

dr inż. MACIEJ SYDOR  
 Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
 dr hab. inż. MAREK ZABŁOCKI  
 dr inż. MARCIN BUTLEWSKI  
 Politechnika Poznańska  
 Kontakt: sydor@up.poznan.pl  
 DOI: 10.5604/01.3001.0010.5231

# Ergonomiczne wymagania stawiane pojazdom samochodowym dla osób z niepełnosprawnościami

Samodzielne przemieszczanie się ma istotny wpływ na jakość życia każdego człowieka, jest to szczególnie ważne dla osób z niepełnosprawnościami. W artykule przedstawiono wytyczne ergonomiczne dotyczące techniki przystosowywania indywidualnych samochodów do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy i pasażera. Opisywane rozwiązania osobno ujęto dla indywidualnych samochodów osobowych oraz osobno dla uniwersalnych samochodów do przewożenia dowolnego użytkownika wózka inwalidzkiego. Podsumowanie artykułu stanowi skonfrontowanie wytycznych z zasadami ergonomii.

*Słowa kluczowe: osoby z niepełnosprawnością, przystosowany samochód osobowy, wytyczne ergonomiczne*

## Ergonomics requirements for personal vehicles for persons with disabilities

Independent mobility is significant for everybody's quality of life; it is especially important for people with disabilities. This article presents ergonomics guidelines for adapting individual cars to meet the needs of drivers with disabilities and their passengers. The solutions have been described for individual cars and for universal cars for transporting any user of a wheelchair. This article ends with a confrontation of the guidelines with the principles of ergonomics.

*Keywords: persons with disabilities, adapted car, ergonomics guidelines*



Fot. vchal/Bigstockphoto

## Wstęp

Możliwość samodzielnego przemieszczania się za pomocą pojazdów samochodowych ma decydujący wpływ na jakość życia współczesnego człowieka. Dotyczy to w szczególności osób z niepełnosprawnościami, dla których rodzaje potencjalnych problemów ergonomicznych w pojazdach, a także sposoby ich rozwiązywania, zależne są od postaci niepełnosprawności. Przykładowo osoby niesłyszące i niedosłyszące nie wymagają specjalnego przystosowania pojazdu, osoby z dysfunkcją narządu wzroku mogą wymagać niewielkiej asysty przy wsiadaniu i wysiadaniu. Z oczywistych względów dysfunkcja narządu wzroku, której nie można skorygować szklami korekcyjnymi, wyklucza możliwość samodzielnego kierowania pojazdem. Jeżeli wejście lub wyjście z pojazdu nie wymaga znacznego wysiłku fizycznego lub jest ułatwione np. dzięki uchwytnom, to osoby z niewielkimi niepełnosprawnościami ruchowymi również mają możliwość samodzielnego

korzystania ze standardowego pojazdu. Największy zakres wymaganych zmian przystosowawczych w pojazdach dotyczy osób o znacznych dysfunkcjach narządu ruchu, a zwłaszcza osób poruszających się za pomocą wózków inwalidzkich.

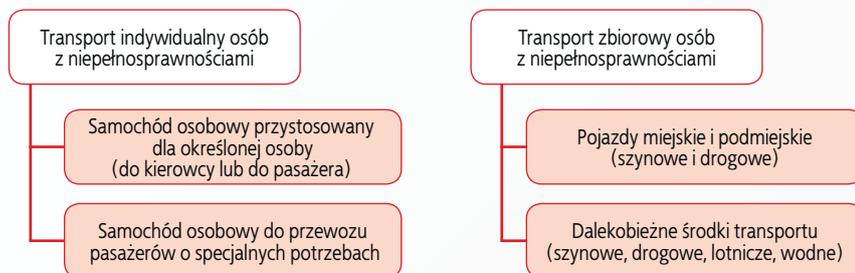
Problematyka dostosowania indywidualnych pojazdów do użytkowników o specjalnych potrzebach jest przedmiotem wielu publikacji krajowych (np. [1-14]) oraz zagranicznych (np. [15-20]). Część z nich ma charakter przeglądowy (np. [21-23]) lub nawet monograficzny (np. [24-25]). Główne obszary problemowe w ergonomii pojazdów dla osób o specjalnych potrzebach przedstawiono na rys. 1., na którym umownie podzielono środki transportu na indywidualne oraz te wykorzystywane w transporcie zbiorowym.

Celem tego artykułu jest opisanie urządzeń z zakresu tzw. asystującej techniki, wykorzystywanych w transporcie indywidualnym. Przedstawione rozwiązania mogą być stosowane w życiu codziennym, a także podczas wykonywania pracy zarobkowej.

Opisu rozwiązań technicznych wykorzystywanych przy przystosowywaniu pojazdów dokonano z punktu widzenia ich zgodności z zasadami ergonomii. Jak pokazano na rys. 1., środki transportu wykorzystywane w transporcie indywidualnym można podzielić na dwie podgrupy:

- pojazdy przystosowane do kierowania przez określonego kierowcę niepełnosprawnego lub do przewożenia określonego niepełnosprawnego pasażera (wykorzystywane zazwyczaj jako pojazdy prywatne)
- pojazdy przystosowane do przewożenia różnych osób niepełnosprawnych, a zwłaszcza użytkowników wózków inwalidzkich (używane najczęściej przez różnego rodzaju instytucje).

