dyskomfortu wydaje się uzasadniona m.in. ze względu na zaobserwowaną:

- zgodność wyników otrzymanych na podstawie badań w warunkach drogowych i na placu manewrowym;
- zgodność wyników otrzymanych za pomocą różnych miar dyskomfortu (sumy natężenia dyskomfortu, liczby zjawisk dyskomfortu i średniego czasu potrzebnego do wystąpienia dyskomfortu);
- zgodność wyników z oczekiwaniami teoretycznymi (szczególnie w przypadku porównania dwóch urządzeń ręcznego gazu-hamulca firm: C i V, z których ręczny gaz-hamulec firmy V cieszy się zdecydowanie większą renomą na rynku, co zostało jednoznacznie wykazane we wszystkich otrzymywanych wynikach).

Opracowaną metodę wykrywania dyskomfortu cechuje prostota podczas wykonania badania oraz brak konieczności używania specjalistycznego oprzyrządowania. Do przeprowadzenia pomiaru dyskomfortu poza kierowcą testowym potrzebne są:

- stoper,
- dostosowany pojazd,
- kwestionariusz do zapisywania obserwacji,
- opracowana trasa przejazdu w warunkach miejskich lub plac manewrowy.

11. Podsumowanie

Celem rozprawy było opracowanie metody oceny ilościowej zjawiska dyskomfortu związanego z obsługą urządzeń adaptacyjnych w samochodach przez kierowców z niepełnosprawnościami. W ramach realizacji tego celu zaproponowano system miar badanego zjawiska i opracowano dwie metody badań doświadczalnych umożliwiające ilościową ocenę dyskomfortu. Następnie przeprowadzono badania mające na celu weryfikację opracowanych metod. W ramach analizy wyników oceniono skuteczność metod oraz użyteczność miar dyskomfortu.

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz ich analizy można przedstawić podane dalej wnioski i spostrzeżenia.

- Jako symptomy dyskomfortu uwzględniono: objawy bólu i objawy drętwienia oraz problemy z chwytem.
- Jako miary skali zjawiska dyskomfortu przyjęto: średni czas wystąpienia dyskomfortu, liczbę zjawisk dyskomfortu i sumę natężenia zjawiska dyskomfortu.
- Najbardziej jednoznaczne wyniki uzyskano w przypadku sumy natężenia dyskomfortu. Wymaga to jednak przeprowadzenia testów statystycznych na grupie kierowców.
- W przypadku badań indywidualnych (na podstawie pojedynczego testu) może być stosowana jedna miara – czas wystąpienia dyskomfortu.
- Opracowano dwie metody pomiaru zjawiska dyskomfortu, polegające na pomiarze wybranych wielkości w czasie prowadzenia samochodu z adaptacjami przez kierowcę z niepełnosprawnością.
- Metody różniły się miejscem i warunkami wykonywania testów. Pierwsza z nich zakładała jazdę w warunkach rzeczywistego ruchu drogowego, a druga przewidywała jazdę na placu manewrowym.
- Metoda obejmująca jazdę na placu manewrowym pozwala czterokrotnie skrócić czas trwania testów, dzięki intensyfikacji manewrów.
- Obydwie metody umożliwiają ocenę urządzeń adaptacyjnych w aspekcie wpływu na zjawisko dyskomfortu oraz indywidualny dobór urządzenia adaptacyjnego dla danego kierowcy z niepełnosprawnością.
- Pierwsze zastosowanie, ocena wybranego urządzenia adaptacyjnego, wymaga przeprowadzenia określonej liczby testów na statystycznej próbie kierowców.
- Drugie zastosowanie, ocena indywidualnego doboru urządzenia dla danego kierowcy, wymaga przeprowadzenia jednego lub kilku testów przy udziale jednego kierowcy.

