

Jerzy Janczewski *  <https://orcid.org/0000-0002-6994-2683>

Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

e-mail: jerzyjanczewski@poczta.onet.pl

Danuta Janczewska **  <https://orcid.org/0000-0003-1013-5665>

Społeczna Akademia Nauk w Łodzi

e-mail: janczewska@republika.pl

Rower elektryczny w systemie mikromobilności

https://doi.org/10.25312/2391-5129.35/2022_09jjdj

Korzystanie z rowerów w celu przemieszczania się z jednego miejsca do drugiego staje się coraz popularniejsze. Poruszanie się nimi nie wymaga dużego wysiłku fizycznego, więc na dłuższych odcinkach podróży mogą być alternatywą dla rowerów konwencjonalnych. Z rowerów elektrycznych korzystają zarówno firmy, jak i osoby prywatne. Elektryczne wspomaganie roweru może być również rozwiązaniem transportowym dla osób z problemami zdrowotnymi. Rowery elektryczne mogą być postrzegane jako jeden ze sposobów na uzupełnienie luki w transporcie publicznym i ograniczenie kongestii w centrach miast.

Celem artykułu jest prezentacja roweru elektrycznego i wskazanie jego miejsca w systemie mikromobilności. Omówiono systematykę e-rowerów, scharakteryzowano rynek i przytoczono kilka wybranych przykładów wykorzystania ich w transporcie osób i ładunków. W konkluzji postawiono hipotezę, że więcej e-rowerów na ulicach może prowadzić do mniejszej liczby samochodów w miastach.

W pracy oparto się na publikacjach naukowych, a także na informacjach i opracowaniach praktyków z branży. Całość zwieńczono podsumowaniem.

Słowa kluczowe: mikromobilność, system mikromobilności, rower elektryczny

* Dr inż. Jerzy Janczewski, adiunkt w Katedrze Systemów Transportu na Wydziale Techniki i Informatyki Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi.

** Dr inż. Danuta Janczewska, adiunkt w Społecznej Akademii Nauk w Łodzi.

Wstęp

Rowery wspomagane napędem elektrycznym zyskują coraz większą popularność. Poruszanie się nimi nie wymaga dużego wysiłku fizycznego, więc na dłuższych odcinkach podróży mogą być alternatywą dla rowerów konwencjonalnych. Z rowerów elektrycznych korzystają zarówno firmy, jak i osoby prywatne. Elektryczne wspomaganie roweru może być również rozwiązaniem transportowym dla osób z problemami zdrowotnymi.

Rowery wspomagane napędem elektrycznym nazywane są rowerami hybrydowymi lub e-rowerami. W niniejszym opracowaniu będą one nazywane zamiennie e-rowerami albo rowerami elektrycznymi.

W transporcie miejskim coraz bardziej zatłoczone infrastruktury dużych miast nie są w stanie pomieścić stale rosnącej liczby pojazdów, stąd rower elektryczny może być traktowany jako wybór między skuterem lub samochodem osobowym.

Celem artykułu jest prezentacja roweru elektrycznego i wskazanie jego miejsca w systemie mikromobilności. Omówiono systematykę e-rowerów, scharakteryzowano rynek i przytoczono kilka wybranych przykładów ich wykorzystania w transporcie osób i ładunków. W konkluzji postawiono hipotezę, że więcej e-rowerów na ulicach może prowadzić do mniejszej liczby samochodów w miastach.

W pracy oparto się na publikacjach naukowych, jak również na informacjach i opracowaniach praktyków z branży. Całość zwięźcono podsumowaniem.

Rower elektryczny w systemie mikromobilności

Mikromobilność to system indywidualnego transportu w mieście z użyciem środków transportu przeważnie z napędem elektrycznym, ważących nie więcej niż 500 kilogramów (Bruce, 2018). Według Dediu (2019) mikromobilność powinna zapewniać możliwie najwyższą niezależność przy przemieszczaniu się i zużywać przy tym minimalny zasób energii.

Mikromobilność jest postrzegana jako alternatywa dla korzystania z samochodu w miastach lub jako uzupełnienie tego środka transportu na pierwszym i ostatnim odcinku podróży.

Na system mikromobilności składają się środki transportowe mikromobilności, infrastruktura, użytkownicy i ich kwalifikacje oraz uregulowania prawne. Środki transportu to wszelkiego rodzaju pojazdy i urządzenia transportu osobistego lub towarowego o niewielkiej masie i prędkości, zwykle napędzane silnikiem elektrycznym, siłą ludzkich mięśni lub hybrydowo – jak w przypadku klasycznego roweru, e-roweru lub e-roweru cargo. Do infrastruktury zaliczają się infrastruktura fizyczna (widzialna), wszelkiego rodzaju drogi, w tym rowerowe (drogi, śluzы, kontrapasy, ciągi pieszo-rowerowe), parkingi, stojaki, huby, stacje dokowania i ładowania, samoobsługowe stacje naprawcze i inne, a także infrastruktura łączności (oprogramo-

wanie), która umożliwia efektywne zarządzanie flotą mikromobilności. W systemie mikromobilności można wyróżnić takie integralne składniki, jak: podsystemy mikrosamochodów, skuterów, rowerów, hulajnóg i pozostałych urządzeń transportu osobistego osób oraz ładunków, które mogą być użytkowane indywidualnie lub na zasadzie współdzielenia. Podsystemy te mają wiele wspólnych cech, z których jako istotne wymienia się elastyczność i swobodę w doborze trasy na pierwszym i ostatnim odcinku podróży oraz niskoemisyjność.

Impulsem do rozwoju mikromobilności na świecie było rozpowszechnienie w 2017 roku elektrycznych hulajnóg. Z kolei sukces chińskich start-upów (Mobike i Ofo) zajmujących się bezstacijnym wypożyczaniem rowerów zainspirował zachodnie firmy do skopiowania tej strategii i przebicia się na w większości niewykorzystany rynek (Błoński, 2017).

Podsystem komunikacji rowerowej opiera się na rowerach indywidualnych stanowiących prywatną własność ich użytkowników oraz na rowerach współdzielonych. Podsystem współdzielonych rowerów elektrycznych funkcjonuje podobnie jak podsystem hulajnóg, umożliwiając swobodne przemieszczanie się i parkowanie (system *free float*). Rozpowszechnianie współdzielonych rowerów elektrycznych w miastach jest działaniem operatorów mikromobilności w kierunku dywersyfikacji ich oferty. „Hulajnogi i rowery elektryczne uzupełniają się, ponieważ odpowiadają na różne potrzeby transportowe użytkowników. Hulajnoga jest efektywnym rozwiązaniem na krótkich dystansach do 4 kilometrów, podczas gdy rowery elektryczne sprawdzają się na dłuższych trasach od 5 do 10 kilometrów” (*Od dziś rowery elektryczne Bolt w Poznaniu!*, 2022). Poza tym są bardziej stabilne od hulajnóg, co ma niewątpliwy wpływ na bezpieczeństwo.

Rowery elektryczne coraz częściej są wykorzystywane przez firmy kurierskie. Wiąże się to z zakazem wjazdu do centrum pojazdów samochodowych, które nie spełniają norm środowiskowych. W rezultacie w Europie Zachodniej, a także w Ameryce Północnej firmy kurierskie używają rowerów cargo ze wspomaganie elektrycznym przede wszystkim do dostaw realizowanych na odcinku ostatniego kilometra podróży.

W Polsce większość rowerów elektrycznych, jak też rowerów cargo, jest w prywatnych rękach. Rowery cargo wykorzystuje się na różne sposoby: od zakupów, po odbiór dzieci ze szkoły. Rowery elektryczne cargo jak dotąd w niewielkim stopniu sprawdzają się w polskich systemach wypożyczalni rowerów publicznych. W opinii niektórych operatorów mikromobilności bywają one wykorzystywane przez prywatnych użytkowników niezgodnie z przeznaczeniem (Rosler, 2021).

