

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

e-mail: janczewska@republika.pl

Innowacje w systemach mikromobilności na przykładzie elektrycznych hulajnog

https://doi.org/10.25312/2391-5129.34/2022_08jjdj

Mikromobilność zapewnia mieszkańcom miast swobodę przemieszczania się na krótkich odcinkach i łagodzenie kongestii spowodowanej przez samochody oraz transport publiczny, a jej środki transportu uzupełniają system komunikacji miejskiej. Celem artykułu jest prezentacja wybranych innowacji mających zasadniczy wpływ na rozwój branży mikromobilności. Przy czym innowacje traktuje się jako zmiany, które coś ulepszają, dają nową jakość i przynoszą korzyści. Ze względu na złożoność zagadnienia i fakt, że mikromobilność, zarówno współdzielona, jak i indywidualna, w strategii transportowej miast sama w sobie jest jeszcze innowacją, podano tylko kilka wybranych przykładów, które przypisano do trzech grup tematycznych, a mianowicie infrastruktura i bezpieczeństwo, zarządzanie usługą oraz środki transportu. W pracy oparto się na publikacjach naukowych oraz informacjach i opracowaniach praktyków z branży. Całość zwieńczono podsumowaniem. Jako szczególny przykład posłużyły hulajnogi elektryczne.

Słowa kluczowe: innowacje, mikromobilność, hulajnoga elektryczna, współdzielona mikromobilność

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

** Dr inż. Danuta Janczewska, adiunkt, Społeczna Akademia Nauk w Łodzi.

Wstęp

W miastach w ostatnich latach bardzo popularne stały się systemy wykorzystujące środki transportu mikromobilności. Głównymi przyczynami wzrostu ich znaczenia są coraz powszechniejsze tryby współużytkowania środków transportu, będące ekonomiczną alternatywą dla indywidualnego transportu oraz fakt, że oferują w ostatnim odcinku podróży w miejsce pojazdu konwencjonalnego przyjazny dla środowiska dodatkowy środek przemieszczania.

Niedawny wzrost ich liczby w miastach wynika przede wszystkim z wdrażania wspólnych flot przez prywatne firmy. Współdzielone floty zapewniają użytkownikom dostęp na żądanie. Floty te są najczęściej parkowane na pasie drogowym albo zgrupowane w doku lub jako bezdokowe. Użytkownicy zazwyczaj odblokowują środki transportowe za pomocą aplikacji na smartfona. Środki transportowe mikromobilności mogą być również własnością indywidualną.

Innowacje w systemach mikromobilności obejmują zarówno środki transportu, infrastrukturę, jak i zarządzanie usługą, której te środki służą. Innowacje w systemach mikromobilności są wymuszane poprzez rosnące potrzeby transportowe mieszkańców miast, elektryfikację napędu i potrzebę wypełnienia luki w dostępie do transportu na odcinku pierwszej/ostatniej mili.

Agencja ratingowa Early Metrics zajmująca się oceną i badaniem start-upów uważa, że o postępie i rozwoju branży mikromobilności mogą świadczyć między innymi następujące kwestie (Mansour, 2021):

- w miastach na całym świecie do czerwca 2020 roku zrealizowano 300 milionów podróży z użyciem elektrycznych hulajnóg,
- w głównych miastach USA 45% przejazdów środkami transportu mikromobilności zastępuje podróże samochodem,
- 52% niemieckich konsumentów usług mobilności deklaruje, że opowiedziałoby się za strefami bez samochodów w dużych miastach, aby tym samym powiększyć przestrzeń dla rowerów i pieszych,
- 70% osób przemieszczających się w miastach jest skłonnych wybrać do codziennych dojazdów środki transportowe mikromobilności,
- wybierając do podróży w mieście rower zamiast samochodu, nawet jeśli jest to tylko raz dziennie, zmniejsza się o 67% emisję szkodliwych zanieczyszczeń,
- w 2020 roku w Europie sprzedaż rowerów elektrycznych osiągnęła wartość 10,6 miliardów dolarów, co w porównaniu z 2019 rokiem stanowi wzrost o 52%.

Celem artykułu jest prezentacja wybranych innowacji mających zasadniczy wpływ na rozwój branży mikromobilności. Przy czym innowacje traktuje się jako zmiany, które coś ulepszają, dają nową jakość i przynoszą korzyści. Ze względu na złożoność zagadnienia i fakt, że mikromobilność zarówno współdzielona, jak i indywidualna w strategii transportowej miast sama w sobie jest jeszcze innowacją, zdecydowano się na podanie tylko kilku wybranych przykładów, które przypisano

do trzech grup tematycznych, a mianowicie infrastruktura i bezpieczeństwo, zarządzanie usługą oraz środki transportu. Jako szczególny przykład posłużyły hulajnogi elektryczne. W pracy oparto się na publikacjach naukowych oraz informacjach i opracowaniach praktyków z branży. Całość zwięźcza podsumowaniem.

Mikromobilność i wyzwania dla branży

Mikromobilność to koncepcja zakładająca wykorzystywanie w rozwiązaniach komunikacyjnych niewielkich i lekkich pojazdów silnikowych oraz urządzeń powolnego transportu, umożliwiających pokonywanie krótkich dystansów – najczęściej pierwszego lub ostatniego odcinka zaplanowanej podróży. Dzięki niewielkim gabarytom i małej masie ułatwiają one poruszanie się po wąskich i zatłoczonych odcinkach miast, a ich alternatywny napęd eliminuje hałas i redukuje ślad węglowy. Do środków tych zaliczają się między innymi rowery, hulajnogi, deskorolki, skutery, motorowery, a także małe, lekkie samochody (ang. *microcar*, *quadricycle*) (Janczewski, 2020: 258–259). Orientację na mikromobilność wykreował Horace Dediu, który zauważył, że mikromobilność powinna zapewniać możliwie najwyższą niezależność przy przemieszczaniu się i zużywać przy tym minimalny zasób energii. Według Dediu mikromobilność to system indywidualnego transportu w mieście z użyciem środków transportu przeważnie z napędem elektrycznym, ważących nie więcej niż 500 kilogramów (Bruce, 2018 w: Janczewski, Janczewska, 2022: 9–10).

Mikromobilność umożliwia mieszkańcom miast swobodę przemieszczania się na krótkich odcinkach i łagodzenie kongestii spowodowanej przez samochody oraz transport publiczny, a jej środki transportu uzupełniają system komunikacji miejskiej.

Współdzielone systemy mikromobilności są szeroko wykorzystywane w podróży miejskich na odcinkach poniżej 5 kilometrów, stanowiąc 50–60% całkowitej liczby podróży przebytych w Chinach, Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych (Heineke i in., 2019). Wspólna mikromobilność bazująca na napędzie elektrycznym to innowacyjna strategia transportowa, która pozwala użytkownikom na krótkoterminowy dostęp do środka transportu, kiedy tylko tego potrzebują. Obejmuje ona udostępnianie rowerów, hulajnog, skuterów, a także mikrosamochodów.