- Weryfikacja poprawności opracowanych metod badania zjawiska dyskomfortu polegała na ocenie zgodności wyników przy wykorzystaniu różnych miar dyskomfortu i przy wykorzystaniu dwóch metod (w warunkach drogowych i na placu manewrowym) oraz zgodności wyników badań z oczekiwaniami teoretycznymi wynikającymi z opinii rynkowych dotyczących badanych urządzeń.
- Stwierdzono zgodność oceny wybranych urządzeń adaptacyjnych przy zastosowaniu poszczególnych miar. Oznacza to, że niezależnie od przyjętej miary wyniki prowadziły do tych samych wniosków w ocenie poszczególnych urządzeń pod względem powodowania zjawiska dyskomfortu.
- Stwierdzono także zgodność wyników przy wykorzystaniu dwóch omawianych metod: testów w warunkach drogowych i testów na placu manewrowym.
- Uznano, że występuje zgodność oceny urządzeń adaptacyjnych z powszechną opinią o ich jakości, w warunkach rynkowych.
- Opisane zgodności stanowią podstawę do pozytywnej oceny opracowanych metod pomiaru zjawiska dyskomfortu.

Autorska metoda opiera się na badaniach i analizie subiektywnych odczuć kierowców z niepełnosprawnością. Ważne jest jednak, aby podkreślić, że subiektywne odczucia po ich analizie za pomocą aparatu statystycznego prowadzą do obiektywnych wniosków dotyczących ergonomii urządzeń adaptacyjnych. Proponowana metoda wykrywania i pomiaru natężenia dyskomfortu operuje bowiem takimi miarami dyskomfortu, jak na przykład częstotliwość zgłaszania negatywnych odczuć wśród kierowców. Podejście takie nie jest nowe, ale jest powszechnie stosowane w naukach medycznych, psychologicznych, czy społecznych [25, 3] także w odniesieniu do badań kierowców [26]. Oczywiście wnioski opracowywane na podstawie takich statystyk są obarczone niepewnością pomiaru. Niepewność ta jest tym mniejsza, im większa jest próba badawcza. Dlatego, chcąc rozwijać prezentowaną metodę, można zwiększać liczbę badanych kierowców. Jakkolwiek taki zabieg poprawiłby jakość wyników, sama metoda co do zasady pozostanie ta sama.

Podczas wykonywania badań starano się ograniczyć czynniki, które mogłyby wpłynąć na zróżnicowanie, bądź zakłócenie wyników badań. W tej kwestii zadbano, żeby każdy test przeprowadzony był w warunkach ruchu drogowego o podobnym charakterze (testy przeprowadzono na tej samej trasie w mieście). W związku z tym częstotliwość posługiwania się oprzyrządowaniem adaptacyjnym była zbliżona. Również zwracano uwagę żeby testy

odbywały się zbliżonych warunkach pogodowych. Przeprowadzanie testów w skrajnie różnych temperaturach mogłoby mieć istotny wpływ na zgromadzone wyniki badań. Przykładowo, prowadzenie w rękawiczkach lub mocno wychłodzonymi dłońmi powodowałoby prawdopodobnie znaczne zakłócenie w odczuwaniu badanych symptomów.

Ocena właściwości ergonomicznych urządzeń adaptacyjnych jest ważnym problemem przy doborze oprzyrządowania samochodowego dla osób z niepełnosprawnościami. Z tego względu celem pracy było opracowanie metody wykrywania i pomiaru zjawiska dyskomfortu przy obsłudze tego typu urządzeń. Cel ten został osiągnięty poprzez opracowanie autorskiej metody w dwóch wariantach (realizacja w warunkach ruchu drogowego oraz w warunkach placu manewrowego). Została ona zastosowana do przykładowej oceny porównawczej kilku urządzeń adaptacyjnych oraz w celu weryfikacji powtarzalności wyników. Dzięki temu powstało narzędzie pozwalające na ocenę właściwości ergonomicznych wybranych urządzeń. Przeprowadzenie takiej oceny wymaga udziału co najmniej kilku kierowców testowych. Dodatkowo istnieje możliwość wykorzystania opracowanej metody do oceny indywidualnego doboru urządzenia dla danego kierowcy. Wówczas badania prowadzi się z udziałem tylko tego jednego kierowcy.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że cel pracy został osiągnięty. Jednocześnie potwierdzona została teza pracy, według której istnieje możliwość ilościowej oceny symptomów dyskomfortu związanych z obsługą urządzeń adaptacyjnych. W szczególności możliwy jest pomiar intensywności dyskomfortu w zależności od konstrukcji urządzeń i warunków jazdy.