Elektryczne rowery w świetle wybranych badań

E-rowery – tak jak wszystkie niskoemisyjne środki transportu wykorzystujące napęd elektryczny – są uważane za obiecującą technologię pozwalającą obniżyć hałas

uliczny i skutki zanieczyszczenia powietrza w miastach (zob. Jochem, Doll, Fichtner, 2016).

Biała Księga (2011: 9) Komisji Europejskiej dotycząca transportu przewiduje, że do 2050 roku w miastach będą poruszały się wyłącznie pojazdy elektryczne. Założenie to pociąga za sobą stałe zmiany technologiczne w środkach transportu i w infrastrukturze. Należy jednak zaznaczyć, że pojazdy elektryczne wiążą się ze znacznymi kosztami zewnętrznymi, które w dużym stopniu zależą od wytwarzania energii elektrycznej w okresie eksploatacji pojazdu elektrycznego oraz budowy pojazdu i akumulatora.

Zdaniem F. Behrendta jazda na rowerze, w kontekście inteligentnych miast i internetu rzeczy, ma do odegrania ważną rolę jako zrównoważony, aktywny i połączony w sieć środek transportu, natomiast rowery elektryczne mogą przyczynić się do dekarbonizacji transportu, choć ich pełny potencjał rynkowy wymaga dalszych badań. Według F. Behrendta potrzebne są badania pozwalające zrozumieć preferencje jednostek i czynniki wpływające na zmianę korzystania z samochodów w miastach na pojazdy niskoemisyjne, takie jak rowery elektryczne (Behrendt, 2016).

T. Jones oraz jego współpracownicy (Jones, Harms, Heinen, 2016) uważają, że rowery elektryczne mogłyby pomóc w zwiększeniu dostępności tej formy transportu dla osób, które nie mogą lub nie chcą korzystać z konwencjonalnych rowerów (na przykład rowerzyści w podeszłym wieku i osoby z ograniczeniami fizycznymi).

M. Kocaman zauważył, że rower elektryczny staje się coraz atrakcyjniejszym środkiem transportu dla osób dojeżdżających do pracy, a także dla pracodawców i włodarzy miast. Możliwość szybszego poruszania się przy mniejszym wysiłku fizycznym może zmotywować większą liczbę osób do codziennego korzystania z takich rowerów. Wychodząc z tego założenia, Kocaman przeprowadził badanie mające na celu znalezienie odpowiedzi na pytanie, jakie czynniki behawioralne mogłyby zdecydować o szerszym wprowadzeniu rowerów elektrycznych i co mogłoby zdecydować o przyzwyczajeniu potencjalnych użytkowników do tego typu środka transportowego. Zdaniem Kocamana oszczędność czasu na dojazdy, wygoda, przyjemność, pozytywny wpływ na zdrowie, warunki pogodowe mogą przemawiać za wyborem e-roweru. Zdecydowaną barierą jest cena roweru elektrycznego. Ten problem mógłby zniwelować na przykład leasing lub dotacja do zakupu e-roweru (Kocaman, 2019).

D. Carracedo i H. Mostofi, którzy zajmowali się rowerami elektrycznymi cargo, dokonali przeglądu i syntezy międzynarodowych badań w dziedzinie e-rowerów cargo pod kątem typologii, parametrów technicznych, charakterystyki użytkowników oraz gotowości miast na ten nowy środek transportu. Autorzy również przeanalizowali i porównali bariery oraz czynniki stymulujące rozwój e-rowerów cargo z perspektywy czynników społecznych, ekonomicznych, środowiskowych i przepisów obowiązujących w różnych krajach. W konkluzji D. Carracedo i H. Mostofi stwierdzili, że istnieje duży potencjał zastąpienia prywatnych podróży

samochodem e-rowerami cargo w granicach od 1 do 4 podróży tygodniowo (Car-racedo, Mostofi, 2022).

Badanie ankietowe dotyczące preferencji związanych z wygodą i bezpieczeństwem osób korzystających z e-rowerów prowadzili L. Stilo, D. Segura-Velandia, H. Lugo, P. Conway i A. West. Autorzy badania na podstawie odpowiedzi zebranych od 638 potencjalnych użytkowników rowerów elektrycznych, głównie z Europy i Ameryki Północnej, zauważyli, że respondenci jednakowo ocenili funkcję bezpieczeństwa i wygody. Na przykład takie cechy, jak wspomaganie pokonywania wzniesień oraz światła i wskaźniki hamowania były w badaniu najbardziej preferowanymi wyróżnikami zapewniającymi wygodę i bezpieczeństwo użytkowników e-rowerów. Rezultaty ankiety wskazały producentom kierunek rozwoju zaawansowanych i bezpiecznych konstrukcji rowerów elektrycznych (Stilo i in., 2021).

Wraz z rosnącym wykorzystaniem e-rowerów na świecie zwiększa się potrzeba prowadzenia badań dotyczących cech roweru elektrycznego, które przyczyniają się do szerokiej aprobaty tego środka transportu w mieście. Informacje na ten temat mogą być pomocne dla producentów e-rowerów i decydentów mających wpływ na rozpowszechnianie niskoemisyjnych środków transportu. Interdyscyplinarne centrum Transportation Research and Education Center (TREC) amerykańskiego uniwersytetu publicznego w Portlandzie (Portland State University – PSU) prowadzi badanie na temat rowerów elektrycznych, którego celem jest określenie możliwości e-rowerów w obszarze zaspokajania potrzeb mobilności, zwiększania dostępu do aktywnych opcji transportu oraz realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Wyniki tych badań wykorzystuje się w podejmowaniu decyzji strategicznych na poziomie lokalnym, regionalnym, stanowym i federalnym. Jako przykładowe wymienić można badanie mające na celu poznanie ewentualnych skutków różnych metod udzielania rabatów i dopłat, przesłедzenie danych demograficznych i innych czynników, które opublikowano pod tytułem *Korzystanie z programów motywacyjnych dla rowerów elektrycznych w celu rozszerzenia rynku – trendy i najlepsze praktyki*. Można tam również znaleźć tabele z opisem programów motywujących do użytkowania rowerów elektrycznych w Ameryce Północnej (*E-Bike Research*, 2022).

Podział rowerów elektrycznych

Rowery elektryczne są zazwyczaj klasyfikowane według mocy zamontowanego silnika napędowego oraz systemu sterowania napędem, to znaczy – kiedy i w jaki sposób przekazywany jest napęd z silnika.

Klasyfikowanie rowerów elektrycznych jest dość skomplikowane, ponieważ większość definicji e-rowerów wynika z rozróżnień prawnych określających, co stanowi rower, motorower lub motocykl. Systematyka e-rowerów znacznie się różni także w zależności od kraju i lokalnych jurysdykcji. W niektórych krajach obowiązują przepisy federalne, lecz decyzję o legalności użytkowania przez e-rowery

infrastruktury pozostawia się stanom i prowincjom. Systematykę utrudniają ponadto wprowadzane przez miasta i metropolie różnego rodzaju ograniczenia.

Pomimo komplikacji prawnych o systematyzacji rowerów elektrycznych decyduje głównie to, czy system wspomagający poruszanie pedałami, oparty na silniku elektrycznym, wyłącznie wzmacnia wysiłek rowerzysty, czy też jest to tak zwane zasilanie niezależne (na żądanie). Pozostałe kryteria kategoryzacji zwykle pozostają tożsame z rowerami klasycznymi (zob. *Rodzaje rowerów*, 2022).

