

**Krzysztof Ficoń**krzysztof.ficon@wp.pl; nr ORCID 0000-0002-9153-474X  
Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich

# Rower elektryczny jako alternatywny środek indywidualnego transportu metropolitalnego

*Electric bike as an alternative measure of individual metropolitan transport*

*Celem pracy było zaprezentowanie idei funkcjonowania roweru elektrycznego jako nowoczesnej alternatywy wobec roweru klasycznego i jego walorów techniczno-użytkowych oraz perspektyw rozwojowych w infrastrukturze systemów transportowych. W kolejnych częściach omówiono zasadę działania roweru elektrycznego, stosowane obecnie rozwiązania techniczno-konstrukcyjne i zasadnicze zalety i wady tego pojazdu. Szczególną uwagę zwrócono na uwarunkowania prawno-legislacyjne i aktualne trendy rynkowe rowerów elektrycznych w Unii Europejskiej i w Polsce. Omówiono też wybrane modele współczesnych rozwiązań konstrukcyjnych przodujących firm światowych.*

*Słowa kluczowe: rower, elektryczny, silnik, bateria, sterownik, zalety, wady.*

*The aim of the work was to present the idea of electric bicycle operation as a modern alternative to classic bicycle and its technical and utility values as well as development prospects in the infrastructure of transport systems. The following sections discuss the principle of electric bicycle operation, currently used technical and construction solutions and the essential advantages and disadvantages of this vehicle. Particular attention was paid to the legal and legislative conditions and current market trends of electric bicycles in the European Union and Poland. Selected models of modern construction solutions of leading global companies were also discussed.*

*Keywords: bicycle, electric, engine, battery, controller, advantages, disadvantages.*

## WPROWADZENIE

W XXI wieku jesteśmy świadkami głębokich zmian cywilizacyjno-komunikacyjnych, jakie zachodzą głównie w obszarach miejskich i podmiejskich. Następuje intensywny rozwój dużych aglomeracji miejskich, dołączane są do nich sąsiednie tereny podmiejskie, co wymaga dodatkowej mobilności mieszkańców. Jednocześnie gwałtownie zwiększa się liczba samochodów, brakuje miejsc parkingowych, rosną korki na ulicach, rosną ceny paliw, intensywny ruch samochodowy potęguje zjawisko smogu komunikacyjnego. Na szczęście wzrasta świadomość ekologiczna i zdrowotna społeczeństwa, która rzutuje na dotychczasowe standardy podróżowania [9]. Rodzi się cywilizacyjne przeświadczenie, że klasyczne napędy środków transportowych powinny bazować w maksymalnej części na źródłach odnawialnych, w tym także na bardziej ekologicznych napędach elektrycznych. Kluczową technologią dla zrównoważonego transportu i kompleksowego systemu mobilności upatruje się w napędach elektrycznych, bazujących coraz częściej na odnawialnych źródłach energii [10].

Rower elektryczny to nowoczesna alternatywa dla bardzo popularnego niemal we wszystkich kulturach cywilizacyjnych roweru klasycznego, w którym wysiłek fizyczny rowerzysty jest elastycznie wspomagany za pomocą silnika elektrycznego wbudowanego konstrukcyjnie, albo w piastę koła tylnego lub przedniego, albo w mechanizm korbowy [2]. Konstrukcja nowoczesnego roweru elektrycznego wykorzystuje zaawansowane rozwiązania techniczne z obszaru elektrotechniki (silnik), elektroniki (sterownik) i elektrochemii (bateria). Wbrew powszechnym opiniom silnik w rowerze elektrycznym pracuje tylko podczas pedałowania, a pobierana moc może być dowolnie regulowana za pomocą specjalnego sterownika. Oczywiście można w dowolnym momencie jazdy odłączyć całe wspomaganie elektryczne od systemu napędowego i wtedy mamy klasyczny jednoślad napędzany siłą mięśni rowerzysty. W sytuacjach trudniejszych, np. podjazdy pod górę, silny wiatr, potrzeba przyspieszenia, duże zmęczenie, potrzeba relaksu, duże obciążenie sięgamy po dodatkowe wspomaganie w dowolnym momencie jazdy, jeśli tylko bateria dysponuje odpowiednim potencjałem zasilania [1].

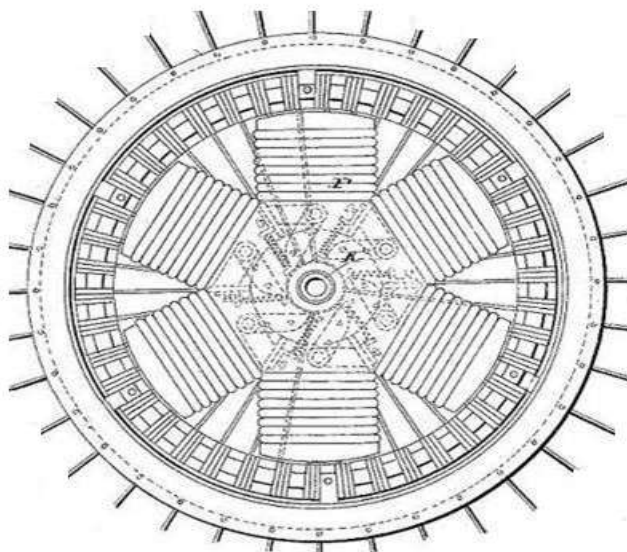
Rower elektryczny porusza się bezszelestnie z regulowaną prędkością przy zachowaniu wysokich standardów bezpieczeństwa, także w zakresie ruchu drogowego. Umożliwia przede wszystkim płynną jazdę również w trudnych warunkach drogowych ograniczając znacznie wysiłek i zmęczenie rowerzysty [9]. W odróżnieniu od klasycznego roweru nie wymaga nadludzkiej kondycji, zwłaszcza w terenie górzystym, a po wyczerpującym dniu pracy pozwala na relaksacyjny powrót do domu, niemal w każdych warunkach. Stanowi przyjazny środek transportu dla osób niepełnosprawnych i mniej sprawnych fizycznie, dając im szansę swobodnego przemieszczania się, także w trudniejszych sytuacjach pogodowych czy terenowych. Rower elektryczny jest atrakcyjnym środkiem transportu indywidualnego i w tym sensie istotnym czynnikiem logistyki miejskiej, w której powinny dominować rozwiązania proekologiczne, prospołeczne i suboptymalne w wymiarze czasoprzestrzennym [20].

Przy odpowiednio zaawansowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i rozwiniętej infrastrukturze komunikacyjnej (ścieżki i autostrady rowerowe, parkingi i stacje ładowania) może z powodzeniem konkurować z samochodem, zwłaszcza w zatłoczonych aglomeracjach miejskich [1]. Rowery elektryczne to doskonały środek indywidualnego transportu nie tylko w miejskiej dżungli, ale także wspaniały pomysł na mniej lub bardziej zaawansowaną turystykę i rekreację, praktycznie dla każdego. Jak wynika z bogatych doświadczeń państw i społeczeństw zachodnioeuropejskich rower elektryczny jest szczególnie atrakcyjnym środkiem komunikacji indywidualnej, zarówno na zatłoczonych szlakach miejskich, jak też na rozległych przestrzeniach pozamiejskich. Podobnie jak klasyczny rower przemieszcza się

proekologicznie (Korzonek, 2015), praktycznie nie zużywa zasobów rzadkich i nieodnawialnych. Cechuje się wysoką sprawnością i dużą ekonomicznością w codziennej eksploatacji.