Elementem nowości w pracy było opracowanie doświadczalnych metod testowania stopnia dyskomfortu. Wymagało to uprzedniego opracowania adekwatnych miar dyskomfortu. Poprawność otrzymanych wyników została zweryfikowana w warunkach ruchu miejskiego oraz na placu manewrowym. Do praktycznego wykorzystania została rekomendowana przez autora metoda badań na placu manewrowym.

Piśmiennictwo

Artykuły i opracowania

1. Baranowski B., Rychlik M., Zabłocki M.: Projektowanie przestrzeni pracy osoby niepełnosprawnej na wózku z zastosowaniem nowej postaci zapisu 3D cech antropometrycznych i biomechanicznych. *Ergonomia Niepełnosprawnym, Monografie, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej*, s. 33–48, Łódź, 2011 r.
2. Bąk J.: Psychologiczne badania kierowców. *Bezpieczeństwo pracy: nauka i praktyka* nr 6, s. 12–15, Warszawa, 2004 r.
3. Bąk W., Laguna M., Bondyra-Łuczka E.: Kwestionariuszowe metody pomiaru ukierunkowań regulacyjnych, *Psychologia Społeczna*, tom. 10, 1 (32), s. 84 – 99 Warszawa 2015 r.
4. Bull JP.: Disabilities caused by road traffic accidents and their relation to severity scores. *Accident Analysis & Prevention Volume 17, Issue 5, pages 387–397*, 1985 r.
5. Ciastoń-Ciulkin A.: Nowa kultura mobilności – istota i ujęcie definicyjne. *Transport Miejski i Regionalny 1/2016, SITK RP*, s. 3–10, Warszawa 2016 r.
6. Cieślakowski S. J.: Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa i ergonomii w transporcie samochodowym. *Autobusy 10/2008*, s. 30–31, Radom, 2008 r.
7. Cieślakowski, S. J., Glinka, M.: Elementy ergonomii i bezpieczeństwa w transporcie miejskim. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe 12/2018*, s. 90–93, Radom, 2016 r.
8. Dahlke G., Kamczyc J., Rakowski R.: Diagnostyka i ocena ergonomiczności kabin samochodów osobowych. *Logistyka 4/2014*, s. 1228–1238, Poznań, 2014 r.
9. Engkas J.P., Ehs F.M., Chung T.Y.: Zdolność powrotu do jazdy po dużej amputacji kończyny dolnej. *Journal Rehabilitation Medicine* nr. 44, s.19–23, 2012 r.
10. Gabryelski J., Zabłocki M., Sydor M.: Biomechaniczne aspekty użytkowania samochodu przez osobę z dysfunkcją motoryczną. *Mechanika w Medycynie 9/2008*, s. 49–54, Rzeszów, 2008 r.
11. Górska E.: *Ergonomia – projektowanie, diagnoza, eksperymenty*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s. 15., Warszawa, 2002 r.
12. Grabarek I.: Diagnostowanie ergonomiczne układu operator-pojazd szynowy- otoczenie, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Wydział Transportu*, z. 51, s. 3 – 184, Warszawa, 2003r.

