

Cu

Europejski
Instytut Miedzi
Copper Alliance

—
Elektromobilność

Leonardo
ENERGY 

Leonardo-ENERGY.pl



**Europejski
Instytut Miedzi**
Copper Alliance

Europejski Instytut Miedzi

ul. św. Mikołaja 8-11
50-125 Wrocław

tel.: +48 (71) 78 12 502
fax: +48 (71) 78 12 504

biuro@instytutmiedzi.pl
www.instytutmiedzi.pl

Wprowadzenie

Samochód elektryczny
Niemcy, 1904 rok

By Bundesarchiv, Bild 183-1990-1126-500 / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5348161>

Pojęcie elektromobilności używane jest w kontekście wykorzystania pojazdów z napędem elektrycznym w transporcie publicznym oraz indywidualnym. Obejmuje zarówno e-pojazdy jak również niezbędną infrastrukturę.

Silnik elektryczny napędzający pojazd pobiera energię z ładowalnego akumulatora, umieszczonego wewnątrz samochodu. Akumulator ładowany jest z dedykowanej stacji, podłączonej do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej.

Pierwsze e-pojazdy pojawiły się ok. roku 1880. Mniej więcej do roku 1900 samochody elektryczne były najszybszymi dostępnymi pojazdami.

W latach dwudziestych nastąpił wzrost popularności silników benzynowych (później diesel), co było przyczyną spadku ilości produkowanych samochodów elektrycznych.

Ok.. roku 1990, ze względu na rozwój technologii i rosnącą świadomość ograniczonych zasobów paliw kopalnych, e-samochodami ponownie zainteresowały się duże koncerny samochodowe.

Przyczyny pierwszych zastosowań silników elektrycznych:

- Pierwszeństwo silników elektrycznych (do ok. 1900 ... 1910),
- Niezawodność,
- Wyższa sprawność silników elektrycznych,
- Dostępność sieci elektrycznej (co najmniej w miastach).

Przyczyny wykorzystania silników elektrycznych obecnie:

- Wysoka sprawność,
- Oszczędność energii paliw kopalnych.

Przyczyny niepowodzeń wcześniejszych projektów e-mobilności:

- Niedostępność e-samochodów,
- Brak korzyści środowiskowych (badanie Rügen, 1962-96)
 - korzystając z konwencjonalnych elektrowni: większa emisja CO² niż samochody konwencjonalne.



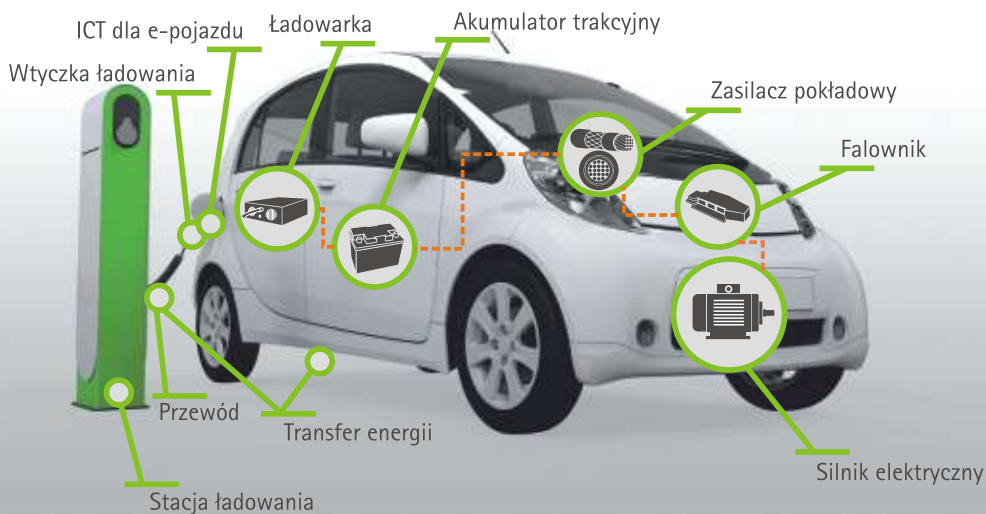
E-samochód



Jedynym źródłem napędu pojazdu elektrycznego (Electric Vehicle – EV) jest silnik elektryczny. Energia do silnika dostarczana jest z ładowalnego akumulatora lub innego przenośnego magazynu energii elektrycznej.

Akumulatory doładowywane są z zewnętrznego źródła, na przykład sieci elektroenergetycznej.