Według prognozy analityków firmy Mckinsey w 2030 roku rynek współdzielonej mikromobilności na świecie może mieć potencjał około 200 do 300 miliardów dolarów – z czego w Europie od 100 do 150 miliardów, a w Chinach od 30 do 50 miliardów. Dla porównania na przestrzeni około czterech lat (2015–2019) interesariusze zainwestowali ponad 5,7 miliarda dolarów w start-upy z branży mikromobilności (Heineke i in., 2019).

W Polsce według danych organizacji Mobilne Miasto w czerwcu 2022 roku zbilansowano flotę 96 tysięcy współdzielonych rowerów, elektrycznych hulajnog i skuterów (*Najnowsze dane o rynku sharingowych jednośladow w Polsce. E-hulajnóg jest prawie dwukrotnie więcej niż rok temu*, 2022). Hulajnogi elektryczne

jako najliczniejsza grupa dostępne były w 149 polskich miejscowościach. To blisko 2,5-krotnie więcej niż w czerwcu roku 2021.

W czerwcu 2022 roku do dyspozycji były ponad 72 tysiące współdzielonych hulajnóg, co oznacza, że pod względem podaży tych pojazdów polski rynek współdzielenia hulajnóg wzrósł w ciągu roku o 92%. W sumie wypożyczalnie hulajnóg elektrycznych w czerwcu 2022 stanowiły blisko 76% całego rynku współdzielonych jednośladowych mikropojazdów w Polsce. Ponad 90% polskiego rynku współdzielenia hulajnóg elektrycznych należy do czterech firm: Bolt (dostępny w 37 miejscowościach) i Lime (42 miejscowości), obie z flotą po około 21 tysięcy pojazdów, a następnie Tier (około 15 tysięcy pojazdów w 40 miejscowościach) oraz Dott (ponad 10 tysięcy pojazdów w 14 miejscowościach). Najwięcej współdzielonych hulajnóg jest w Warszawie (ponad 15 tysięcy), dalej w Trójmieście (ponad 10 tysięcy) i w Krakowie (ponad 7 tysięcy). Kolejne miejsca zajmują Poznań i Wrocław.

W czerwcu 2022 roku z samoobsługowych systemów roweru miejskiego można było korzystać w 89 miejscowościach. Pod względem podaży tych pojazdów rynek współdzielonych rowerów w Polsce zwiększył się w ciągu roku o 15%, do poziomu około 23 tysięcy. Jest to blisko 25% całego rynku współdzielonej mikromobilności w Polsce. W drugim kwartale 2022 roku w Polsce weszły do użytku pierwsze rowery wspomagane elektrycznie, dostępne na podobnych zasadach jak hulajnogi elektryczne. Oferowane były w pełni komercyjnie: bez dofinansowania ze strony samorządu, pełna odpłatność jest po stronie użytkownika. Nie mają też stacji dokujących – można je parkować i pozostawiać swobodnie w strefie wskazanej przez operatora. Usługę 1 tysiąca wspomaganych elektrycznie rowerów zaoferowało dwóch operatorów (Bolt oraz Roler), łącznie w sześciu polskich miastach. Ta oferta stanowi 3,5% całego rynku rowerów miejskich w Polsce.

W przypadku współdzielonych skuterów zanotowano spadek zainteresowania tą formą podróży w polskich miastach. Na koniec czerwca 2022 roku skutery pozostały tylko w 13 polskich miejscowościach (o 6 mniej niż rok wcześniej), a ich łączna liczba w Polsce spadła do około 500 pojazdów, co stanowi 0,5% całego rynku współdzielonej mikromobilności. Dla porównania rok temu firmy skuterowe oferowały 1 tysiąc pojazdów w 19 miejscowościach, dwa lata temu – ponad 1,83 tysiąca w 23 miejscowościach (*Najnowsze dane o rynku sharingowych jednośladow w Polsce. E-hulajnóg jest prawie dwukrotnie więcej niż rok temu*, 2022).

Przywołana we wstępie firma ratingowa Early Metrics wskazuje na wyzwania, z którymi zmagają się branża, a jako najważniejsze wymienia regulacje prawne, braki infrastruktury, bezpieczeństwo użytkowników i trwałość środków transportowych (Mansour, 2021).

Regulacje prawne i infrastruktura to dwa główne wyzwania, przed którymi stoi branża mikromobilności. Niezbędne są wytyczne i przepisy dotyczące tego, w jaki sposób pojazdy mikromobilności należy użytkować w miastach. Potrzebna jest także odpowiednia infrastruktura, aby mogły one bezpiecznie współistnieć z innymi

formami transportu, na przykład większa liczba ścieżek rowerowych lub stref dla pieszych. Również ważne są odpowiednie standardy i praktyki gromadzenia i udostępniania danych o podróżach mikropojazdami, które pomagają samorządom miast planować i budować nową infrastrukturę dla rowerów, hulajnóg i tym podobnych.

Bezpieczeństwo jest istotnym zagadnieniem, które zwykle ma wpływ na kwestie regulacji prawnych związanych z mikromobilnością. Obawy o bezpieczeństwo obywateli mogą skłonić rządy do zakazania niektórych opcji mikromobilności lub znacznego ograniczenia ich użytkowania. Obawy o bezpieczeństwo często nasilają się z powodu wypadków drogowych i wynikają również z problemów z materiałami i elementami do budowy pojazdów mikromobilności. Na przykład pożary akumulatorów do hulajnóg elektrycznych spowodowały czasowy zakaz ich używania na chodnikach i drogach w Wielkiej Brytanii.

Firmy produkujące środki transportowe mikromobilności i promujące je jako zrównoważoną alternatywę transportu w mieście muszą doskonalić procesy produkcyjne, operacyjne i eksploatacyjne własnych produktów. Procesy te mają bezpośredni wpływ na solidność i trwałość środków transportowych mikromobilności, cechy niezbędne do pracy w trybie współdzielenia, który wymaga od tych środków zwiększonego zasobu pracy.

Technologia pojazdów mikromobilności rozwija się wokół dwóch kluczowych filarów: bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju. Dotyczy to zarówno formy i funkcjonalności samych pojazdów, jak i codziennych operacji, które służą do zarządzania nimi. Dłuższa żywotność, wydajność baterii, zwiększona trwałość, ponowne użycie i ulepszanie diagnostyki są tutaj miarami postępu.

Innowacje w systemach mikromobilności

Literatura wskazuje na wiele źródeł powstawania, pozyskiwania i rozpowszechniania innowacji, które swój początek biorą z wnętrza organizacji lub z otoczenia, w którym ona funkcjonuje (zob. Drucker, 1992; Pomykański, 2001; *Podręcznik Oslo 2018*, 2020).

Przywołując metodykę badawczą zawartą w *Podręczniku Oslo 2018*, innowacyjne rozwiązania w zakresie mikromobilności można przypisać do innowacji produktowych, innowacji procesowych, innowacji organizacyjnych i marketingowych (*Podręcznik Oslo 2018*, 2020: 85), które powstają w przedsiębiorstwach lub są pozyskiwane z zewnątrz. Innowacje te często nakładają się na siebie, tworząc swoisty efekt domina, gdyż zmiana w produkcie pociąga za sobą zmianę procesu, zmianę w organizacji, a także w marketingu.