Wszystkie wyroby z zakresu asystującej techniki sklasyfikowane są w normie ISO 9999:2016 *Assistive products for persons with disability – Classification and terminology*. Urządzenia wspomagające osoby niepełnosprawne w pojazdach umieszczono w grupie „12” (*Assistive products for activities and participation relating to personal mobility and*



Rys. 1. Transport dostępny dla osób z niepełnosprawnościami

Fig. 1. Transport available for people with disabilities

transportation). Urządzenia wspomagające osoby niepełnosprawne w pojazdach przystosowanych do kierowania przez określonego kierowcę znajdują się w podgrupie drugiego poziomu „12 12” (*Vehicle accessories and vehicle adaptations*), natomiast pojazdy służące do przewozu różnych osób niepełnosprawnych o zbliżonej formie niepełnosprawności – w podgrupie „12 10” (*Cars, vans and trucks*). Kluczowe wymagania prawno-techniczne, które muszą spełnić w Polsce urządzenia adaptujące samochód do osoby niepełnosprawnej, to:

- zgodność z wymaganiami prawa wspólnotowego, krajowego oraz z wewnętrznymi regulacjami producentów samochodów<sup>1</sup> (np. adaptacje niepowodujące ograniczenia ochrony ubezpieczeniowej lub utraty gwarancji producenta) [12,27]

- urządzenia adaptujące powinny być sprawne w zakresie wszystkich swoich funkcji określonych przez ich producenta [12,27-28].

Można wskazać dodatkowe wymagania, które powinno spełnić oprzyrządowanie pojazdu:

- nie może ono pogarszać ergonomii pojazdu, a więc nie może ograniczać zakresu regulacji fotela, zmniejszać dostępu do fabrycznych przełączników i przycisków, a zwłaszcza nie powinno uniemożliwiać lub utrudniać korzystania z fabrycznych urządzeń sterowniczych (ma to na celu umożliwienie kierowania samochodem przez osobę pełnosprawną [28])

- nie może pogarszać jakości wzorniczej wnętrza samochodu, a po jego demontażu fabryczne urządzenia sterownicze oraz pozostałe elementy wnętrza pojazdu powinny mieć pełną funkcjonalność. Ma to znaczenie w przypadku odsprzedaży pojazdu lub w przypadku przeróbek wynikających ze zmian poziomu niepełnosprawności [12].

Obecnie w Polsce nie ma przepisów prawnych regulujących dopuszczanie do ruchu pojazdów przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych [11]. Istnieją uregulowania dotyczące wybranych elementów adaptujących, np. wind dla osób nie-

pełnosprawnych, natomiast nie ma przepisów dla urządzeń zmieniających sposób sterowania przyspieszaniem i hamowaniem pojazdu [14]. Pozostałe elementy adaptujące podlegają ogólnym zasadom prawnym. Przykładowo zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi, elementy wyposażenia i części pojazdów związane z bezpieczeństwem ich używania mogą być stosowane w pojazdach, jeżeli spełniony jest co najmniej jeden z warunków: 1) mają międzynarodowe znaki homologacji, tj. znaki Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ lub znaki Unii Europejskiej; 2) oznakowane są przez producenta pojazdu lub przez jego dostawcę (pod warunkiem, że pojazd jest homologowany); 3) oznakowane są tzw. znakiem zgodności CE.

### Przykładowe rozwiązania techniczne w samochodach przystosowanych do określonej osoby niepełnosprawnej

Większość seryjnych samochodów osobowych można wyposażyć w indywidualne oprzyrządowanie przeznaczone dla określonej osoby z niepełnosprawnością ruchową [12,22]. Przy takiej adaptacji można wyróżnić cztery ergonomiczne obszary problemowe: 1) wsiadanie lub wysiadanie, 2) kierowanie, 3) załadunek i wyładunek wózka inwalidzkiego, 4) czynności obsługowe. W przypadku niepełnosprawnego kierowcy zwykle adaptuje się do potrzeb wynikających z niepełnosprawności pierwszy, drugi lub trzeci z czterech wymienionych obszarów, natomiast obszar czwarty nie jest zwykle „oprzyrządowany”, co wyjaśniono w dalszej części artykułu. W przypadku adaptacji pojazdu do niepełnosprawnego ruchowo pasażera stosuje się środki wspomagające wsiadanie i wysiadanie (czyli adaptuje się pierwszy z wyżej wymienionych obszarów).

