

## ANALIZA RYNKU ELEKTRYCZNYCH POJAZDÓW MIEJSKICH

Producenci pojazdów od lat poszukują zastępstwa dla silników spalinowych w układach napędowych. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie w pełni elektrycznego układu napędowego. Wiąże się on z wieloma zaletami takimi jak ograniczona emisyjność składników szkodliwych i hałasu, jednocześnie wiąże się to z ograniczeniem zasięgu i większą masą. Pomimo dość istotnych wad liczba pojazdów elektrycznych oraz ich udział w rynku stale się zwiększa, związane jest to z licznymi dopłatami i ulgami w wielu państwach europejskich. Artykuł stanowi przegląd rynku pojazdów miejskich wraz z jego analizą pod względem parametrów użytkowych oferowanych konstrukcji. Dokonano również analizy efektu zachęt finansowych oferowanych przez różne podmioty prawne związane z zakupem pojazdów elektrycznych w celu ich promowania.

### WSTĘP

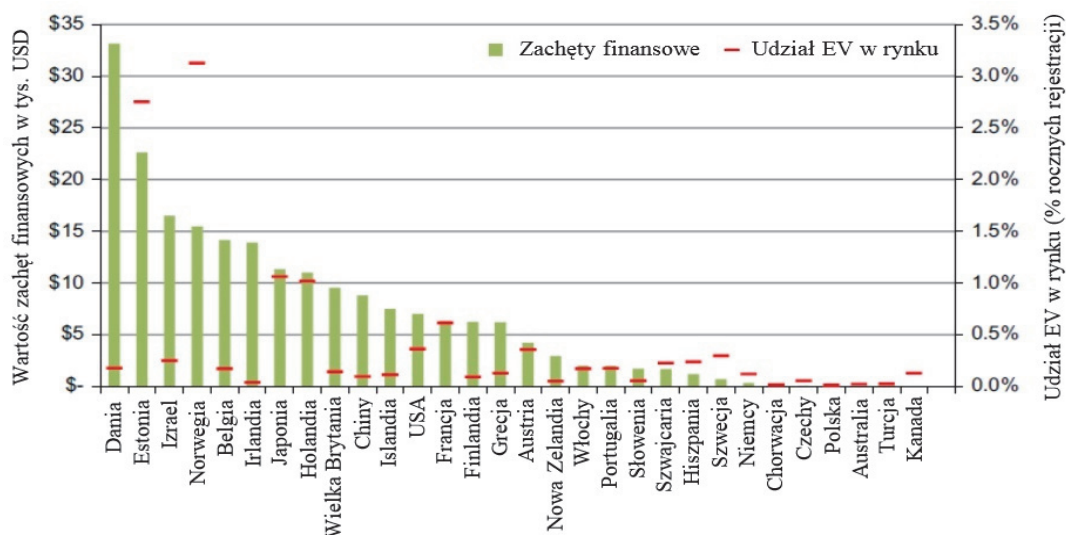
Spalanie paliw kopalnych w silnika spalinowych powoduje emisję związków szkodliwych do atmosfery. Jest to szczególnie istotne w centrum miast, gdzie żyją duże skupiska ludzi bezpośrednio narażone na ich działanie. Dla ludzi zanieczyszczenie powietrza przede wszystkim wiąże się z problemami z drogami oddechowymi [1]. Według badań długość życia człowieka poprzez występowania znacznego stężenia cząstek zawieszonych w powietrzu skraca się nawet o kilka lat. Na skutek zmniejszania się limitów w normach homologacyjnych, a także postępów w dziedzinie elektroniki coraz popularniejsze stają się pojazdy w pełni elektryczne. W niektórych krajach na świecie rządy przygotowały programy dopłat i ulg do samochodów tego typu [2]. Artykuł stanowi przegląd rynku miejskich pojazdów wyposażonych w elektryczne układy napędowe.

### 1. EFEKTY ZACHĘT FINANSOWYCH I INWESTYCJI NA ROZWÓJ RYNKU SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH

Zmniejszenie poziomu emitowanych zanieczyszczeń, wraz ze zmniejszeniem zapotrzebowania energetycznego oraz zwiększeniem energooszczędności, są obecnie często poruszonymi problemami, z którymi zmagają się kraje rozwinięte. W celu zmniejszenia