13. Grabarek I.: Ergonomia środków transportu – rzemiosło, nauka, sztuka, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Wydział Transportu, z. 71, s. 57 – 73, Warszawa, 2009 r.
14. Grabarek I.: Wybrane zagadnienia ergonomii i bezpieczeństwa w polskiej konstrukcji pojazdu PRT (Personal Rapid Transit). Instytut Pojazdów Szynowych TABOR, Pojazdy Szynowe 2/2009 r., 6–9., Poznań, 2009 r.
15. Grabowska A.: Percepcja wzrokowa i jej analogie do innych form percepcji. Mózg a zachowanie, PWN, s. 147–183, Warszawa, 1997 r.
16. Greve J.M.D., Santos L., Alonso A.C., Tate D.G.: Prowadzenie metod oceny dla osób sprawnych fizycznie i osób z niepełnosprawnością kończyn dolnych: przegląd metod oceny. s. 638–647, Kliniki, 2015 r.
17. Idzikowski A.: Stan techniczny i wyposażenie pojazdów samochodowych a bezpieczeństwo ruchu drogowego. Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management nr 46, s. 94–106, Bydgoszcz, 2011 r.
18. Jasiak A., Misztal A.: Makroergonomia i projektowanie makroergonomiczne. Materiały pomocnicze. Wydaw. Politechniki Poznańskiej, s. 75, Poznań, 2004 r.
19. Kaleta P., Żurkowski Z.: Wpływ barier architektonicznych na możliwości kształcenia się osób niepełnosprawnych ruchowo w Zabrze. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie z. 63a, Śląsk, 2012 r.
20. Karpiński R., Zysińska M.: Uwarunkowania merytoryczno-prawne dotyczące wymagań technicznych oraz zasad dopuszczania do ruchu pojazdów przeznaczonych do kierowania przez osoby niepełnosprawne ruchowo lub do ich przewożenia. Logistyka – nauka 3/2015, s. 2080, Poznań, 2015 r.
21. Kowal E., Rybakowski M., Dudarski G.: Subiektywna ocena ergonomiczności stanowiska pracy kierowcy zawodowego. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka, nr. 5, Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy, s. 15–18, Warszawa, 2013 r.
22. Kowalski K., Starzyński D., Pac-Raszewska K., Denys M.: Projektowanie bez barier – wytyczne. Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa, 2010 r.
23. Koźma M., Skitek P., Sydor M.: Ergonomiczne kryteria doboru dostosowań pojazdów osobowych dla osób z dysfunkcjami narządów ruchu. Cz. 1: Diagnoza potrzeb. Transport Samochodowy z.3 , s. 107–116., Warszawa, 2016 r.
24. Koźma M., Skitek P., Sydor M.: Ergonomiczne kryteria doboru dostosowań pojazdów osobowych dla osób z dysfunkcjami narządów ruchu. Cz. 2: Propozycja algorytmu adaptacji z. 3, s. 107–116., Warszawa, 2016 r.

25. Lipski A.: Metody badań społecznych, Prace Naukowe/Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, cz. 4, Katowice 2012 r.
26. Łuczak A., Tarnowski A.: Artefakty w opartych na metodach kwestionariuszowych badaniach psychologicznych kierowców, Medycyna Pracy, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi, z. 65(3), s.373 – 385, Łódź 2014 r.
27. Łukasik Z., Bril J., Bril D.: Zagrożenia związane z transportem drogowym. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe nr. 3, Radom, 2013 r.
28. Małachowski J., Sybilski K., Szafrńska A., Baranowski P.: Analiza kinematyki kierowcy wykorzystującego oprzyrządowania dla osoby niepełnosprawnej na podstawie skanowania 4D. Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze z. 2, s. 24, Warszawa, 2014 r.
29. Małachowski J., Sybilski K.: Analiza wpływu usprawnień dla kierowców niepełnosprawnych na ich bezpieczeństwo w trakcie zderzenia czołowego. Zeszyty Naukowe. Mechanika. Politechnika Opolska 2014, z. 103, s. 23–24, Opole, 2014 r.
30. Misztalewski K., Daniluk A.: Konkurencyjność w branży motoryzacyjnej na przykładzie rynku sprzedaży samochodów w Polsce. Akademia Zarządzania 2018 2(2), s. 68–85, Białystok, 2018 r.
31. Muślewski Ł., Muciok Ł., Dulcet E.: Analiza i ocena wpływu uwarunkowań ergonomicznych stanowiska operatora na bezpieczeństwo działania systemu eksploatacji środków transportowych. Logistyka 4/2015, s.2056–2063, Poznań, 2015 r.
32. Paczkowski A., Więckowski D.: Symulatory jazdy samochodem w szkoleniu osób niepełnosprawnych. Logistyka 4/2104, Warszawa, 2014 r.
33. Pellerito J.M.: Driver rehabilitation and community mobility. Principles and practice, St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby, 2006 r.
34. Plewka Cz.: Kierowanie własnym rozwojem zawodowym. Studium teoretyczne i egzemplifikacje praktyczne. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, s.28, Koszalin 2015 r.
35. Rosner J.: Ergonomia. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, s.14–16, Warszawa, 1985 r.
36. Rzymkowski C.: Analiza zagrożenia obrażeniami niepełnosprawnych pasażerów samochodu w czasie wypadku drogowego. Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, Politechnika Warszawska 2008 nr.71, s.23–34, Warszawa, 2008 r.