#### Obszar pierwszy – urządzenia wspomagające wsiadanie lub wysiadanie

Możliwości samodzielnego wsiadania do pojazdu zależą od rodzaju i zakresu niepełnosprawności, zdolność ta jest kluczowa dla użytkowników wózków inwalidzkich [29], czyli dla osób o największej

niepełnosprawności ruchowej. Możliwe są w tym kontekście następujące sytuacje [12,27]:

- nie ma konieczności stosowania dodatkowych urządzeń (rys. 2a)

- wymagane są dodatkowe uchwyty
- wymagane są zmiany w obrębie fotela kierowcy lub pasażera: dodatkowe elementy łączące siedzisko wózka i samochodu (rys. 2b), zwiększony zakres regulacji fotela (rys. 2c), fotel obracany i częściowo wysuwany z pojazdu (rys. 2d)

- wymagana jest dźwignica dla użytkownika nieprzesiadającego się samodzielnie na fotel lub pochylnia dla osoby kierującej (lub przewożonej) na wózku inwalidzkim.

Samodzielne wsiadanie i wysiadanie w połączeniu z samodzielnym załadunkiem i wyładunkiem wózka inwalidzkiego może powodować wiele problemów. Należą do nich m.in.: zwiększone wymagania wobec wózka, ryzyko uszkodzenia pojazdu podczas załadunku, niedostatek wewnętrznej przestrzeni, nadmierne obciążenia biomechaniczne układu ruchu czy długotrwałość całej procedury [4]. Konceptyjne, alternatywne rozwiązania zakresie zakładają możliwość zajmowania miejsca w pojeździe przez kierowcę z niepełnosprawnościami bez potrzeby przesiadania się na fotel pojazdu (rys. 3.).

Warianty przedstawione na rys. 3. muszą jednak sprostać wielu trudnym do rozwiązania problemom technicznym, jak np. chociażby odpowiedni sposób mocowania wózka do podłogi pojazdu, stabilizacja ciała w trakcie jazdy oraz zapewnienie bezpieczeństwa w przypadku kolizji.

#### Obszar drugi

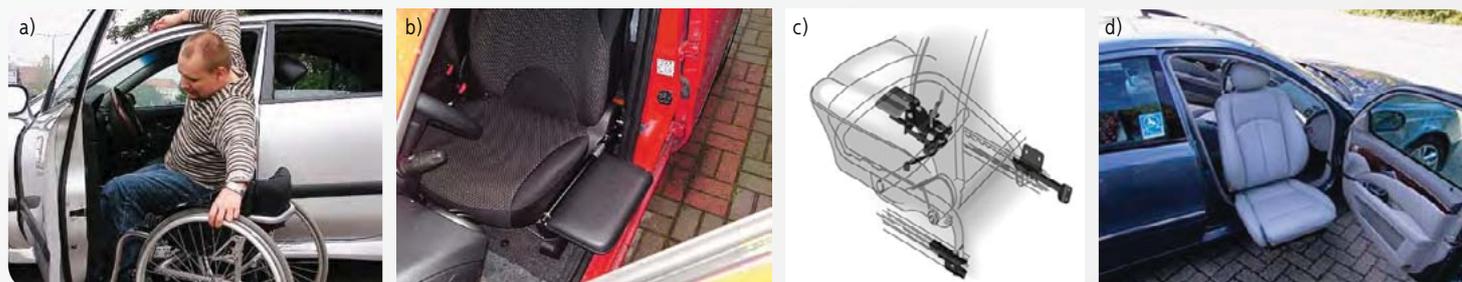
– urządzenia wspomagające kierowanie

Z punktu widzenia doboru zakresu i rodzaju indywidualnej adaptacji samochodu do niepełnosprawnego kierowcy można wyróżnić co najmniej osiem rodzajów stosowanych rozwiązań w zależności od rodzaju niepełnosprawności [12,25]:

- samochód z automatyczną skrzynią biegów, bez konieczności dokonywania modyfikacji, a w przypadku samochodu z manualną skrzynią biegów stosuje się automatyczne urządzenie wyprzęgające lub mechaniczne sprzęgło włączane lewą lub prawą ręką (dysfunkcje w obrębie lewej kończyny dolnej)

- samochód z automatyczną skrzynią biegów; można zamienić miejscami pedały przyspieszenia i hamulca, a w przypadku samochodu z manualną skrzynią biegów stosuje się ręczne sterowanie przyspieszeniem i hamulcem (dysfunkcje w obrębie prawej kończyny dolnej)

- samochód z automatyczną skrzynią biegów oraz intensywne wspomaganie kierownicy; adaptacja polega na przeniesieniu na prawą rękę sterowania kierunkowskazami, światłami drogo-



Rys. 2. Wspomaganie wsiadania i wysiadania: a – przesiadanie się z samochodu na wózek inwalidzki (fot. Marek Zabłocki), b – składana ławeczka ułatwiająca przesiadanie się z wózka inwalidzkiego do samochodu i odwrotnie (fot. Krzysztof Marach), c – przedłużone szyny fotela, d – fotel z mechanizmem obrotu i wysuwu (fot. Krzysztof Marach)

Fig. 2. Getting in and out of a car assist: a – moving from a car to a wheelchair (photo by Marek Zabłocki), b – a folding bench facilitating moving from a wheelchair to a car and vice versa (photo by Krzysztof Marach), c – lengthened seat rails, d – seat with a mechanism of rotation and insertion (photo by Krzysztof Marach)

wymi, mijania i ewentualnie sygnałem dźwiękowym, możliwe jest zastosowanie sterowania głosem kierunkowskazami, światłami zewnętrznymi i sygnałem dźwiękowym (dysfunkcje w obrębie lewej kończyny górnej)