	Pojazd konw.	Współcz.	Pojazd elektryczny
Oferowane modele	dużo	>1/20	mało
Koszt pojazdu	niski	>1,3	wysoki
Zasięg	>500km	>5	<120km
Zużycie energii	70kWh/100km	3,5	20kWh/100km
Emisja CO ₂	>120g/km	>2	<80g/km
Energia ład.	szybko, >5min/100km	>10	wolno<1h/100km
Magazynowanie energii	bezpieczne, proste, kompaktowe, lekkie, zmienne, tanie	-	niebezpieczne, skomplikowane, duże, ciężkie, drogie



Podstawowe elementy składowe samochodu elektrycznego można podzielić na cztery grupy:

1. Urządzenia magazynowania energii:

bateria, ładowarka, urządzenia monitorowania i zarządzania baterią,

2. Układ napędowy:

przekształtnik energii elektrycznej, silnik, rezystor hamowania oraz układ czujników,

3. Akcesoria:

grupa zawiera sprzęt elektryczny niezbędny do zasilania pojazdu oraz dodatkowych funkcji,

4. Interfejsy:

wskaźniki, urządzenia komunikacji

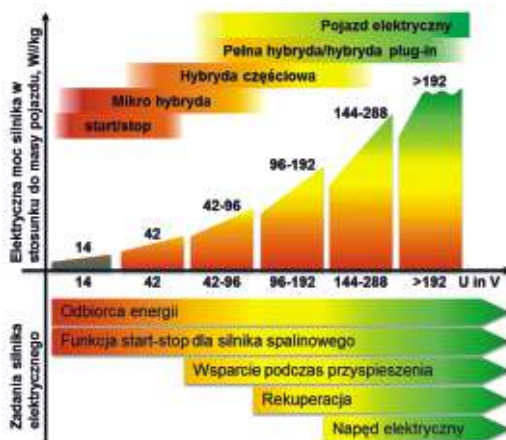
Od pojazdów hybrydowych do elektrycznych

HYBRID

Pojazd hybrydowy to pojazd, w którym zintegrowano co najmniej dwa przetworniki energii i dwa systemy magazynowania energii w celach napędowych, na przykład silnik elektryczny i spalinowy.

W zależności od funkcji pełnionych przez silnik elektryczny, rozróżnia się trzy typy hybrydy spalinowo – elektrycznej: mikro hybryda, hybryda częściowa (mild) oraz pełna hybryda.

Jedną z funkcji pozwalających na ograniczenie zużycia paliwa w samochodzie jest automatyka start/stop. Powoduje ona włączenie silnika w czasie zatrzymania pojazdu i pozwala zaoszczędzić do ok. 3% paliwa.



Mikro hybryda

- System start/stop i odzyskiwanie energii hamowania,
- Zużycie paliwa może zostać zredukowane o 3-5%.

Hybryda częściowa (mild)

- Automatyka start/stop, silnik elektryczny aktywny w czasie hamowania i przyspieszania,
- Magazyny energii elektrycznej doładowywane wyłącznie przez rekuperację,
- Oszczędność paliwa do 15%.

Pełna hybryda

- Automatyka start/stop, silnik elektryczny aktywny w czasie hamowania i przyspieszania,

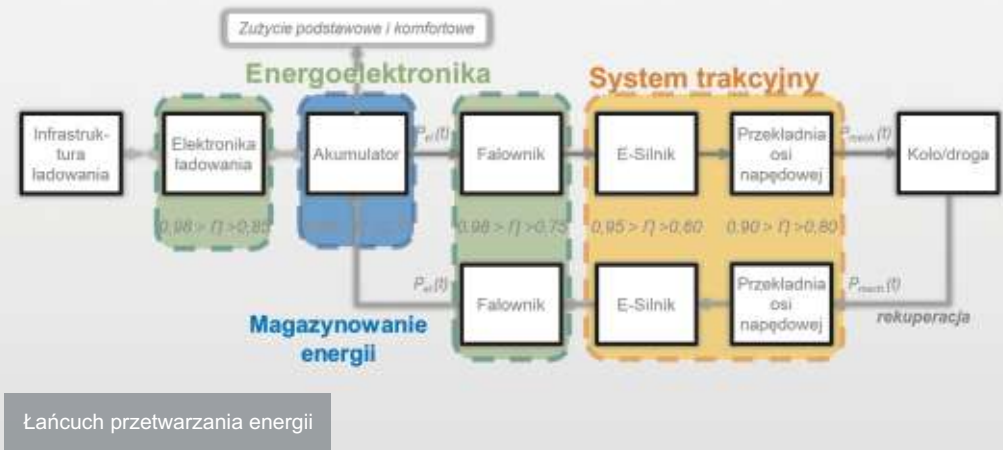
- Silnik elektryczny jest niezależną jednostką napędową na krótkich dystansach (ok. 5 km),
- Magazyny energii elektrycznej doładowywane wyłącznie w procesie rekuperacji lub przez wewnętrzny silnik spalinowy,
- Oszczędność paliwa do 15-30%.