Zestawienia i prezentacje nowych rozwiązań w mikromobilności spotyka się na portalach firmowych operatorów i przedsiębiorstw współpracujących z branżą oraz portalach promujących mikromobilność. Jako przykład polskiego portalu można wymienić witrynę SmartRide.pl opisującą miejską mikromobilność, urządzenia

transportu osobistego – UTO, innowacje w tej dziedzinie i ich wpływ na miasta. Innym przykładem jest serwis Rozładowani.pl poświęcony elektromobilności.

Analitycy do spraw innowacji firmy StartUs Insights zwracają uwagę na start-upy i przedsiębiorstwa typu *scale-up* oferujące innowacyjne rozwiązania w zakresie mikromobilności (*Discover 5 Emerging Micromobility Startups*, 2020). Innowacje te dotyczą infrastruktury i bezpieczeństwa, środków transportowych i zarządzania usługą.

Środki transportowe mikromobilności

Firma Bo Mobility opracowała hulajnogę elektryczną z w pełni zintegrowanym podwoziem. Podwozie to wykorzystuje technikę konstrukcji *monocoque*¹, dzięki której występujące naprężenia i obciążenia są przenoszone na większym przekroju niż w typowej ramie hulajnogi. Zmiana nie czyni hulajnogi tańszą w produkcji, ale sprawia, że jest ona bardziej wytrzymała i lżejsza. Innym ważnym wyróżnikiem hulajnogi firmy Bo Mobility jest brak zawieszenia, którego rolę przejmuje element odpowiednio zaprojektowanego elastomeru, zamocowanego do podestu hulajnogi. Zdaniem przedstawicieli firmy dotychczas stosowane zawieszenie jest całkowicie zbędne w przypadku pojazdu, który osiąga prędkość około 35 km/h. W połowie 2022 roku firma zbierała zamówienia na hulajnogi, aby na początku kolejnego roku przejść do masowej produkcji i rozpocząć dystrybucję najpierw do Europy Zachodniej w czerwcu 2023, a następnie, z czasem, do Stanów Zjednoczonych (zob. Bellan, 2022).

Hulajnogę chowaną w karoserii samochodu i ładującą się z instalacji samochodowej zaproponowała firma Hyundai. Takie rozwiązanie to rozwinięcie koncepcji mobilności na ostatnim kilometrze poprzez wyposażenie samochodu w dodatkowy środek transportu. Firma planuje budowę składanej hulajnogi elektrycznej, przeznaczonej dla indywidualnych użytkowników, która będzie chowana wewnątrz karoserii pojazdu. Po schowaniu hulajnoga ma być doładowywana z energii odzyskiwanej w trakcie jazdy samochodem. Elektryczna hulajnoga montowana w samochodzie może być stosowana w przyszłych pojazdach elektrycznych Hyundai Motor Group (Buliński, 2019).

Dwie firmy – niemiecka Tier i szwedzka Voi – niemal równocześnie zaprezentowały w swoich flotach współdzielone hulajnogi z kierunkowskazami. Pojazdy, które przedstawiono jako Voiager 4 i Tier Four, mają (obok innych innowacji) wspólną ce-

¹ *Monocoque* (stosowana również spolszczona pisownia *monokok*) to najistotniejszy i pierwszy element chroniący podczas kolizji kierowców wyczynowych samochodów wyścigowych (między innymi bolidów Formuły 1, prototypów LMP). Kadłub (*monocoque* – kabina kierowcy) to konstrukcja wykonana z ultrawytrzymałych włókien węglowych o strukturze plastra miodu. Stosunkowo lekka i kompaktowa konstrukcja nowoczesnych *monocoque*’ów wyróżnia się ogromną odpornością na odkształcenia. Kadłuby obecnie konstruowanych bolidów F1 są w stanie wytrzymać uderzenie przy prędkości rzędu 300 km/h (*Monocoque – co to jest?*, b.r.).

chę. W obu przypadkach pokazana hulajnoga ma zarówno kierunkowskazy przednie, ulokowane przy zakończeniach rączki kierownicy, jak i tylne, na wysokości koła lub błotnika. Wprawdzie kierunkowskazy są znane i stosowane od lat, niemniej w pojazdach współdzielonych są rzadkością, natomiast indywidualni użytkownicy mogą je montować we własnym zakresie. Idea fabrycznego wbudowania kierunkowskazów w elektryczną hulajnogę powinna zwiększyć bezpieczeństwo. Zaproponowanie takiego rozwiązania przez dwie międzynarodowe firmy, zarządzające flotami hulajnog elektrycznych, stwarza perspektywę, że w ich ślady pójda kolejni operatorzy – i hulajnoga elektryczna z kierunkowskazami okaże się kolejnym ogniwem w łańcuchu doskonalenia takich pojazdów (Domaszewicz, 2020).

Firma Okai zaprezentowała na targach elektroniki użytkowej CES 2022 w Las Vegas elektryczną hulajnogę do jazdy terenowej przeznaczoną dla odbiorców indywidualnych. Posiada ona 12-calowe, szerokie koła z terenowymi oponami, z przednią i tylną amortyzacją i dwoma hamulcami, napędzana jest silnikiem o mocy 1000 W. Producent podaje, że pojazd jest w stanie pokonywać wzniesienia o nachyleniu 35 stopni. Na targach firma pokazała też interaktywny kask, który poprzez Bluetooth może łączyć się z aplikacją pozwalającą między innymi sterować wbudowanym w kask oświetleniem LED-owym. Użytkownik może w ten sposób ustawiać kolorystykę i wzór oświetlenia. Może także sygnalizować zamiar zmiany kierunku jazdy. Kask posiada wysoki poziom wodoodporności. Oprócz premier dla klientów indywidualnych producent pokazał na targach nową hulajnogę elektryczną przeznaczoną na rynek współdzielenia. Nowy model hulajnogi zbudowany jest na aluminiowej ramie, ma wymienną baterię z łatwym dostępem, umożliwiającym szybką obsługę wymiany (w Polsce to rozwiązanie jeszcze praktycznie nie występuje). Hulajnoga posiada 12-calowe koło z przodu i 10-calowe z tyłu, w obu kołach są hamulce bębnowe. Napędza ją 350-watowy silnik elektryczny. Hulajnoga ma kierunkowskazy, bezprzewodową ładowarkę do smartfona, precyzyjny system pozycjonowania GPS (RTK – skrót od ang. *Real Time Kinematic*). Nowością jest dodatkowa sygnalizacja świetlna (podświetlany pierścień wokół kolumny kierownicy), która ma ułatwić wynajmującym znalezienie pojazdu w nocy (a jej kolor sygnalizuje status hulajnogi) (*Nowości Okai na CES 2022: hulajnoga terenowa, nowy „sharing”, smart-kask i e-bike*, 2022).

Hulajnogi elektryczne nie zdają egzaminu, gdy trzeba przewieźć nawet niewielki ładunek, na przykład torbę z codziennymi zakupami. Stosowane czasem przez użytkowników sposoby, takie jak zawieszanie pakunku na kierownicy lub specjalnym haczyku, mogą być niebezpieczne dla procesu jazdy. Powstała więc idea wyposażenia hulajnogi w pojemny bagażnik. Prototyp takiej hulajnogi wykonany przez firmę Scootility zapewnia miejsce na ładunek. Hulajnogę można łatwo zaparkować, ponieważ zmieści się w wąskiej przestrzeni, zbyt ciasnej dla roweru towarowego (*Why we need a utility scooter*, 2022).