globalnej emisji CO<sub>2</sub> potrzeba zmniejszenia ogólnoświatowej konsumpcji ropy naftowej oraz w mniejszym stopniu gazu i węgla została wpisana w międzynarodowe ramy celów wszystkich krajów, które ratyfikowały lub podpisały Porozumienie Paryskie z 2015 roku [3]. Zastosowanie pojazdów elektrycznych wpisuje się w wiele programów dotyczących ekologii, globalnego ocieplenia, e-mobilności oraz standardów środowiskowych. Pomimo zgody większości państw na świecie wprowadzenie tych celów w życie okazuje się bardzo skomplikowane. Wiele państw stara się promować zakup i eksploatację pojazdów elektrycznych poprzez różnego rodzaju zachęty, głównie w formie zachęt finansowych. Tego typu programy krajowe, bądź Unijne, przynoszą zróżnicowane efekty, nie zawsze przenosząc się na mierzalne rezultaty [4]. Można to zauważyć porównując poziom zachęt finansowych do udziału pojazdów elektrycznych w rynku dla różnych krajów na świecie (Rys 1.).

Z przedstawionego porównania można wnioskować, że same zachęty finansowe, dofinansowania, zniżki, obniżenie podatków i opłat nie wpływają jednoznacznie na popularność pojazdów elektrycznych. Udział pojazdów elektrycznych w Danii jest bardzo niski w porównaniu do poziomu oferowanych zachęt finansowych, podczas gdy w pobliskiej Norwegii, kraju o zbliżonym klimacie i kulturze, pomimo ponad dwukrotnie niższych zachęt ten udział jest nieproporcjonalnie większy, sięgając ponad 3%. Podczas gdy dla niektórych krajów ukazuje się pewna tendencja wiążąca te dwie wartości



Rys. 1. Zależność wartości zachęt do pojazdów oraz ich udziału w nowo rejestrowanych pojazdach od kraju [5]

(Japonia, Holandia, Francja, Austria, Włochy, Portugalia) dla innych udział w rynku zatrzymuje się na podobnym poziomie bez względu na poziom dofinansowania (Dania, Izrael, Belgia, Wielka Brytania, Islandia, Finlandia, czy Niemcy). W niektórych przypadkach niski udział pojazdów elektrycznych w rynku można wyjaśnić czynnikami geograficznymi. Australia, Turcja i Kanada są krajami o dużej powierzchni i niskiej gęstości zaludnienia, co przekłada się na konieczność pokonywania większych odległości podróżując, często przy słabiej rozbudowanej infrastrukturze. Przejazd przez okoliczności Kanady, lub też pustynie Australii nie jest możliwy dla pojazdu elektrycznego. Stąd dalsze zapotrzebowanie na pojazdy o napędach konwencjonalnych w tych krajach.

Na przykładzie Kanady widać również, jak w bogatszych krajach udział EV w rynku samochodów może wzrosnąć pomimo braku zachęt finansowych. Fakt, że Szwecja przy minimalnych zachętach osiągnęła większy udział pojazdów elektrycznych niż Dania przy największym poziomie zachęt na świecie pozwala wnioskować, że same zachęty finansowe nie przekładają się na popularność samochodów elektrycznych. Bliższą zależność znaleźć można pomiędzy udziałem pojazdów elektrycznych w rynku a liczbą stanowisk ładujących na 100.000 mieszkańców (Rys. 2). Jednak nawet w tym zestawieniu występują znaczące rozbieżności w uzyskanych danych. Przykładem jest Estonia i Izrael, gdzie pomimo bardzo zbliżonej ilości stacji ładujących na mieszkańców dla tych krajów Estonia posiada 11-krotnie większy udział EV w swoim rynku niż Izrael w swoim. Różnicy można się doszukiwać w sposobie finansowania i promowania rozbudowy infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych. Informacje na ten temat są niestety często trudno dostępne, ponieważ zdanie to jest zwykle podejmowane przez władze lokalne, na poziomie prowincji, powiatów lub gmin. Dodatkowo uwzględnić można różnice klimatyczne, ogólny stan infrastruktury drogowej, kampanie reklamowe oraz wymogi prawne, mnogość tych aspektów świadczy o skomplikowanej naturze tego problemu i stanowi dalsze utrudnienie w konstruowaniu nowych metod popularyzacji pojazdów elektrycznych oraz ich faktycznego wpływu na udział tych pojazdów w rynku.