Wyróżnia się dwa zasadnicze podziały rowerów elektrycznych: rowery z systemem wspomagającym poruszanie pedałami (*Pedal-Assist System* – PAS) lub z systemem mocy na żądanie (*Power-on-Demand System* – PoDS). W rowerze z systemem wspomagającym pedałowaniem silnik elektryczny jest uruchamiany podczas nacisku nóg rowerzysty na pedały. Wspomaganie zatem wzmacnia siłę pedałowania użytkownika. Rowery te mają czujnik wykrywający prędkość obrotową korby, siłę pedałowania lub oba te elementy, a uruchomienie w rowerze hamulca zatrzymuje silnik. W przypadku mocy na żądanie silnik jest uruchamiany za pomocą manetki, zwykle montowanej na kierownicy, tak jak w większości motocykli lub skuterów.

Szerzej elektryczne rowery można podzielić na:

- rowery elektryczne tylko ze wspomaganie pedałowania – ang. *pedelec* (prawnie klasyfikowany jako rower) lub ang. *s-pedelecs* (zwykle prawnie klasyfikowany jako motorower),
- rowery elektryczne z mocą na żądanie i wspomaganie pedałowania,
- rowery elektryczne wyłącznie z mocą na żądanie, które zazwyczaj mają silniki o większej mocy niż rowery ze wspomaganie pedałowania; wtedy te z mocniejszymi silnikami są klasyfikowane jako motorowery lub motocykle (*Electric bicycle laws*, 2022).

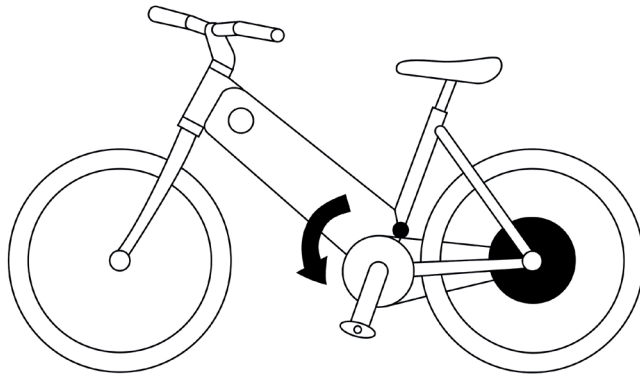
W polskim prawie rower to pojazd o szerokości nieprzekraczającej 0,9 metra poruszany siłą mięśni osoby jadącej tym pojazdem. Może on być wyposażony w uruchamiany naciskiem na pedały pomocniczy napęd elektryczny zasilany prądem o napięciu nie wyższym niż 48 V o znamionowej mocy ciągłej nie większej niż 250 W, którego moc wyjściowa zmniejsza się stopniowo i spada do zera po przekroczeniu prędkości 25 km/h (Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, Ustawa z dnia 30 marca 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym oraz niektórych innych ustaw).

Zasadniczą różnicą między konwencjonalnym rowerem a rowerem elektrycznym jest wyposażenie go w napęd elektryczny. Przy czym napęd ten pełni funkcję wspomagającą, wspierając kierującego tylko do określonej prędkości 25 km/h, której przekroczenie jest niedozwolone, gdyż kwalifikuje taki pojazd do grupy motorowców podlegających odmiennym uregulowaniom prawnym.

Rowery elektryczne różnią się też umiejscowieniem silnika napędowego, który może być zamontowany w kole przednim, tylnym lub centralnie. Innym wyróżnikiem jest waga roweru elektrycznego, zwykle przekraczająca 20 kilogramów, na któ-

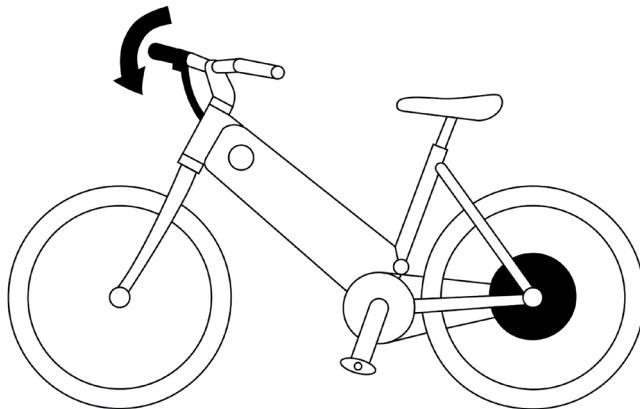
łą składają się zasobnik energii elektrycznej wymagający okresowego doładowywania, silnik i masywniejsza konstrukcja.

Według definicji PoRD w rowerze dozwolony jest tylko taki napęd, który jest uruchamiany naciskiem nóg użytkownika na pedały. Zatem rower elektryczny nie może mieć manetki pozwalającej jechać zupełnie bez pedałowania, a silnik nie może sam go napędzać (rys. 1). Silnik elektryczny ułatwia jazdę tylko wtedy, gdy rowerzysta uruchamia pedały.



Rys. 1. Schemat roweru elektrycznego, w którym napęd jest uruchamiany naciskiem nóg użytkownika na pedały

Źródło: Schematic of a Pedelec, 2009.



Rys. 2. Schemat roweru elektrycznego, w którym napęd elektryczny jest sterowany za pomocą manetki

Źródło: Schematic of an E-Bike, 2009.

Rowery, w których napęd elektryczny jest sterowany za pomocą manetki, są określane mianem speed bike i mogą rozpędzić się do prędkości 45 km/h. Należy podkreślić, że wiele rowerów ze wspomaganie elektrycznym posiada manetki

umożliwiający poruszanie się z prędkością pieszego, co teoretycznie jest sprzeczne z istniejącymi przepisami prawnymi (rys. 2).

Dla roweru elektrycznego wymagane jest takie samo wyposażenie, jak dla konwencjonalnego. Na drogach publicznych obowiązują te same przepisy, co pozostałych rowerzystów. Pojazdy elektryczne o innej charakterystyce nie są w myśl prawa rowerami¹.

Definicja roweru elektrycznego zawarta w PoRD zgodna jest z normą Unii Europejskiej EN15194, w której określa się go jako EPAC – *Electrically Power Assisted Cycles*.

Norma Europejska EN15194 dotyczy rowerów dwukołowych (EPAC) służących do użytku prywatnego oraz handlowego z wyłączeniem EPAC przeznaczonych do wypożyczenia na stacjach niewymagających dozoru. Norma obejmuje rowery ze wspomaganie elektrycznym o maksymalnej ciągłej mocy znamionowej 250 W. Moc wyjściowa napędu zmniejsza się stopniowo i wyłącza się w momencie, kiedy EPAC osiągnie prędkość 25 km/h, lub wcześniej, jeżeli rowerzysta przestanie pedałować. W normie tej określono również wymagania i metody badań układów sterujących mocą silnika, obwodów elektrycznych łącznie z systemem ładowania. Norma jest przeznaczona do oceny konstrukcji i zestawu roweru dwukołowego ze wspomaganie elektrycznym oraz podzespołów zawierających układy działające na napięcie znamionowe nieprzekraczające 48 V prądu stałego lub zawierających wbudowaną ładowarkę akumulatorową o nominalnym napięciu wejściowym 230 V prądu przemiennego.

W normie EN15194 określono także wymagania bezpieczeństwa i związane z bezpieczeństwem wymagania użytkowe dotyczące budowy, montażu i badania rowerów dwukołowych EPAC przeznaczonych do jazdy po drogach publicznych oraz ustalono wytyczne dotyczące instrukcji korzystania z takiego roweru i jego obsługi. Normę stosuje się do rowerów dwukołowych EPAC o maksymalnej wysokości siodełka równej lub większej od 635 milimetrów, przeznaczonych do poruszania się po drogach publicznych (*PN-EN 15194:2018-01 – wersja polska*, 2021).