37. Schaupp G., Seeanner J., Jenkins C., Manganelli J. i in.: Wheelchair Users' Ingress/Egress Strategies While Transferring Into and Out of a Vehicle. SAE Technical Paper 2016-01-14, s. 33, 2016 r.
38. Songer T., Ph.D., M.Sc.: The Injury Risk to Wheelchair Occupants Using Motor Vehicle Transportation. Annu Proc Assoc Adv Automot Med. 2004; 48: s.115–129, 2004 r.
39. Sowiński A., Zysińska M., Dziedziak P.: Badanie techniczne pojazdów po zmianach konstrukcyjnych, dostosowanych do korzystania przez osoby niepełnosprawne. Logistyka 3/2015, Warszawa, 2015 r.
40. Stasiak-Cieślak B., Dziedziak P., Sowiński A., Jarosiński W.: Kontrola techniczna pojazdów z adaptacjami przeznaczonymi dla osób z niepełnosprawnościami. Transport Samochodowy z. 3, s. 89–106, Warszawa, 2016 r.
41. Stasiak-Cieślak B., Szczepański T., Ślęzak M., Skarbek-Żabkin A., Malawko P.: Pojazdy autonomiczne jako ułatwienie mobilności kierowców z niepełnosprawnością. Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania nr II/2018(27), s. 9, Warszawa, 2018 r.
42. Stasiak-Cieślak B.: Procedura doboru urządzeń adaptacyjnych wspomagających prowadzenie samochodu przez kierowcę z niepełnosprawnością. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport nr. 121, s. 363–373, Warszawa, 2018 r.
43. Sybilski K., Małachowski J.: Modelowanie sił mięśniowych i ich wpływ na zachowanie kierowcy niepełnosprawnego w trakcie zderzenia czołowego. XIII Konferencja Naukowa „Majówka Młodych Biomechaników im. prof. Dagmary Tejszerskiej”. Materiały konferencyjne, Ustroń, 2016 r.
44. Sydor M., Zabłocki M., Butlewski M.: Ergonomiczne wymagania stawiane pojazdom samochodowym dla osób z niepełnosprawnościami. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka tom 10, s. 10–14, Warszawa, 2017 r.
45. Sydor M., Zabłocki M., Gabryelski J.: Analiza sekwencji czynności podczas wsiadania i wysiadania niepełnosprawnego kierowcy do i z samochodu osobowego. Mechanika w Medycynie pod redakcją M. Korzyńskiego i J. Cwanka. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, s. 219-226, Rzeszów, 2008 r.
46. Szafrąńska A., Sybilski K., Małachowski J.: Koncepcja uchwytu na kierownicę dla osób niepełnosprawnych. Logistyka nr 4, s. 5905–5913, Warszawa, 2015 r.
47. Szluz B.: Osoby niepełnosprawne w Unii Europejskiej – sytuacja i perspektywy. Seminarium Poszukiwania naukowe, nr 24, s. 325–337, Warszawa, 2007 r.