## 1. HISTORIA I ROZWÓJ KONSTRUKCJI ROWERU ELEKTRYCZNEGO

Historia roweru elektrycznego sięga końca XIX wieku i pierwsze rozwiązania techniczne były na miarę rozwoju naukowo-technicznego epoki [8]. Najbardziej znany i opatentowany projekt O. Boltona (Jr) w roku 1895 posiadał silnik umieszczony w piaście przedniego koła [19]. Silnik Boltona był nowatorskim rozwiązaniem patentowym, które z pewnymi modyfikacjami stosowane jest do dzisiaj (rysunek 1). Oryginalny projekt roweru elektrycznego zaproponował w roku 1897 W. Libbey, który zawierał 2 silniki pracujące współbieżnie. Na płaskim terenie pracował tylko jeden silnik, natomiast na wzniesieniach można było dołączyć drugi silnik, zwiększający moc użytkową roweru. W terminologii współczesnej drugi silnik był rodzajem przerzutki elektrycznej zmieniającej przełożenie robocze systemu napędowego [8]. Wynalazki te miały charakter prototypów, które z różnych względów nie weszły do masowej produkcji, a pozostały w annałach historii techniki użytkowej.

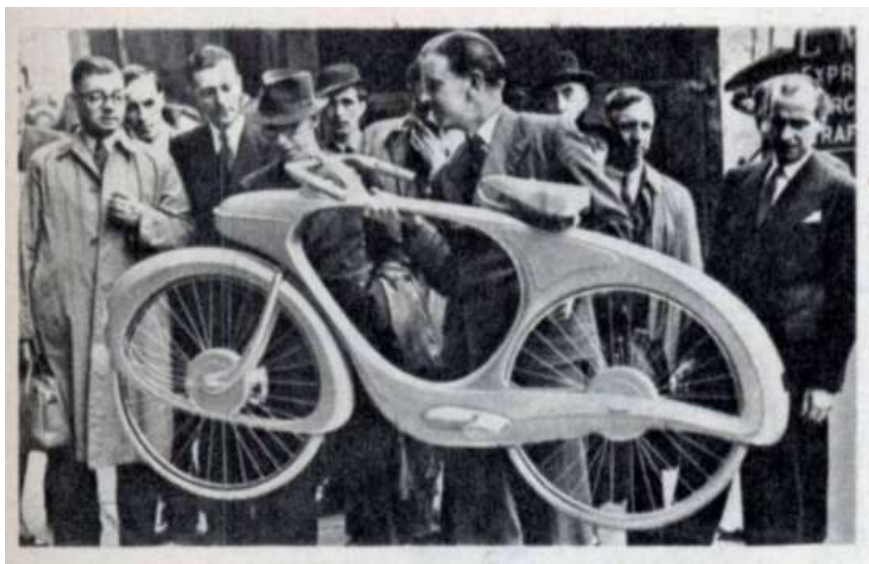


Rysunek 1. Grafika do wniosku patentowego O. Boltona (Jr) – 1895 r.

Źródło: <https://www.pcworld.pl/news/Rower-elektryczny-czy-warto-go-kupic,409193.html> [dostęp: 15.01.2019]

Po półwiecznym zastoju dopiero w roku 1946 J.D. Tucker złożył patent na konstrukcję silnika rowerowego z wewnętrzną zębatką i możliwością wolnobiegu, co wykorzystywane jest także obecnie. Atrakcyjną propozycję bardzo nowoczesnego, jak na owe czasy roweru elektrycznego wykonanego z włókna szklanego przedstawiła w roku 1947 firma B.G. Boden (rys. 2) [27]. Nieco później, bo w roku 1969 A. Wood (Jr) skorzystał z opatentowanego jeszcze

w roku 1899 wynalazku wykorzystujący tzw. dysk tarcia, który współpracuje z kołami pasowymi spoczywającymi na górnej powierzchni tylnego koła. Cały system napędowy został wyposażony w 4 silniki elektryczne napędzające tylne koło. Prace koncepcyjne nad nowymi, coraz bardziej sprawnymi i efektywnymi silnikami do rowerów elektrycznych trwają do dziś, a zajmują się nimi znane światowe marki z branży elektronicznej, takie jak: Bosch, Honda, Samsung i inne.



Rysunek 2. Prototyp roweru elektrycznego firmy B.G. Boden z roku 1947

Źródło: [www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx\\_rupprecht/ PRESTO - Przewodnik\\_polityki\\_Rowery\\_elektryczne.pdf](http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/PRESTO-Przewodnik_polityki_Rowery_elektryczne.pdf) Presto s. 46 [dostęp: 21.01.2019]

Pomimo bogatej historii i wielu zalet użytkowych nowoczesne rowery elektryczne nie są jeszcze codziennością na polskich ulicach. Powodów jest kilka, a spore znaczenie ma stosunkowo wysoka cena takich jednośladów i ograniczony zasięg przestrzenny [14]. W zgodnych opiniach ekspertów głównym powodem takiego stanu rzeczy, nie są ani względy ekonomiczne, ani techniczne, ale fakt, że rower elektryczny to na polskim rynku luksusowa nowinka techniczna, niemal fanaberia. Ludzie zaś potrzebują czasu, aby przywyknąć do zmian i zaakceptować innowacje, zwłaszcza techniczne. Bliższe poznanie zalet takiego rozwiązania może sprawić, że rower elektryczny stanie się ciekawą i bardzo praktyczną alternatywą [7]. Zachodnia moda na rowery klasyczne niemal zalała polskie miasta i miasteczka, zupełnie nie przygotowane do tak wielkiego i masowego ruchu [27]. Era rowerów elektrycznych to kolejna fala cyklistycznej rewolucji, która niebawem okaże się zwykłą codziennością i radosną ulgą dla milionów cyklistów, obejmująca szerokie spektrum piramidy społecznej. Przejawy tego „elektrotrendu” można już dziś zaobserwować w takich krajach europejskich jak: Niemcy, Szwajcaria, Holandia czy Dania.

## 2. ZASADA DZIAŁANIA ROWERU ELEKTRYCZNEGO

O odmienności roweru elektrycznego decydują trzy specjalnie wbudowane elementy konstrukcyjnie: silnik elektryczny (napęd), bateria (akumulator energii) oraz sterownik (komputer pokładowy) [4]. Funkcjonalna integracja tych elementów umożliwia wygodną i przyjemną jazdę niemal w każdych warunkach pogodowych i terenowych [2]. Te charakterystyczne elektroelementy są wbudowane w klasyczną konstrukcję roweru tworząc e-rower lub e-Bike [13]. Poza tym e-rower musi posiadać wszystkie klasyczne elementy zwykłego roweru, tj. ramę, siodełko, koła, widelec, kierownicę, korby, pedały, hamulce, a także oświetlenie, błotniki, bagażnik i inne akcesoria rowerowe (rysunek 3).



Rysunek 3. Kluczowe elementy roweru elektrycznego: silnik – bateria – sterownik  
 Źródło: <http://blog.rower.com.pl/jak-dziala-rower-elektryczny/> [dostęp: 18.01.2019].

Silnik elektryczny jest urządzeniem napędzającym rower [4]. W najlepszych modelach ma moc 250 W, czyli najwyższą dopuszczalną w przepisach Unii Europejskiej, zgodnie z którymi maksymalna prędkość jaką można uzyskać za pomocą silnika elektrycznego to 25 km/h. Zastosowane w rowerach silniki są w pełni bezobsługowe oraz praktycznie bezawaryjne. Ich bardzo dużą zaletą jest niezwykle oszczędność zużywania energii, dzięki czemu na przejechanie 100 km zużywamy energii o wartości około 1 zł! Najlepsze silniki w rowerach elektrycznych to silniki bezszczotkowe. Są one droższe od tańszej alternatywy – silników szczotkowych, jednak ich dużą zaletą jest mniejsza awaryjność. Pracują także ciszej niż silniki szczotkowe – dobre rowery elektryczne podczas pracy wydają z siebie dźwięk cichszy niż 50 dB. Silnik w rowerze elektrycznym nie powinien zastępować człowieka, a jedynie ułatwić mu pedalowanie, czyli wspomagać podczas jazdy na trudniejszych odcinkach trasy. Rowery wyposażone w czujnik momentu obrotowego zwiększają moc w silniku, gdy rowerzysta napotyka większe opory, np. strome zbocze. Wszystkie silniki powinny być wyposażone

w czujnik, który powoduje automatyczne wyłączenie silnika, gdy przestaje się pedałowac lub osiąga prędkość powyżej 25 km/h.