W USA od 2020 roku rowery elektryczne są podzielone na trzy klasy. Klasę 1 rowerów ograniczono do prędkości 20 mil/h, a silnik elektryczny może pracować w nich tylko podczas pedałowania. Niektóre rowery klasy 1 posiadają manetkę, która umożliwia zwiększenie mocy wspomaganie silnika, lecz tylko wtedy, kiedy obracają się pedały. Przy czym nie ma potrzeby używania dużej siły przy pedałowaniu. Wystarczy w rowerze włączyć niski bieg i powoli kręcić pedałami do przodu, by manetka spełniała swoją funkcję. Rowery elektryczne klasy 1 mogą poruszać się po ścieżkach rowerowych przeznaczonych dla tradycyjnych rowerów. Rowery elektryczne klasy 2 mają – podobnie jak rowery klasy 1 – ograniczenie maksymalnej prędkości do 20 mil/h, ale w odróżnieniu od nich posiadają manetki, które działają

¹ Więcej na temat klasyfikacji i homologacji rowerów elektrycznych w ustawodawstwie unijnym i polskim można przeczytać w opracowaniu firmy Geobike (Bargielski, 2017).

nawet wówczas, gdy rowerzysta nie używa pedałów. Podobnie jak w przypadku rowerów klasy 1 można się nimi poruszać w tych samych miejscach, co rowerem konwencjonalnym. Natomiast w przypadku rowerów elektrycznych klasy 3 występuje szereg nieścisłości. Rowery takie mogą poruszać się z prędkością maksymalną do 28 mil/h i muszą być wyposażone w prędkościomierz, mogą też mieć manetkę, ale nie jest to obowiązkowe. W USA wiele zależy od poszczególnych stanów. Na przykład Kalifornia nie pozwala, by rowery elektryczne klasy 3 były wyposażone w manetkę. W innych stanach manetki są dozwolone, o ile działają tylko do 20 mil/h, mimo że dysponowana energia w silniku wspomagającym pedałowanie pozwala rozpędzać rower nawet do 28 mil/h. Większość stanów w USA zezwala na wjazd rowerem klasy 3 na pasy drogowe lub pas tylko dla rowerów na poboczu drogi. Jednak nie można nimi jeździć po ścieżkach rowerowych, które występują poza szosą lub na wielokierunkowych szlakach dzielonych z pieszymi. Niektórzy producenci rowerów elektrycznych próbują obejść te ograniczenia, dodając tryb, który ogranicza prędkość do 20 mil/h, dzięki czemu można jeździć na różnych szlakach i ścieżkach. Wystarczy tylko zmienić ustawienie lub zastosować specjalny klucz, aby odblokować wszystkie możliwości roweru elektrycznego². Istnieją także e-rowery, które osiągają prędkość 60 mil/h. Są to co do zasady motocykle elektryczne, które mają tylko dla pozorów przymocowane zbędne pedały. Producenci bardzo szybkich elektrycznych rowerów stale znajdują sposoby, aby legalnie dopasować się do istniejącego systemu klasyfikacji, zwłaszcza że prawo zwykle nie nadąża za rozwojem i postępem techniki (zob. Jancer, 2020; *E-Bicke Classifications and Law*, 2022).

W Chinach w kwietniu 2019 roku, po długim okresie niekorzystnej dla e-rowerów jurysdykcji wprowadzono nowe standardy regulujące takie kwestie, jak waga roweru, maksymalna prędkość i napięcie zasilania silnika, z którym wiąże się moc silnika elektrycznego. Rowery, które spełniają nowe normy, w tym międzynarodowe ograniczenie prędkości do 25 km/h, są prawnie uznawane za rowery konwencjonalne i nie wymagają rejestracji. Rowery elektryczne odbiegające od tych standardów są uważane za motocykle i podlegają przepisom dotyczącym na przykład obowiązku używania kasków czy posiadania uprawnień do kierowania (*E-Bikes Rule China's Urban Streets: Hyperdrive Daily*, 2021).

W Australii rower elektryczny zdefiniowano w przepisach krajowych (*Australian Vehicle Standards*) jako rower z silnikiem pomocniczym o maksymalnej mocy wyjściowej nieprzekraczającej 250 W bez ograniczenia prędkości i konieczności posiadania czujnika uruchamiania. Korzystanie z roweru nie wymagało rejestracji ani uzyskania uprawnień. W maju 2012 roku Australia przyjęła kategorię e-rowerów, wykorzystującą model Unii Europejskiej (*Electric bicycle laws*, 2022). Australijskie przepisy to zasady modelowe, które same w sobie nie mają żadnego skutku prawne-

² Na rynku są również dostępne urządzenia pozwalające zwiększyć dopuszczalną prędkość roweru elektrycznego (zob. Ellson, 2022).

go. Stanowią one podstawę dla każdego australijskiego terytorium do wdrożenia własnych uregulowań. W Australii każdy stan jest odpowiedzialny za podjęcie decyzji, jak traktować rower elektryczny. Niektóre australijskie stany mają własne zasady, na przykład odnoszące się do użytkowania infrastruktury i bezpieczeństwa.

Porównanie zasad i przepisów dotyczących rowerów elektrycznych w innych państwach i regionach można znaleźć w angielskojęzycznej Wikipedii. Porównanie przeprowadzono pod kątem takich wytycznych, jak: maksymalna prędkość roweru przy napędzie wyłącznie silnikiem, maksymalna moc silnika, obowiązek używania kasku, obowiązek posiadania uprawnień, minimalny wiek użytkownika (*Electric bike law*, 2022).

Rynek rowerów elektrycznych

W 2022 roku firma konsultingowa Grand View Research wyceniła globalny rynek rowerów elektrycznych na 49,70 mld USD, prognozując, że w latach 2022–2027 rynek ten będzie wzrastał rocznie o 10,2% (*E-bikes Market by Class...*, 2022). Można zatem oczekiwać, że w roku 2027 rynek ten powinien osiągnąć globalną wartość 80,60 mld USD. Analizując podobny raport tej firmy, opracowany dwa lata wcześniej dla szerszego przedziału czasowego 2021–2030, zauważa się znaczne rozbieżności w oszacowaniu globalnej wartości rynku rowerów elektrycznych na korzyść badania z roku 2022 (*E-bikes Market Size, Share & Trends Analysis Report By Propulsion Type...*, 2020). Wtedy wartość tego rynku była szacowana na o wiele mniejszą kwotę wynoszącą 17,83 mld USD. Prawdopodobną, choć nie jedyną, przyczyną prawie dwuipółkrotnego wzrostu tego rynku była pandemia COVID-19, kiedy rowery okazały się bezpieczną alternatywną formą dla transportu zbiorowego w miastach. Po pandemii w roku 2022 popyt na e-rowery ustabilizował się, gdyż ponownie powróciło zainteresowanie dotychczasowymi formami transportu zbiorowego, takimi jak metro, tramwaj czy autobus.

Na potrzebę przeprowadzonego w 2020 roku badania firma Grand View Research podzieliła rynek rowerów elektrycznych na kilka segmentów ze względu na: sposób napędu roweru, rodzaj zasobnika energii, wielkość mocy silnika, wykorzystanie rowerów i regiony użytkowania oraz kluczowi producenci (*E-bikes Market Size, Share & Trends Analysis Report By Propulsion Type...*, 2020).

Biorąc pod uwagę typ napędu, rynek podzielono na rowery, w których napęd elektryczny jest uruchamiany naciskiem nóg użytkownika na pedały, i na rowery, w których napęd jest sterowany za pomocą manetki. Pierwszy segment rowerów elektrycznych według przytoczonego raportu jest najpopularniejszy – w 2021 roku w 58% zdominował rynek. Wspomagane napędem elektrycznym rowery dysponują większą mocą, dzięki czemu umożliwiają szybsze poruszanie się i pedalowanie absorbujące mniej wysiłku rowerzysty. Oczekuje się, że wzrost popytu wśród młodzieży na rowery elektryczne z tego segmentu przyczyni się do dalszego wzrostu

globalnego rynku. Jednocześnie firma Grand View Research oszacowała, że segment rowerów, w których napęd elektryczny jest sterowany za pomocą manetki, będzie wzrastał rocznie o 14,6%. Wzrost tego segmentu przypisano coraz częstszemu stosowaniu e-rowerów z tak zwaną mocą na żądanie, co zmniejsza potrzebę pedałowania.