- samochód z automatyczną skrzynią biegów, czujnik deszczu oraz intensywne wspomaganie kierownicy; adaptacja polega na przeniesieniu na lewą stronę sterowania wycieraczkami i ewentualnie sygnałem dźwiękowym, ewentualnie zastosowania sterowania wycieraczkami i sygnałem dźwiękowym za pomocą komend głosowych (dysfunkcje w obrębie prawej kończyny górnej)

- w przypadku samochodu z automatyczną skrzynią biegów – ręczne sterowanie przyspieszeniem i hamulcem, a w przypadku samochodu z manualną skrzynią biegów – ręczne sterowanie przyspieszeniem i hamulcem oraz automatyczne sprzęgło (dysfunkcje w obrębie obu kończyn dolnych)

- podobnie jak w przypadku dysfunkcji kończyn dolnych; dodatkowo, w zależności od potrzeb: urządzenia ułatwiające uchwycenie kierownicy, ułatwienia i modyfikacje w zakresie sterowania kierunkowskazami, światłami zewnętrznymi, sygnałem dźwiękowym itp. (dysfunkcje czterokończynowe)

- przedłużenie pedałów, zmiana średnicy kierownicy, przedłużenie dźwigni zmiany biegów i hamulca oraz modyfikacje fotela kierowcy przez dodanie dodatkowego siedziska i oparcia, ewentualnie dodanie możliwości ręcznego sterowania przyspieszeniem i hamulcem lub sprzęgłem (niedobór wzrostu)

- inne, nietypowe postacie niepełnosprawności wymagają indywidualnego podejścia.

Kierowanie pojazdem jest możliwe nawet w przypadku całkowitej amputacji lub bardzo dużych dysfunkcji w obrębie kończyn górnych. Już w latach siedemdziesiątych XX wieku opisano sposób kierowania samochodem przez osobę z tego rodzaju niepełnosprawnością [12]. Na rys. 4. pokazano współcześnie stosowany tzw. „System Franz” (niem. *Fußlenk-System Typ Franz*) umożliwiający sterowanie kierownicą za pomocą lewej nogi [30].

Często stosowanym rodzajem przystosowania pojazdu jest urządzenie typu „ręczny gaz i hamulec” (RGH). Jest ono przeznaczone dla osób z niesprawnością w obrębie kończyn dolnych [25]. Dwa przykłady zastosowania takiego urządzenia pokazano na rys. 5.

Dla osób z dysfunkcjami w obrębie kończyn dolnych stosuje się również inne, indywidualne, adaptacje, które są opisane szczegółowo w literaturze (np. [27,25,22]).

Na rys. 6. pokazano przykład dostosowania samochodu do osoby niskiego wzrostu. W tym przypadku przystosowanie pojazdu polega na przedłużeniu pedałów przyspieszenia i hamulca, przedłużeniu dźwigni sterującej automatyczną skrzynią biegów oraz zwiększeniu zakresu regulacji fotela. Po takich zmianach fotel można przysunąć bliżej kierownicy niż jest to oferowane w konfiguracji fabrycznej samochodu.

**Obszar trzeci**

– *załadunek i wyładunek wózka inwalidzkiego*

Załadunek wózka inwalidzkiego może się odbywać:

- samodzielnie, bez urządzeń wspomagających (wózek inwalidzki trafia na siedzenie pasażera z przodu lub na tylną kanapę – rys. 7a)
- z wykorzystaniem rozkładanego podjazdu lub windy



Rys. 3. Sposób wsiadania kierowcy do pojazdu razem z wózkiem inwalidzkim (Universal Design Style)

Fig. 3. The concept of a driver in a wheelchair getting into a vehicle (Universal Design Style)



Rys. 4. „System Franz” umożliwiający kierowanie samochodem osobie bez kończyn górnych

Fig. 4. The Franz system, which enables a person without upper limbs to drive



Rys. 5. Przystosowanie typu „ręczny gaz i hamulec” w samochodzie z automatyczną skrzynią biegów: a) do osoby z paraplegią (fot. Maciej Sydor), b) do osoby z dysfunkcją czterokończynową, fot. Krzysztof Zalewski)

Fig. 5. A manual-accelerator-and-brake adaptation in a car with automatic transmission: a) for a person with paraplegia (photo by Maciej Sydor), b) for a person with quadriplegia (photo by Krzysztof Zalewski)

- samodzielnie, z wykorzystaniem dźwigni (rys. 7b i rys. 8.)
- przez osobę towarzyszącą.

Rozpowszechnionym rozwiązaniem wspomagającym załadunek wózka inwalidzkiego jest system umożliwiający załadunek wózka niezłożonego lub złożonego „na szerokość”. Na rys. 8. pokazano przykładowe rozwiązanie umożliwiające załadunek nieskładanego wózka.

W rozwiązaniu widocznym na rys. 8. istnieje konieczność rezygnacji z jednego (wózek o ramie składanej) lub z dwóch (wózek nieskładany) miejsc siedzących z tyłu. Półautomatyczna dźwignica współpracuje z automatycznie otwieranymi przesuwnie drzwiami tylnymi.

