

Iwona GRABAREK*

ERGONOMIA W PROJEKTOWANIU INNOWACYJNEGO TRANSPORTU PUBLICZNEGO

W artykule przedstawiono główne zadania i kierunki badań dotyczących współczesnego transportu ze szczególnym uwzględnieniem transportu publicznego. Do głównych wyzwań, które należy podjąć w tym obszarze, należy zaliczyć: poprawę płynności transportu w miastach, redukcję zanieczyszczeń oraz stworzenie transportu bardziej inteligentnego, dostępnego i bezpiecznego. Osiągnięcie tak sformułowanych celów wymaga współpracy specjalistów z wielu dziedzin, a przede wszystkim uwzględnienia w projektowaniu zaleceń ergonomicznych i zastosowania nowych technologii. W artykule określono obszary badań, które zaliczono do priorytetowych w dziedzinie systemów transportowych. Ponadto przedstawiono procedurę projektowania ergonomicznego i dwa przykłady innowacyjnych i przyjaznych dla użytkowników środków transportu, których konstrukcje powstały w ramach projektu Eco-Mobilność, współfinansowanego z funduszy Unii Europejskiej i realizowanego na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej.

Słowa kluczowe: transport publiczny, innowacje, ergonomia

1. WPROWADZENIE

Intensywny rozwój miast nie zawsze idzie w parze z zaspokojeniem potrzeb transportowych ich mieszkańców. Powoduje to degradację jakości życia. Problem ten dotyczy nie tylko Europy, ale również innych kontynentów. Pogorszenie jakości życia wynika m.in. ze wzrostu kongestii transportowej, z alarmującego poziomu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, z pogorszenia klimatu akustycznego obszarów miejskich i z braku zintegrowanej polityki komunikacyjnej w miastach. W polityce transportowej Unii Europejskiej sformułowano następujące priorytety, których przyjęcie prowadzi do rozwoju transportu zrównoważonego:

* Wydział Transportu, Politechnika Warszawska.

- racjonalizacja użytkowania pojazdów indywidualnych,
- zwiększenie atrakcyjności transportu zbiorowego,
- zastosowanie nowych, inteligentnych technologii w środkach transportu oraz infrastrukturze,
- wymiana „dobrych praktyk” w kwestii lepszego wykorzystania istniejącej infrastruktury miast.

Według ekspertów Komisji Europejskiej zrównoważony system transportowy charakteryzuje się tym, że zapewnia dostępność celów komunikacyjnych w sposób bezpieczny, niezagrażający zdrowiu ludzi i środowisku w sposób równy dla obecnej i dla następnych generacji, może funkcjonować efektywnie, oferuje możliwość wyboru środka transportowego, sprzyja podtrzymaniu rozwoju gospodarki oraz rozwoju regionalnego, jak również ogranicza emisje i odpady z uwzględnieniem możliwości zaabsorbowania ich przez ziemię, zużywa zasoby odnawialne w ilościach możliwych do ich odtworzenia, zużywa zasoby nieodnawialne w ilościach możliwych do ich zastąpienia przez odnawialne substytuty przy minimalizowaniu zajęcia terenu i hałasu (*White Paper: European transport policy*) [5].

W polskiej polityce transportowej w zakresie zrównoważonego transportu powierzchniowego deklaruje się m.in. zapewnianie zrównoważonej mobilności miejskiej wszystkim obywatelom, także mniej uprzywilejowanym, przez wprowadzanie innowacyjnych systemów organizacyjnych, w tym przyjaznych dla środowiska, bezpiecznych, i powodujących mniej zanieczyszczeń pojazdów i środków transportu, nowych środków transportu publicznego wysokiej jakości, racjonalizację transportu prywatnego, infrastrukturę komunikacyjną, zintegrowaną urbanistykę oraz transport z uwzględnieniem ich powiązania ze wzrostem zatrudnienia. W polskich dokumentach dotyczących rozwoju transportu podkreśla się również konieczność poprawy bezpieczeństwa i ochrony kierowców, pasażerów, załogi, rowerzystów i pieszych, jak również ładunku, projektowania i działania pojazdów, statków oraz infrastruktury. W 1991 r. Sejm RP, a następnie Senat RP przyjęły dokument pt. „Polityka ekologiczna państwa”, w którym zasadę ekorozwoju traktuje się jako podstawę rozwiązywania problemów ekologicznych Polski. W dokumencie tym wyraźnie opowiedziano się za opcją „czystego transportu” i podkreślono, że: „Konieczne jest wdrażanie systemów transportowych zapewniających najmniejszą uciążliwość dla środowiska naturalnego. (...) Należy wprowadzić **preferencje dla transportu zbiorowego, ograniczyć ruch w centrach miast dla pojazdów indywidualnych**, zwiększyć udział trakcji szynowej (...). Należy wprowadzić sieć ulic i dróg podziemskich wydzielonych, przeznaczonych dla rowerów i wózków inwalidzkich”. Zatem opracowanie i wdrożenie czystych ekologicznie środków transportowych (pojazdów), w tym o napędzie elektrycznym, wpisuje się w koncepcję „czystego transportu”.