W zależności od typu zasobnika energii rynek e-rowerów został podzielony na pojazdy z akumulatorami litowo-jonowymi oraz z akumulatorami kwasowo-ołowiowymi. Segment akumulatorów kwasowo-ołowiowych zdominował rynek w 2021 roku i miał w nim ponad 54% udziału. Wysoki udział tego segmentu przypisano niektórym korzyściom oferowanym przez akumulatory kwasowo-ołowiowe, takim jak ich niski koszt. Przewiduje się jednak, że w nadchodzących latach popularność tych akumulatorów spadnie, ponieważ są one niefunkcjonalne i szybko się rozładowują.

Firma Grand View Research przewiduje, że w latach 2022–2030 segment akumulatorów litowo-jonowych będzie rocznie rósł o 12,9%, tym bardziej że do 2030 roku cena akumulatorów litowo-jonowych może obniżyć się od 50% do nawet 70% (zob. *Bloomberg: ceny akumulatorów litowo-jonowych są najniższe w historii i nadal będą spadać*, 2017). Korzyści, takie jak wysoka gęstość energii, wysoka wydajność, niska waga i duża liczba cykli ładowania i rozładowania, będą sprzyjać stosowaniu tych akumulatorów, wspierając w ten sposób wzrost tego segmentu.

Jeśli chodzi o moc silnika, to segment e-rowerów z mocą silnika mniejszą lub równą 250 W stanowił w 2021 roku 50% całego rynku rowerów elektrycznych. Rowery z silnikami o mocy powyżej 250 W zyskują na popularności, ponieważ można bez dużego wysiłku jeździć nimi po pagórkowatych i stromych terenach. Przewiduje się, że segment o mocy mniejszej lub równej 250 W będzie na przestrzeni lat 2022–2030 wzrastał rocznie o 14,1%. Rowerami elektrycznymi o mocy mniejszej lub równej 250 W można jeździć zarówno w mieście, jak i na terenach wyżynnych i stromych w celach rekreacyjnych oraz treningowych. Ponadto mniejsza moc wymagana przez takie rowery zmniejsza potrzebę częstego ładowania baterii.

Rowery elektryczne wykorzystuje się do celów przemieszczania się (trekkingowych) jak również do celów rekreacyjnych. Obydwa te segmenty miały podobne udziały w globalnych przychodach roku 2021, przy czym według raportu segment turystyczny stanowił ponad 49,6% udziału globalnego rynku. Rowerów używa się ponadto do transportu ładunków. Oczekuje się, że segment e-rowerów cargo będzie wzrastał w latach 2022–2030 około 14,4% rocznie.

W 2021 roku w globalnym rynku rowerów elektrycznych największy udział, bo ponad 76%, miał pretendujący do nowego globalnego centrum region Azji i Pacyfiku z dwoma wiodącymi krajami – Chinami oraz Indiami. W regionie Azji i Pacyfiku zachodzi duży postęp technologiczny i ciągle rozwija się infrastruktura ładowania. Region ten charakteryzuje się obecnością wielu znanych firm, takich jak Yadea Group Holdings Ltd, Yamaha Motor Company i Aima Technology Group Co. Ltd. Jeśli chodzi o USA, to raport przewiduje dla tego kraju w latach 2022–2030 roczny

poziom wzrostu wynoszący 15,8%. Oczekuje się, że rosnąca w Stanach Zjednoczonych liczba zakładów produkcyjnych i firm IT, w połączeniu z rosnącą zaawansowaną technologią i wysoką populacją miejską, będzie potęgować jeszcze większy wzrost tego rynku.

Według Grand View Research kluczowi producenci na rynku e-rowerów to między innymi: Pedego Electric Bikes, Yamaha Motor Company, Aima Technology Group Co. Ltd, Merida Industry Co. Ltd czy Trek Bicycle Corporation. Firmy te, aby wzmocnić swoją obecność na rynku, przyjmują różne strategie wzrostu, takie jak ekspansja geograficzna czy wprowadzanie nowych produktów na rynek. Ponadto w celu uzyskania przewagi konkurencyjnej w branży koncentrują się one na ulepszeniu istniejącej oferty produktowej i zwiększaniu świadomości marki. Podejmują one również takie inicjatywy, jak fuzje i przejęcia, umowy i kontrakty oraz partnerstwa z firmami technologicznymi. Na przykład w listopadzie 2019 roku firma Pon Bike nabyła Urban Arrow, holenderską markę rowerów e-cargo. Przejęcie umożliwiło spółce wzbogacenie portfolio swoich produktów.

W badaniu z 2022 roku firma poza powyższymi wyróżnikami wprowadziła podział rowerów na trzy klasy, które szczegółowo scharakteryzowano w niniejszej publikacji. Zdaniem Grand View Research w Ameryce Północnej, gdzie jest mniej ograniczeń dotyczących prędkości rowerów elektrycznych w porównaniu z Europą, Azją i Oceanią, decydujący wpływ na zwiększenie popytu może mieć czynnik prędkości. Należy więc oczekiwać zwiększonej sprzedaży rowerów o dopuszczalnym zakresie prędkości od 25 do 45 km/h, które pozwalają na szybsze dotarcie do celu podróży, na przykład miejsca pracy. Badanie to odnosi się także do zwiększonej sprzedaży rowerów górskich, gdyż konsumenci stale poszukują różnych opcji rowerów rekreacyjnych (*E-bikes Market by Class...*, 2022).

Według danych organizacji zrzeszającej branżę przemysłu rowerowego CONEBI (Confederation of the European Bicycle Industry) w 2021 roku w krajach Unii Europejskiej oraz w Wielkiej Brytanii sprzedaż rowerów tradycyjnych i elektrycznych osiągnęła łącznie poziom ponad 22 mln sztuk – w tym sprzedaż e-rowerów przekroczyła 5 mln sztuk. Wartość sprzedaży objętych raportem organizacji CONEBI wszystkich rodzajów rowerów wyniosła 19,7 mld euro, co stanowiło 7,5% więcej niż rok wcześniej (2020). W Europie nie tylko sprzedaje się, ale również produkuje coraz więcej rowerów, a także części i akcesoriów rowerowych, a wartość tego rynku w 2021 roku wynosiła około 3,6 mld euro. Branża rowerów oraz produkcji części i akcesoriów w Europie liczy około 1000 firm i 155 tys. miejsc pracy. Większość z tych firm to małe i średnie przedsiębiorstwa (*The Bicycle, E-Bike and Parts & Accessories Industries in Europe in 2020 at a glance*, 2020; *Rekordowa sprzedaż rowerów w Europie. Już prawie co czwarty kupowany to e-bike*, 2022).

Według Grand View Research rozwojowi rynku rowerów elektrycznych sprzyją następujące czynniki:

- inicjatywy i działania rządów i samorządów mające na celu zachęcanie do korzystania z pojazdów elektrycznych, rowerów elektrycznych i rowerów klasycznych, na przykład kampanie promocyjne czy dotacje do zakupu e-roweru,
- wzrost świadomości szkodliwego wpływu na środowisko pojazdów napędzanych paliwami tradycyjnymi,
- rozbudowa infrastruktury przyjaznej rowerzystom,
- stały postęp technologiczny w branży, na przykład możliwość komunikowania się z otoczeniem poprzez zainstalowanie w rowerze karty SIM, dzięki czemu rowery takie posiadają połączenia alarmowe, połączenia z mediami społecznościowymi, system antykradzieżowy i możliwość zdalnego diagnozowania; skomunikowane rowery łatwiej obsługiwać, a także zachęcać do ich użytkowania szersze grono klientów.