W nowoczesnych rowerach elektrycznych stosuje się znane z laptopów czy smartphonów, baterie litowo-jonowe. Ich długość życia określa się na około 500-700 doładowań, później moc naszego akumulatora może nieco słabnąć, przez co będziemy musieli częściej go ładować. Przy zastosowaniu baterii o standardowej pojemności 400 Wh, na jednym ładowaniu można przejechać ok. 50-60 km. Stosowany w rowerach elektrycznych akumulator można wyjmować, co jest niezbędne, aby go naładować [22]. W tym celu potrzebna podpiąć go do źródła prądu, którym może być dowolne gniazdko elektryczne w domu, garażu czy gdziekolwiek indziej. Czas ładowania ściśle zależy od modelu akumulatora i waha się od 45 minut nawet do 10 godzin. Podobnie rzecz się ma z wydajnością – najslabsze, w pełni naładowane modele pozwalają na pokonanie 30 kilometrów ze wspomaganie, najlepsze - nawet 120 km i więcej.

Kontroler, czyli komputer pokładowy jest sercem całego układu elektrycznego w rowerze [4]. Odpowiada za przesyłanie energii z baterii do silnika oraz za sterowanie pracą silnika. W tym celu współpracuje z czujnikiem ruchu, który rejestruje m.in. szybkość obrotu korby i na tej podstawie dysponowana jest odpowiednia moc do silnika. Przy kontrolerze znajdują się wszystkie przewody elektryczne, dzięki czemu jest w stanie pełnić funkcję inteligentnego systemu (komputera) wspomaganie jazdy. Kontroler wyposażony jest w ekran ciekłokrystaliczny na którym zobrazowane są podstawowe parametry ruchu – aktualna prędkość, przebyta droga oraz parametry baterii – poziom naładowania/rozładowania. Zaawansowane kontrolery mogą współpracować z systemem GPS pozwalającym na lokalizację pozycji roweru w danym momencie czasu i przestrzeni [22].

Oryginalną propozycją jest elektroniczny system sterowania o nazwie Di2, którą zgłosiła japońska firma Shimano. System Di2 odpowiada za cyfrowe zarządzanie całym rowerem elektrycznym we wszystkich zakresach jego pracy. Pod tą nazwą kryje się m.in. automatyczny system przełożeń (przerzutek) oraz sterowany w sposób cyfrowy system amortyzacji kół. W niektórych modelach e-Bike system Di2 został w pełni zintegrowany z systemem Shimano Steeps oraz z systemem Bosch e-Bike [17],[18].

Rower elektryczny jest swego rodzaju hybrydą – czymś pomiędzy tradycyjnym rowerem a motorowerem. Poruszanie się na nim umożliwiają dwa rodzaje napędu – tradycyjny, czyli siła naszych mięśni, oraz dodatkowy, czyli silnik elektryczny [2]. Ten drugi napęd może być umieszczony w piaście roweru (tylnej lub przedniej) albo w korbie. Silnik zasilany jest akumulatorem elektrycznym, który ładujemy, podłączając dołączony przez producenta zasilacz



do zwykłego gniazdka. Siła wspomagania w rowerze elektrycznym (czyli moc silnika) regulowana jest za pomocą elektronicznego sterownika. Parametry pracy silnika określane są za pomocą zwykłej manetki lub konsoli w formie wyświetlacza LED lub LCD lub dobierane są automatycznie przez system.

### 3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE ROWERÓW ELEKTRYCZNYCH

Ze względu na konstrukcyjne umieszczenie napędu (silnika) w praktyce istnieją trzy zasadnicze rodzaje rowerów elektrycznych [2], w których silnik jest umieszczony albo w piaście tylnego koła, albo w piaście przedniego koła, albo centralnie w mechanizmie korbowodowym (rysunek 4). Każde z tych rozwiązań ma określone wady i zalety, co syntetycznie ujmuje tabela 2.



Rysunek 4. Trzy rodzaje rozmieszczenia napędu w rowerach elektrycznych.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2. Zestawienie zalet i wad trzech sposobów rozmieszczenia napędu w rowerze elektrycznym.

	Plusy	Minusy
Silnik centralny	Równomiernie rozłożenie masy roweru	Większe obciążenie łańcucha i zębatek
	Nisko położony środek ciężkości	Wysokie reżimy pracy przerzutek
	Duża stabilność podczas jazdy	Specjalna konstrukcja ramy roweru
	Naturalne wrażenia z jazdy rowerem	Wyższa cena rynkowa
	Preferowany do jazdy sportowej	Brak możliwości modernizacji silnika
	Krótkie i sztywne połączenia elektryczne	Większa podatność silnika na uszkodzenia drogowe
Silnik	Bezpośrednie przełożenie mocy na koło	Środek ciężkości przeniesiony daleko do tyłu

	Równomierny tryb zużywania się całego napędu	Duże obciążenie tylnego koła
	Możliwość dynamicznej jazdy	Utrzymanie wyższego ciśnienia w tylnym kole
	Możliwość odzyskiwania energii (rekuperacja)	
	Możliwość wymiany całego koła wraz z napędem.	
Silnik w piąście tylnego koła	Dynamiczne przeniesienie napędu na koło	Większe obciążenie widelca
	Proste i tanie silniki	Duży wpływ silnika na bezpieczeństwo jazdy
	Możliwość wymiany całego koła wraz z napędem	Możliwość zerwania przyczepności z drogą
	Klasyczny napęd łańcuchowy na tylne koło	Skomplikowane połączenie z baterią i sterownikiem

Zródło: Opracowanie własne.

Reasumując, napęd w przednim kole jest najtańszym rozwiązaniem, ale nie najlepszym. Rowerzysta ma wrażenie, że rower go ciągnie, rozwiązanie może być również niebezpieczne, szczególnie przy szybkich ciasnych zakrętach (kierowane koło wyciąga nas poza tor jazdy). Napęd w tylnym kole jest rozwiązaniem optymalnym ze względu na cenę oraz otrzymywane parametry trakcyjne [14]. Napęd „pcha” rower przez co kierujący czuje się bezpiecznie i nie ma uślizgów przy podjazdach pod górę. Napęd centralny jest najbardziej zaawansowanym technologicznie rozwiązaniem, ale również droższym od pozostałych [2]. Dużym plusem są stosowane w nim czujniki Torque Sensor (czujnik nacisku), które bardzo dobrze sprawdzają się podczas jazdy w górskim terenie. Zaletą jest również centralne rozłożenie masy roweru. Napęd centralny posiada zaledwie 10 proc. sprzedawanych w Polsce rowerów.

Skomplikowana złożoność konstrukcyjna i bieżące problemy techniczno-eksploatacyjne skłaniają potencjalnych nabywców rowerów elektrycznych do korzystania z rynków profesjonalnych i znanych marek światowych [13]. Chęć ograniczenia tego ryzyka powoduje wzrost kosztów zakupu roweru i dalszego serwisowania w autoryzowanych punktach obsługi. Dodatkowej troski wymaga też fizyczna ochrona roweru, będącego przedmiotem o większej wartości rynkowej, a tym samym większym ryzyku jego utraty.