Pierwsze samochody elektryczne zaczęły powstawać już w latach 30-tych dziewiętnastego wieku, kiedy to w 1835 roku holenderski profesor Strathing przedstawił mały prototyp samochodu elektrycznego. Źródłem napędzającym koła samochodu były ogniwa galwaniczne. W latach 1834-1936 powstał pierwszy model uliczne-

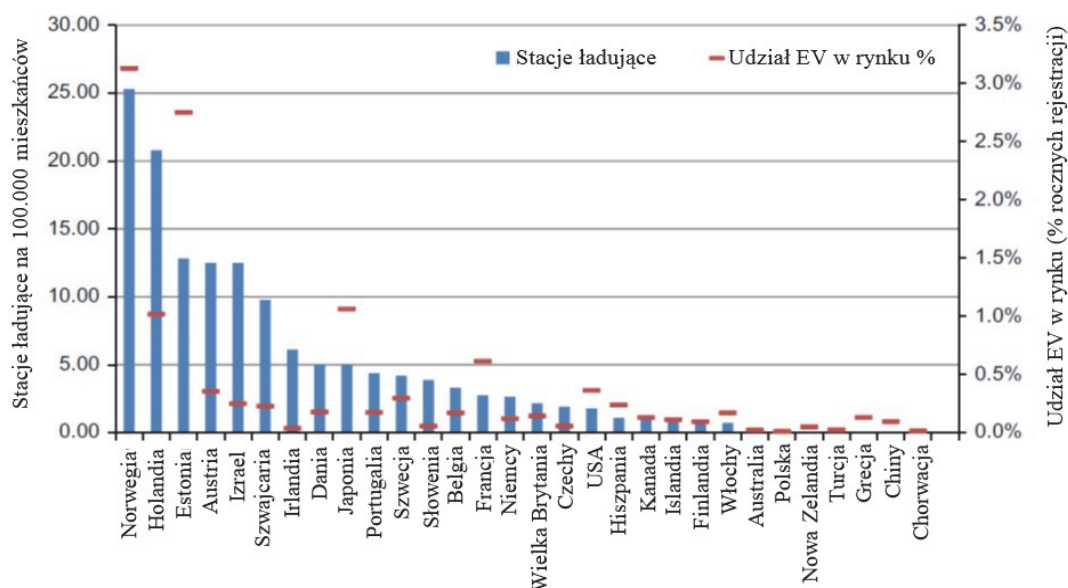
go pojazdu z napędem elektrycznym, następny pojazd elektryczny powstał w Szkocji, w 1837 roku [6]. Wynika z tego, że napęd elektryczny nie jest nowym rozwiązaniem.

Główną zaletą zastosowania silnika elektrycznego jako źródła napędu pojazdu samochodowego jest jego charakterystyka. Umożliwia on uzyskanie maksymalnego momentu obrotowego już od minimalnej prędkości obrotowej przez co w znaczący sposób ułatwia ruszanie pojazdu z miejsca. Taka charakterystyka umożliwia bezpośrednie napędzanie kół, bez użycia przekładni, co w dalszym stopniu zwiększa sprawność układu napędowego. W przypadku silnika spalinowego, zwłaszcza takiego bez żadnego układu doładowania o moment narasta do połowy maksymalnej prędkości obrotowej co wymusza zastosowanie wielobiegowej skrzyni przekładniowej.

Kolejną zaletą jest możliwość łatwego odzysku energii podczas hamowania. Silnik zmieniając charakterystykę na prądnicową obciąża koła momentem jednocześnie generując energię elektryczną, a nie jest ona zamieniana w ciepło jak w rozwiązaniu konwencjonalnym. Sam napęd charakteryzuje się również znacznie mniejszą emisją hałasu niż tradycyjny, co czasem może być utrudnieniem dla pieszych, którzy takiego pojazdu mogą nie usłyszeć. Dużą zaletą jest brak emisji związków szkodliwych do atmosfery w czasie eksploatacji. Nawet jeżeli przyjąć, że energia elektryczna powstaje w wyniku spalania węgla w elektrowni, to proces ten cechuje się znacznie większą sprawnością, niż praca konwencjonalnego silnika spalinowego [7]. Z tego powodu takie pojazdy mogą być także używane w zamkniętych pomieszczeniach.

Istotnym problemem jest niestety gromadzenie energii. Dzisiejsza technologia nie pozwala na uzyskanie wartości gęstości mocy i energii elektrochemicznych akumulatorów choćby zbliżonych do paliw pochodzących z przetwórstwa ropy naftowej [8]. Wiąże się to z ich znaczną masą i objętością, szczególnie problematyczną w miejskich pojazdach.