Hybryda plug-in

- Pełna hybryda z urządzeniem ładującym, umożliwiającym zewnętrzne ładowanie akumulatorów,
- Akumulatory ładowane w procesie rekuperacji, wewnętrznym silnikiem spalinowym lub z zewnętrznego źródła energii,
- Zasięg napędu elektrycznego zależy od modelu 5-30km, Oszczędność paliwa >>20%.



Instalacja elektryczna e-pojazdu



Poziomy napięcie:

- System napędowy pracuje w sieci WN, typowo na napięciu 300 ... 700 V. Obejmuje akumulator, konwerter DC/AC oraz silnik.
- System ładowania samochodu pracuje w sieci WN, typowo na napięciu 1x ~230/3x ~400 V.

Obejmuje sieć elektryczną, ładowarkę oraz akumulator.

- Obciążenie wewnętrzne auta pracuje w sieci nN, typowo na napięciu 12(24) V. Obejmuje oświetlenie, serwomechanizmy oraz regulatory.

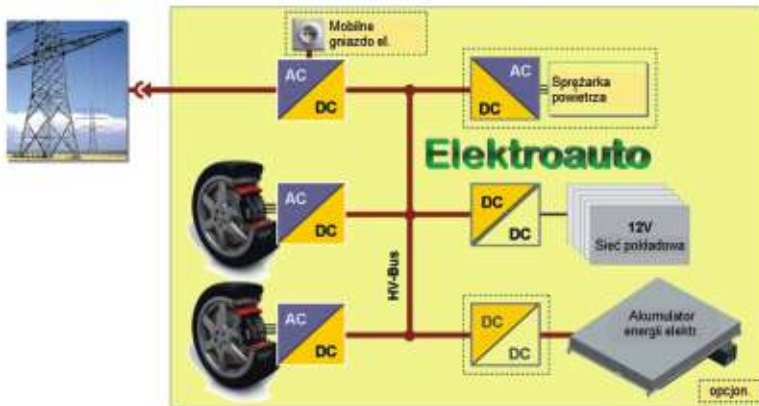
Odbiornik energii	Moc [W]	Względem średniej konsumpcji 15kW
Radio	20	0,1 %
Ogrzewanie tylnej szyby	120	0,8%
Pełne oświetlenie	130	0,9%
Zapłon (podstawowy)	225	1,5%
Ogrzewanie akumulatora	300	2%
Wentylacja, klimatyzacja, ogrzewanie	2000	13%
Jazda miejska i pozamiejska EV	13000 - 18000	±15%

Sieć sygnałowa:

- Mały przekrój poprzeczny przewodów,
- Określone wymagania mechaniczne (maksymalne naprężenie) minimalna średnica (typowo 0.35 mm^2),
- Materiały: mosiądz, brąz, CuMg - 0.09 mm^2 .

Sieć zasilająca:

- Duży przekrój poprzeczny przewodów,
- Głównie miedź (wyższa przewodność),
- Zastępowalna aluminium (mała gęstość).



Źródło: VDE-Studie Elektrofahrzeuge



Rozwiązania układu napędowego



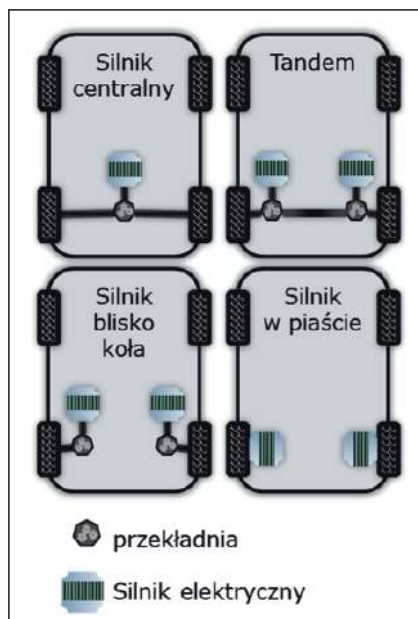
W zależności od koncepcji napędu pojazdu elektrycznego, w e-samochodach stosowane są

trzy typy silników: silnik asynchroniczny, synchroniczny lub prądu stałego.