**Obszar czwarty – obsługa samochodu przez kierowcę z niepełnosprawnością**

Kolejnym obszarem dostosowań są czynności obsługowe samochodu, takie jak: tankowanie, sprawdzenie poziomu płynów, oleju, ciśnienia w oponach itp. Są to czynności, które w obecnie produkowanych samochodach albo nie wymagają obsługi, albo zostały znacznie uproszczone. Obszar ten w dostosowaniach do osób z niepełnosprawnościami bardzo często jest pomijany z uwagi na założenie niewielkiej częstości tych działań we współczesnych pojazdach oraz możliwość wyłączenia przez inne osoby. W przeszłości zastosowanie znajdowały specjalne narzędzia, w które wyposażony był pojazd, np. w celu umożliwienia

osobom z dysfunkcją kończyn dolnych zmiany koła w pojeździe.

**Przykładowe rozwiązania techniczne w samochodach przystosowanych do przewozu osób niepełnosprawnych**

Samochody przystosowane do przewozu osób niepełnosprawnych przeznaczone są dla osób ze znaczną niepełnosprawnością narządu ruchu, zwłaszcza dla osób poruszających się za pomocą wózków inwalidzkich. Są przystosowane do przewozu wielu różnych osób o podobnej niepełnosprawności, zwykle są wykorzystywane w instytucjach, choć mogą również służyć do użytku prywatnego. Przystosowanie takiego pojazdu zwykle wymaga zmian polegających na:

- montażu rozkładanego podjazdu lub windy dla wózka inwalidzkiego (np. rys. 5a lub rys. 5b)
- instalacji systemu kotwiczenia wózka inwalidzkiego oraz urządzeń przytrzymujących jego użytkownika (np. rys. 5c)
- zmiany mocowania (przynajmniej części) foteli, tak aby umożliwić ich przesuwanie i demontaż w razie zmiany potrzeb transportowych
- instalacji dodatkowych stopni, wewnętrznych uchwytów
- oznakowaniu zewnętrznym samochodu zgodnym z prawem o ruchu drogowym (art. 54 PRD).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2007/46 definiuje wymagania techniczne dotyczące samochodów służących do przewozu



Rys. 6. Przystosowanie pojazdu do osoby z niedoborem wzrostu

Fig. 6. Adaptation for a person with dwarfism

osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich: „Pojazd przystosowany do przewozu wózków inwalidzkich oznacza pojazd (...) zbudowany lub przerobiony specjalnie w ten sposób, aby pomieścić co najmniej jedną osobę siedzącą na wózku inwalidzkim w trakcie jazdy”. W tego rodzaju pojeździe miejsce na wózek inwalidzki jest traktowane jako miejsce siedzące i musi być wyposażone w zintegrowane urządzenie przytrzymujące (zawierające urządzenia kotwiczące wózek oraz pasy dla jego użytkownika – rys. 9c). System kotwiczenia wózka musi wytrzymać siły określone w normie ISO 10542-1:2012, a szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne muszą spełniać wymogi dyrektywy 77/541/EWG i właściwej części normy ISO 10542.

Z uwagi na dość duże zapotrzebowanie na miejsce oraz znaczną masę wózków o napędzie elektrycznym, rekomendowane jest użycie samochodów ciężarowych klasyfikowanych homologacyjnie w grupie N1 (samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej 3,5 t), [26]. Wózek inwalidzki dopuszczony do przewożenia samochodem jego użytkownika musi być certyfikowany zgodnie z wymaganiami normy ISO 7176-19 (co nie jest przeprowadzane przez wszystkich producentów wózków, ponieważ nie jest obowiązkowe).

### Zgodność stosowanych rozwiązań z zasadami ergonomii oraz ich kompatybilność z innymi urządzeniami technicznymi

Współczesne urządzenia adaptujące powinny być ergonomiczne, kompatybilne z konstrukcją samochodu oraz z rozwiązaniami zastosowanymi w indywidualnych przedmiotach medycznych, używanych przez osoby z niepełnosprawnościami. Zapewnienie możliwości korzystania osobie z niepełnosprawnością z pojazdu bywa na tyle trudne z technicznego punktu widzenia, że efektem może być rozwiązanie nieergonomiczne. By dostosowanie uznać za ergonomiczne, powinno ono być bezpieczne urazowo i kumulacyjnie, niewymagające wysiłku, intuicyjne i proste w stosowaniu i naprawie, budzące pozytywne odczucia użytkowników, odpowiednie również ekonomicznie – o korzystnym stosunku ceny do przynoszonych korzyści. Taki zestaw wymagań wobec rozwiązań technicznych w zakresie wspomagania niepełnosprawnego kierowcy jest trudny do osiągnięcia w całości.