Omawiając innowacyjne rozwiązania hulajnog elektrycznych, nie można pominąć trzyśladowej hulajnogi firmy Segway-Ninebot, której model T60 zmienia

sposób, w jaki dotąd postrzegane są te urządzenia. Wszystko za sprawą półautonomicznego systemu poruszania się, który może doprowadzić hulajnogę do stacji ładującej, gdy poziom naładowania akumulatora jest niski. Hulajnoga T60 oferuje jazdę opartą na sztucznej inteligencji kontrolowanej przez platformę Segway. Dostępne są funkcje automatycznego powrotu do dokowania w celu ładowania i automatycznego przegrupowania floty w obszarach o większym zapotrzebowaniu na te pojazdy. Może ona także wykrywać i omijać przeszkody oraz bezpiecznie przejeżdżać przez światła drogowe (*Kickscooter T 60. The world's first semi-automatic, teleoperating shared scooter*, 2022).

W system odzyskiwania energii kinetycznej, tak zwany KERS (skrót od ang. *Kinetic Energy Recovery System*), wyposażono hulajnogę Xiaomi Mi Electric Scooter Pro 2 Mercedes-AMG Petronas F1 Team Edition. Model ten opracowano wspólnie z ekipą zespołu Formuły 1. Zamontowano w nim tempomat, który utrzymuje stałą, ustawioną prędkość, co pomaga odciążyć kierującego hulajnogą od konieczności przytrzymywania manetki. Hulajnoga wyposażona jest w hamulec tarczowy w tylnym kole i system ABS (skrót od ang. *Anti-Lock Brake System*) w przednim kole. Korpus hulajnogi wykonano ze stopu aluminium lotniczego, co obniża jej wagę. Można też szybko ją złożyć i umieścić w bagażniku samochodu (Warner, 2021).

Interesująca jest również inicjatywa firmy Yulu, która pod koniec 2022 roku zamierza wprowadzić do użytkowania hulajnogę osiągającą prędkość do 40 km/h. Korzystanie z tych urządzeń będzie wiązało się z większymi wymogami, takimi jak posiadanie prawa jazdy przez użytkownika oraz zarejestrowanie pojazdu w regionalnym urzędzie transportowym. Obecnie nie ma takich wymagań, ponieważ pojazdy Yulu nie przekraczają maksymalnej prędkości 25 km/h (Goenka, 2022).

Infrastruktura i bezpieczeństwo

Berliński start-up w dziedzinie mikromobilności Tier podobnie jak inne firmy z tej branży stara się odróżnić się od konkurencji (Dillet, 2020), czemu sprzyjają innowacje. Firma proponuje na przykład czwartą generację hulajnogi elektrycznej, w której użytkownik może samodzielnie wymieniać i ładować baterie. Tier planuje budowę sieci ładującej w europejskich miastach opartą na współpracy z małymi sklepami i kawiarniami, które zamontują u siebie stację dokującą do ładowania akumulatorów (*Otwórz swój własny Swapsot TIER*, 2022). Firma wdraża system we wszystkich europejskich miastach, w których działa z założeniem, że może on być używany także w rowerach elektrycznych i prawdopodobnie w innych pojazdach w przyszłości (*Wymienne baterie są kluczem do mikromobilności*, 2020). Proponowana sieć ładowania i wymiany akumulatorów jest podobna do już istniejącej sieci stacji ładowania firmy Gogoro na Tajwanie (zob. *Gogoro Network Swap & Go in seconds*, 2022). Inne czynniki wyróżniające firmę Tier na tle pozostałych to hulajnoga firmowa z kufrem pod kierownicą służącym do przechowywania składanego kasku oraz całkowi-

ta odnowa wycofanych po użytkowaniu pojazdów w celu ich dalszej odsprzedaży. Rozwiązanie w postaci hulajnogi ze skrzynką pod kierownicą na składany kask zostało szerzej zaprezentowane przez firmę Segway, która oprócz samego kasku wprowadziła dodatkowe usprawnienia: obszar wykrywania funkcji NFC (od ang. *Near Field Communication*), sterylizacja lampą UV, certyfikaty bezpieczeństwa EN 1078 i CPSC, zabezpieczenie przed kradzieżą (zob. *Safe and Secure Micro-mobility with Helmet Boxes*, 2022).

Kolejną innowacją firmy Tier jest wdrożenie precyzyjnej technologii kontroli parkowania elektrycznych hulajnog. Rozwiązanie, nazwane CPS (od ang. *Camera Positioning System*), jest dokładniejsze niż korzystająca z satelitów technologia GPS. CPS może zapewniać dość dokładne (do 20 cm) zlokalizowanie miejsca postoj elektrycznej hulajnogi, nawet wśród gęstej zabudowy, gdzie często zawodzi sygnał GPS. W rezultacie użytkownik hulajnogi, który po zakończeniu podróży będzie próbował zaparkować hulajnogę w rejonie niedozwolonym lub poza wyznaczoną strefą, nie zakończy w aplikacji swojego przejazdu. Wprowadzenie takiej funkcji nie wymaga instalowania dodatkowej infrastruktury parkingowej, a jedynie opracowania pełnej, trójwymiarowej mapy danego miasta.

Ponadto firma planuje wdrożyć system kontroli jazdy elektryczną hulajnogą. Będzie on w czasie rzeczywistym obserwował wykroczenia drogowe, kolizje, a także lekkomyślną jazdę na hulajnodze elektrycznej, co powinno dodatkowo dyscyplinować prowadzących, którzy nie przestrzegają zasad i przepisów. Niemiecka firma informuje, że technologia ta jest obecnie testowana wewnętrznie na prywatnym terenie przez jej pracowników, nie ma jeszcze decyzji, gdzie i kiedy zostanie uruchomiony publiczny program pilotażowy (*Nowa technologia wymusi parkowanie e-hulajnog co do centymetra? Tier: „Jej wprowadzenie w Polsce blokuje przepisy”*, 2022).

Takie rozwiązania nie są odosobnione, a jako przykład można również przytoczyć ogłoszony w listopadzie 2021 roku program operatora hulajnog elektrycznych Neuron testującego rozwiązanie określone jako mózg hulajnogi. Doświadczenie zostało szczegółowo opisane przez serwis Futureiot.tech (Onag, 2021) zajmujący się internetem rzeczy. Objęło ono 1,5 tysięcy hulajnog Neurona i pozwoliło na lokalizowanie pojazdów z dużą dokładnością (do 10 cm) oraz na natychmiastowe reagowanie (0,3 s) na wjazd w tak zwane strefy specjalne, na przykład w strefę o ograniczonej prędkości lub strefę zakazu jazdy (albo na chodnik tam, gdzie było to niedozwolone). Innym rozwiązaniem technologicznym testowanym przez firmę Neuron jest system wykrywania niebezpiecznej jazdy DRD (od ang. *Dangerous Riding Detection*), służący do ujawniania ryzykownych zachowań użytkownika, na przykład jazdy w dwie osoby, poślizgów, jazdy zygzakiem. Celem jest doprowadzenie do sytuacji, w której użytkownicy współdzielonych hulajnog elektrycznych nie tylko nie będą chcieli, ale nawet nie będą mogli używać w sposób nieodpowiedni wynajmowanych pojazdów. Firma rozważa także określanie indywidualnego poziomu bezpieczeństwa użytkowników hulajnog, co umożliwi ich przyszłe edukowanie, korygowanie złych nawyków

i zachęcanie do prawidłowych zachowań podczas jazdy (*Jazda na sensorach. Jak sharingowe e-hulajnogi zbierają dane i informacje dla miast*, 2021).