48. Szreder M.: Losowe i nielosowe próby w badaniach statystycznych. Przegląd Statystyczny nr 5 zeszyt 4, s. 168–174, Gdańsk, 2010 r.
49. Świątek J.: Kryteria ergonomiczne w procesie projektowo–konstrukcyjnym sprzętu i pomocy dla osób niepełnosprawnych. Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Włókienniczych POLMATEX-CENARO, s. 1–4, Łódź, 2001 r.
50. Ucińska M., Odachowska E., Klamra M., Ścigała D.K.: Wpływ zaburzeń psychosomatycznych na funkcjonowanie w ruchu drogowym. Logistyka 3/2015, s. 4874–4882, Poznań, 2015 r.
51. Ucińska M., Odachowska E., Klamra M.: Stopień niepełnosprawności i percepcja ruchu drogowego. Logistyka 4/2015, s. 1097–1106, Poznań, 2015 r.
52. Ucińska M., Stasiak-Cieślak B.: Niepełnosprawny kierowca w ruchu drogowym – kompleksowe wspieranie mobilności. Autobusy 12/2016, s. 489–494, Warszawa, 2016 r.
53. Ucińska M., Stasiak-Cieślak B.: Testy funkcjonalne jako element określenia możliwości kierowania pojazdem przez osoby z niepełnosprawnościami. Autobusy 2/2017, s. 463–468, Radom, 2017 r.
54. Van Roosmalen PhD.L., Orton N.R.: Safety, usability and independence for wheelchair-seated drivers a front-row passengers of private vehicles. A qualitative research study. Journal of Rehabilitation Research and Development nr 50, s. 239, 2013 r.
55. Waszkowska M., Dudek B.: Proces starzenia się a psychologiczne orzekanie o zdolności do kierowania pojazdami. Medycyna Pracy 55(6), s. 447–453, Łódź, 2004 r.
56. Więckowski D.: Analiza w dziedzinie czasu drgań pionowych ze względu na komfort podróżowania dziecka w samochodzie. Mechanika. Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 5-M/2012, zeszyt 10, s. 74, Kraków, 2012 r.
57. Wirwicki M.: Analiza układów antropometrycznych w wnętrzu samochodu osobowego w środowisku programu CATIA. Logistyka, Logistyka 3/2011, s. 2953., Poznań, 2011 r.
58. Wojs J.: Wybrane urządzenia specjalne do samochodów dla osób niepełnosprawnych. Mechanika, s. 209–220, Kraków, 1998 r.
59. Wołek M.: SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan) jako narzędzie kształtowania zrównoważonej mobilności miejskiej. Logistyka nr 2, Poznań, 2014 r.
60. Zabłocki M., Sydor M.: Możliwości adaptacji samochodu dla kierowcy z dysfunkcją kończyn dolnych. Mechanika w Medycynie nr. 9, s. 287–296, Rzeszów, 2008 r.
61. Zabłocki M., Torzyński D.: Analiza procesu decyzyjnego wyboru, adaptacji i zakupu samochodu osobowego przez osoby z niepełnosprawnościami motorycznymi. Zeszyty

Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie, 2016 r., nr 70, s. 227–24, Poznań, 2016 r.

62. Zysińska M., Przybylski W.: Pojazdy dla osób niepełnosprawnych ruchowo w świetle przepisów homologacyjnych. Logistyka 4/2014, Warszawa, 2014 r.

Dokumenty normalizacyjne

63. Pomoce do chodzenia obsługiwane obydwoma rękoma. Wymagania i metody badań. Część 2: Rolatory, PN-EN ISO 11199-2:2005, pkn.pl, 11.08.2018 r.

64. Pomoce do chodzenia obsługiwane obydwoma rękoma. Wymagania i metody badań. Część 1: Balkoniki do chodzenia, PN-EN ISO 11199-1:2004, pkn.pl, 08.08.2018 r.

65. Pomoce do chodzenia obsługiwane obydwoma rękoma. Wymagania i metody badań. Część 3: Stoliki do chodzenia, PN-EN ISO 11199-3:2008, pkn.pl, 09.07.2018 r.

66. Wózki inwalidzkie napędzane ręcznie. Wymagania i metody badań, PN-EN 12183:2014-07, pkn.pl, 19.08.2018 r.

67. Wózki inwalidzkie z napędem elektrycznym, skutery i ich zasilanie. Wymagania i metody badań, PN-EN 12184:2010, pkn.pl, 09.08.2018 r.

68. Wyroby pomocnicze dla osób niepełnosprawnych. Wymagania ogólne i metody badań, PN-EN 12182:2012, pkn.pl, 09.08.2018 r.