Zaletą silnika asynchronicznego jest jego prosta konstrukcja, jednak charakteryzuje się on dużym rozmiarem, wagą i złożoną strukturą sterowania.

Silnik synchroniczny (z magnesami stałymi, bezszczotkowy) jest wytrzymały, stosunkowo lekki, jego wadą jest wysoki koszt materiałów magnetycznych koniecznych do produkcji.

Silniki prądu stałego charakteryzują się łatwym sterowaniem, jednak ze względu na obecność szczotek, silniki takie szybko się zużywają.





Od początków elektromobilności (1980) znane są akumulatory kwasowo-ołowiowe.

Później, ok. roku 2000 pojawiły się baterie NiCd, a następnie NiMH oraz wysokotemperaturowe Na-NiCl (Zebra battery). W 2010 zaczęto stosować baterie litowe, m. in. litowo polimerowe, litowo-żelazowo-fosforanowe.

Baterie ocenia się na podstawie określonych kryteriów: gęstość energii, gęstość mocy, czas życia, koszt, wytrzymałość temperaturowa oraz bezpieczeństwo.



Stan naładowania baterii

– State-of-Charge (SoC)

- Pozostała pojemność znormalizowana względem pojemności całkowitej (0-1 lub 0-100%),
- Pośrednio pokazuje pozostały czas ładowania i zakres,
- Istnieje wiele metod określania SoC (licznik Coulomba, modele napięcia obwodu otwartego).

Typ baterii	Napięcie znamionowe
Kwasowo-ołow.	2.10 V
NiCd	1.30 V
NiMH	1.32 V
Lithium-Ion	3.7 V
LiFePO ₄	3.4 V

Stan zdrowia baterii

– State-of-health (SoH)

- Stosunek pojemności zmierzonej i znamionowej,
- Wartość graniczna 80% (lub 60, 70%),
- Wartość graniczna odpowiada końcowi cyklu życia.

Samorozładowanie

- Czasowo zależna utrata ładunku nieużywanej baterii,
- Może uszkodzić ogniwo.

Samorozładowanie występuje z powodu stałego podłączenia odbiorników (np. BMS – system zarządzania baterią), zwarc zewnątrznych lub innych niepożądanych reakcji.



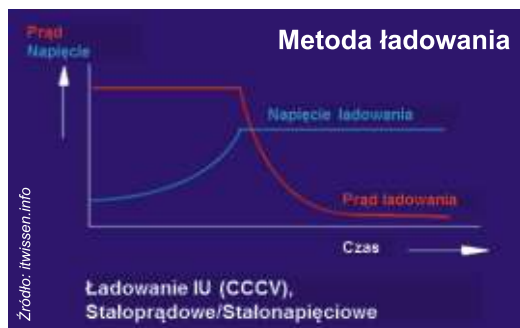
Ładowanie baterii



Metoda ładowania IU:
Na początku bateria ładowana jest stałym prądem.

Po osiągnięciu napięcia końca ładowania, następuje przejście do trybu stałonapięciowego. Zakończenie procesu ocenia się na podstawie kryterium czasu lub energii elektrycznej.

Metoda ma zastosowanie w ładowaniu m.in. akumulatorów ołowiowych, Li-ion, Na/NiCl.



Zastosowanie	Ołowiowe	NiCd	NiMH	Li-Ion	Primary cells
Akumulator rozruchowy	x	x			
Pojazd hybrydowy			x	x	
Trakcja elektryczna	x			x	
Zastosowania solarne	x				
Narzędzia		x	x	x	
Aparaty fot., telefony kom., laptopy			x	x	
Konsumenckie					x

(1) - A. Jossen, W. Weydanz „Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen”

Przegląd metod ładowania

Charakterystyka	Skrót	Przebieg czasowy	Zastosowanie
	L		Częściowe ładowanie, pełne ładowanie, przeładowanie
	V		Tylko w ograniczonym czasie, monitorowanie temperatury
	W		Tylko w ograniczonym czasie
	Ia		Dla dużych ogniw, szybkie ładowanie
	IOIa		Ładowanie częściowe, dalsze ładowanie ograniczonym prądem
	Wa		Dla ładowania Ia z niewielkim nakładem techn.
	WOWa		Dla ładowania z IOIa z niewielkim nakładem techn.