Współdzielone hulajnogi przemieszczają się po zróżnicowanej nawierzchni i w bardziej zróżnicowanych warunkach pogodowych niż hulajnogi użytkowane prywatnie. W 2018 roku firma Bird zaprezentowała hulajnogę elektryczną Bird Zero o podwyższonej trwałości i żywotności. Kolejne modele Bird One i Bird Two zostały wyposażone w systemy pokładowych czujników diagnostycznych zdolnych do raportowania usterek pojazdów. Konstrukcja mechaniczna tych hulajnóg została przetestowana pod kątem uderzeń o krawężniki tak, aby wytrzymać ponad 60 tysięcy uderzeń. Ponadto zastosowano baterie o wysokich standardach wodoodporności i dużym zasobie pracy zapewniającym 10 lat przeciętnego użytkowania.

Firma Bird już w 2018 roku rozpoczęła kampanię dotyczącą bezpieczeństwa polegającą na edukacji użytkowników hulajnóg elektrycznych i oferowaniu bezpłatnych kasków dla swoich klientów (*Bird Launches Safety Campaign*, 2018). Następne działanie nosiło nazwę *Helmet Selfie* (Autoportret w Kasku). W tym programie chodziło o to, by po zakończeniu podróży użytkownicy korzystający z kasków wykonali autoportret. Kierowcy, którzy udokumentowali użycie kasku, otrzymywali punkty za jazdę możliwe do przyszłego wykorzystania. Użytkownicy mogli również udostępnić swoje selfie za pośrednictwem mediów społecznościowych, aby promować stosowanie kasków w podróżach hulajnogami (*Bird Offers Helmet Selfie; Incentivizes Riders to Wear Helmets*, 2019).

Kolejne działanie w obszarze bezpieczeństwa zaproponowane przez firmę Bird to wdrożenie funkcji łagodnego przyspieszania w tak zwanym trybie rozgrzewki dla początkujących, którzy w kierowaniu hulajnogą elektryczną nie czują się komfortowo i potrzebują stopniowego dochodzenia do pełnej doskonałości (*Bird Develops New Warm Up Mode To Help Riders Ease Back Into Daily Commutes*, 2020).

Firma Beam z siedzibą w Singapurze wdrożyła hulajnogę elektryczną Beam Saturn piątej generacji, którą wyposażono w zaktualizowaną wersję platformy bezpieczeństwa, zwanej Micromobility Augmented Riding Safety² (MARS). Platforma pomaga chronić pieszych i umożliwia kontrolę miejsc, gdzie pojazdy elektryczne mogą parkować lub jeździć. Do tych informacji mogą mieć również dostęp lokalne władze.

Dotychczasowe technologie stosowane w ramach platformy bezpieczeństwa przez firmę Beam obejmują funkcje geoprzestrzenne wspomagające unikanie kolizji. Hulajnogi Saturn piątej generacji posiadają pokładową kamerę, która wykrywa pieszych w czasie rzeczywistym i tym samym pomaga zapobiegać kolizjom oraz umożliwia automatyczną redukcję prędkości pojazdu, a nawet całkowicie uniemożliwia

² Technologia została opracowana przede wszystkim dla Australii, szczególnie ze względu na wymogi bezpieczeństwa i prawne dla miast. Na przykład rząd stanu Queensland ogłosił niedawno reformy przepisów regulujących e-jazdę, wymagające różnych ograniczeń prędkości dla chodników i dróg. Australia Zachodnia i Tasmania również wprowadziły podobne przepisy pod koniec 2021 roku. Na tym etapie w Australii żaden operator nie dostosował swojej technologii do zwiększonych wymagań Rady (Roy, 2022).

jazdę. Firma Beam zakłada, że jej kamera pokładowa zostanie rozpowszechniona w trzecim kwartale 2022 roku (zob. Park, 2022; Roy, 2022).

Warszawska spółka Huby Mobilności opracowała koncepcję w infrastrukturze miejskiej oferującą specjalnie wyznaczone i wyraźnie oznakowane obszary (hot-spoty) z niezbędnym wyposażeniem technicznym (na przykład infrastrukturą do ładowania), stanowiące węzły parkingowe dla pojazdów współdzielonych różnego typu – od mikromobilności aż po samochody. Mogą one skupiać rowery, elektryczne hulajnogi, skutery oraz samochody wynajmowane na minuty, oferowane przez różnych operatorów. Koncepcja zakłada, że takie huby, najczęściej lokowane w skupiskach biurowych, przy obiektach użyteczności publicznej, na osiedlach mieszkaniowych bądź przy węzłach przesiadkowych zwiększą dostępność i przewidywalność transportu współdzielonego, wprowadzając dodatkowo czynnik uporządkowania przestrzennego. W rezultacie mieszkańcy zyskają większy wybór usług mobilności, co może skłonić część z nich do rezygnacji z podróżowania prywatnym samochodem (*Warszawskie Huby Mobilności zdobyły nagrodę Smart City Award*, 2022).

Beżładne i niefrasobliwe parkowanie elektrycznych hulajnóg przez użytkowników to najbardziej rażący problem, jaki miasta i ich mieszkańcy otrzymali wraz z usługą współdzielenia tych pojazdów. Operatorzy zdają sobie sprawę, iż opanowanie chodnikowego chaosu z ich hulajnogami może być w dłuższej perspektywie warunkiem akceptacji tych usług przez miasta. Oprócz rozwiązań organizacyjno-infrastrukturalnych (takich jak strefy, stojaki czy specjalne huby mobilności dla pojazdów współdzielonych, powstające już także w Polsce) mają temu służyć innowacje technologiczne w samych hulajnogach i rozwiązaniach software'owych. Na razie najprostsze rozwiązanie strukturalne niegenerujące dużych kosztów to tworzenie stref do parkowania elektrycznych hulajnóg. Strefy te wyznaczone są na chodnikach, w miejscach, gdzie zaparkowane jednoślady nie będą utrudniać życia pieszym. W polskich miastach, które zastosowały to rozwiązanie, obszary te są obmalowane w narożnikach białą farbą i oznaczone namalowanym na ziemi piktogramem hulajnogi oraz roweru (*W Warszawie powstają pierwsze strefy do parkowania sharingowych e-hulajnóg i rowerów*, 2022).