#### 4. BOSCH E-BIKE SYSTEM

Firma Bosch jako światowy lider rozwiązań e-Bike proponuje trzy modele zintegrowanych systemów napędowych: Performance, Active i Classic [17]. Napędy rozumiane jako kompleks – silnik, bateria, sterownik w poszczególnych modelach posiadają specjalistyczne rozwiązania sprzętowo-programowe adresowane do indywidualnych potrzeb



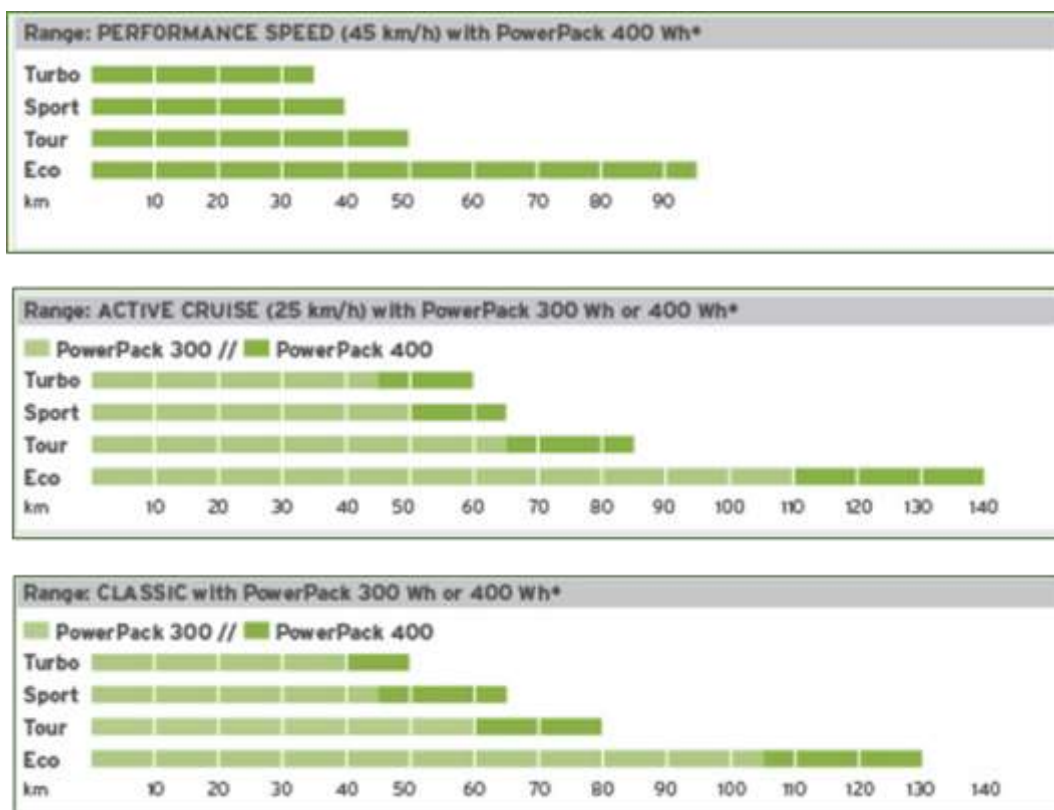
poszczególnych użytkowników (rysunek 5). Profil użytkownika można definiować poprzez odpowiednie oprogramowanie sterownika.



Rysunek 5. Podstawowe elementy technologii Bosch e-Bike System.

Źródło: [https://www.google.pl/search?q=BOSCH+E\\_BIKE+SYSTEM&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved](https://www.google.pl/search?q=BOSCH+E_BIKE+SYSTEM&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved) [dostęp: 18.03.2019]

Silniki elektryczne we wszystkich tych modelach są umieszczone centralnie w układzie korbowym, co gwarantuje większą stabilność całego roweru, obniżenie środka ciężkości i lepsze właściwości jezdne. Układ sterowania bazuje na systemie 3 czujników rejestrujących prędkość, moment obrotowy i częstość pedałowania. Silniki zabezpieczone są przed odpryskami drogowymi i nie wymagają żadnej konserwacji. Wszystkie modele mogą pracować w czterech reżimach eksploatacyjnych jako: ECO, TOUR, SPORT, TURBO sekwencyjnie zwiększających przekazywaną do silnika moc (rysunek 6).



Rysunek 6. Zasięg przestrzenny [km] Bosch e-Bike System na standardowych reżimach pracy dla baterii PowerPack 300 Wh lub 400 Wh.

Źródło: materiały firmy Bosch [17], [18]

Najsilniejszy, wyczynowy model Performance daje dużą moc i prędkość potrzebną profesjonalnym cyklistom w różnych warunkach terenowych. Kryterium oszczędności energii w modelu Performance jest sprawą drugorzędna wobec dynamiki i przekazania maksymalnej mocy. Modele Active i Classic są przeznaczone dla mniej wymagających zawodników i zapewniają bardziej stabilny i jednostajny napęd oszczędzający energię. Oferują one bardziej ograniczoną moc, gwarantując większą wydajność i bezpieczną prędkość (tabela 2).

Tabela 2. Parametry eksploatacyjne 3 modeli Bosch e-Bike System

	Maksymalna prędkość	Moc znamionowa	Moment obrotowy
Performance	45 km/h	350 W	40-60 Nm
Active	25 km/h	250 W	35-48 Nm
Classic	25 km/h	250 W	30-50 Nm

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [17], [18]

Jak zastrzega producent – firma Bosch informacje powyższe odnoszą się do średnich warunków obejmujących: lekkie wzniesienia, lekki wiatr, średnia prędkość – 25 km/h,

temperatura 10-20°C, ciśnienie i profil opony o średnim tarciu, równomierne pedałowanie, poprawna zmiana przerzutek, waga rowerzysty 70-80 kg [18].

## 5. MANDO FOOTLOOSE

W roku 2012 na targach Eurobike Hanower'12 zadebiutował zupełnie odmienny od tradycyjnych konstrukcji rower całkowicie elektryczny Mando Footloose, którego najważniejszą cechą jest brak klasycznego przełożenia między układem korbowym (pedałami), a jakimś kołem rowerowym [23]. Obrotowy ruch pedałów nie napędza żadnego koła rowerowego, a napędza generator prądu (prądnicę). Rower ten może być napędzany na dwa sposoby – wyłącznie za pomocą silnika elektrycznego, albo z tego samego silnika przy wspomaganium przez pedałowanie. Nie znajdziemy w tym rowerze klasycznego łańcucha, ani nawet paska klinowego, który by przynosił siłę mięśni na tylną piastę (rysunek 7).

Pedałując, uruchamiamy alternator, który ładuje akumulator zasilający silnik, przez co możemy zjechać dalej. Energia gromadzona w baterii litowo-jonowej pozwala przejechać do 30 km jednorazowo. W czasie jazdy nie trzeba klikać manetkami, żeby zmienić przełożenia. Sterownik działa automatycznie, podobnie jak w samochodzie automatyczna skrzynia biegów - rower sam wykrywa wzniesienia terenu i optymalnie dopasowuje przełożenia. Dzięki takiej automatyce można komfortowo pokonywać wzniesienia do 21 % nachylenia terenu [23].



Rysunek 7. Innowacyjna konstrukcja roweru Mando Footlose

Źródło: <https://www.tvn24.pl/kultura-styl,8/pierwszy-na-swiecie-skladany-rower-elektryczny,281814.html>  
[dostęp: 21.01.2019]

Rower ten naszpikowany jest elektroniką, której mózgiem jest sterownik ECU (Electronic Control Unit) oparty na awangardowych rozwiązaniach stosowanych od lat w przemyśle samochodowym. Sterownik ECU niczym system operacyjny komputera sam dokonuje sprawdzenia wszystkich podzespołów i na wyświetlaczu przedstawia odpowiednią

informację. Umieszczony na kierownicy wyświetlacz LCD (4") prezentuje wszystkie informacje na temat statusu baterii, silnika oraz aktualne parametry ruchu roweru. Przenośny wyświetlacz pełni też funkcję zabezpieczenia antykradzieżowego, gdyż jego odłączenie powoduje, że cały pojazd staje się praktycznie bezużyteczny.