Źródło: Battery Technology Handbook



E-samochody w sieci elektroenergetycznej

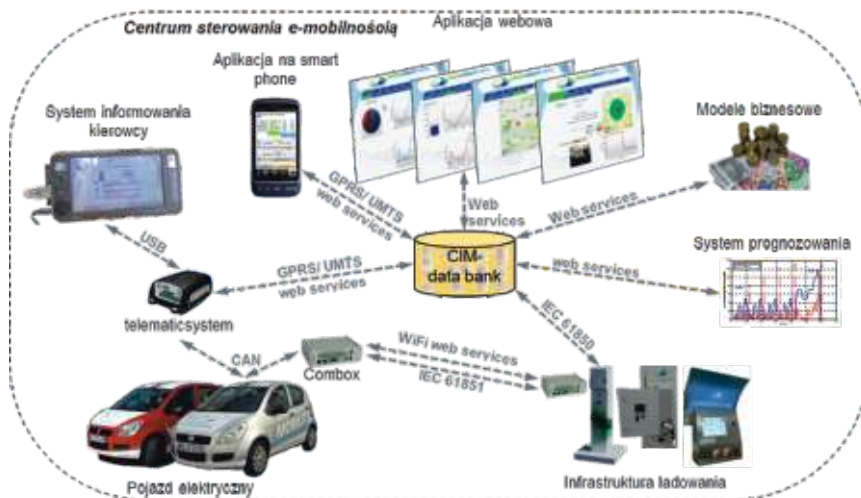


Samochody elektryczne korzystają z sieci elektroenergetycznej w celu ładowania wewnętrznych akumulatorów (tryb pracy G2V). Istnieje również możliwość przepływu energii w odwrotnym kierunku – z baterii pojazdu do sieci elektroenergetycznej (V2G). Uwzględniając obie możliwości współpracy samochodu z siecią, e-pojazd może być traktowany jako mobilny magazyn energii.

Potencjał zastosowania e-pojazdów jako magazynów ocenia się wysoko, ze względu na sposób ich używania – samochody większość czasu stoją zaparkowane.

Odpowiednie sterowanie procesami rozładowania i ładowania baterii trakcyjnych daje możliwość przesunięcia obciążenia sieci (load shifting).

			
Bateria e-samochodu „V2G Elektroauto”		Elektrownia szczytowo-pompowa „Goldisthal”	
Sprawność:	70-80%	x 1 =	70-80%
Moc maksymalna:	10 kW	x 100.000 =	1 GW
Pojemność:	17 kWh	x 500.000 =	8,5 GWh
Bateria e-samochodu „V2G Elektroauto”		Elektrownia szczytowo-pompowa „Goldisthal”	
45 Mio. x		10 kW	≈ 450 GW
		17 kWh	≈ 0,7 TWh
		74 GW	Maks. pobór mocy
		1,4 TWh	Dzienne zużycie



Wyzwania integracji e-samochodów w sieci:

- Globalnie spójna infrastruktura ładowania (interoperacyjność),
- Bazowanie na istniejących standardach,
- Zaangażowanie w europejską i międzynarodową standaryzację.



Przykłady pojazdów z napędem elektrycznym



źródło: volkswagen

E-samochód e-Golf VII

Bateria:	Li-Ionen, 330V/24,2kWh
Moc ładowania:	AC-1P~230V; 13h → 100%
Zasięg :	190km
Zużycie:	12,7kWh/100km



źródło: autobild.de

Hybryda plug-in A3 eTron

Bateria:	Li-Ionen, 390V/8,8kWh
Moc ładowania:	AC-1P~230V; 2,5h → 100%
Zasięg :	50km
Zużycie:	11,4kWh/100km



źródło: Mitsubishi Motors

E-samochód i MiEV

Bateria:	Li-Ionen, 330V/16kWh
Moc ładowania:	AC-1P~230V; 7h → 100%
Zasięg :	144km
Zużycie:	12kWh/100km



źródło: Toyota

Hybryda plug-in Toyota Prius II

Bateria:	Ni-MH, 201V/2,6kWh
Moc ładowania:	AC-1P~230V; 1,5h → 100%
Zasięg :	13km
Zużycie:	21kWh/100km

Notatki

Notatki

Leonardo
ENERGY 

Leonardo-ENERGY.pl

Wydawca portalu:



Europejski
Instytut Miedzi
Copper Alliance