Firma Segway proponuje operatorom hulajnóg elektrycznych sygnalizator parkowania BPB (od ang. *Bluetooth Parking Beacon*). Rozwiązanie to współpracuje z technologią IoT Ninebot Gen-3, tworząc elektroniczne ogrodzenie parkingowe i zwiększając dokładność parkowania każdego pojazdu w miejscach o słabym sygnale satelitarnym, takich jak ulice i parki otoczone wysokimi budynkami oraz wiaty garażowe. W rozwiązaniu Bluetooth Parking Beacon pierwszym krokiem jest zainstalowanie urządzenia BPB w wyznaczonym miejscu parkingowym. Użytkownik, który zaparkuje hulajnogę w obszarze sygnalizatora, wchodzi w interakcję z IoT pojazdu, aby wygenerować BLE (od ang. *Bluetooth Low Energy*). Funkcjonalny chip IoT określa siłę BLE, który umożliwia IoT ocenę odległości między pojazdem a sygnalizatorem, dodatkowo tworzy elektroniczne ogrodzenie na parkingu

i automatycznie rozpoznaje, czy pojazd jest zaparkowany w wyznaczonym miejscu (*Bluetooth Parking Beacon*, 2022).

W innowacyjną infrastrukturę dla mikromobilności będącą jednym z najważniejszych czynników jej rozwoju i popularyzacji doskonale wpisują się stacje dokująco-ładujące firmy Duckt (Dock.Lock.Charge., 2022). Stacje te komunikują się z użytkownikami i elektrycznymi hulajnogami lub rowerami za pośrednictwem aplikacji. Użytkownik może w takiej stacji zaparkować i zabezpieczyć elektryczny pojazd oraz naładować jego baterię. Wykorzystanie stacji dokująco-ładujących pozwala nie tylko ograniczyć zamęt w parkowaniu elektrycznych hulajnóg, jakiego w związku z dynamicznym rozwojem mikromobilności doświadcza wiele miast na świecie, lecz również dodatkowo ograniczyć jej wpływ na środowisko naturalne. Dzięki temu rozwiązaniu odpada konieczność zbierania elektrycznych pojazdów z ulic i ich przewożenia do miejsca ładowania, co pozwala zredukować związane z logistyką zużycie energii i emisję CO₂ (Korgul, 2021).

Holenderski start-up Tilercharge proponuje bezprzewodowe systemy ładowania rowerów elektrycznych. Firma oferuje dla miast inteligentną infrastrukturę ładowania indukcyjnego. Na rowerze zamontowana jest uniwersalna podstawa ładująca, a płyta zasilająca jest podłączona do podziemnej sieci elektrycznej. Gdy podstawa ładująca i płyta zetkną się ze sobą, akumulator roweru zaczyna się ładować (zob. *Park.Charge.Go.*, 2022). Być może warto byłoby podobny system ładowania akumulatorów zaadaptować dla hulajnóg elektrycznych. Z kolei firma Lime do zasilania elektrycznych pojazdów i swoich magazynów wykorzystuje energię odnawialną. Podstawą pozyskiwania energii dla firmy są źródła wiatrowe, słoneczne i hydroelektryczne. Ponadto Lime do budowy elektrycznych pojazdów mikromobilności wykorzystuje materiały z recyklingu (zob. *Lime and aspiration partner to mobilize riders on sustainability by supporting tree planting with every ride*, 2022).

Zarządzanie usługą

E-stralian, firma z Australii, oferuje klientom indywidualnym i instytucjonalnym rozwiązania w zakresie leasingu i sprzedaży elektrycznych rowerów i ich flot przeznaczonych do dojazdów do pracy, domów lub dla gości hotelowych. Pojazdy są udostępniane z pełnym serwisem, ubezpieczeniem od kradzieży i uszkodzeń, nawigacją i pomocą drogową (zob. *Introducing e-Bike Salary Packaging*, 2022).

Firma KIWIride proponuje rozwiązanie umożliwiające odblokowanie do 5 hulajnóg z jednej aplikacji i zarezerwowanie hulajnogi na maksymalnie 5 minut. Aplikacja wykorzystuje dane z globalnego systemu pozycjonowania (GPS), aby pokazać dostępne hulajnogi w pobliżu klienta. Firma archiwizuje i przechowuje wszystkie historie wypożyczeń w celu późniejszego wykorzystania (zob. *FMS. Start business off transportation services. KIWIride*, 2022).

Ważna dla funkcjonowania systemu mikromobilności jest inicjatywa powołania Fundacji OMF (ang. *Open Mobility Foundation*) do zarządzania narzędziem *open source* o nazwie *Mobility Data Specification* (MDS³), które początkowo zostało opracowane przez miasta, aby pomóc w zarządzaniu programami współdzielonymi hulajnogami bez doków (Zanden, 2020).

Aplikacja do zarządzania popytem i podażą pojazdów firmy Yulu wykorzystuje algorytmy uczenia maszynowego (ML – ang. *Machine Learning*). Rozwiązanie obejmuje pojazdy elektryczne bez doków, które mogą komunikować się ze sobą i udostępniać użytkownikom swoje dane przez internet (zob. *How to Yulu*, b.r.).

Firma Bolt z Estonii na platformie miejskiej mobilności udostępniła nową funkcję tak zwaną mówiącą hulajnogą. Hulajnoga podaje użytkownikowi kluczowe informacje na temat statusu urządzenia, między innymi dane na temat rozpoczęcia i zakończenia przejazdu, ostrzeżenie związane z wyładowaniem akumulatora, a także informacje dotyczące poruszania się po obszarze o ograniczonej prędkości. W ten sposób firma sprawdza nowe sposoby dbania o bezpieczeństwo osób korzystających z elektrycznych hulajnog i pozostałych uczestników ruchu drogowego (Tur, 2020). Założeniem firmy jest to, aby elektryczna hulajnoga głosowo komunikowała użytkownikowi różnego rodzaju uwarunkowania, dzięki czemu nie musiałby on sprawdzać ich na swoim urządzeniu mobilnym. Bolt Rentals działa również w Polsce, udostępniając model hulajnogą zbudowanej według własnego projektu, który cechuje się między innymi niską wagą (*Bolt testuje „mówiące” e-hulajnogi. Będą głosowo informować użytkownika o statusie*, 2020).

W marcu 2020 roku w Warszawie zainstalowano na ścieżkach rowerowych pierwsze totemy rowerowe. Choć system może być kojarzony tylko z przeznaczeniem dla rowerów, to w rzeczywistości może się nim posłużyć każdy, kto korzysta z danej ścieżki rowerowej, czyli także osoby prowadzące hulajnogę elektryczną. Totemy ustawia się w odległości od 80 do 120 metrów przed skrzyżowaniem, aby rowerzysta mógł odpowiednio zareagować. Totem nie jest sygnalizatorem, ale urządzeniem, które przekazuje informacje o utrzymaniu lub zmianie prędkości, aby płynnie przejechać przez skrzyżowanie. Totemy również spełniają funkcję punktów pomiarowych w sieci liczników miejskich. Podpowiadają, jak jechać, aby na najbliższym skrzyżowaniu płynnie przejechać na zielonym świetle. Instalacja totემów jest jednym z elementów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem (zob.