W celu ułatwienia projektowania często stosuje się normy ergonomiczne zawierające zobiektywowane wartości kluczowe od strony ergonomicznej parametrów, takie jak PN-EN ISO 28803:2012E (*Ergonomia środowiska fizycznego – Stosowanie Norm Międzynarodowych w odniesieniu do osób o wymaganiach szczególnych*). Norma ISO/IEC



Rys. 7. Samodzielny załadunek wózka inwalidzkiego: a) na tylne siedzenie, po wypięciu kół (fot. Marek Zablocki), b) za pomocą automatycznej dźwigni do bagażnika samochodu (fot. David Lisbona)

Fig. 7. A driver loading a wheelchair: a) to the rear seat, having removed the wheels (photo by Marek Zablocki), b) to the trunk of the car using an automatic crane (photo by David Lisbona)



Rys. 8. System załadunku wózka inwalidzkiego na tylne siedzenie (na podstawie: Rausch Technik GmbH)

Fig. 8. A system for loading a wheelchair to the rear seat (source: Rausch Technik GmbH)



Rys. 9. Przykład pojazdu przystosowanego do przewozu osoby na wózku inwalidzkim: a – podjazd, b – winda, c – elementy do kotwiczenia wózka inwalidzkiego

Fig. 9. A sample vehicle suitable for transporting a person in a wheelchair: a – ramp, b – lift, c – elements for anchoring a wheelchair

Guide 71:2014 oraz ISO/TR 22411 uwzględnia zalety, w tym również wymagania użytkowników o specyficznych potrzebach odnośnie do środowiska: termicznego, akustycznego, oceny warunków wizualnych i środowiska świetlnego, jakości powietrza oraz innych (w tym wibracji), a także interakcji pomiędzy czynnikami środowiska. Bardzo ważną normą w zakresie ergonomicznego kształtowania pojazdów jest ISO/IEC TR 29138-1 *Information technology – Accessibility considerations for people with disabilities*, zawierająca wymagania odnośnie do systemów informacyjnych dla osób z niepełnosprawnościami.

#### Rola wymagań ergonomicznych

Jakkolwiek wiele norm, uwzględniając potrzeby osób z niepełnosprawnościami przede wszystkim odwołuje się do zapewnienia dostępności, warto zwrócić uwagę także na istotną rolę kontekstowych

wymagań ergonomicznych. Spełnienie niektórych z wymagań zawartych w normach ergonomicznych będzie bowiem wprawdzie zwiększać ergonomię realizacji funkcji w pojeździe przez osobę z niepełnosprawnościami, ale może ograniczyć komfort lub bezpieczeństwo kumulatywne w długim okresie czasu dla takiego kierowcy. Przykładem takiej normy jest PN-EN ISO 13732-1:2009 *Ergonomia środowiska termicznego – Metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni*, która wskazuje na konieczność uwzględniania zróżnicowanego wpływu rodzaju niepełnosprawności na poziom generowanych odczuć przy zetknięciu z różnymi powierzchniami. Wymagania te są tym ważniejsze, że osoba z niepełnosprawnościami będzie miała mniejszą możliwość kompensacji negatywnego oddziaływania środowiska pojazdu, niż ma to miejsce w przypadku osoby pełnosprawnej.

Dużym problemem jest uniknięcie negatywnych interakcji pomiędzy urządzeniami adaptującymi

a urządzeniami zwiększającymi poziom ergonomicznej jakości i bezpieczeństwo w pojeździe. Przykładowo urządzenia montowane na kierownicy, ułatwiające jej używanie jedną ręką lub niesprawnymi rękami, mogą zmniejszać bezpieczeństwo bierne pojazdu pogarszając działanie poduszki gazowej. Problematyka ta jest przedmiotem badań i analiz teoretycznych, jednak problem nie został dotychczas rozwiązany w sposób zadowalający.

#### Właściwy dobór i konfiguracja indywidualnych wyrobów medycznych

Z adaptacjami pojazdów związane są również tzw. indywidualne przedmioty medyczne. Wiele tego rodzaju wyrobów jest projektowanych w sposób ułatwiający korzystanie z pojazdów samochodowych. Dotyczy to na przykład protez kończyn górnych i dolnych, których konstrukcja sprzyja samodzielnemu kierowaniu samochodem osobowym przez ich użytkownika. Innym przykładem są wózki inwalidzkie, które mogą być zaprojektowane w sposób ułatwiający:

- samodzielne umieszczanie wózka w samochodzie osobowym (mają możliwość łatwego demontażu na pojedyncze jednostki transportowe – np. wypinane koła lub składania w celu zmniejszenia objętości – np. składane oparcie)
- zautomatyzowane umieszczanie wózka za pomocą mechatronicznej dźwigni (rama składana krzyżakowo).

#### Podsumowanie

Artykuł w syntetyczny sposób przedstawia możliwy zakres i rodzaje rozwiązań technicznych adaptujących indywidualne pojazdy do potrzeb określonych osób z niepełnosprawnościami. Opisano w nim wybrane urządzenia sklasyfikowane w grupie „12” normy ISO 9999:2016. Przedstawiając rozwiązania konstrukcyjne w samochodach osobowych dla określonych kierowców wskazano, a następnie zilustrowano przykładami, cztery obszary problemów: wspomaganie wsiadania i wysiadania, wspomaganie kierowania pojazdem, wspomaganie załadunku i wyładunku wózka inwalidzkiego oraz zagadnienie okresowej obsługi pojazdu.