Wzrost masy pojazdu będzie wiązał się z pogorszeniem właściwości jezdnych, a sam pojazd będzie posiadał znacznie mniejszy zasięg do uzyskania niż w przypadku pojazdu z silnikiem benzynowym. Poza tym będzie on zmniejszany poprzez zastosowanie układów komfortu takich jak ogrzewanie lub klimatyzacja. Pojazd z silnikiem elektrycznym będzie też charakteryzował się zmniejszoną mocą maksymalną i związaną z tym prędkością maksymalną pojazdu. Same akumulatory mają również ograniczoną



Rys. 2 Zależność liczby stacji ładowania oraz nowo rejestrowanych pojazdów elektrycznych od kraju [5]

żywołność, ale obecnie koncern Toyota daje gwarancję na okres 10 lat na ich zdatność do pracy. Ostatnim problemem nie związanym bezpośrednio z pojazdami jest sposób ich ładowania. Przeciętne gospodarstwo domowe zaopatrzone jest w instalację elektryczną o maksymalnej mocy 3,6 kW, gdzie wartość ta jest możliwą sumą mocy wszystkich podłączonych odbiorników prądu elektrycznego. Czas wymagany do pełnego naładowania rozładowanego akumulatora, może potrwać nawet do kilkunastu godzin. Rozwiązaniem tego problemu są stacje szybkiego ładowania (ang. supercharger), które skracają ten czas nawet trzykrotnie, jednak ich dostępność jest ograniczona, a inwestycja we własną stację wymaga większych nakładów finansowych. W niektórych krajach można za opłatą naładować pojazd na takiej stacji, nierzadko energią pochodzącą z ogniw fotowoltaicznych [9].

## 2. TECHNOLOGIE AKUMULATORÓW

Obecnie najczęściej stosowanym rozwiązaniem spośród akumulatorów są akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion), które wyparły starsze rozwiązania niklowo-metalkowo-wodorowe (NiMH). Częstymi ograniczeniami technologii akumulatorowych jest ich masa i koszt produkcji. Do jeszcze starszych technologii zalicza się akumulatory niklowo-kadmowe (NiCd), ale z powodu względnie niskiej gęstości energetycznej oraz efektowi pamięci, przez który ładowanie tych akumulatorów przez ich pełnym rozładowaniem powodowało zmniejszenie maksymalnej pojemności, zostały one wyparte przez akumulatory NiMH. Poprawiono w ten sposób wydajność akumulatorów oraz zmniejszono problemy związane z efektem pamięci. Akumulatory NiMH były pierwszym krokiem na drodze do tworzenia nowoczesnych pojazdów elektrycznych, były one używane w pierwszych komercyjnie dostępnych modelach pojazdów hybrydowych, takich jak Toyota Prius i Honda Insight. Lecz z powodu niskiego napięcia na pojedynczych komórkach pojazdy o napędach elektrycznych zadebiutowały na rynkach dopiero kilka lat później.

Wykorzystanie litu, który jest metalem bardzo lekkim, okazało się być przełomowym rozwiązaniem pozwalającym na znaczącą poprawę parametrów operacyjnych akumulatorów oraz całkowicie eliminując efekt pamięci. Osiągnięto to wykorzystując ruch jonów litu w celu ładowania i rozładowywania akumulatora. Pomimo istniejących wad akumulatorów litowo-jonowych, główną z nich jest ciepło wytwarzane przy ładowaniu i szybkim rozładowywaniu, które może uszkodzić akumulatory, pozostają one najbardziej wydajnymi zasobnikami energii dostępnymi na rynku. Efekt ten wymusił na twórcach pojazdu hybrydowego Mercedes S500 Hybrid zamontowanie dodatkowego układu chłodzącego dla samego zestawu akumulatorów [Mercedes-Benz]. Efekt uwalniania ciepła jest mniej znaczący dla mniejszych akumulatorów, dlatego znajdują one wiele zastosowań od baterii telefonów po zasilanie w laptopach i innych urządzeniach elektronicznych. Niestety dla większych pojemności uwalnianie ciepła staje się problemem. Problem ten staje się bardziej uporczywy gdy celem jest stworzenie rozwiązania zasobnika energii, który działać będzie z pełną możliwą mocą w różnych warunkach klimatycznych na świecie. Ma to znaczenie ponieważ akumulatory litowo-jonowe mają szerszy zakres bezpiecznych temperatur podczas eksploatacji, niż podczas ładowania, natomiast zbyt długotrwałe przegrzewanie akumulatora może prowadzić do jego uszkodzenia.