Rower Mando Footloose zbudowany jest z aluminium i włókna węglowego, dzięki czemu jest dość lekki – waży ok. 21 kg. Konstrukcja roweru pozwala na sprawne składanie go w połowie ramy, co czyni z roweru poręczny bagaż, który można ciągnąć niczym walizkę lotniczą. Twórcą projektu Mando Footloose jest brytyjski inżynier Mark Sanders a jego rynkową realizacją zajęła się południowokoreańska firma Mando – znany producent takich systemów stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym jak: ABS, ESP, ECS i EPS, W projekcie uczestniczy też holenderski producent rowerów – firma Han Goes.

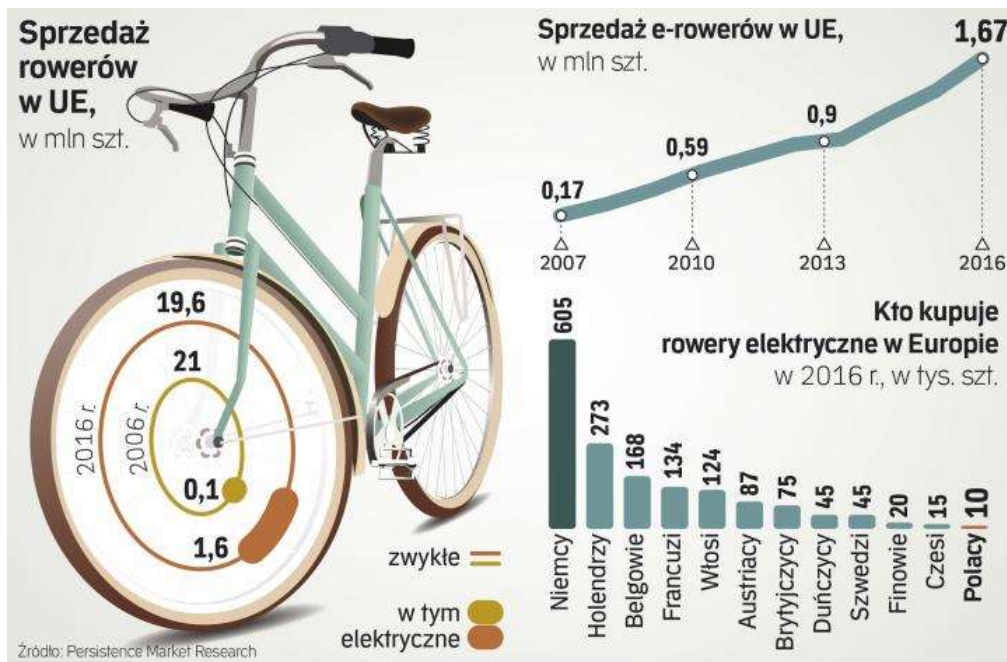
## 6. RYNEK ROWERÓW ELEKTRYCZNYCH

Rowery elektryczne to swego rodzaju nowość w rowerowym świecie, zwłaszcza na rynku polskim, która wywołuje fascynację i ciekawość, ale też wzbudza kontrowersje i pytania o to, czy rower elektryczny to nadal rower (Korzonek, 2015)]. Jakby na niego nie patrzeć, zawsze pozostanie on idealnym połączeniem wygody ze zdrowym i ekologicznym stylem życia [9]. Rowery elektryczne doceniają i użytkują już miliony osób w Europie [12],[15],[16]. W drugiej dekadzie XXI wieku e-Bike zdobyły 65% rynku europejskiego. W samym tylko roku 2016 w krajach Unii sprzedano niemal 2 miliony egzemplarzy, czyli o 350 % więcej niż w 2012 roku [3]. W takich krajach jak Austria, Szwajcaria, Holandia, Belgia, Niemcy czy Norwegia rowery elektryczne stanowią już niemal 30% wszystkich rowerów. Trendy krajowe mówią, że podobnie będzie w Polsce. Rosnący popyt sprawia, że producenci i dystrybutorzy wprowadzają do swej oferty coraz więcej modeli z różnymi ofertami cenowymi, przybliżając ich dostępność dla przeciętnego klienta [14].

Średnio w krajach Unii Europejskiej sprzedaje się ok. 20 mln rowerów rocznie, a te elektryczne odpowiadają średnio za 10 % rynku, czyli 2 mln e-Bików. Według różnych prognoz w ciągu najbliższych pięciu lat ich udział w sprzedaży ma się zwiększyć do wolumenu 25 %. Liderami są Holendrzy, którzy kupują 900 tys. rowerów rocznie [3]. W tej ogólnej puli (dane za 2015 r.) aż 270 tys. stanowią maszyny wspomagane elektrycznie. Tym samym kategoria e-Bike, do której należy 29 % rynkowego tortu, stała się trzecią najpopularniejszą grupą produktów wśród holenderskich cyklistów, zaraz po rowerach miejskich oraz trekkingowych [9]. Eksperti szacują, że w ciągu najbliższych pięciu lat zostanie osiągnięty poziom sprzedaży 5 mln elektrycznych jednośladów rocznie (rysunek 8).

Typowym scenariuszem użytkowania rowerów elektrycznych jest korzystanie z silnika elektrycznego w drodze do pracy, uczelni – aby uniknąć korków, zmęczenia i spocenia, zaś w drodze powrotnej – lekkie wspomaganie siłą mięśni. Rowery elektryczne są dostępne we wszystkich „dorosłych” wersjach i klasach rowerowych [7]. Producenci proponują przede wszystkim e-Bike w wersjach miejskich i trekkingowych, a także jako mocne maszyny górskie, a nawet wielofunkcyjne trójkołowce, przeznaczone m.in. dla osób starszych, niepełnosprawnych, czy opiekunów z małymi dziećmi [9].

W Polsce rowery elektryczne systematycznie zyskują na popularności. Statystycznie odsetek „elektryków” to zaledwie 0,9 % ogólnego wolumenu krajowych rowerów. W roku 2016 r. kupiliśmy ok. 10 tys. e-Bików, choć dynamika tego raczkującego jeszcze rynku jest imponująca i według różnych danych – sięga od 30 do 60 % w skali kolejnych lat. Bardzo interesujące są wyniki badań przeprowadzonych w roku 2016 przez TNS Polska, które wykazały, że aż 74% Polaków wybrałoby e-Bike zamiast roweru tradycyjnego, gdyby było ich stać na taką zamianę [5]. Jednocześnie aż 85% zdecydowałoby się na e-Bike zamiast transportu publicznego [20].



Rysunek 8. Statystyki sprzedażowe rowerów elektrycznych w krajach Unii Europejskiej  
 Źródło: <http://grafik.rp.pl/grafika2/1484665,3.jpg> [dostęp: 21.01.2019]

Rowery elektryczne, podobnie jak samochody hybrydowe coraz częściej pojawiają się w ofertach producentów samochodów. Tego typu pojazdy były lub są oferowane m.in. przez Audi, BMW, Porsche czy Mercedes-Smart. Swoich sił w segmencie e-Bike próbują też renomowani wytwórcy motocykli – m.in. Piaggio, Kawasaki czy KTM, a Yamaha

wyspecjalizowała się w produkcji silników do rowerów elektrycznych. Nie jest to więc niszowa gałąź rynku, tylko coraz lepiej prosperująca branża.