³ MDS to zestaw interfejsów programowania aplikacji (API), które tworzą ustandaryzowaną dwukierunkową komunikację dla miast i firm prywatnych w celu dzielenia się informacjami o ich działalności, a także umożliwiają miastom zbieranie danych i publikowanie przepisów, które mogą wpływać na efektywne zarządzanie ruchem i decyzje dotyczące polityki publicznej, zwiększenie bezpieczeństwa, równości i jakości życia. Ponad 115 miast w Stanach Zjednoczonych i na całym świecie korzysta już z MDS do zarządzania współdzielonymi usługami mobilności. OMF kontynuuje opracowywanie MDS podczas pracy nad nowymi projektami w zakresie zarządzania krawężnikami i nowymi trybami (*Mobility Data Specification. Information Briefing*, 2018; *The future of mobility*, 2022).

Warszawa: Totemy rowerowe już gotowe. Wiadomo kiedy zwolnić, kiedy przyspieszyć, 2020; Jarosiński, 2021: 28).

Podsumowanie

Szybko rosnąca popularność elektrycznych środków transportu mikromobilności uzupełnia system transportu miejskiego i promuje coraz więcej innowacji, których wybrane przykłady zaprezentowano w niniejszym opracowaniu. Innowacje te skupiają się przede wszystkim wokół środków transportu, infrastruktury i bezpieczeństwa oraz zarządzania usługą.

Wprowadzenie do systemu transportu miejskiego hulajnoży elektrycznej spowodowało zmniejszenie zainteresowania rowerem miejskim, a sama hulajnoża stała się na tyle innowacyjna, że nie można było precyzyjnie zdefiniować, co to za pojazd. Wymusiło to na ustawodawcach zmiany w przepisach prawa, co stało się również w Polsce. Oprócz doskonalenia regulacji prawnych zwykle prawo nie nadąża za zmianami, konieczne są ponadto zmiany w szeroko rozumianej infrastrukturze, także wirtualnej.

Zdaniem autorów rozwiązaniami zasługującymi na szczególną uwagę – nie umniejszając jednak znaczenia innych przytoczonych w pracy innowacji – są półautonomiczne hulajnoży elektryczne trójkołowe i czterokołowe, zapewniające większą stabilność i bezpieczeństwo jazdy, oraz narzędzia monitorujące w czasie rzeczywistym przebieg użytkowania i parkowania tych pojazdów. Ważne są też takie właściwości współdzielonych hulajnoży, jak zasób pracy, trwałość i wytrzymałość oraz możliwość ich odnowy po wyczerpaniu tego zasobu, aby nie powiększać liczby niebezpiecznych odpadów.

Bibliografia

- Bellan R. (2022), *Bo Mobility's e-scooters are built with Formula One engineering*, https://techcrunch.com/2022/06/30/bo-mobilitys-e-scooters-are-built-with-formula-one-engineering/?cx_testId=6&cx_testVariant=cx_undefined&cx_artPos=2#cxrecs_s [dostęp: 19.08.2022].
- Bird Develops New Warm Up Mode To Help Riders Ease Back Into Daily Commutes* (2020), <https://www.bird.co/blog/bird-warm-up-mode-help-riders-daily-commutes/> [dostęp: 17.08.2022].
- Bird Launches Safety Campaign* (2018), <https://www.bird.co/blog/bird-launches-safety-campaign/> [dostęp: 17.08.2022].
- Bird Offers Helmet Selfie; Incentivizes Riders to Wear Helmets* (2019), <https://www.bird.co/blog/bird-offers-helmet-selfie/> [dostęp: 17.08.2022].

- Bluetooth Parking Beacon* (2022), https://b2b.segway.com/bluetooth-parking-beacon/?utm_medium=email&_hsmi=224670648&_hsenc=p2ANqtz--6fGUIJHclKqCBikjh9_w6fhy_CJo07zLrHeAwJGLJaejKqWfSM-6R5PUkFWpbL1yLXUnvcQxrzGzfiH9MmScDN4zJ7JS7EjxxjKzk-4FmCvrrzq7w&utm_content=224670648&utm_source=hs_email [dostęp: 1.09.2022].
- Bolt testuje „mówiące” e-hulajnogi. Będą głosowo informować użytkownika o statusie* (2020), <https://smartride.pl/bolt-testuje-mowiacze-e-hulajnogi-maja-zwiekszac-bezpieczenstwo/> [dostęp: 27.08.2022].
- Buliński J. (2019), *Hyundai i Kia chcą ładować elektryczne hulajnogi w karoserii swoich EV*, <https://dailyweb.pl/rozladowani/hyundai-i-kia-chca-ladowac-elektryczne-hulajnogi-w-karoserii-swoich-ev/> [dostęp: 30.08.2022].
- Dillet R. (2020), *E-scooter startup Tier raises \$250 million round led by SoftBank Vision Fund 2*, <https://techcrunch.com/2020/11/10/e-scooter-startup-tier-raises-250-million-round-led-by-softbank-vision-fund-2/> [dostęp: 18.08.2022].
- Discover 5 Emerging Micromobility Startups* (2020), <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/discover-5-emerging-micromobility-startups/> [dostęp: 14.08.2022].
- Dock.Lock.Charge.* (2022), <https://www.innoenergy.com/discover-innovative-solutions/online-marketplace-for-energy-innovations/duckt/> [dostęp: 27.08.2022].
- Domaszewicz Z. (2020), *Hulajnoga z kierunkowskazami – czy to przyszły standard w sharingu? Tier i Voi przecierają szlaki*, <https://smartride.pl/hulajnoga-z-kierunkowskazami-czy-to-przyszly-standard-w-sharingu-tier-i-voi-przecieraja-szlaki/> [dostęp: 27.08.2022].
- Drucker P.F. (1992), *Innowacja i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- FMS. Start business off transportation services. KIWIride* (2022), <https://kiwiride.com/fms> [dostęp: 14.08.2022].
- Goenka T. (2022), *Yulu to launch faster e-scooters by 2022-end, scale up charging hubs*, <https://www.financialexpress.com/express-mobility/vehicles/2-wheelers/yulu-to-launch-faster-e-scooters-by-2022-end-scale-up-charging-hubs/2565084/> [dostęp: 16.08.2022].
- Gogoro Network Swap & Go in seconds* (2022), <https://www.gogoro.com/gogoro-network/> [dostęp: 18.08.2022].
- Heineke K., Kloss B., Scurtu D., Weig F. (2019), *Micromobility's 15,000-mile checkup*, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/micromobilitys-15000-mile-checkup> [dostęp: 3.09.2022].
- How to Yulu* (b.r.), <https://www.yulu.bike/> [dostęp: 14.08.2022].
- Introducing e-Bike Salary Packaging* (2022), <https://www.e-stralian.com.au/> [dostęp: 14.08.2022].