Akumulatory litowo-jonowe są najczęściej stosowanym obecnie typem akumulatorów, z tego powodu wiele instytucji badawczych i firm poświęca ich dalszemu rozwojowi wiele czasu i uwagi. Poszukuje się jednak również jeszcze bardziej nowoczesnych rozwiązań alternatywnych. Należy zauważyć, że rozważania teoretyczne wskazują, że całkowity potencjał tego typu akumulatorów jest wielo-

krotnie wyższy od obecnie uzyskanego [10]. Ponadto, oczekuje się, że nowe koncepcje akumulatorów litowo-powietrznych będą mogły osiągnąć 5-15 krotnie większe pojemności od obecnie stosowanych rozwiązań [11].

Z technologii będących obecnie dostępnymi lub rozwijanych nowych technologii wyróżnia się następujące rodzaje akumulatorów:

- litowo-tytanowe (LTO),
- litowo-żelazowo-fosforanowe (LFP),
- litowo niklowo manganowo kobaltowe (NMC),
- litowo-manganowe (LMO),
- nanofosfatowe LTO (A123),
- litowo-powietrzne (Li-air).

## 3. PRZEGLĄD MIEJSKICH POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

W kolejnych podpunktach (3.1-3.5) przedstawiono dostępne na rynku miejskie pojazdy elektryczne wraz z podstawowymi danymi technicznymi zastosowanych w nich układów napędowych.

### 3.1. Volkswagen e-UP



Rys. 4.1. Widok układu napędowy Volkswagena e-UP [12]

Tab. Parametry techniczne Volkswagena e-UP [12]

Moc maksymalna	60 kW
Maks. moment obrotowy	210 Nm
Prędkość maksymalna	130 km/h
Zużycie energii	11,7 kW/100 km
Czas ładowania 0-100%	30 minut zewnętrzną ładowarką o mocy 40 kW
Energia akumulatorach	18,7 kWh

### 3.2. Fiat 500e

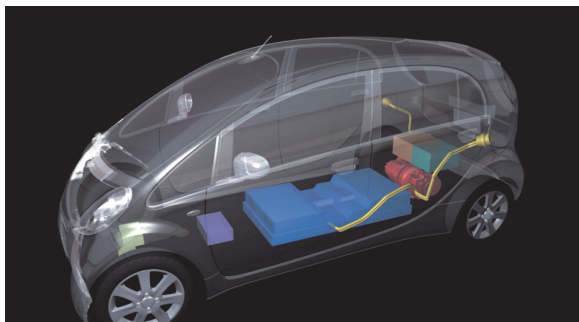


Rys. 4.3. Układu napędowy Fiata 500e [12]

**Tab. Parametry techniczne Fiata 500e [12]**

Moc maksymalna	82 kW
Maks. moment obrotowy	200Nm
Prędkość maksymalna	137 km/h
Czas ładowania 0-100%	4h ładowarką pokładową o mocy ok. 6,6 kW
Energia zgromadzona w akumulatorach	24 kWh

### 3.3. Mitsubishi iMiEV

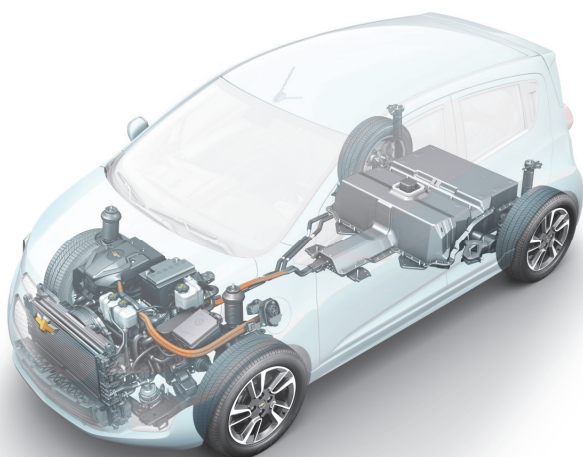


**Rys. 4.5. Układ napędowy Mitsubishi iMiEV [12]**

**Tab. Parametry techniczne pojazdu (wersja 2014) [12]**

	Wersja X	Wersja M
Moc maksymalna	47 kW	30 kW
Maks. moment obrotowy	160 Nm	160 Nm
Prędkość maksymalna	130 km/h	130 km/h
Zużycie energii	11 kWh/100 km	11 kWh/100 km
Czas ładowania 0-100%	kilka godzin ładowarką pokładową	kilka godzin ładowarką pokładową
Energia akumulatorów	16 kWh	10,5 kWh