Kluczowym determinantem popytu rynkowego jest cena, która ciągle jeszcze kształtuje się na wysokim poziomie [14]. Struktura cenowa rynku rowerów elektrycznych nie różni się praktycznie od znanej ze świata samochodów czy motocykli. Istnieje podział na segmenty – modele budżetowe oraz z półki premium. Przekładając te realia na warunki polskie eksperci zgodnie wyróżniają 3 poziomy cenowe – dolny, średni i wysoki. Poziom cenowy dolny obejmuje e-Bike najtańsze, których cena zaczyna się od 2.500 PLN do 5.000 PLN. Poziom średni obejmuje jednoślady od 5.000 do 10.000, natomiast najbardziej zaawansowane – premium to cena wzwyż od 10.000 PLN. Średniej klasy silnik, bateria i kontroler od polskiego dystrybutora to koszt rzędu 3.000-4.000. Kompletny, najtańszy chiński rower elektryczny są wyceniane na ok. 3000 zł. Na sprzęt przyzwoitej klasy trzeba przeznaczyć przynajmniej dwukrotnie więcej. E-Bike z osprzętem z najwyższej półki może kosztować nawet kilkanaście tysięcy złotych i więcej, np. mocne rowery górskie z karbonową ramą. Szacunkowe koszty zużytego prądu podczas ładowania baterii wynoszą ok. 2 PLN, co oznacza, że koszt przejechania 1 km trasy rowerem elektrycznym, nie licząc samej inwestycji wynosi ok. 2 groszy za 1 kilometr jazdy.

## **7. ZALETY I WADY ROWERU ELEKTRYCZNEGO**

Jak każde urządzenie techniczne, także rower elektryczny posiada określone zalety i wady, przy czym ich bilans jest zdecydowania na korzyść walorów użytkowych. Zasadniczą zaletą to ogromna mobilność i poczucie własnej satysfakcji z niezależności oraz wolności ruchu i przemieszczania się bez nadmiernego wysiłku fizycznego. Rowerem elektrycznym można samodzielnie dojechać praktycznie w każde miejsce, które może być celem podróży [1]. Rower elektryczny doskonale nadaje się jako indywidualny środek transportu w większych miastach, gdzie przemieszczanie się innymi środkami transportu, głównie samochodowego jest coraz bardziej utrudnione i czasochłonne [27]. Znane powszechnie korki i brak miejsc parkingowych to nagminna cecha każdej aglomeracji – im większa, tym większe problemy komunikacyjne.

Rowery elektryczne to doskonałe środki transportu bliskiego zasięgu dedykowane dla wszystkich grup społecznych, wiekowych, także biznesowych, którym zależy na szybkim i sprawnym przemieszczaniu się z punktu A do B. Dzięki minimalizowaniu wysiłku podnoszą mobilność i satysfakcję osób z nich korzystających. Pokonanie większych odległości nie stanowi problemu dla osoby korzystającej ze wspomaganie elektrycznego [2]. Szczególną zaletą e-Bike jest kalkulacja kosztów tego środka transportu zupełnie nieporównywalna z innymi środkami technicznymi, zwłaszcza z transportem samochodowym. System ładowania

baterii jest zupełnie prosty i naturalny – wystarczy zwykłe gniazdko sieciowe i odpowiedni interwał czasowy, aby odtworzyć pełną mobilność e-Bike [7]. Nie bez znaczenia jest także pewnego rodzaju prestiż z innowacyjnego i proekologicznego środka transportu, który spotyka się z coraz szerszym uznaniem społecznym [9]. Rower, także elektryczny jest polecany bardzo często jako środek rehabilitacyjny i relaksacyjny zarazem. Oszczędność siły, czasu, miejsca oraz liczne walory rekreacyjne i zdrowotne to naturalne cechy przemieszczania się za pomocą roweru elektrycznego.

Zdaniem Polaków największymi plusami rowerów elektrycznych są [5]: wygoda (nie trzeba czekać na autobus, unika się tłoku – tak stwierdziło 63% respondentów), ekologiczność (brak emisji spalin – istotne dla 61% badanych), zdrowie i kondycja (wciąż korzystamy z siły nóg, jednakże napęd wspomagany elektrycznie chroni przed ich przeciążeniem – jest to ważne dla 57% ankietowanych).

Podstawową wadą e-Bike jest relatywnie wysoka cena jednostkowa roweru elektrycznego i ograniczony zasięg przestrzenny na jednym ładowaniu baterii. Postęp naukowo-techniczny pozwoli na systematyczne eliminowanie ograniczeń technicznych, a coraz większy popyt i masowa produkcja przyczynią się do sukcesywnego obniżania ceny rynkowej rowerów elektrycznych [13]. Statystycznego użytkownika odstrasza także duża waga roweru i ewentualny trud korzystania z niego w przypadku rozładowania się baterii. Rowery elektryczne są zazwyczaj cięższe od tradycyjnych, lecz ich waga jest sukcesywnie obniżana wraz z rozwojem rynku, obecnie oscyluje najczęściej w granicach 20-25 kg, czyli cięższy średnio o 5-7 kg w stosunku do roweru klasycznego. Większy ciężar może być dużym wyzwaniem w sytuacji pokonywania schodów lub ręcznego garażowania roweru [7].

Pewne obawy rodzi też ograniczona żywotność baterii i konieczność jej wymiany po wielokrotnym ładowaniu. Producenci sprawność baterii określają na 500-800 cykli ładowania, co przekłada się na 4-5 lat bezproblemowej eksploatacji roweru. Sprawność baterii istotnie zależy od temperatury otoczenia, co w przypadku rowerów ma mniejsze znaczenie, gdyż do rzadkości należy zimowa eksploatacja roweru [4]. Parametry akumulatorów są sukcesywnie polepszane, a obecnie dostępne akumulatory litowo-jonowe posiadają dużą tolerancję na wahania temperatur i pozwalają na wydajną pracę przez ok. 1000 cykli.

## **8. PRAWO O RUCHU DROGOWYM NIE DLA ROWERÓW ELEKTRYCZNYCH**

Zgodnie z obowiązującą nowelizacją „Prawa o ruchu drogowym” z 1 kwietnia 2011 roku [26] rowery elektryczne o określonych parametrach należą do kategorii rowerów, ponieważ ustawodawca wprowadził następującą definicję: "Pojazd o szerokości

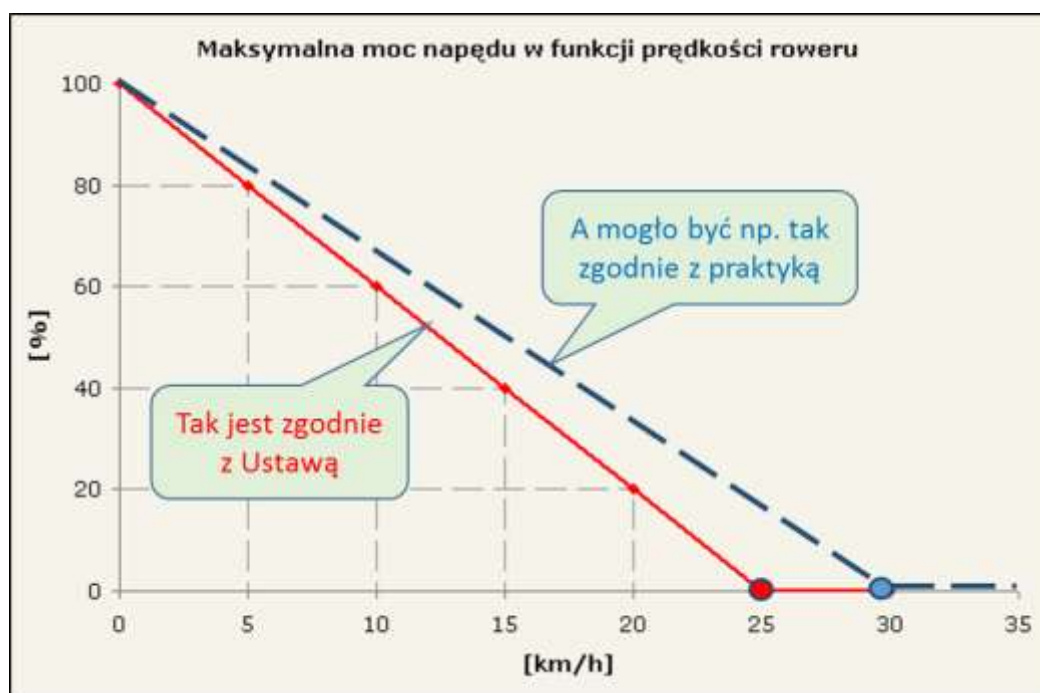


nieprzekraczającej 0,9 m poruszany siłą mięśni osoby jadącej tym pojazdem; rower może być wyposażony w uruchamiany naciskiem na pedały pomocniczy napęd elektryczny zasilany prądem o napięciu nie wyższym niż 48 V o znamionowej mocy ciągłej nie większej niż 250 W, którego moc wyjściowa zmniejsza się stopniowo i spada do zera po przekroczeniu prędkości 25 km/h". Oznacza to, że za rowery będą uważane także rowery elektryczne, które spełniają następujące cztery warunki [6]:

1. Pomocniczy napęd elektryczny musi być uruchamiany naciskiem na pedały,
2. Napięcie zasilania nie może przekraczać 48 V,
3. Znamionowa moc ciągła silnika nie może przekraczać 250 W,
4. Moc wyjściowa ma zmniejszać się stopniowo aż do zera przy prędkości 25 km/h.

Z definicyjnego warunku – „pomocniczy napęd elektryczny musi być uruchamiany naciskiem na pedały” wynika nie tylko, że napęd musi być uruchamiany fizycznym naciskiem cyklisty na pedały, ale także, że napęd elektryczny musi pełnić rolę pomocniczą, a więc niedozwolona jest jazda wyłącznie "na silniku". W praktyce wielu rowerzystów woli sterować mocą silnika za pomocą manetki oraz na niektórych odcinkach jechać bez pedałowania, co niestety zostanie wkrótce zabronione. Praktycznie wszystkie 3 parametry liczbowe – 48 V - napięcie zasilania, 250 W – moc silnika, 25 km/h – maksymalną prędkość, definiujące prawnie rower elektryczny są zbyt rygorystyczne i z założenia ograniczają walory użytkowe tego pojazdu i satysfakcję jego rzeczywistego użytkownika [26].

Kryterium dotyczące mocy wyjściowej, która powinna "zmniejszać się stopniowo i spadać do zera po przekroczeniu prędkości 25 km/h" wprowadza specyficzny wymóg techniczny, który w praktyce nie jest uwzględniany ani przez producentów, ani przez organy egzekwujące przepisy. Powszechnie silniki w rowerach elektrycznych generują większą moc przy szybszym pedałowaniu, a rowery wyposażone w czujnik momentu obrotowego zwiększają moc w silniku, gdy rowerzysta napotyka większe opory (np. podczas wjazdu na wzniesienie). W efekcie mamy do czynienia z martwą literą prawa, która wprowadza tylko zamęt i niejednoznaczność (rysunek 9).



Rysunek 9. Programowe i ustawowe ograniczenie prędkości roweru elektrycznego

Źródło: [http://samochodyelektryczne.org/nowe\\_prawo\\_o\\_ruchu\\_drogowym\\_kontra\\_rowery\\_elektryczne,page,4.htm](http://samochodyelektryczne.org/nowe_prawo_o_ruchu_drogowym_kontra_rowery_elektryczne,page,4.htm) [dostęp: 21.01.2019]

Trudno powiedzieć, dlaczego nie zdecydowano się na ustalenie prostego limitu maksymalnej prędkości rowerów elektrycznych np. 25 km/h na ścieżkach rowerowych i np. 30 km/h na szosie, tak jak ma to miejsce w przypadku samochodów i poszczególnych klas dróg, a zamiast tego wybrano rozwiązanie zupełnie absurdalne. Nie trzeba być ekspertem, aby zauważyć, że nowe prawo będzie martwe. Zamiast prostego pomiaru prędkości, pozwalającego stwierdzić przekroczenie przepisów, policja będzie musiała "podejrzane" rowery elektryczne wysyłać na badania techniczne (na oko nikt nie stwierdzi, czy jadą szybko dzięki pedałowaniu, czy dzięki silnikowi elektrycznemu o większej niż przepisowa mocy). Możliwe, że kiedyś powstanie nawet jakiś nowy urząd, w którym będą pieczołowicie sprawdzane wszystkie ograniczenia – oczywiście za pomocą legalizowanych przyrządów pomiarowych [6].

Zgodnie z Ustawą, która obowiązuje od 2012 roku, zmianie uległa m.in. definicja motoroweru, która spowodowała, że rower elektryczny niespełniający definicji roweru z powodu zbyt dużej mocy silnika, będzie w niektórych przypadkach traktowany jako motorower – jeśli spełnieni kryteria dotyczących mocy silnika motoroweru (limit mocy jest wielokrotnie wyższy od zastosowanego w przypadku roweru – wynosi 4000 W) oraz jeśli maksymalna prędkość nie przekroczy 45 km/h (przed nowelizacją prawa motorower musiał być wyposażony w silnik spalinowy). Spełnienie definicji motoroweru wiąże się z dodatkowymi wymogami i ograniczeniami, np. konieczność rejestracji pojazdu oraz zakaz poruszania się po drogach dla rowerów. W przypadku, gdy silnik jest jeszcze mocniejszy niż

przewiduje to definicja motoroweru, wtedy najwyższa definicja, którą spełnia pojazd to definicja motocykla.

Biorąc pod uwagę nadmierne i mało życiowe ograniczenia formalno-prawne definicji roweru elektrycznego wprowadzone Ustawą, nie trudno zauważyć, że nowe prawo dość skutecznie zniechęca użytkowników do korzystania z rowerów z elektrycznym wspomaganie [7]. Potencjalnych użytkowników albo naraża się na kolizję z prawem, albo wpycha w objęcia szarej strefy i rozmaite domorośle majsterkowanie nad efektywnym wykorzystaniem walorów techniczno-eksploatacyjnych e-Beika. Należy jeszcze zauważyć, że w Polsce przed wprowadzeniem Ustawy każdy rower wspomagany elektrycznie był motorowerem. Obecnie by legalnie jeździć rowerem po drogach publicznych osoba, która nie ukończyła 18 roku życia, musi posiadać kartę rowerową (może ją otrzymać osoba, która ukończyła 10 lat) lub prawo jazdy kategorii AM (od 14 roku; odpowiednik dawnej karty motorowerowej) lub A1, B1 czy T (16 lat). Po przekroczeniu granicy dorosłości, uprawnienia do kierowania rowerami otrzymuje się z urzędu [6]. Decydując się na zakup e-Bike, nie wolno zapominać o przepisach, które ograniczają moc silnika (do 250 W), prędkość jazdy z elektrycznym wspomaganie (do 25 km/h) oraz regulują konstrukcję jednoślada.

## **UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE**

1. Należy się zgodzić ze stwierdzeniem, że rower elektryczny jest pojazdem mechanicznym, który daje większą wolność niż samochód, większą wygodę niż klasyczny rower oraz większe bezpieczeństwo niż motocykl. Jako rower gwarantuje prostą obsługę i intuicyjne użytkowanie bez względu na wiek, zdrowie, kondycję fizyczną, a przede wszystkim – póki co nie wymaga żadnych, formalnych uprawnień.
2. Rower w szczególności elektryczny to perspektywiczne rozwiązanie komunikacyjne dla zakorkowanych ulic i parkingów, zadymionych i zanieczyszczonych miast, zapchanych do granic osiedli i bezradnych mieszkańców, którzy nie mają żadnych szans na względnie bezpieczne przemieszczanie się środkiem innym niż samochód.
3. Optymalnie skonfigurowane rowery elektryczne powinny być jedną z alternatyw nie tylko dla rowerów konwencjonalnych ale także dla motorowerów, skuterów, motocykli, a nawet samochodów – aby np. w cieplejsze miesiące dojeżdżać do pracy lub szkoły bez nadmiernego wysiłku.
4. Konieczność rozwoju transportu rowerowego większość metropolii zachodnioeuropejskich dostrzegła już w połowie XX wieku odważnie inwestując w infrastrukturę ścieżek rowerowych, parkingów i stację ładowania, a także

w preferencyjną strategię stymulowania alternatywnych środków komunikacji miejskiej.