Przedstawione zostały również przykładowe rozwiązania techniczne, które wykorzystuje się w celu przystosowywania samochodów osobowych do potrzeb osób niepełnosprawnych, zwłaszcza tych, które poruszają się na wózkach inwalidzkich. Samochody takie zwykle są przystosowane do grupy osób o podobnych niepełnosprawnościach, ale mogą też być przystosowywane do określonego, pojedynczego pasażera.

Obszar techniki związany z adaptacjami pojazdów jest częściowo opisany przez wymagania prawne. Przykładowo wymagania dla urządzeń tego typu zawarte są w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2007/46, która określa minimalne wymagania techniczno-prawne stawiane tego typu pojazdom. Ogólne odniesienia w polskich przepisach do tej problematyki, można znaleźć w ustawie Prawo o ruchu drogowym, czy w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów.

Przy dzisiejszym stanie techniki istnieje stosunkowo dużo możliwości adaptacji typowych pojazdów, jednak nie zawsze osiąga się odpowiedni

poziom ergonomicznej jakości rozwiązania, ponieważ: 1) wymagania są wieloaspektowe, występuje tu naturalna antynomia pomiędzy projektowaniem uniwersalnym a projektowaniem indywidualnym; 2) szczegółowe wymagania użytkowników mogą być nieziane [5]. Celem poprawy stopnia dopasowania pojazdu do określonego użytkownika można sięgnąć po szereg norm i innych dokumentów, które wprawdzie nie dotyczą pojazdów, natomiast identyfikują konkretne specyficzne wymagania stawiane całej asystującej technice przez różne osoby niepełnosprawne (np. PN-EN ISO 28803:2012E, ISO/IEC Guide 71, ISO/TR 22411:2008, ISO/IEC TR 29138).

Na uzyskanie w pełni ergonomicznej adaptacji pojazdu może mieć duży wpływ konstrukcja niektórych indywidualnych przedmiotów medycznych, takich jak np. wózki inwalidzkie czy protezy kończyn [12], których właściwości użytkowe powinny uwzględniać potencjalne używanie w dostosowanych do określonej osoby niepełnosprawnej indywidualnych środkach transportu.

Najbardziej aktualnymi problemami nie do końca rozwiązanymi i opisanymi w literaturze naukowej oraz w normach i innych regulacjach są: kwestie wpływu dodatkowych elementów montowanych na kierownicy na bezpieczeństwo w trakcie kolizji, zagadnienia związane z procedurą i zakresem certyfikacji urządzeń adaptujących przez ich producentów, problem weryfikacji sprawności urządzeń adaptujących w trakcie okresowych lub dodatkowych badań technicznych przystosowanych pojazdów oraz problematyka jakości wzorniczej urządzeń adaptujących samochody.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Wojs J. *Wybrane urządzenia specjalne do samochodów dla osób niepełnosprawnych*. „Mechanika” 1998;95:209-20
- [2] Sidor M. *Analiza funkcjonalna urządzeń adaptujących samochód osobowy do potrzeb niepełnosprawnego kierowcy*. „Ergonomia niepełnosprawnym w wieku nanotechnologii i ochronie zdrowia”. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej 2006: 274-84
- [3] Rzymkowski C. *Analiza zagrożenia obrażeniami niepełnosprawnych pasażerów samochodu w czasie wypadku drogowego*. Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej 2008;71:23-34
- [4] Gabryelski J., Zabłocki M., Sidor M. *Biomechaniczne aspekty użytkowania samochodu przez osobę z dysfunkcją motoryczną*. „Mechanika w Medycynie” 2008;9:49-54
- [5] Zabłocki M., Sidor M. *Ergonomy of the inside of a motorcar cabin used by a person with locomotive disability - a case study. Part I. Anthropometric analysis*. „Journal of KONES” 2009;16:559-66
- [6] Rychlik M., Zabłocki M. *Pomiary sekwencji ruchów niepełnosprawnego kierowcy podczas wsiadania do pojazdu z zastosowaniem systemów MOCAP*. „Mechanika” 2010,83:178-185
- [7] Małachowski J., Sybilski K. *Analiza wpływu usprawnień dla kierowców niepełnosprawnych na ich bezpieczeństwo w trakcie zderzenia czołowego*. Zeszyty Naukowe Mechanika/Politechnika Opolska 2014; z. 103:23-24
- [8] Małachowski J., Sybilski K., Szafrńska A., Baranowski P. *Analiza kinematyki kierowcy wykorzystującego oprzyrządowanie dla osoby niepełnosprawnej na podstawie skanowania 4D*. „Transport Przemysłowy i Maszynny Robocze” 2015;4:24
- [9] Paczkowski A., Więckowski D. *Symulatory jazdy samochodem w szkoleniu osób niepełnosprawnych*. Logistyka 2014
- [10] Szafrńska A., Sybilski K., Małachowski J. *Koncepcja uchwytu na kierownicy dla osób niepełnosprawnych*. Logistyka 2015;4:2015
- [11] 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 2015:2080-2089