### 3.4. Chevrolet Spark EV

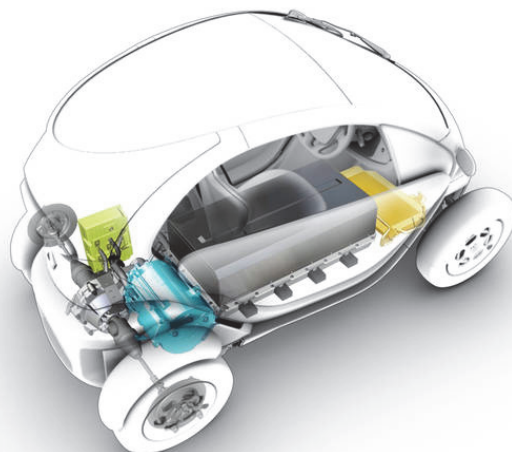


**Rys. 4.6. Układ napędowy Chevroleta Spark EV [12]**

**Tab. Parametry techniczne pojazdu (wersja 2014) [12]**

Moc maksymalna	100 kW
Maks. moment obrotowy	542 Nm
Prędkość maksymalna	150 km/h
Czas ładowania 0-100%	7h ładowarką pokładową
Energia zgromadzona w akumulatorach	21 kWh

### 3.5. Renault Twizy



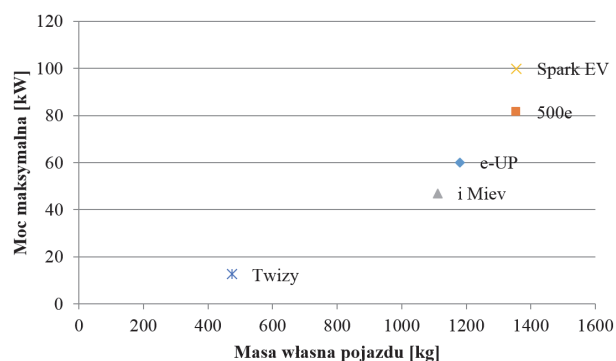
**Rys. 4.7. Układ napędowy Renault Twizy [12]**

**Tab. Parametry techniczne pojazdu (wersja 2012) [12]**

Moc maksymalna	12 kW
Maks. moment obrotowy	57 Nm
Prędkość maksymalna	80 km/h
Czas ładowania 0-100%	3,5h
Energia zgromadzona w akumulatorach	6,1 kWh

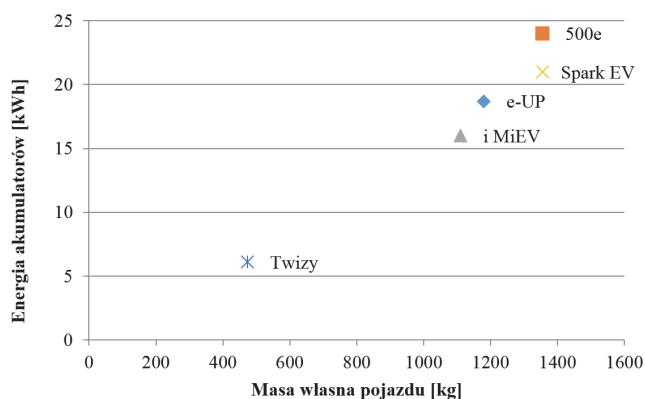
## 4. ANALIZA PORÓWNAWCZA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH W KLASIE POJAZDÓW MIEJSKICH

Dokonano porównania podstawowych parametrów układów napędowych przedstawionych pojazdów w celu ustalenia ich wskaźników użytkowych. Charakterystyki (Rys. 4.9. oraz Rys. 4.10) ukazują efektywność wykorzystania mocy oraz energii zgromadzonej w kontekście masy pojazdu.



**Rys. 4.9. Charakterystyka porównawcza zależności mocy maksymalnej od masy własnej miejskich pojazdów elektrycznych**

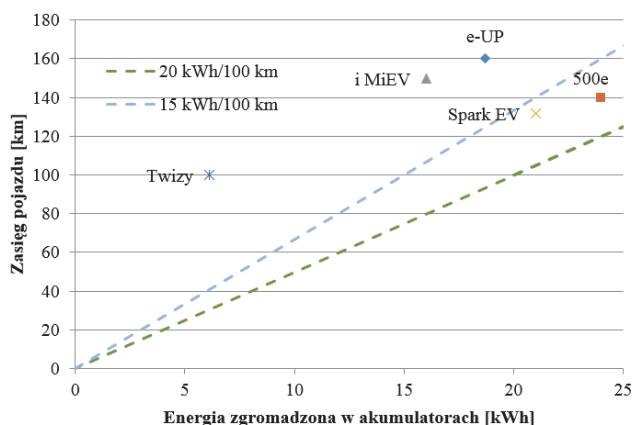
Co do zależności mocy maksymalnej od masy ma ona charakter niemal liniowy, wyjątkiem jest jedynie Renault Twizy, który cechują się niewielką masą własną. Oznacza to, że zgodnie z tym jak pojazd staje się cięższy, potrzebuje do poruszania się silników o zwiększonej mocy. Same wartości masy własnej nie różnią się w znaczny sposób między sobą, ale maksymalne moce, nie uwzględniając pojazdu Renault różnią się nawet dwukrotnie.