Oprócz czynników sprzyjających rozwojowi rynku rowerów elektrycznych istnieją też czynniki hamujące (ograniczenia) oraz wyzwania dla rynku.

Ograniczeniem są różniące się w poszczególnych krajach zasady i przepisy dotyczące produkcji, importu i eksportu e-rowerów. Na przykład rywalizacja handlowa między Chinami a USA znacząco wpłynęła na sprzedaż rowerów w latach 2018–2019, co doprowadziło do znacznego wzrostu cen tych produktów. Podobnie w 2018 roku UE wprowadziła instrumenty ochrony handlu w postaci przepisów antydumpingowych i antysubsydyjnych na wszelkiego rodzaju rowery elektryczne importowane z Chin, aby chronić rodzime przedsiębiorstwa przed nieuczciwą konkurencją występującą z powodu różnic w kosztach produkcji.

Największy wpływ na koszt roweru elektrycznego mają zasobniki energii i silniki elektryczne, a dodatkowo zaawansowane technologie IT. Samo zastosowanie zaawansowanych baterii litowo-jonowych spowodowało wzrost kosztów roweru elektrycznego o blisko 700–800 dolarów, dlatego nadrzędnym wyzwaniem dla producentów staje się obniżenie kosztów roweru bez szkody dla jego jakości.

Wyzwaniem dla wzrostu sprzedaży jest wysoka cena e-roweru. Tradycyjny rower kosztuje 25% kwoty, jaką należy przeznaczyć na rower elektryczny. Europa i Ameryka Północna są bardziej zaawansowane technologicznie, co skutkuje zwiększonymi kosztami rowerów elektrycznych (*E-bikes Market by Class...*, 2022).

Rowery elektryczne w Polsce

W Polsce „rola roweru elektrycznego w codziennej komunikacji systematycznie rośnie. Pokazują to zarówno badania użytkowników pojazdów jednośladowych, obserwacje ekspertów oraz zmiany na polskich ulicach i ścieżkach rowerowych” (Sadowski, 2022a). W korzystaniu z e-rowerów Polska podąża za trendami obecnymi w krajach zachodniej Europy.

Wśród producentów rowerów Polska zajmuje czwartą pozycję w Unii Europejskiej, wytwarzając rocznie ponad 1,5 mln wszystkich rowerów – zarówno

elektrycznych, jak i tradycyjnych (*Rekordowa sprzedaż rowerów w Europie. Już prawie co czwarty kupowany to e-bike*, 2022).

Z przeprowadzonego w 2022 roku badania³ Polskiego Stowarzyszenia Rowerowego pt. *Użytkowanie rowerów elektrycznych i preferencje zakupowe* wynika, że ponad 60% ankietowanych osób (63%) przyznało, że e-rowery ułatwiłyby im codzienne dojazdy do pracy czy po zakupy. Wzrost cen paliw samochodowych był przyczyną tego, że co drugi respondent (50%) deklaruje chęć korzystania z roweru elektrycznego. Użytkowanie takiego roweru pozwoliłoby także obniżyć domowe wydatki na transport i mobilność. Z takim stwierdzeniem zgodziło się 60% ankietowanych. Biorąc pod uwagę koszt zakupu i eksploatacji roweru elektrycznego w mieście w porównaniu z samochodem osobowym, to dla większości badanych (70%) zakup roweru elektrycznego jest bardziej racjonalny niż kupno auta. Z przeprowadzonego badania wynika też, że Polacy dostrzegają zalety e-rowerów i planują z nich korzystać, natomiast 38% ankietowanych rozważa zakup roweru elektrycznego dla siebie lub członka rodziny w przeciągu najbliższych 6–12 miesięcy (Sadowski, 2022a).

Badania Polskiego Stowarzyszenia Rowerowego pokazują również, że mieszkańcy wielu miast Polski biorą pod uwagę rezygnację z kosztownych w eksploatacji samochodów i korzystanie w zamian z rowerów elektrycznych. Podjęcie takiej decyzji – co jednoznacznie potwierdzają wyniki badań – byłoby zdecydowanie łatwiejsze przy wprowadzeniu programu dopłat do e-rowerów (Sadowski, 2022b). Systemy dotacji na rower elektryczny stosowane są już na całym świecie. W naszym kraju Gdynia – jako pierwsze polskie miasto – wprowadziła dofinansowanie zakupu e-roweru (*Dotacja celowa na zakup roweru elektrycznego*, 2022). Nabór wniosków w maju 2022 roku znacznie przekroczył przewidywania urzędników i dowiódł, że gdynianie widzą potrzebę zamiany samochodów osobowych na rowery elektryczne.

Po ogromnym zainteresowaniu dofinansowaniem rowerów elektrycznych w Gdyni kolejne miasta, na przykład Bydgoszcz, Kielce, Kraków czy Wałbrzych, zaczęły zastanawiać się nad wprowadzeniem takiego rozwiązania. Z kolei w Łodzi dofinansowanie rowerów elektrycznych już istnieje. Jest ono jednak dość mocno ograniczone, ponieważ dotyczy wyłącznie roweru cargo i jest przeznaczone tylko dla przedsiębiorców.

W Polsce nie ma na razie krajowego systemu dotacji do rowerów, podczas gdy jest to praktykowane w wielu innych państwach i regionach UE. Działania tego rodzaju hamuje dodatkowo skomplikowana sytuacja finansowa samorządów.

Oprócz indywidualnych e-rowerów w Polsce funkcjonują rowery elektryczne w systemie współdzielenia. Należy jednak zaznaczyć, że polski rynek współdzielenia tego typu pojazdów jest niewielki i dopiero się rozwija⁴. Prekursorem jest firma

³ Badanie zlecone przez Polskie Stowarzyszenie Rowerowe wykonała pracownia SW Research. Wywiady on-line zrealizowano na reprezentatywnej grupie Polaków w maju 2022 roku. W badaniu wzięły udział osoby w wieku 25–55 lat, mieszkańcy miast o zróżnicowanej wielkości.

⁴ W Polsce współdzielone rowery elektryczne są dostępne dopiero w pięciu miastach: Poznaniu, Bydgoszczy, Krakowie, Olsztynie i Warszawie (dane z października 2022 roku).

estońska Bolt (zob. Duszczyk, 2022; *Kraków, Bydgoszcz, Olsztyn – w trzech miastach Bolt zaoferuje elektryczne rowery na minuty*, 2022; *Na ulicach Poznania są już rowery elektryczne od Bolta*, 2022). Współdzielonych rowerów elektrycznych w Polsce powinno przybywać. Na przykład w 2023 roku w Trójmieście planowany jest nowy system rowerów miejskich (część z nich będzie elektrycznych), pozbawiony stacji dokowania. W Krakowie natomiast w ramach działań poprzedzających w 2023 roku wprowadzenie strefy czystego transportu planuje się dopłaty do roweru elektrycznego lub roweru cargo w wysokości 2500 złotych bądź też bezpłatny abonament na wynajem długoterminowy roweru elektrycznego na 24 miesiące oraz pakiet wsparcia dla przedsiębiorców bazujących na takim transporcie (Fijak, 2022).

Firma Bolt posiada również usługę Bolt Business, w ramach której oferuje przedsiębiorstwom zrównoważone usługi przejazdów swoimi taksówkami i elektrycznymi hulajnogami. W czerwcu 2022 roku oferta usługi poszerzyła się o rowery elektryczne. Firmy korzystające z usługi Bolt Business mogą proponować swoim pracownikom przejazdy rowerami elektrycznymi jako dodatkową premię czy też motywację na dojazd do biura (*Bolt uruchamia rowery elektryczne w Warszawie*, 2022).