Niezwykle obecnie istotnym i niepokojącym problemem jest starzenie się społeczeństw krajów uprzemysłowionych. Zjawisko to jest szczególnie widoczne w Europie. Komisja Europejska cyklicznie publikuje europejskie raporty demograficzne, gdzie są opisywane fakty i trendy demograficzne w krajach UE. Udział

osób w wieku 65 lat i więcej w całkowitej liczebności populacji zwiększy się od 17,1% w 2008 r. (84,6 milionów) do 30% w 2060 r. (151 mln). Również liczba osób w wieku powyżej 80 lat potroi się od 21,8 mln w 2008 r. do 61,4 mln w 2060 r. („2009 Ageing Report”, The European Parliament) [1]. Ma to istotny wpływ na rozwój systemów transportowych. Projektowanie innowacyjnych środków transportu, szczególnie miejskich, zwiększających mobilność ludzi o różnej sprawności fizycznej, wymaga innego podejścia, innej filozofii projektowania. Mobilność, czyli zdolność do przemieszczania się ludzi, urządzeń, towarów i idei, ma współcześnie ogromne znaczenie. Umożliwia ona jednostce poznanie świata, rozwój oraz uczestnictwo w życiu społecznym.

Zwiększenie mobilności jest uwarunkowane dostępnością środków transportu. Powyższe rozważania stały się przesłanką realizacji na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej projektu Eco-Mobilność. Powstał on w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (poddziałanie 1.3.1), dofinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Jego celem było opracowanie kompatybilnych systemów transportu miejskiego, lokalnego i osobistego jako propozycji przyczyniającej się do rozwiązywania problemów transportowych w miastach, wynikających m.in. z rosnącego natężenia ruchu samochodowego. Ideą zadań projektowych był uniwersalizm rozwiązań, czyli dostosowanie środków transportu do użytkowników o różnej sprawności ruchowej. W dalszej części artykułu przedstawiono dwa przykłady koncepcji innowacyjnych i przyjaznych dla użytkowników środków transportu miejskiego, opracowanych w ramach projektu Eco-Mobilność.

2. INNOWACYJNE KONCEPCJE TRANSPORTU PUBLICZNEGO – BADANIA EUROPEJSKIE

Innowacyjne rozwiązania systemów transportu publicznego są obszarem badań wielu ośrodków naukowych w Europie. Dotyczą one różnorodnych rozwiązań sprzyjających zwiększeniu mobilności mieszkańców miast, co jest zgodne z założeniami modelu zrównoważonej mobilności zdefiniowanego w dokumentach europejskich [5]. Główne cele tego modelu obejmują zwiększenie konkurencyjności przyjaznych dla środowiska rodzajów transportu, utworzenie zintegrowanych łańcuchów transportowych wykorzystywanych przez co najmniej dwa rodzaje transportu (transport kombinowany i intermodalność). Projekty dotyczą kilku zagadnień. Niektóre z nich przedstawiono poniżej.

1. Innowacyjne koncepcje zwiększania dostępności. Zwiększenie dostępności uzyskuje się przez szkolenia ułatwiające pasażerom samodzielne korzystanie ze środków transportu publicznego bez obaw i problemów. Główną grupą docelową są ludzie starsi, osoby niepełnosprawne lub mające problemy z przyswajaniem informacji oraz dzieci w wieku szkolnym.

2. Systemy informacyjne dla podróżnych dostosowane do potrzeb osób o ograniczonej mobilności. Kluczową cechą tej koncepcji jest dostarczanie za pośrednictwem Internetu (oraz infolinii) informacji dotyczących opcji podróżowania bez barier, umożliwiających wygodne zaplanowanie podróży z wyprzedzeniem.

3. Efektywne planowanie i wykorzystywanie infrastruktury oraz węzłów przesiadkowych. Węzły przesiadkowe przyjazne dla pasażerów umożliwiają lepsze zaprojektowanie obiektów intermodalnych typu „Park and Ride”, skąd po zaparkowaniu samochodu można odbyć dalszą podróż transportem zbiorowym, lub „Bike and Ride”, gdzie można pozostawić rower i odbyć dalszą podróż środkami transportu publicznego. Innowacyjna infrastruktura rowerowa węzłów przesiadkowych pozwala na podróżowanie rowerem, co jest rozwiązaniem elastycznym, zindywidualizowanym i konkurencyjnym wobec korzystania z samochodu, biorąc pod uwagę czas podróży na obszarach miejskich.

4. Infrastruktura innowacyjnych systemów komunikacji autobusowej. Systemy szybkiej komunikacji autobusowej (*Bus Rapid Transit* – BRT) i pasy ruchu wydzielone dla autobusów są wprowadzane nie tylko w celu umożliwienia przejazdu przez ulice o dużym natężeniu ruchu, ale również w celu połączenia kilku dzielnic lub obszarów podmiejskich.

5. Centra zarządzania ruchem. Mobilne usługi informacyjne dla podróżnych (MITS) zapewniają kompleksowe informacje na temat podróży dostępne podczas jej trwania.

6. Zautomatyzowane i efektywne systemy transportowe. Do tego rodzaju systemów zaliczono szybki grupowy transport miejski (*Group Rapid Transit* – GRT) jako nową formę zbiorowych przewozów z wykorzystaniem zautomatyzowanych „cyberbusów”, zapewniającą odpowiedni do zapotrzebowania transport dojazdowy i wahadłowy oraz szybki indywidualny transport miejski (PRT).

3. ZAŁOŻENIA I REZULTATY PROJEKTU ECO-MOBILNOŚĆ

Celem projektowania inteligentnych, innowacyjnych środków transportu w ramach projektu Eco-Mobilność było, podobnie jak w przypadkach opisanych w rozdziale 2, takie kształtowanie ekosamochodu i pojazdu PRT, aby, po pierwsze, odpowiadały potrzebom użytkowników o różnej sprawności, a po drugie, były ekologiczne i bezpieczne oraz stanowiły rozwiązanie alternatywne wobec istniejącego transportu miejskiego. Sformułowanie wymagań ergonomicznych dotyczących projektowanych nowych środków transportu wymaga krótkiej ich charakterystyki [3].

Personal Rapid Transit (PRT) to zeroemisyjny, inteligentny system transportowy łączący cechy indywidualnego i masowego transportu miejskiego typu *point to point* lub *door to door*, na który składają się małe pojazdy (czteroosobowe) sterowane zdalnie z wykorzystaniem lekkiej infrastruktury – najczęściej szyny napowietrznej. Podróż odbywa się od stacji początkowej do stacji docelowej bez przy-

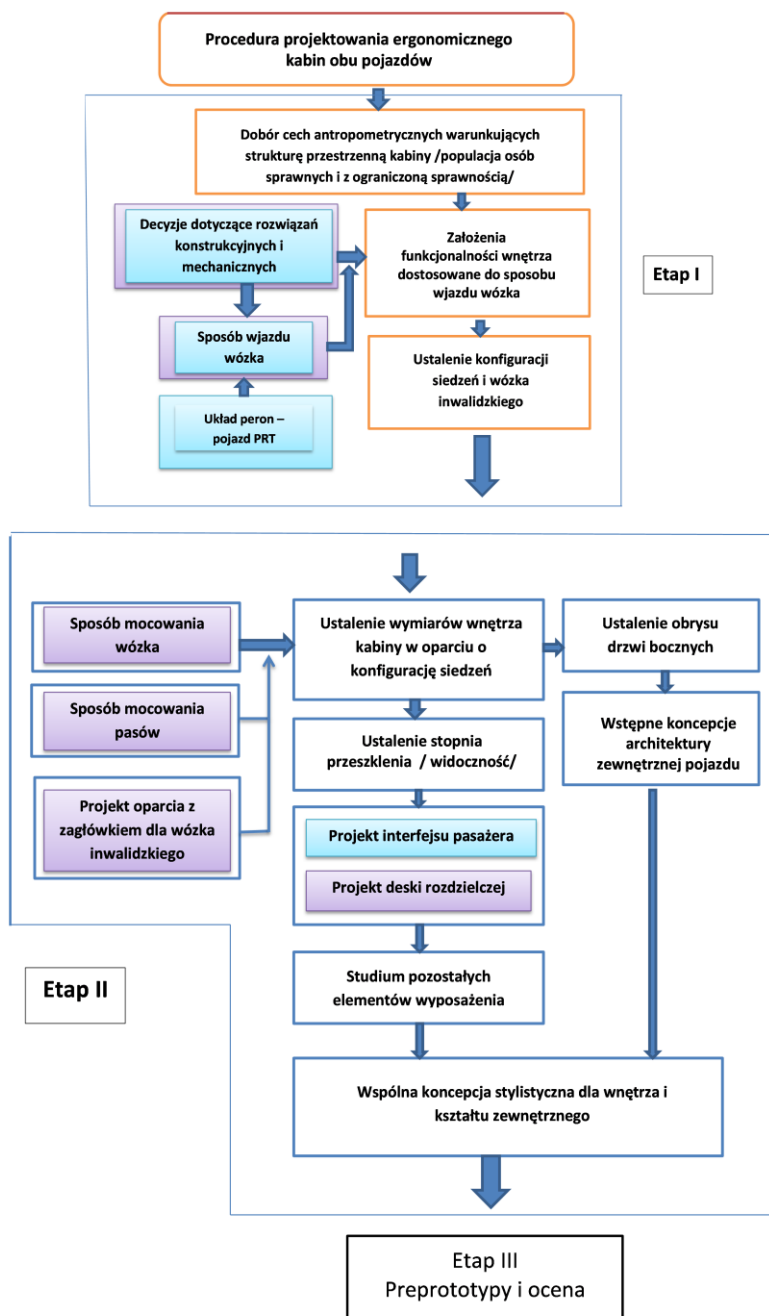
stanków pośrednich, a pojazdy nie stanowią żadnej bariery dla osób niepełnosprawnych ruchowo. W tym systemie człowiek jest pasażerem, a bezzałogowy pojazd wymaga od niego jedynie wykonania prostych czynności w zakresie obsługi monitora dotykowego (interfejsu), niezbędnych, aby wyznaczyć punkt docelowy podróży.

Innowacyjność miejskiego elektrycznego ekosamochodu wynika z jego dostosowania zarówno do kierowców sprawnych, jak i poruszających się na wózkach inwalidzkich. Konstrukcja wnętrza kabiny, a szczególnie fotela kierowcy i pulpitu sterowania, umożliwia kierowanie samochodem przez osobę z ograniczoną sprawnością kończyn dolnych bez konieczności przesiadania się z wózka na fotel kierowcy. Człowiek w ekosamochodzie może zatem być i kierowcą, i pasażerem. Ze względu na uniwersalne podejście do projektowania innowacyjnych środków transportu należało dokładnie zdefiniować grupę użytkowników, szczególnie w przypadku ekosamochodu. Zaliczono do nich osoby sprawne, z ograniczoną sprawnością (osoby starsze i kobiety ciężarne), jak również osoby niesprawne ruchowo, poruszające się na wózkach inwalidzkich. W wyniku ścisłej współpracy z Fundacją Aktywnej Rehabilitacji uściślono wymagania wobec kierowcy na wózku. Zwrócono uwagę na różnicę w sprawności funkcjonowania osób na tzw. aktywnych wózkach inwalidzkich i na wózkach elektrycznych. Z wózka elektrycznego korzystają osoby z małą sprawnością ruchową, a to oznacza brak możliwości kierowania samochodem. Zatem osoba na wózku elektrycznym może być jedynie pasażerem. Aby zapewnić poziom funkcjonalności i użyteczności kabiny pojazdu PRT i ekosamochodu, należało wziąć pod uwagę zagadnienia związane z:

- wchodzeniem i opuszczaniem kabiny,
- umiejscowieniem/mocowaniem wózka w kabinie,
- konstrukcją siedzeń,
- dostępnością interfejsu/urządzeń sterowniczych,
- obsługą interfejsu/urządzeń sterowniczych,
- rozmieszczeniem pozostałych urządzeń,
- widocznością,
- komfortem podróży (wygoda, łatwość, estetyka),
- poczuciem bezpieczeństwa.

3.1. Procedura ergonomicznego projektowania pojazdów innowacyjnych

Istotnym elementem projektowania mającego na celu dostosowanie pojazdu do możliwości użytkowników jest połączenie wstępnych założeń konstrukcyjnych i zasad ergonomii z oczekiwaniami sformułowanymi przez respondentów. Na rysunku 1 przedstawiono najważniejsze aspekty (wspólne i różne) procesów projektowania ergonomicznego obu pojazdów.



Rys. 1. Procedura projektowania ergonomicznego innowacyjnych pojazdów. Oprac. własne

Aby zaprojektować funkcjonalne i ergonomiczne pojazdy, należało przeprowadzić wiele analiz i badań, m.in.:

- badania ankietowe, w których osoby niepełnosprawne stanowiły grupę ekspertów,
- analizę wymiarową przestrzeni kabiny z punktu widzenia pasażerów, czyli weryfikację antropometryczną,
- analizę możliwości obsługi manualnej interfejsu pasażera,
- analizę funkcjonowania inteligentnego interfejsu w ekosamochodzie i w pojeździe PRT.

Badaniami ankietowymi objęto dwie grupy osób poruszających się na aktywnych wózkach inwalidzkich. Pierwszy etap przeprowadzono w Ośrodku Fundacji Aktywnej Rehabilitacji w Warszawie. W badaniach wzięło udział 12 osób w przedziale wiekowym 20–40 lat, w tym 2 kobiety i 10 mężczyzn. W drugim etapie respondenci rekrutowali się spośród osób wytypowanych przez Fundację Aktywnej Rehabilitacji, a ankiety rozpowszechniono drogą elektroniczną. W badaniach wzięło udział 15 osób w przedziale wiekowym 26–45 lat, w tym 3 kobiety i 12 mężczyzn. Ponieważ niedowładowi kończyn dolnych często towarzyszy ograniczenie sprawności kończyn górnych, istotne było ustalenie poziomu tej sprawności. Wnioski z części ankiety dotyczącej sprawności motorycznej podsumowano stwierdzeniem, że większość ankietowanych ma niewielkie trudności w wykonywaniu czynności kończynami górnymi, zatem mogą oni wykonywać prawie wszystkie czynności manipulacyjne.

W weryfikacji antropometrycznej zastosowano metodę bezpośrednią oraz metodę fantomów komputerowych, będących elementem programu Catia. W analizach wykorzystano zarówno wymiary osobników najmniejszych (C_5 ♀), jak i największych (C_{95} ♂). W przypadku ekosamochodu największą analizowaną osobą był 95-centylowy mężczyzna (C_{95} ♂ – zgodnie z normą), siedzący na wózku z siedziskiem o wysokości 52 cm.

Projektując przestrzeń i rozmieszczenie elementów wyposażenia w kabinach pojazdów, wzięto pod uwagę następujące aspekty:

- pozycję podczas jazdy,
- zasięgi kończyn górnych,
- zapewnienie komfortowej jazdy,
- wymiary potencjalnych użytkowników, zarówno sprawnych, jak i poruszających się na wózkach inwalidzkich.

W projekcie interfejsu pasażera i kierowcy założono w prosty i intuicyjny sposób obsługę obu pojazdów, przy czym w przypadku samochodu analizowano proces wchodzenia, dostosowanie urządzeń do kierowcy, jak również kierowanie, a w przypadku pojazdu PRT – „kontakt” z pojazdem w węższym zakresie. W projekcie interfejsu użytkownika, czyli kierowcy lub pasażera, zdefiniowano sposób komunikowania się użytkownika z pojazdem i pojazdu z użytkownikiem. W każdym z omawianych przypadków zakres komunikacji jest inny.

3.2. Istotne elementy innowacyjności i funkcjonalności projektowanych pojazdów

W celu dostosowania pojazdów do różnych grup użytkowników zaprojektowano szereg specjalistycznych i innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych. W przypadku ekosamochodu można do nich zaliczyć [2] m.in.:

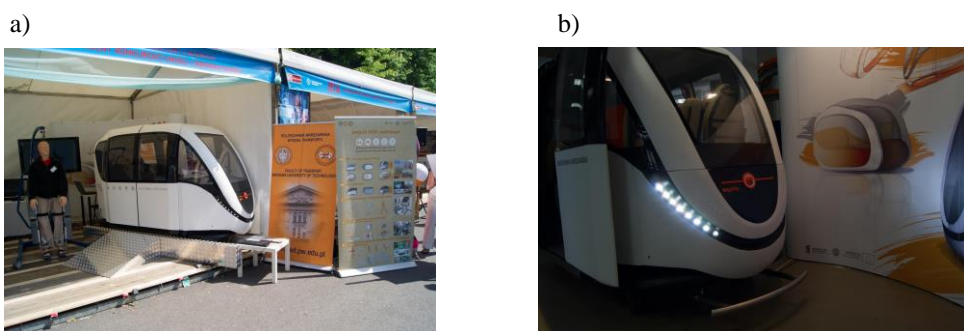
- elementy ułatwiające wjazd i wyjazd wózka z samochodu,
- konstrukcję fotela,
- ruchomy pulpit sterowniczy wraz z wyposażeniem,
- inteligentny interfejs kierowcy.

Wjazd osoby na wózek do samochodu jest możliwy z trzech stron: od tyłu lub z dwóch boków. Płyta podłogowa pojazdu jest opuszczana dzięki zastosowaniu zawieszenia pneumatycznego. Powstała po opuszczeniu podłogi wysokość 12 cm wózek pokonuje, wjeżdżając po rozkładanym progu lub po specjalnej rampie (wjazd od tyłu). Ponadto w celu ułatwienia wjazdu samochód wyposażono w dodatkowe uchwyty, rozmieszczone symetrycznie po obu stronach wjazdów bocznych. Osoba na wózku elektrycznym wjeżdża po rampie będącej elementem składowym tylnych drzwi. Kierowanie samochodem z pozycji aktywnego wózka inwalidzkiego wymagało opracowania specjalnego systemu składania i przesuwania fotela przedniego. Rozwiązanie konstrukcyjne wraz z mikroprocesorowym systemem sterowania fotelem jest niewątpliwie innowacyjne. Oparcie złożonego fotela kierowcy wykorzystano do podparcia kierowcy na wózku aktywnym. Innowacyjnym elementem regulowanego pulpitu sterowniczego jest wielofunkcyjna kierownica, której konstrukcja umożliwia kierowanie samochodem i wykonywanie najważniejszych czynności sterowniczych wyłącznie za pomocą kończyn górnych, tzn. z użyciem technologii *steer by wire*, umożliwiającej rezygnację z połączenia mechanicznego pomiędzy kołami a kierownicą. W tym przypadku inteligentny interfejs kierowcy składa się z trzech elementów: pilota, monitora dotykowego znajdującego się na pulpicie i wielofunkcyjnej kierownicy. Pilot to urządzenie pierwszego kontaktu użytkownika samochodu. Umożliwia on wybór rodzaju konfiguracji samochodu w zależności od stopnia sprawności kierowcy. Przewidziano cztery warianty użytkowania ekosamochodu. Każdy z wariantów charakteryzuje się innym ciągiem czynności i poleceń wykonywanych przed uruchomieniem pojazdu.

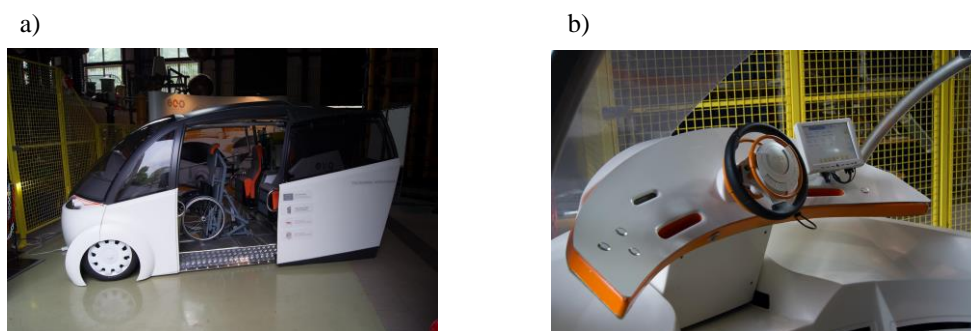
W przypadku pojazdu PRT do rozwiązań innowacyjnych należy konstrukcja foteli; wyposażono je w systemy mocujące wózek inwalidzki przodem lub tyłem do kierunku jazdy oraz dwa monitory dotykowe, stanowiące interfejs pasażera, umieszczone w obszarach dostępnych dla wszystkich pasażerów korzystających z pojazdu. Interfejs umożliwia pasażerowi wyznaczenie celu podróży w różny sposób, w zależności od posiadanej wiedzy topograficznej, jak również jego zmianę w trakcie jazdy. Aby umożliwić wykrycie oraz odróżnienie informacji, należało zapewnić czytelność wyświetlanych treści. Zapewnienie rozpoznania zawartości informacyjnej powoduje dużą zrozumiałość oraz intuicyjność obsługi interfejsu

graficznego. Interfejs jest również źródłem informacji dzięki możliwości korzystania z Internetu w trakcie jazdy. W procesie projektowania interfejsu prowadzono również badania nad zwiększeniem jego użyteczności dla osób z ograniczoną sprawnością nie tylko kończyn dolnych. Dotyczyły one m.in. osób słabowidzących, z zaburzeniami postrzegania barwnego i z problemami motorycznymi, a ich wyniki zostaną uwzględnione w ostatecznym rozwiązaniu [4].

Trzecim etapem procesu projektowania ergonomicznego (zgodnie z rys. 1) jest wykonanie preprototypów pojazdów i ich wieloaspektowa ocena, w tym ocena ergonomiczna. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono efekty realizacji projektu.



Rys. 2. Kabina pojazdu PRT w skali 1:1; a) Piknik Naukowy w Warszawie (2014), b) wystawa na Politechnice Warszawskiej z okazji 10-lecia wstąpienia Polski do Unii Europejskiej. Fotografie są własnością projektu Eco-Mobilność.



Rys. 3. Ekosamochód w skali 1:1 (wystawa na Politechnice Warszawskiej z okazji 10-lecia wstąpienia Polski do Unii Europejskiej); a) widok samochodu przygotowanego do wjazdu wózka, b) widok regulowanego pulpitu z wielofunkcyjną kierownicą i monitorem dotykowym. Fotografie są własnością projektu Eco-Mobilność.

3. PODSUMOWANIE

W wyniku istniejących potrzeb transportowych powstają nowe projekty ekologicznych i innowacyjnych rozwiązań. Sformułowanie wymagań z zakresu ergonomii i bezpieczeństwa oraz zastosowanie ich w fazie koncepcyjnej projektu jest niezwykle istotne dla zapewnienia niezawodnego i komfortowego transportu pasażerów, niezależnie od ich sprawności fizycznej. Duża różnorodność wymiarowa potencjalnych użytkowników i brak odpowiednich danych niewątpliwie nie ułatwiają projektowania zapewniającego wysoką jakość ergonomiczną i użytkową pojazdu. Pojawiające się trudności należy pokonywać, prowadząc szerokie konsultacje i badania społeczne, a uzyskane wyniki wykorzystywać jako kolejne źródło danych, umożliwiające lepsze dostosowanie pojazdów do pasażerów.

LITERATURA

- [1] 2009 Ageing Report, http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication14992_en.pdf (dostęp: 2014).
- [2] Choromanski W., Grabarek I., Kozłowski M., Ufnalski B., Barwicki M., A New Concept of Electric Eco-Car, w: Selected Proceedings of 13th World Conference on Transport Research, 2013, ISBN: 978-85-285-0232-9.
- [3] Grabarek I., Choromanski W., Innovative environmental design in means and systems of transport with particular emphasis on the human factor, w: Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation, red. Neville A. Stanton, CRS Press Taylor & Francis Group, 2012, s. 273-282, ISBN 978-1-4398-7123-2.
- [4] Grabarek I., Choromański W., Wybrane zagadnienia projektowania innowacyjnych środków transportu dostosowanych do osób o ograniczonej sprawności ruchowej, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport, 2014, ISSN 0209-3324.
- [5] http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm (dostęp: 2014).

ERGONOMICS IN THE DESIGN OF INNOVATIVE PUBLIC TRANSPORT

Summary

This article presents the main directions regarding current transport, with particular emphasis on public transport. The main challenges identified were to improve fluidity in towns, to reduce pollution, to make urban transport more 'intelligent' and to make it more accessible, safer and secure. The achievement of the above mentioned targets requires the cooperation of different specialists, but above all, the improvement of ergonomics rules and new technology. The priority area of research in the range of transportation system was defined. Furthermore, the ergonomic designing procedure and two examples of innovative and user-friendly means of transport have been presented in the article. The research was carried out as part of the project ECO-mobility, co-funded by the European Regional Development Fund under the Operational Program Innovative Economy (UND-POIG.01.03.01-14-154) on the Faculty of Transport in Warsaw University of Technology.