5. Niezmiernie istotnym elementem szerokiej strategii rowerowej jest sfera przyjaznych stosunków wszystkich użytkowników ruchu drogowego, albowiem każdy z nich jest jednocześnie przechodniem, rowerzystą i kierowcą i dlatego na szlakach komunikacyjnych powinna panować większa tolerancja, wzajemna wyrozumiałość i wysoka kultura.
6. O ile problemy techniczno-eksploatacyjne dotyczące rowerów elektrycznych i szlaków rowerowych będą stopniowo i skutecznie rozwiązywane dzięki postępującej sztuce inżynierskiej, o tyle kwestie społeczno-urbanistyczne muszą być włączone w dalekosiężny plan kształtowania przyjaznego dla rowerzystów oblicza miast.
7. Niemal wszyscy chcielibyśmy bezpiecznie i sprawnie jeździć rowerami dla zdrowia, wygody i ekonomii, a także ekologii, jednak masowa ekspansja motoryzacji kłóci się z ideą indywidualnej mobilności rowerowej. Wzorem wielu zachodnich metropolii w tej kwestii potrzebne są rygorystyczne uregulowania formalno-prawne preferujące obok zbiorowego transportu publicznego także indywidualny transport rowerowy.
8. Według różnych statystyk niemal w każdej metropolii jest dwa razy więcej rowerów niż samochodów osobowych, a dostępność szlaków rowerowych jest co najmniej 10 razy mniejsza niż dróg samochodowych. Dawno już w tej dziedzinie przestały obowiązywać jakieś racjonalne kryteria użytkowania przestrzeni publicznej.
9. Zestawienie zalet i wad rowerów elektrycznych wskazuje na wielki potencjał transportowy tych pojazdów, a statystyki sprzedażowe mówią o dynamicznym trendzie rozwojowym, limitowanym obecnie głównie ceną rynkową tych jednośladów.
10. Liczba rowerów elektrycznych także w polskich warunkach będzie się szybko zwiększać, co zasadniczo odciąży indywidualny transport samochodowy, który w wielu metropoliach osiągnął górny pułap swojej liczności. Więcej samochodów w przeludnionych aglomeracjach nie da się już upchnąć w realnej kubaturze miejskiej.
11. Światowy trend na elektryfikację systemów transportowych zaczął się od kolejnictwa, obecnie wkracza w sferę motoryzacji i coraz odważniej jest aplikowany w obszarze transportu rowerowego. Jak wykazują doświadczenia kolejnictwa jest to kierunek perspektywiczny i nieunikniony, gdyż we wszystkich gałęziach transportowych obowiązują podobne kryteria oceny ich funkcjonalności i efektywności.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] <http://bliss.natemat.pl/223029,sam-nie-pojedzie-ale-pomoze-przescignac-tramwaj-e-bike-to-realna-alternatywa-dla-transportu-w-miescie> [dostęp: 15.01.2019]
- [2] <http://blog.rower.com.pl/jak-dziala-rower-elektryczny/> [dostęp: 18.01.2019]
- [3] <http://grafik.rp.pl/grafika2/1484665,3.jpg> [dostęp: 21.01.2019]
- [4] <http://info.mergeto.pl/2014/08/e-bike-rower-elektryczny-jak-dziala-ile-mozesz-zaoszczedzic/> [dostęp: 15.01.2019]
- [5] <http://rowery.jednoslad.pl/pub/rowery-elektryczne-2018-75-polakow-mowi-ze-chcialoby-elektryczny-rower-11869/#> [dostęp: 21.01.2019]
- [6] [http://samochodelektryczne.org/nowe\\_prawo\\_o\\_ruchu\\_drogowym\\_kontra\\_rowery\\_elektryczne,page,4.htm](http://samochodelektryczne.org/nowe_prawo_o_ruchu_drogowym_kontra_rowery_elektryczne,page,4.htm) [dostęp: 21.01.2019]
- [7] [http://techbrainers.com/wp-content/uploads/2017/01/Opis-wyzwa%C5%84-KROSS\\_PM.pdf](http://techbrainers.com/wp-content/uploads/2017/01/Opis-wyzwa%C5%84-KROSS_PM.pdf) [dostęp: 15.01.2019]
- [8] <http://www.ebikeportal.com/history> [dostęp: 15.01.2019]
- [9] <http://www.gazetaprawna.pl/artykuly/1069132,alternatywa-dla-samochodu-rower-elektryczny.html> [dostęp: 09.02.2019]
- [10] <http://www.roweryelektryczne.info/historia-rowerow-elektrycznych.html>
- [11] <http://www.roweryelektryczne.info/pliki/instrukcja-omijania-ogranicznika-predkosci-w-rowerach-elektrycznych.pdf> [dostęp: 15.01.2019]
- [12] <https://docplayer.pl/55717694-Rowery-elektryczne-kolekcja.html> [dostęp: 21.01.2019]
- [13] <https://kredler.pl/rowery-elektryczne/> [dostęp: 09.02.2019]
- [14] <https://puntovita.pl/co-to-jest-rower-elektryczny/> [dostęp: 15.01.2019]
- [15] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Rowery-elektryczne-w-Polsce-wyjezdzaja-z-niszy-4109087.html> [dostęp: 18.03.2019]
- [16] <https://www.bikester.pl/przewodnik-po-rowerach-elektrycznych/typy.html> [dostęp: 15.01.2019]
- [17] [https://www.bosch-ebike.com/fileadmin/EBC/downloads/Bedienungsanleitungen/MY2017/Intuvia\\_201604\\_1270020XBI](https://www.bosch-ebike.com/fileadmin/EBC/downloads/Bedienungsanleitungen/MY2017/Intuvia_201604_1270020XBI) [dostęp: 15.01.2019]
- [18] <https://www.google.pl/search?q=BOSCH+E-BIKE+SYSTEM&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved> [dostęp: 18.03.2019]
- [19] <https://www.pcworld.pl/news/Rower-elektryczny-czy-warto-go-kupic,409193.html> [dostęp: 15.01.2019]
- [20] <https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/ludzieistyle/1749196,1,rowery-elektryczne-dla-kazdego.read> [dostęp: 18.03.2019]
- [21] <https://www.rowery-elektryczne.pl/jak-to-dziala> [dostęp: 15.01.2019]
- [22] <https://www.spidersweb.pl/2018/06/rower-elektryczny-precursor-akumulator.html> [dostęp: 18.03.2019]
- [23] <https://www.tvn24.pl/kultura-styl,8/pierwszy-na-swiecie-skladany-rower-elektryczny,281814.html> [dostęp: 21.01.2019]

- [24] <https://www.wyborcierowcow.pl/wiadomosci/e-bike-czyli-rower-elektryczny-przepisy-predkosc-uprawnienia/> [dostęp: 15.01.2019]
- [25] Korzonek M. (2015), *Rowery od A do Z. Poradnik rowerowy*. Wyd. Dragon.
- [26] [orka.sejm.gov.pl/proc6.nsf/opisy/2771.htm](http://orka.sejm.gov.pl/proc6.nsf/opisy/2771.htm) 04.05.2011r.
- [27] [www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx\\_rupprecht/PRESTO\\_Przewodnik\\_polityki\\_Rowery\\_elektryczne.pdf](http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/PRESTO_Przewodnik_polityki_Rowery_elektryczne.pdf) [dostęp: 21.01.2019]
- [28] Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. o zmianie ustawy – *Prawo o ruchu drogowym* oraz niektórych innych ustaw.