Interesującą inicjatywą jest udostępnianie rowerów elektrycznych przy parkingach Park&Ride, którymi kierowcy pozostawionych samochodów mogą kontynuować swoją podróż po mieście. Usługę taką wdrożono w Krakowie (*Kraków uruchomił system elektrycznych rowerów miejskich*, 2022).

Rower elektryczny w transporcie osób i ładunków – przykłady

Rowery elektryczne służą nie tylko do wypoczynku lub dojazdów do pracy, ale mogą być również narzędziem pracy. Dostrzegają to służby policji, wykorzystując e-rowery w swojej codziennej pracy, patrolując ścieżki rowerowe, parki miejskie, wąskie osiedlowe uliczki czy miejsca odpoczynku (rys. 3). Rowery elektryczne mogą też być przydatne w codziennej pracy doręczycieli Poczty Polskiej (rys. 4).



Rys. 3. Rowery elektryczne w służbie policji

Źródło: Toll, 2022a.



Rys. 4. Rowery elektryczne dla poczty

Źródło: Tabaka, 2019.

Kolejnym przykładem jest firma Amazon budująca w Londynie własne centrum elektromobilności z e-rowerami cargo i innymi pojazdami elektrycznymi. Środki te mają służyć do dostarczania przesyłek z węzła Amazona w Hackney, który może obsługiwać rocznie około jednego miliona przesyłek. Rowery dostawcze, które zastąpią tradycyjne furgonetki, mają być bezemisyjne i tym samym gwarantować przyjazne dla środowiska dostawy. E-rowery nie będą zarządzane bezpośrednio przez Amazon,

lecz przez zewnętrzne firmy (rys. 5). Należy zauważyć, że rowery elektryczne cargo już są wykorzystywane przez znane firmy kurierskie, takie jak DPD czy GLS.



Rys. 5. Rowery dostawcze w dystrybucji firmy Amazon

Źródło: Patyk, 2022.

Oprócz dostaw komercyjnych rower elektryczny cargo może być używany w codziennym transporcie prywatnym, na przykład do zakupów lub transportu dzieci do szkoły czy przedszkola. Przykład takiego roweru pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Rodzinny e-rower cargo

Źródło: W Ciechanowie wystartował Powiatowy Rodzinny Rower Elektryczny, 2022.

Podsumowanie

Korzystanie z roweru w celu przemieszczania się z jednego miejsca do drugiego staje się coraz bardziej popularne.

Rowery elektryczne mogą być postrzegane jako jeden ze sposobów na uzupełnienie luki w transporcie publicznym, zwłaszcza w miejscowościach z niedostatecznie rozwiniętym systemem transportu. W miastach z zaawansowanym transportem

publicznym rowery elektryczne stają się wygodniejszą alternatywą, gdyż umożliwiają użytkownikom kształtowanie przejazdów według własnych potrzeb i bez ograniczeń trasy.

Podczas gdy użytkownicy rowerów elektrycznych ponoszą niższe koszty transportu, zyskują na czasie dojazdu i bezpłatnym parkowaniu, to dodatkowo więcej e-rowerów na ulicach oznacza mniej samochodów. Z kolei mniej samochodów przekłada się na mniejsze zatłoczenie na ulicach i parkingach (Toll, 2022b), czym zainteresowani są zarówno mieszkańcy, jak i decydenci miast.

Zalety roweru elektrycznego dostrzega również branża kurierska, zwłaszcza w odniesieniu do transportu na odcinku ostatniej mili, gdy trzeba dostarczać przesyłki w zatłoczonych centrach miast. Ten trend – popularny w Europie Zachodniej – widać także w Polsce, gdzie zaczynają go wprowadzać pierwsze firmy kurierskie.

Optymalizacja pierwszej/ostatniej mili jest zagadnieniem stale aktualnym w logistyce miejskiej, a e-rowery w mieście mogą odegrać w tej dziedzinie znaczącą rolę. Potrzebne są też badania, które pozwolą zrozumieć, jak zintegrować rowery elektryczne z trendem wdrażania w miastach samochodów elektrycznych i jak wpłyną one na dalszy rozwój współdzielenia środków transportu. Istotne jest ponadto pytanie o dalszy rozwój pozostałych środków transportu mikromobilności i jak to przełoży się na konwencjonalne środki mobilności, szczególnie samochody osobowe.

Bibliografia

- Arsenio E., Dias J.V., Lopes S.A., Pereira H.L. (2018), *Assessing the market potential of electric bicycles and ICT for low carbon school travel: a case study in the Smart City of ÁGUEDA*, „European Transport Research Review”, Vol. 10, No. 13.
- Bargielski G. (2017), *Przepisy i certyfikaty dotyczące rowerów elektrycznych – fakty i mity*, <https://www.geobike.com.pl/przepisy-i-certyfikaty-dotyczace-rowerow-elektrycznych-fakty-i-mity-cinfo-pol-59.php> [dostęp: 13.11.2022].
- Behrendt F. (2016), *Why cycling matters for Smart Cities. Internet of Bicycles for Intelligent Transport*, „Journal of Transport Geography”, Vol. 56.
- Biała Księga. *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu* (2011), Komisja Europejska, Bruksela, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=en> [dostęp: 17.11.2022].
- Błoński M. (2017), *Chińskie wypożyczalnie rowerów gotowe na podbój Zachodu*, <https://kopalniawiedzy.pl/Mobike-Ofo-rower-rower-miejski,26691> [dostęp: 15.11.2022].

- Bloomberg: ceny akumulatorów litowo-jonowych są najniższe w historii i nadal będą spadać* (2017), <https://orpa.pl/bloomberg-ceny-akumulatorow-litowo-jonowych-sa-najnizsze-w-historii-nadal-beda-spadac/> [dostęp: 5.11.2022].
- Bolt uruchamia rowery elektryczne w Warszawie* (2022), <https://www.isbtech.pl/2022/06/bolt-uruchamia-rowery-elektryczne-w-warszawie/> [dostęp: 11.11.2022].
- Bruce O. (2018), *Episode 2: What is micromobility, how do we define it, and why is it disruptive?*, <https://medium.com/micromobility/episode-2-what-is-micromobility-how-do-we-define-it-and-why-is-it-disruptive-4653ef260492> [dostęp: 11.05.2018].
- Carracedo D., Mostofi H. (2022), *Electric cargo bikes in urban areas: A new mobility option for private transportation*, „Transportation Research Interdisciplinary Perspectives”, Vol. 16, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198222001658> [dostęp: 6.12.2022].
- Dediu H. (2019), *The Micromobility Definition*, <https://micromobility.io/blog/2019/2/23/the-micromobility-definition> [dostęp: 2.05.2019].
- Dotacja celowa na zakup roweru elektrycznego* (2022), <https://bip.um.gdynia.pl/sprawy-do-zalatwienia,158/dotacja-celowa-na-zakup-roweru-elektrycznego,574484> [dostęp: 10.11.2022].
- Duszczyk M. (2022), *Bolt wjeżdża na e-rowerach do Warszawy*, <https://www.rp.pl/transport/art36439541-bolt-wjezdza-na-e-rowerach-do-warszawy> [dostęp: 11.11.2022].
- E-Bike Classifications and Law* (2022), <https://www.juicedbikes.com/pages/e-bike-classifications> [dostęp: 2.11.2022].
- E-Bike Research* (2022), <https://trec.pdx.edu/e-bike-research> [dostęp: 18.11.2022].
- E-bikes Market by Class (Class-I, Class-II, Class-III), Speed (Up to 25 km/h, 25–45 km/h), Battery type (Lithium-ion, Lithium-ion Polymer, Lead Acid), Motor Type, Mode (Pedal Assist, Throttle), Component, Usage, Ownership and Region Global Trends & Forecast to 2027* (2022), https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-bike-market-110827400.html?gclid=CjwKCAjwtp2bBhAGEiwAOZZTuPtRxZ6vVCnwWz1tdB-f6rQuM2Ya5Apy7aBepOM4K4p91gesmj2XApBoCzkwQAvD_BwE [dostęp: 6.11.2022].
- E-bikes Market Size, Share & Trends Analysis Report By Propulsion Type (Pedal-assisted, Throttle-assisted), By Battery Type, By Power, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2022–2030* (2020), <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-bikes-market-report> [dostęp: 5.11.2022].
- E-Bikes Rule China's Urban Streets: Hyperdrive Daily* (2021), <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-04-05/hyperdrive-daily-e-bikes-rule-china-s-urban-streets> [dostęp: 3.11.2022].