**Rys. 4.10.** Charakterystyka porównawcza zależności energii zgromadzonej w akumulatorach od masy miejskich pojazdów elektrycznych

Podobnie jest w przypadku energii zgromadzonej w akumulatorach, zamieniła się kolejność dwóch pierwszych pojazdów w stosunku do maksymalnych mocy.

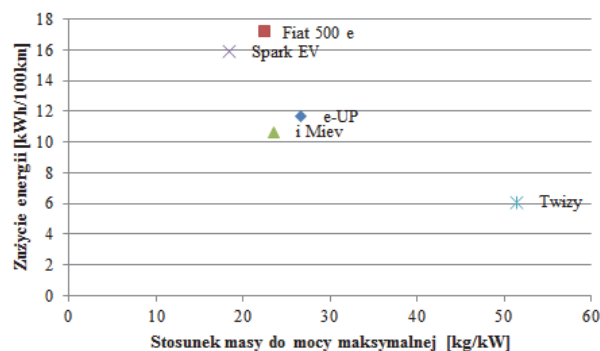
W przypadku charakterystyki zależności zasięgu (w cyklu NEDC) do energii zgromadzonej w akumulatorach (Rys. 4.11.), a najlepsze rezultaty odnosi Volkswagen e-UP, głównie ze względu na największą pojemność akumulatorów. Jednakże ponownie pomijając Renault Twizy, pozostałe pojazdy mają zbliżone zasięgi.



**Rys. 4.11.** Charakterystyka porównawcza zależności zasięgu od energii zgromadzonej w akumulatorach pojazdów elektrycznych z klasy samochodów miejskich

Dodatkowo, dwoma krzywymi zaznaczono zużycie energii odpowiednio 15 i 20 kWh/100 km. Jedynymi pojazdami które zużywają powyżej 15 kWh/100 km są Chevrolet Spark EV oraz Fiat 500e. Zdecydowanie najoszczędniejszym pojazdem jest najmniejsze i najlżejsze Renault Twizy, którego wskaźnik wynosi ok 6 kWh/100 km.

Ostatnim analizowanym wskaźnikiem było zużycie energii w odniesieniu do stosunku masy do mocy maksymalnej. Takie porównanie powinno lepiej zobrazować różnice pomiędzy pojazdami. Stosunek mocy do masy jest bardzo zbliżony, co pozwala na stwierdzenie, że nie ma on większego wpływu na zużycie energii przez pojazd



**Rys. 4.11.** Charakterystyka porównawcza zależności zużycia energii od stosunku masy do mocy maksymalnej z klasy samochodów miejskich

W tym przypadku najlepsze wskaźniki uzyskują Fiat 500e oraz Chevrolet Spark EV. Stosunek masy do mocy dla Chevroleta Spark EV wynosi 18,6 kg/kW, dla Fiata 500e 21,4 kg/kW, podczas gdy dla Volkswagena e-UP oraz Mitsubishi i MiEV kolejno 23,2 kg/kW oraz 26,5 kg/kW. Najgorszą efektywnością charakteryzuje się Renault Twizy (51,8 kg/kW), pomimo około czterokrotnie mniejszej masy niż konkurencji.

## PODSUMOWANIE

Układy napędowe pojazdów elektrycznych mają bardzo duży potencjał, a liczba dostępnych rozwiązań będzie stale się zwiększała. Uchwalone dyrektywy, prawo oraz ograniczenia emisji rozwojem e-mobilności wymuszają szybkie tempo rozwoju technologii stosowanych w nich zasobników energii. Obecnie są one największym problemem. Zmniejszenie ceny i poprawa wskaźników, przede wszystkim zasięgu, do porównywalnego z konstrukcjami z silnikami spalinowymi może w istotny sposób zwiększyć konkurencyjność elektrycznych pojazdów. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że zachęty finansowe nie są tak kluczowym elementem tego wzrostu co rozbudowana infrastruktura punktów szybkiego ładowania [Zifei Yang, Peter Slowik, Nic Lutsey, Stephanie Searle, PRINCIPLES FOR EFFECTIVE ELECTRIC VEHICLE INCENTIVE DESIGN, ICCT June 2016].