- [12] Sidor M. *Transport osób niepełnosprawnych*. In: Geremek K., Janicki S., Przeździecki B., Woźniowski M., editors. *Wyroby medyczne. Zaopatrzenie indywidualne*. 1st ed., Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2016, p. 315-28
- [13] Ucińska M., Stasiak-Cieślak B. *Niepełnosprawny kierowca w ruchu drogowym: kompleksowe wspieranie mobilności*. Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2016;17
- [14] Stasiak-Cieślak B., Dziedziak P., Sowiński A., Jarosiński W. *Kontrola techniczna pojazdów z adaptacjami przeznaczonymi dla osób z niepełnosprawnościami. Pilotażowe badanie ankietowe wśród diagnostów stacji kontroli pojazdów*. „Transport Samochodowy” 2016:86-106
- [15] Engkasan J.P., Ehsan F.M., Chung T.Y. *Ability to return to driving after major lower limb amputation*. „Journal of Rehabilitation Medicine” 2012;44:19-23
- [16] Van Roosmalen Ph.D.L., Orton N.R. *Safety, usability, and independence for wheelchair-seated drivers and front-row passengers of private vehicles: A qualitative research study*. „Journal of Rehabilitation Research and Development” 2013;50:239
- [17] Stessel D., Hegberg A., Dickerson A.E. *Driving for adults with acquired physical disabilities*. „Occupational Therapy in Health Care” 2014;28:148-53
- [18] Haubert L.L., Mulroy S.J., Hatchett P.E., Eberly V.J., Maneekobkunwong S., Gronley J.K., et al. *Car transfer and wheelchair loading techniques in independent drivers with paraplegia*. „Frontiers in Bioengineering and Biotechnology” 2015;3
- [19] Aduen P.A., Kofler M.J., Cox D.J., Sarver D.E., Lunsford E. *Motor vehicle driving in high incidence psychiatric disability: comparison of drivers with ADHD, depression, and no known psychopathology*. „Journal of Psychiatric Research” 2015;64:59-66
- [20] Sybilski K., Malachowski J., Platek P., Baranowski P. *Assessment of the biomechanical parameters of the disabled driver during frontal crash*. Advances in Mechanics: Theoretical, Computational and Interdisciplinary Issues, vol. 2, Gdańsk: 2015, p. 555-8. doi: 10.1201/b20057-119
- [21] Monacelli E., Dupin F., Dumas C., Wagstaff P. *A review of the current situation and some future developments to aid disabled and senior drivers in France*. IRBM 2009;30:234-9. doi: 10.1016/j.irbm.2009.09.004
- [22] Di Stefano M., Stuckey R., Macdonald W., Lavender K. *Vehicle modifications for drivers with disabilities: developing the evidence base to support prescription guidelines, improve user safety and enhance participation*. Melbourne: Institute for Safety, Compensation and Recovery Research (ISCR); 2015
- [23] Greve J.M.D., Santos L., Alonso A.C., Tate D.G. *Driving evaluation methods for able-bodied persons and individuals with lower extremity disabilities: a review of assessment modalities*. Clinics 2015;70:638-47
- [24] Pellerito J.M. *Driver rehabilitation and community mobility: Principles and practice*. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby; 2006
- [25] Marciniak K., editor. *Poradnik niepełnosprawnego kierowcy i pasażera*. Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Transportu Drogowego; 2013
- [26] Zysińska M., Przybilski W. *Pojazdy dla osób niepełnosprawnych ruchowo w świetle przepisów homologacyjnych*. „Logistyka” 2014;1577-88
- [27] Sidor M. *Oprzyrządowanie samochodów dla osób po URK*. Aktywna Rehabilitacja. Zwiększanie samodzielności i niezależności życiowej osób po URK, Warszawa: Jeden Świat; 2012, p. 253-63
- [28] Warunki techniczne. *Dodatkowe urządzenia sterowania hamulcami oraz przyspieszeniu pojazdu*. Wymagania i badania. Instytut Transportu Drogowego 2010
- [29] Schaupt G., Seanner J., Jenkins C., Manganelli J., Hennessy S., Truesdail C., et al. *Wheelchair Users' Ingress/Egress Strategies While Transferring Into and Out of a Vehicle*. SAE International; 2016
- [30] REHADAT I der deutschen WK. *Detailsuche – REHADAT-Hilfsmittel*. Modell: Fußlenk-System Typ Franz (Referenznummer: M/3042) 2016. [https://www.rehadat-hilfsmittel.de/de/suche/index.html?infobox=/infobox1.html&serviceCounter=1&wsdb=TEC&connectdb=hilfsmittel\\_detail&referenznr=M/3042&from=1&anzahl=5&detaillCounter=0&suche=index.html?GIx=%22franz%22](https://www.rehadat-hilfsmittel.de/de/suche/index.html?infobox=/infobox1.html&serviceCounter=1&wsdb=TEC&connectdb=hilfsmittel_detail&referenznr=M/3042&from=1&anzahl=5&detaillCounter=0&suche=index.html?GIx=%22franz%22) (accessed September 9, 2017)