- Electric bicycle laws* (2022), https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle_laws [dostęp: 3.11.2022].
- Ellson A. (2022), *Irresponsible Amazon selling kits to help e-bikes override speed limits*, https://www.thetimes.co.uk/article/irresponsible-amazon-selling-kits-to-help-e-bikes-override-speed-limits-qlkgghfc?utm_source=stack&utm_medium=email [dostęp: 17.11.2022].
- Fijak M. (2022), *Kraków. Strefa Czystego Transportu już w 2023 roku*, https://smoglab.pl/strefa-czystego-transportu/?gclid=Cj0KCQIApb2bBhDYARISACHcH9uhpCrJpxBQunYGZWETdF8abJosScdGf_y-Wu5hpr8JIZJYFa-EvTf8aAuZOEALw_wcB [dostęp: 13.11.2022].
- Jancer M. (2020), *What Are Ebike 'Classes' and What Do They Mean?*, <https://www.wired.com/story/guide-to-ebike-classes/> [dostęp: 2.11.2022].
- Jochem P., Doll C., Fichtner W. (2016), *External costs of electric vehicles*, „Transportation Research Part D: Transport and Environment”, Vol. 42, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920915001467> [dostęp: 18.11.2022].
- Jones T., Harms L., Heinen E. (2016), *Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility*, „Journal of Transport Geography”, Vol. 53, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692316301934> [dostęp: 18.11.2022].
- Kocaman M. (2019), *Adoption of Electric Bicycle for the Daily Commute: Investigating Behavioral Factors in a Pilot Study*, Delft University of Technology, TU Delft.
- Kraków uruchomił system elektrycznych rowerów miejskich* (2022), <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/krakow-uruchomil-system-elektrycznych-rowerow-miejskich-75263.html> [dostęp: 13.11.2022].
- Kraków, Bydgoszcz, Olsztyn – w trzech miastach Bolt zaoferuje elektryczne rowery na minuty* (2022), <https://smartride.pl/krakow-bydgoszcz-olsztyn-w-trzech-polskich-miastach-bolt-zaoferuje-elektryczne-rowery-na-minuty/> [dostęp: 11.11.2022].
- Na ulicach Poznania są już rowery elektryczne od Bolta* (2022), <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/na-ulicach-poznania-sa-juz-rowery-elektryczne-od-bolta-75329.html> [dostęp: 11.11.2022].
- Od dziś rowery elektryczne Bolt w Poznaniu!* (2022), <https://www.poznan.pl/mim/smartcity/news/od-dzis-rowery-elektryczne-bolt-w-poznaniu,187860.html> [dostęp: 27.10.2022].
- Patyk A. (2022), *Amazon wprowadza ekologiczne pojazdy w centrum Londynu*, <https://obserwatorlogistyczny.pl/2022/07/31/amazon-wprowadza-ekologiczne-pojazdy-w-centrum-londynu/> [dostęp: 1.12.2022].
- PN-EN 15194:2018-01 – wersja polska* (2021), <https://sklep.pkn.pl/pn-en-15194-2018-01p.html> [dostęp: 2.11.2022].

- Rekordowa sprzedaż rowerów w Europie. Już prawie co czwarty kupowany to e-bike* (2022), <https://smartride.pl/rowery-w-europie-rekordowa-sprzedaz-juz-prawie-co-czwarty-to-e-bike/> [dostęp: 10.11.2022].
- Rodzaje rowerów* (2022), <http://wrower.pl/sprzet/rodzaje-rowerow,3361.html> [dostęp: 28.11.2022].
- Rosler J. (2021), *Elektrykiem nie tylko do pracy*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/elektrykiem-nie-tylko-do-pracy-70151.html> [dostęp: 27.10.2022].
- Sadowski W. (2022a), *60% ankietowanych Polaków uważa, że posiadanie roweru elektrycznego obniżyłoby wydatki domowe na transport i mobilność*, <https://rowerowesygnaly.pl/60-ankietowanych-polakow-uwaza-ze-posiadanie-roweru-elektrycznego-obnizyloby-wydatki-domowe-na-transport-i-mobilnosc/> [dostęp: 10.11.2022].
- Sadowski W. (2022b), *Większość Polaków kupiłaby rower elektryczny, gdyby był on dofinansowany*, <https://rowerowesygnaly.pl/wiekszosc-polakow-kupilaby-rower-elektryczny-gdyby-byl-on-dofinasowany/> [dostęp: 10.11.2022].
- Schematic of a Pedelec* (2009), https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#/media/File:Schematic_of_an_Pedelec.svg [dostęp: 2.11.2022].
- Schematic of an E-Bike* (2009), https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#/media/File:Schematic_of_an_E-Bike.svg [dostęp: 2.11.2022].
- Stilo L., Segura-Velandia D., Lugo H., Conway P.P., West A.A (2021), *Electric bicycles, next generation low carbon transport systems: A survey*, „Transportation Research Interdisciplinary Perspectives”, Vol. 10, <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S2590198221000543> [dostęp: 18.11.2022].
- Tabaka M. (2019), *Listonosz na rowerze elektrycznym, czyli Poczta Polska chce być gotowa na Strefy Czystego Transportu*, <https://spidersweb.pl/2019/01/rowery-elektryczne-dla-poczty-polskiej.html> [dostęp: 1.12.2022].
- The Bicycle, E-Bike and Parts & Accessories Industries in Europe in 2020 at a glance* (2020), <https://www.conebi.eu/industry-market-reports/> [dostęp: 9.11.2022].
- Toll M (2022a), *Cops on electric bikes: Why more police departments are turning to e-bikes for patrols*, <https://electrek.co/2022/08/19/cops-on-electric-bikes-police/> [dostęp: 1.12.2022].
- Toll M (2022b), *New Deloitte study puts e-bikes ahead of e-cars as most popular and 'most attractive' electric transportation*, <https://electrek.co/2022/07/03/electric-bikes-most-popular-attractive-study/> [dostęp: 1.12.2022].
- Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, Dz.U. 1997, nr 98, poz. 602.
- Ustawa z dnia 30 marca 2021 r. o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2021, poz. 720.
- W Ciechanowie wystartował Powiatowy Rodzinny Rower Elektryczny* (2022), <https://transinfo.pl/infobike/w-ciechanowie-wystartowal-powiatowy-rodzinny-rower-elektryczny/> [dostęp: 1.12.2022].

Summary**Electric bikes in the micromobility system**

Using e-bicycles to get from one place to another is becoming more and more popular. Moving them does not require much physical effort, so on longer journeys they can be an alternative to conventional bicycles. Electric bikes are used by both companies and individuals. An electric assist bicycle can also be a transportation solution for people with health problems. E-bikes can also be seen as one way to fill the gap in public transport and reduce congestion in city centres.

The aim of this article is to discuss electric bicycles and to indicate their place in the micromobility system. The systematics of e-bikes is discussed, the market is characterized and some selected examples of their use in the transport of people and loads is mentioned. In conclusion, it is hypothesized that more e-bikes on the streets could lead to fewer cars in cities.

The work was based on academic publications as well as information and studies of industry practitioners. The article ends with a summary.

Keywords: micromobility, micromobility system, electric bike