- Janczewski J. (2020), *Mikromobilność w systemie transportowym miasta*, „Przedsiębiorczość – Edukacja”, nr 16(1).
- Janczewski J., Janczewska D. (2022), *Mikromobilność w transporcie osób i ładunków*, Wydawnictwo Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi, Łódź.
- Jarosiński K. (2021), *Historia rozwoju ruchu hulajnogowego wraz z charakterystyką wypożyczalni hulajnog elektrycznych w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, nr 11–12.
- Jazda na sensorach. Jak sharingowe e-hulajnogi zbierają dane i informacje dla miast (2021), <https://smartride.pl/czujniki-sensory-technologie-jak-sharingowe-e-hulajnogi-zbieraja-dane-i-informacje-dla-miast-i-operatorow/> [dostęp: 26.08.2022].
- Kickscooter T 60. The world's first semi-automatic, teleoperating shared scooter (2022), <https://b2b.segway.com/kickscooter-t60/> [dostęp: 30.08.2022].
- Korgul J. (2021), *Nowe standardy mikromobilności na świecie*, <https://swiatoze.pl/nowe-standardy-mikromobilnosc-na-swiecie/> [dostęp: 27.08.2022].
- Lime and aspiration partner to mobilize riders on sustainability by supporting tree planting with every ride (2022), <https://www.li.me/pl-pl/blog/lime-and-aspiration-partner-to-mobilize-riders-on-sustainability-by-supporting-tree-planting-with-every-ride> [dostęp: 14.08.2022].
- Mansour K. (2021), *Infographic – Top trends to watch in micromobility*, <https://earlymetrics.com/infographic-top-trends-to-watch-in-micromobility/> [dostęp: 10.08.2022].
- Mobility Data Specification. Information Briefing (2018), <https://ladot.io/wp-content/uploads/2018/12/What-is-MDS-Cities.pdf> [dostęp: 17.08.2022].
- Monocoque – co to jest? (b.r.), <https://www.autocentrum.pl/motosloownik/monocoque/> [dostęp: 17.08.2022].
- Najnowsze dane o rynku sharingowych jednośladów w Polsce. E-hulajnóg jest prawie dwukrotnie więcej niż rok temu (2022), <https://smartride.pl/mikromobilnosc-w-polsce-w-czerwcu-2022-roku-najnowsze-dane-hulajnologi-rowery-skutery/> [dostęp: 3.09.2022].
- Nowa technologia wymusi parkowanie e-hulajnóg co do centymetra? Tier: „Jej wprowadzenie w Polsce blokuje przepisy” (2022), <https://smartride.pl/nowa-technologie-wymusi-parkowanie-e-hulajnog-co-do-centymetra-w-polsce-jej-wprowadzenie-blokuje-przepisy-twierdzi-tier/> [dostęp: 26.08.2022].
- Nowości Okai na CES 2022: hulajnoga terenowa, nowy „sharing”, smart-kask i e-bike (2022), <https://smartride.pl/nowosci-okai-na-ces-2022-hulajnoga-terenowa-nowy-sharing-smart-kask-i-e-bike/> [dostęp: 26.08.2022].
- Onag G. (2021), *E-scooter brain with smart sensors to be trialled in four cities*, <https://futureiot.tech/e-scooter-brain-with-smart-sensors-to-be-trialled-in-four-cities/> [dostęp: 26.08.2021].

- Otwórz swój własny Swapspace TIER (2022), <https://www.tier.app/pl/swapspace> [dostęp: 18.08.2022].
- Park K. (2022), *Singapore-based micromobility startup Beam secures \$93M Series B, enters new markets*, <https://techcrunch.com/2022/02/24/singapore-based-micromobility-startup-beam-secures-93m-series-b-enters-new-markets/> [dostęp: 20.08.2022].
- Park.Charge.Go. (2022), <https://www.tilercharge.com/> [dostęp: 14.08.2022].
- Podręcznik Oslo 2018: zalecenia dotyczące pozyskiwania, prezentowania i wykorzystywania danych dotyczących innowacji: pomiar działalności naukowo-technicznej i innowacyjnej (2020), GUS, Warszawa–Szczecin.
- Pomykański A. (2001), *Zarządzanie innowacjami*, PWN, Warszawa–Łódź.
- Roy R.D. (2022), *Beam Mobility: Shining a Light on Micro-Mobility in Asia Pacific*, <https://archive.autofutures.tv/2022/05/10/beam-mobility-asia-pacific/> [dostęp: 20.08.2022].
- Safe and Secure Micro-mobility with Helmet Boxes (2022), https://b2b.segway.com/blog/segway-technology/safe-and-secure-micro-mobility-with-helmet-boxes/?utm_medium=email&_hsmt=224670648&_hsenc=p2ANqtz-9HP3z-6BeROVSLp7GzksKRhHpwhb3aZqIA7qOluvNbPpc4gDFfRhaYwUh6hMRCVS20vQZU5_X22e_6c_Iu2kiuItjAnc1SUOX9F-zfhaQUkJwdek&utm_content=224670648&utm_source=hs_email [dostęp: 1.09.2022].
- The future of mobility (2022), <https://www.openmobilityfoundation.org/> [dostęp: 17.08.2022].
- Tur H. (2020), *Bolt Rentals testuje mówiące hulajnogi*, <https://www.telepolis.pl/tech/sprzet/bolt-rentals-testuje-mowiace-hulajnogi> [dostęp: 27.08.2022].
- W Warszawie powstają pierwsze strefy do parkowania sharingowych e-hulajnog i rowerów (2022), <https://smartride.pl/w-warszawie-powstaja-pierwsze-strefy-do-parkowania-sharingowych-e-hulajnog-i-rowerow/> [dostęp: 23.08.2022].
- Warner A. (2021), *Xiaomi z Mercedesem AMG stworzyli wyjątkową hulajnogę*, <https://moto.rp.pl/dwa-kolka/art18935241-xiaomi-z-mercedesem-amg-stworzyli-wyjatkowa-hulajnoge> [dostęp: 31.08.2022].
- Warszawa: Totemy rowerowe już gotowe. Wiadomo kiedy zwolnić, kiedy przyspieszyć (2020), <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/warszawa-totemy-rowerowe-juz-gotowe-wiadomo-kiedy-zwolnic-kiedy-przyspieszyc-65737.html> [dostęp: 1.09.2022].
- Warszawskie Huby Mobilności zdobyły nagrodę Smart City Award (2022), <https://smartride.pl/warszawskie-huby-mobilnosci-zdobyly-nagrode-smart-city-award/> [dostęp: 23.08.2022].
- Why we need a utility scooter (2022), <https://www.scootility.com/design> [dostęp: 27.08.2022].
- Wymienne baterie są kluczem do mikromobilności (2020), <https://hitechglitz.com/land/wymienne-baterie-sa-kluczem-do-dzialania-mikromobilnosci/> [dostęp: 23.08.2022].

Zanden T.V. (2020), *5 key innovations taking e-scooters to a half-billion rides in 2021*, <https://techcrunch.com/2020/11/16/5-key-innovations-taking-e-scooters-to-a-half-billion-rides-in-2021/> [dostęp: 17.08.2022].

Summary

Innovations in micro-mobility systems: The example of electric scooters

Micro-mobility allows city dwellers to move freely over short distances and alleviate congestion caused by cars and public transport, and its means of transport complement the public transport system. The aim of the article is to present selected innovations that have a fundamental impact on the development of the micro-mobility industry. At the same time, innovations are treated as changes that improve something, give new quality and bring benefits. Due to the complexity of the issue and the fact that micro-mobility, both shared and individual, is still an innovation in the transport strategy of cities, it was decided to provide only a few selected examples which were assigned to three thematic groups, namely infrastructure and security, service management and means of transport. The work was based on scientific publications as well as information and studies by industry practitioners. The article is finished with a summary. Electric scooters served as a special example.

Keywords: innovations, micro-mobility, electric scooter, shared micro-mobility