Z rozpatrywanych pojazdów najbardziej efektywnym układem napędowym wykazały się Fiat 500e oraz Chevrolet Spark EV. Nie jest to jednak jedynym wskaźnikiem determinującym jak popularny będzie pojazd elektryczny. Zasięg, komfort, infrastruktura, cena zakupu, koszty eksploatacji i okres gwarancyjny najważniejszych elementów mają równie duże znaczenie dla konsumentów rozważających zakup pojazdu elektrycznego. Krajowe i międzynarodowe programy i ulgi podatkowe nie są działaniem wystarczającym aby rozpowszechnić ideę stosowania pojazdów elektrycznych we wszystkich sytuacjach gdzie ich zastosowanie jest realne i możliwe. Należy zauważyć, że producenci samochodów dopiero od względnie niedawna skupiają się nad rozwojem komercyjnych pojazdów elektrycznych, technologia ta może wciąż być szybko rozwijana. Kombinacja rozwoju technologicznego, nowych praw, przepisów oraz rosnąca świadomość społeczeństwa wobec problemów ekologicznych mogą prowadzić do nagłego wzrostu udziału pojazdów elektrycznych w rynku.

## BIBLIOGRAFIA

1. A. Seaton, D. Godden, W. Macnee, K. Donald The Lancet Volume 345, Issue 8943, 21 January 1995, Pages 176-178 Journal home page for The Lancet Hypothesis Particulate air pollution and acute health [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(95\)90173-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(95)90173-6)
2. Environmental Science & Policy The Norwegian support and subsidy policy of electric cars. Should it be adopted by other countries, Environmental Science & Policy Volume 42, October 2014, Pages 160-168
3. United Nations Framework Convention on Climate Change, 21st Conference of the Parties
4. Yang Z., Slowik P., Lutsey N., Searle S., Principles For Effective Electric Vehicle Incentive Design, International Council Clean Transportation June 2016
5. Sierżchula W. et al., 2014, The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electrical vehicle adoption. Energy Policy 68 (2014) 183-194
6. Jastrzębska G., Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007
7. Merkisz J., Peielcha I., Alternatywne napędy pojazdów, Poznań Wydaw. Politechniki Poznańskiej, 2006.
8. M. Sierszyński, M. Pikula, P. Fuć, P. Lijewski, M. Siedlecki, M. Galant, Overview of solutions for lithium-ion batteries used in electric vehicles, International Journal Of Energy And Environment Volume 10, 2016
9. S. Dubey, J. Narotam Sarvaiya, B. Seshadri,, Temperature dependent photovoltaic (PV) efficiency and its effect on PV production in the world - A review, Energy Procedia 33 (2013) 311–321 Rohan J.F. et al. 2014, Energy Storage: Battery Materials and Architectures at the Na-noscale, ICT Energy Concepts Towards Zero-Power Information and Communication Technology, Dr. Giorgos Fagas (ed.), DOI: 10.5772/57139.
10. Jurgen E., Besenhard O., 1999, Handbook of Battery Materials, New York, Wiley-VCH
11. Materiały producentów: Fiat, Volkswagen, Mitsubishi, Chevrolet, Renault
12. Rusak Z., Bus Euro Test 2016 w Brukseli, czyli „Umarł Diesel. Niech żyje elektryczność”, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy -Transportowe 2016, nr 6.

### Analysis of the electric vehicle market

*Vehicle manufacturers have been looking for a replacement to internal combustion engines for years. One solution is to use a fully electric propulsion system. It is associated with many advantages such as limited emissivity of harmful exhaust components and noise, but also involves limited vehicle range and greater weight. Despite significant drawbacks, the number of electric vehicles and their market share is steadily increasing, due to numerous subsidies and financial incentives present in many European countries. This article provides an overview of the urban vehicle market and its analysis in terms of the performance parameters of the offered vehicle solutions. An analysis of the financial incentives offered by various legal entities involved in the purchase of electric vehicles to promote them has also been performed.*

#### Autorzy:

dr. hab inż. **Paweł Fuć** Prof. PP – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

dr. hab inż. **Piotr Lijewski** Prof. PP – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

mgr inż. **Maciej Siedlecki** – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, email: [maciej.siedlecki@doctorate.put.poznan.pl](mailto:maciej.siedlecki@doctorate.put.poznan.pl)

mgr **Dawid Gallas** – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

mgr inż. **Natalia Szymlet** – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

mgr inż. **Barbara Sokolnicka** – Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu