

ERGONOMICZNA OCENA WYBRANYCH MODELI WÓZKÓW INWALIDZKICH Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

ERGONOMIC EVALUATION OF SELECTED MODELS OF ELECTRIC WHEELCHAIRS

Joanna Hałacz*, Jakub Pawłowski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Nauk Technicznych, Katedra Elektromechaniki,
Energetyki, Elektroniki i Automatyki, 10-719 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 11

* e-mail: jhalacz@uwm.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki ergonomicznej oceny wybranych wózków inwalidzkich z napędem elektrycznym. Obecnie produkowane wózki inwalidzkie muszą spełniać szereg szczegółowych norm i wymagań. Opracowywane są także kryteria doboru wózka do potrzeb konkretnej osoby niepełnosprawnej. Badania przeprowadzone na rzecz niniejszej pracy miały wykazać, czy pomimo spełnienia wszystkich norm, wytycznych oraz prawidłowego doboru wózka do użytkownika, będzie on realizował swoje zdania w sposób w pełni funkcjonalny i bezpieczny. Wyniki oceny mogą stanowić pomoc dla osób niepełnosprawnych w świadomej decyzji dotyczącej wyboru modelu wózka oraz podpowieść dla projektantów (producentów) wózków inwalidzkich, która ukierunkuje ich dalsze działania dotyczące poprawy poziomu ergonomicznego swoich produktów. rozetowe.

Słowa kluczowe: ergonomia, wózek inwalidzki, niepełnosprawność

ABSTRACT

This paper presents results of an ergonomic evaluation of selected electric wheelchairs. Currently produced wheelchairs must meet a range of detailed standards and requirements. Moreover, the criteria of selecting a wheelchair for a disabled individual are being developed. In this work we analyzed whether after fulfilling all of the standards, guidelines and the right choice of a wheelchair for a user, the chair will perform its function in a functional and safe manner. The findings resulting from this evaluation may help disabled people to make informed decisions when choosing a wheelchair model and may provide suggestions to designers (manufacturers) how to improve the ergonomic quality of their products.

Keywords: ergonomics, wheelchair, disability

1. Wstęp

Jak wskazują badania, najczęstszą przyczyną niepełnosprawności w Polsce, obok chorób układu krążenia, są schorzenia powodujące dysfunkcje narządu ruchu. Jakość życia osób niepełnosprawnych ruchowo oraz związana z nią integracja społeczna zależy zarówno od poziomu rehabilitacji medycznej

oraz zawodowej, jak i od aktywności życiowej tych osób [1].

Wśród wielu rozwiązań technicznych wspomagających osoby niepełnosprawne ruchowo do najważniejszych należą wózki inwalidzkie. Ich podstawowym zadaniem jest stabilizacja i utrzymanie pozycji ciała oraz lokomocja [2]. Wózki pełnią zarówno funkcje rehabilitacyjne jak i społeczne. Umożliwiają przemieszczanie się na krótkich odcinkach, związane choćby z wykonywaniem czynności w obrębie miejsca zamieszkania, jak i pokonywanie sporych odległości związanych z dotarciem do lekarza, szkoły, na rehabilitację, a także podtrzymywaniem więzi towarzyskich, korzystaniem z ośrodków kultury czy robieniem zakupów. Dzięki ich możliwościom osoby niepełnosprawne mogą uczestniczyć w niemal wszystkich formach aktywności społecznej. W zależności od rodzaju niepełnosprawności, mogą także częściowo a nawet całkowicie uniezależnić się od korzystania z opieki czy pomocy innych, co jest dla nich niezmiernie istotne.

Liczba osób korzystających z pomocy wózków inwalidzkich jest uzależniona od poziomu zamożności społeczeństwa [3]. W Polsce odsetek użytkowników wózków inwalidzkich wynosi ok. 1,5% populacji [4], podczas gdy w innych krajach wysoko rozwiniętych, takich jak Francja Japonia USA sięga ok. 2 % [5]. Wg danych GUSu liczba użytkowników wózków inwalidzkich w Polsce to w przybliżeniu 200–280 tys. osób [6].

Obecnie na rynku wózków inwalidzkich dostępnych jest wiele rozwiązań, po to aby zapewnić dostosowanie ich do różnorodnych potrzeb osób niepełnosprawnych.

Ustawa o ruchu drogowym z dnia 20 czerwca 1997 r. określa wózek inwalidzki jako: *pojazd konstrukcyjnie przeznaczony do poruszania się osoby niepełnosprawnej, napędzany siłą mięśni lub za pomocą silnika, którego konstrukcja ogranicza prędkość do prędkości pieszego* [7]. Wózki inwalidzkie produkowane jako sprzęt medyczny muszą spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN 12182:2012 oraz w przypadku wózków z napędem elektrycznym, których dotyczy niniejsza praca w normie PN-EN 12184:2014-07 [8, 9].

Wózki inwalidzkie są klasyfikowane według różnych kryteriów: ze względu na rodzaj napędu (napędzane ręcznie, silnikiem elektrycznym lub spalinowym oraz przez osoby trzecie), miejsce użytkowania (pokojowe, terenowe) oraz przeznaczenie (do doraźnego transportu, do pomieszczeń, sportowe i rekreacyjne) [10]. Istnieje również podział wózków na podstawie najważniejszych cech konstrukcyjnych według ISO 7930-1986 [11]. Obejmuje on 9 typów wózków z uwzględnieniem takich cech, jak sposób zasilania energią, objętość użytkowa, ustawienie siedziska i oparcia tylnego, kombinacja przestawień oparcia i podnóżka oraz możliwość złożenia [12].

Osoby niepełnosprawne stanowią niejednorodną grupę o różnych wymaganiach i potrzebach, co wynika z różnego rodzaju często współistniejących schorzeń i problemów zdrowotnych. W związku z tym projektanci i konstruktorzy wózków dokładają starań, aby stworzyć rozwiązania jak najbardziej odpowiadające ich oczekiwaniom.

Ważną cechą każdego wózka inwalidzkiego jest funkcjonalność, z tego względu określa się listę wymagań, które powinien spełniać. Wśród nich wymienia się następujące: sterowanie kierunkiem oraz prędkością jazdy, co powinno odpowiadać możliwościom fizycznym i potrzebom posiadacza; ciało użytkownika powinno być ustabilizowane w sposób pewny i zamierzony w przestrzeni, a układ podparcia ciała winien zabezpieczać przed odleżynami i innymi potencjalnymi kontuzjami; opiekun osoby niepełnosprawnej powinien posiadać możliwość efektywnego wspomagania użytkownika pojazdu; gabaryty wózka powinny umożliwiać przemieszczanie wewnątrz pomieszczeń; budowa powinna zapewniać szybki demontaż i montaż oraz wygodny transport samochodem; pojazd powinien być podatny na konserwację i naprawy oraz posiadać niewyróżniający się i nieodbiegający od normy wygląd [13].

Wśród klasycznych dostępnych na rynku rozwiązań nieustannie trwają prace nad nowymi projektami, które sprawdzą się w wyjątkowych sytuacjach. Przykładem mogą być wózki dla osób, które utraciły sprawność zarówno kończyn dolnych, jak i górnych. Aby zapewnić pewną samodzielność, podejmowane są próby konstrukcji wózków realizujących system sterowania falami mózgowymi rejestrowanymi przez elektroencefalograf [14, 15]. Innym problemem, z którym często spotykają się osoby niepełnosprawne są bariery architektoniczne, a w szczególności wysokie progi oraz schody. Na świecie istnieje kilka dostępnych modeli wózków, które potrafią sobie z nimi radzić, jednak bardzo wysoka cena skutecznie zniechęca potencjalnych odbiorców. W Polsce powstają

pierwsze, wciąż udoskonalane wózki inwalidzkie z opcją jazdy po schodach, które łączą w sobie funkcjonalność oraz stosunkowo niskie koszty wykonania [16, 17]. Podejmowane są także próby opracowania całkowicie nowych koncepcji, przykładem może być wózek z możliwością ruchu w pionie [18].

2. Cel pracy i metodyka badań

WJak już wspomniano, wózki inwalidzkie jako wyroby medyczne muszą spełniać wiele określonych norm i wymagań. Należałoby przypuszczać, że w związku z tym powinny być one w pełni ergonomiczne, przynajmniej w zakresie bezpieczeństwa oraz funkcjonalności, ale także komfortu użytkownika.

Celem badań była ocena ergonomiczna wybranych modeli wózków elektrycznych z napędem elektrycznym. Do badań wybrano dwa modele przeznaczone do poruszania się wewnątrz większych budynków np. centrów handlowych, miejsc rekreacyjno-kulturalnych itp. oraz trzy modele wózków, które zostały dodatkowo przystosowane do przemieszczania się na zewnątrz budynków, czyli po jezdniach i chodnikach. Dopuszczalne obciążenie badanych modeli mieściło się w zakresie 100–140 kg, pojemność akumulatora 30–75 Ah, przybliżony zasięg 30–55 km, maksymalna prędkość jazdy 8–13 km/h.

W celu przeprowadzenia analizy opracowano specjalną listę kontrolną, w której znalazły się szczegółowe pytania dotyczące cech funkcjonalnych w następujących kategoriach: siedzisko, koła, oświetlenie, zasilanie, wyposażenie dodatkowe, bezpieczeństwo użytkownika w ruchu drogowym. Następnie w oparciu o listę przeprowadzono szczegółowe oględziny każdego modelu, w trakcie użytkowania. W badaniach uczestniczyła osoba niepełnosprawna, korzystająca na co dzień z wózka inwalidzkiego o takim samym przeznaczeniu.

Poziom ergonomiczny wózków tego typu ma szczególne znaczenie, gdyż użytkownicy dzięki funkcjom wózka mają możliwość znacznego oddalenia się od miejsca zamieszkania, poruszania się w ruchu ulicznym, przewozu przedmiotów czy robienia zakupów. Jednocześnie mogą znaleźć się z dala od znanego, bezpiecznego środowiska, co czasem wymusza sprostanie nieoczekiwanym trudnościom czy niebezpiecznym sytuacjom. Dodatkowo, użytkownik, przebywając poza miejscem zamieszkania, spędza na wózku stosunkowo dużo czasu, co w przypadku niefunkcjonalnych rozwiązań może być męczące i uciążliwe fizycznie. W związku z tym wózki tego typu muszą odznaczać się szczególną niezawodnością oraz poziomem współpracy z osobą niepełnosprawna.

3. Wyniki badań

Wszystkie modele spełniały zalecane normy i wymagania związane z przypisaną funkcją, m.in. zostały wyposażone w pełne oświetlenie drogowe, pasy bezpieczeństwa, regulację fotela i kierownicy, wykonano je z odpowiednich materiałów. W związku z tym poniżej przedstawiono wyniki analizy ergonomicznej, które skoncentrowały się głównie na problemach w funkcjonalnym użytkowaniu.

W przypadku siedziska, komfort użytkownika uzależniony był od klasy (kosztu produkcji–ceny) wózka, niektóre modele wyposażono w komfortowe wyprofilowane fotele z zagłówkiem, pozostałe w proste, ale bezpieczne rozwiązania. Tylko w jednym, najprostszym modelu nie uwzględniono regulacji poziomej siedziska oraz regulacji kąta nachylenia oparcia, a także obrotu siedziska o 360°, wszystkie natomiast posiadały regulację pionową. Zauważony problem dotyczył regulacji pionowej – aby zmienić wysokość siedziska w każdym przypadku należało częściowo je zdemontować poprzez odkręcenie i przykręcenie słupa podpierającego. Takie rozwiązanie może stanowić problem dla niepełnosprawnego użytkownika. Czynność można wykonać wyłącznie, gdy nie korzysta się z wózka w danej chwili. Regulacja nie jest możliwa gdy np. osoba niepełnosprawna znajdzie się na drodze, jednak w trakcie jazdy okaże się, że wysokość siedziska nie jest odpowiednia.

Jeżeli chodzi o koła nie stwierdzono problemów z obsługą, wszystkie dobrze spełniały swoje funkcje w zależności od przeznaczenia modelu.

Wyniki analizy oświetlenia umożliwiły wskazanie kolejnych niefunkcjonalnych rozwiązań. Źródłem światła, które decyduje o oświetleniu toru jazdy są lampy przednie. W badanych wózkach zastosowano dwa rozwiązania. Lampy były mocowane w kolumnie kierownicy bądź u jej nasady na

wysokości kół. W pierwszym przypadku kąt padania światła zależy od kąta nachylenia kierownicy względem użytkownika, co powoduje, że nie ma możliwości jego ustawienia zgodnie z istniejącą potrzebą, w związku z tym lampa może nie spełniać swojej funkcji. W drugiej sytuacji lampa oświetla drogę zawsze w ten sam sposób, co nie zawsze jest rozwiązaniem optymalnym. W żadnym przypadku nie było możliwości regulacji strumienia światła. Poza tym zawsze, gdy istniała możliwość instalacji kosza przedniego, częściowo lub w całości zasłaniał on lampę przednią, co negatywnie wpływało na strumień światła. Gdy dodatkowo kosz był wypełniony, osoba niepełnosprawna niemal całkowicie traciła oświetlenie przednie. Opisane rozwiązania mogą wpływać na poziom bezpieczeństwa użytkownika, szczególnie po zmroku lub w ciemnych pomieszczeniach, gdyż może on przeoczyć np. nieoczekiwaną przeszkodę lub ubytek w drodze (chodniku).

Zasilanie było kolejnym analizowanym aspektem. Wszystkie wózki były zasilane przez akumulator ładowany przy pomocy specjalnej ładowarki. Niestety w żadnym wózku nie przewidziano miejsca, w którym można byłoby ją bezpiecznie przewozić, jedyną możliwością to transportowanie w koszu stanowiącym wyposażenie dodatkowe, jeden z wózków nie posiadał żadnego kosza. Kolejnym problemem we wszystkich przypadkach był zbyt krótki przewód ładowarki, który wymusza bliską odległość wózka od źródła zasilania podczas ładowania, co może stanowić problem, gdy to źródło nie znajduje się w dogodnym miejscu, zwłaszcza na zewnątrz budynków.

Jeżeli chodzi o wyposażenie dodatkowe, badane modele posiadały jeden (przy kolumnie kierowniczej) lub dwa kosze (drugi za siedziskiem, w tym także z izolacją termiczną), najprostszym wózek nie posiadał żadnego. Instalacja koszy oraz dostęp do przedniego kosza nie sprawiała problemów, natomiast korzystanie z kosza tylnego było utrudnione, użytkownik musiał zejść z wózka, otworzyć klapę kosza, a następnie włożyć lub wyjąć przedmiot, ewentualnie skorzystać z pomocy innych. Dla wielu osób niepełnosprawnych może to być uciążliwe. Poza koszami jeden wózek posiadał na stałe zamontowany uchwyt na kule, w trzech modelach przewidziano możliwość instalacji takiego uchwyty, w najprostszym wózku nie było uchwyty. Kolejnym udogodnieniem była kieszka na drobne przedmioty zainstalowana w kolumnie kierowniczej w jednym z wózków. Nie była ona w pełni funkcjonalna ze względu na niepełną szczelność, gdyż w dnie istniały niewielkie otwory. Ponadto w kieszeni znajdowały się przewody elektryczne, które mogły utrudniać korzystanie, oraz stanowić zagrożenie w przypadku ich uszkodzenia.

Ostatnią część analizy stanowiło bezpieczeństwo użytkownika w ruchu drogowym. Tutaj skoncentrowano się na trzech modelach z założenia do tego przystosowanych. Wszystkie wyposażono w dodatkowe hamulce i światła awaryjne oraz klakson, istniała możliwość instalacji pasów bezpieczeństwa. Problem mogą stanowić zainstalowane lusterka. Tylko w jednym przypadku lusterko zostało osadzone na ramieniu o odpowiedniej długości, która umożliwiała obserwowanie przestrzeni za wózkiem. W pozostałych widok, ze względu na zbyt krótki wspornik, był ograniczony. W jednym modelu czynnikiem, który dodatkowo utrudniał widoczność w lusterku był uchwyt na kule.

4. Wnioski

Obecnie nie istnieją wózki inwalidzkie, który spełniałyby jednocześnie wszystkie potrzeby osób niepełnosprawnych. Dlatego każda z nich powinna być wyposażona w co najmniej dwa różne modele, które mogłyby być wykorzystywane zamiennie w zależności od aktualnej potrzeby użytkowej (wewnątrz budynku, na zewnątrz, do uprawiania sportu itd.) [13]. Wciąż opracowywane są kryteria doboru wózka do konkretnego użytkownika, w których uwzględnia się rodzaj niepełnosprawności, zadania jakie musi spełniać wózek, dostosowanie do cech antropometrycznych osoby niepełnosprawnej (np. głębokość i szerokość siedziska) oraz wiele tzw. aspektów specyficznych [12, 13, 19]. Jednak równie ważne jest, aby wybrany model był w pełni ergonomiczny, tzn. spełniał prawidłowo wszystkie potrzebne funkcje. Badane wózki pod wieloma względami można uznać za funkcjonalne, niewątpliwie spełniały swoje główne zadania związane z przemieszczaniem się poza miejsce zamieszkania, czyli po drogach oraz budynkach użyteczności publicznej. Zauważono jednak pewne problemy, które mogą utrudniać swobodne i w pełni zadawalające z nich korzystanie. Jak już wspomniano, często komfort użytkownika, obecność dodatkowych funkcji lub wyposażenia zależy od klasy (ceny) wózka. Jednak wskazane nieprawidłowości istniały we wszystkich modelach niezależnie od ich poziomu zaawansowania technicznego. Wprowadzenie niektórych zmian nie generowałyby

dużych kosztów. Przykładem mogą być lusterka, które nie spełniały swojej podstawowej funkcji w dwóch droższych modelach. Podobnie nieszczęlna kieszeń na drobne przedmioty z przewodami w środku, gdzie można zastosować choćby podwójne dno, nie jest optymalnie zaprojektowana.

Likwidacja pozostałych problemów wymagałyby przeróbek konstrukcyjnych. Z pewnością należałoby umożliwić regulację wysokości siedziska w pionie, tak aby użytkownik nie musiał opuszczać fotela podczas użytkowania. Dodatkowe wyposażenie zwykle zwiększa możliwości funkcjonalne wózka, aby jednak je odpowiednio wykorzystać powinno być łatwe w obsłudze, dlatego do zainstalowanych tylnych koszy należałoby umożliwić lepszy dostęp z wózka, może przez poprzez umieszczenie ich na ruchomym (obrotowym) ramieniu. Jednak ze względów bezpieczeństwa w żadnym wypadku dodatkowe wyposażenie nie może zasłaniać światła przedniej lampy (kosz przedni) lub widoku w lusterku (uchwyt na kule). Poważnym problemem jest umiejscowienie przednich lamp, żadne ze stosowanych rozwiązań nie zapewniało odpowiedniego oświetlenia drogi. Należałoby zastosować rozwiązanie, które umożliwiałoby niezależną regulację kąta padania światła na drogę, podobnie jak to jest w samochodach, czyli bez konieczności zmiany miejsca instalacji lampy. Dodatkowo można wprowadzić regulację strumienia światła, jednak w przypadku lampy o odpowiedniej konstrukcji i mocy nie jest to konieczne. Ostatnim problemem, na który także często zwracają uwagę użytkownicy, są trudności z ewentualnym doładowaniem akumulatora, ze względu na zbyt krótki przewód ładowarki oraz brak specjalnego miejsca do jej przewożenia. W zależności od konstrukcji wózka należałoby zastanowić się nad kieszenią lub schowkiem, w którym byłaby możliwość przewożenia ładowarki oraz wyposażyć ją w dłuższy lub opcjonalnie dodatkowy przewód, co zapobiegałoby kłopotliwym i niewątpliwie stresującym sytuacjom związanym z nieprzewidzianym rozładowaniem akumulatora.

Zakup wózka inwalidzkiego jest ważną decyzją, dlatego warto zwrócić uwagę na wszystkie aspekty jego użytkowania oraz mieć świadomość potencjalnych trudności, z którymi będzie trzeba na co dzień sobie radzić. W zależności od użytkownika mogą one być mniej lub bardziej uciążliwe. Bezwzględnie jednak należy zadbać o pełne bezpieczeństwo, szczególnie w tak trudnych sytuacjach jak ruch drogowy.

LITERATURA

- [1] B. Kurkus-Rozowska: *Wpływ rehabilitacji na poprawę wydolności fizycznej osób niepełnosprawnych ruchowo*, Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka, vol. 3, 2002, s. 20–25.
- [2] M. Sydor, M. Zabłocki: *Wybrane problemy doboru i konfiguracji wózka inwalidzkiego z napędem ręcznym*, Fizjoterapia polska, vol. 6(2), 2006, s. 172–177.
- [3] M. Sydor: *Dostępność wózków inwalidzkich w Polsce*, Porady Prawo Zarządzanie, vol. 4, 2014, s. 81–88.
- [4] A. Zajenkowska-Kozłowska: *Niepełnosprawność, Stan zdrowia ludności Polski w 2009 roku*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa, 2011, s.69–79.
- [5] C. McKee: A market-based approach to inclusive mobility. Presented at the Paper delivered at the 12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2010), 2010, s. 2–4.
- [6] Główny Urząd Statystyczny: *Zdrowie i ochrona zdrowia w 2011 r.*, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie-i-ochrona-zdrowia-w-2011-r,1,2.html>, (15.01.2016).
- [7] Dz.U. 1997 nr 98 poz. 602, Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r.: *Prawo o ruchu drogowym*, <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19970980602>, (12.02.2016).
- [8] PN-EN 12182:2012: *Wyroby pomocnicze dla osób niepełnosprawnych – wymagania ogólne i metody badań*.
- [9] PN-EN 12184:2014-07: *Wózki inwalidzkie z napędem elektrycznym, skutery i ich zasilanie*.
- [10] R. Będziński: *Wózek jako pomoc techniczna w lokomocji biernej*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2008.
- [11] ISO 7930-1986: *Wheelchairs - Type classification based on appearance characteristics*.
- [12] M. Sydor: *Wybór i eksploatacja wózka inwalidzkiego*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań, 2008.
- [13] M. Sydor: *Dobór wózka inwalidzkiego dla osoby dorosłej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań, 2013.
- [14] M. Biegaj, K. Dziedzic, M. Giergiel, M. Górski: *Wózek inwalidzki sterowany mięśniami mimicznymi twarzy*, *Pomiary Automatyka Robotyka*, vol. 5, 2011, s. 71–73.
- [15] Toyota Motor Corporation: *Real-time control of wheelchairs with brain waves. A new signal processing technology for*

- brain machine interface (BMI) application*, www.toyota.co.jp/en/news/09/0629_1.html, (15.02.2016).
- [16] G. Dobrzyński, W. Choromański: *Wózek inwalidzki z opcją jazdy po schodach - metodyka konstruowania*, Acta Mechanica Et Automatica, vol. 4(2), 2010, s. 37–42.
- [17] G. Dobrzyński: rozprawa doktorska pt. *Synteza własności mechatronicznego wózka inwalidzkiego jako elementu systemu transportu osób niepełnosprawnych*, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/publication/4062>, (10.04.2013).
- [18] T. Hołówko, K. Białas-Heltowski: *Projekt wózka inwalidzkiego z możliwością ruchu w pionie*, Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inżynieria Biomedyczna, vol. 18(2), 2012, s. 147–150.
- [19] E. Mikołajewska: *Dobór wózków dla niepełnosprawnych w polskich i zagranicznych badaniach naukowych*, Annales Academiae Medicae Silesiensis, vol. 67(1), 2013, s. 23–27.

otrzymano / submitted: 18.03.2016
zaakceptowano / accepted: 30.03.2016