Akty prawne

69. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 21 kwietnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów dokumentów stosowanych przy tych badaniach, Dz. U. 2015 poz. 776.

70. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 20 maja 2016 r. w sprawie wzorów dokumentów stwierdzających uprawnienia do kierowania pojazdami, Załącznik nr 1, Dz. U. 2016 poz. 702.

71. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 6 maja 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia, Dz. U. 2016 poz. 858.

72. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu, Dz. U. 2012 poz. 1468.

Strony internetowe

73. Dyskomfort Encyklopedia PWN, encyklopedia.pwn.pl, 07.09.2019 r.
74. Dyskomfort. Słownik Języka Polskiego PWN, sjp.pwn.pl, 09.10.2019 r.
75. Esiyok B., Korkusuz I., Canturk G., Alkurt Alkan H., Gokmen Karaman A. & Hamit Hanci I.: Road traffic accidents and disability: a cross-section study from Turkey. *Disability and Rehabilitation*, Pages 1333–1338 | Accepted 01 Feb 2005, Published online: 07 Jul 2009, online <https://doi.org/10.1080/09638280500164867>.
76. Fitzgerald SG, Songer T, Rotko KA, Karga P.: Motor vehicle transportation use and related adverse events among persons who use wheelchairs. *Assist Technol.* 2007, Winter; 19(4):180-7, doi: 10.1080/10400435.2007.10131875.
77. Frejlich Cz.: Ergonomia i wzornictwo. wfp.asp.krakow.pl, 01.01.2020 r.
78. Haubert L.L., Mulroya S.J., Hatchetta P.E., Eberly V.J., Manekobkunwonga S., Gronleya J.K. et al.: Car transfer and wheelchair loading techniques in independent drivers with paraplegia. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 201513.
79. Lubaś P.: Diagnoza ergonomicznych czynników ryzyka. Państwowa Inspekcja Pracy, Okręgowy Inspektorat w Szczecinie, szczecin.pip.gov.pl, 20.12.2019 r.
80. Marszał E.: Występowanie, diagnostyka i leczenie padaczki u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym. *Neurologia Dziecięca*, vol.15/2006, nr 30, s. 65–68, neurologia-dziecieca.pl, 28.10.2019 r.
81. Miareczko B., Jędrzejewska M.: Znakowanie wyrobów znakiem CE oraz odpowiedzialności producenta, ciop.pl, 02.01.2020 r.
82. Monacelli E., Dupin F, Dumas C., Wagstaff P.: A review of the current situation and same future developments to aid disabled and senior drivers in France. *IRBM* 2009; 30:234-9. doi: 10.1016/j.irbm.2009.09.004.
83. Paraplegia. Słownik Języka Polskiego PWN, sjp.pwn.pl, 14.06.2019 r.
84. Rodseth J, Washabaugh EP, Al Haddad A, Kartje P, Tate DG, Krishnan C: Nowatorskie, niedroge rozwiązanie do oceny prowadzenia pojazdu przez osoby niepełnosprawne. *Zastosuj Ergon*, listopad. 2017 r., nr.65: s. 335–344, doi: 10.1016 / j.apergo.2017.07.002. Epub 29 lipca 2017 r.
85. Schneider LW, Klinich KD, Moore JL, MacWilliams JB.: Using in depth investigations to identify transportation safety issues for wheelchair-seated occupants of motor vehicles. *Med. Eng. Phys.* 2010 Apr; 32 (3): 237–47, doi: 10.1016/j.medengphy.2009.09.001. Epub 2009 Oct 2.
86. Taylor Frederick Winslow. Encyklopedia PWN, encyklopedia.pwn.pl, 10.11.2019 r.

87. Tetraplegia. Słownik Języka Polskiego PWN, sjp.pwn.pl, 15.05.2019 r.
88. Wika E.: Literalizacja i jej wpływ na funkcjonowanie u dziecka. Pedagogika Specjalna – portal dla nauczycieli, pedagogika-specjalna.edu.pl, 10.05.2019 r.
89. Wstępne dane z BAEL za 2015 rok, niepelnosprawni.gov.pl, 07.01.2020 r.