

# Samochód elektryczny - jak ładować?

Piotr Piórkowski, dr inż.

Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych  
Politechnika Warszawska

# Redukcja strat energii i emisji: Napęd Elektryczny - napęd idealny?

Same (?) zalety:

- Wysoka sprawność silnika elektrycznego
- Dwu-trzy krotna przeciążalność silnika elektrycznego
- Brak strat biegu jałowego
- Prosta budowa układu napędowego
- Możliwość odzysku energii podczas hamowania
- ZEROWA emisja w miejscu użytkowania

# Jedyny problem, ale bardzo poważny - Bateria i jej ładowanie

Baterie mają i jeszcze długo będą miały wady:

- Duże i ciężkie (mały zasięg jazdy)
- Drogie
- W składzie są pierwiastki ziem rzadkich (monopol ChRLD)
- Ulegają degradacji
- Trudny recykling i utylizacja
- Długi czas ładowania / dostępność infrastruktury
- Niektóre typy są niestabilne termicznie (palą się bez poboru tlenu z zewnątrz)

Przykład: Baterie Li-Ion dla samochodu osobowego do pokonania 100km (15kWh) to:

~120 kg

~7500 \$ (~30000 PLN)

~3-4 godz ładowania mocą 5kW (230V x 20A)

konieczna wymiana na nowe za jakiś czas

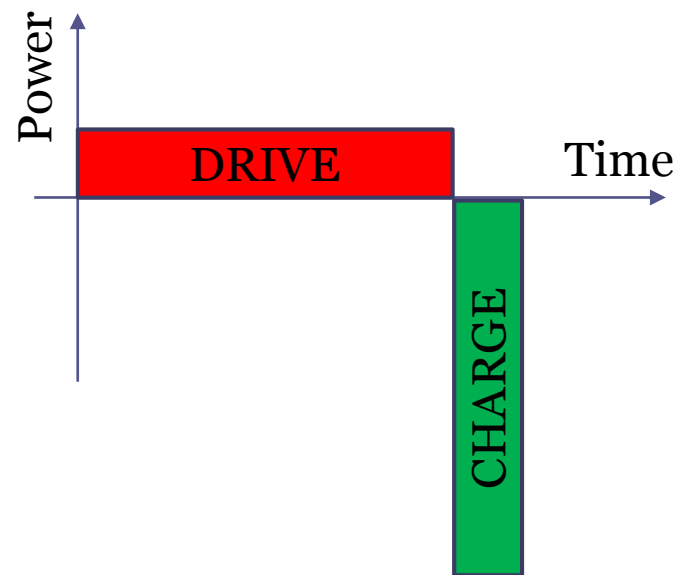
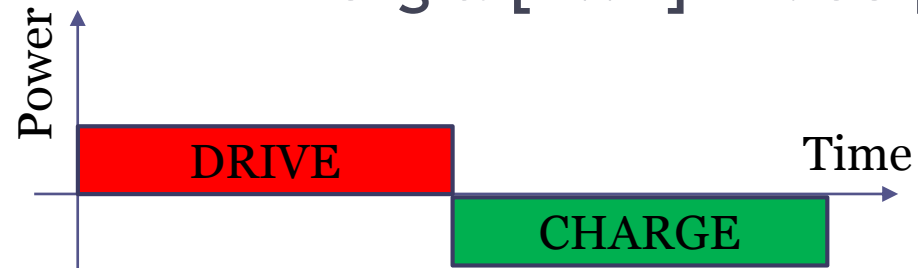
Nowe technologie baterii w przyszłości zwiększą (być może) 2x-3x gęstość energetyczną i pozwolą osiągnąć przy masie ok. 200kg zasięg współczesnego samochodu z napędem spalinowym

The image shows a periodic table of elements with a red arrow pointing from the right side (metals) to the left side (non-metals). The arrow starts at the right edge of the table and points towards the left edge, indicating a shift in focus or a trend. The table is color-coded by groups: alkali metals (yellow), alkaline earth metals (orange), transition metals (green), lanthanides and actinides (purple), and non-metals (blue). The arrow points from the transition metals and non-metals towards the alkali and alkaline earth metals.

$$\text{masowa gęstość energetyczna} = \frac{\text{zgromadzona energia}}{\text{masa}}$$

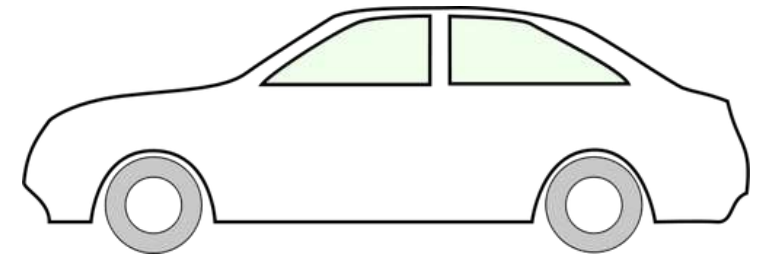
# Samochód elektryczny - jego baterię trzeba naładować

$$\text{Energia [kWh]} = \text{Moc [kW]} * \text{czas [h]}$$



Wolne ładowanie

Szybkie ładowanie

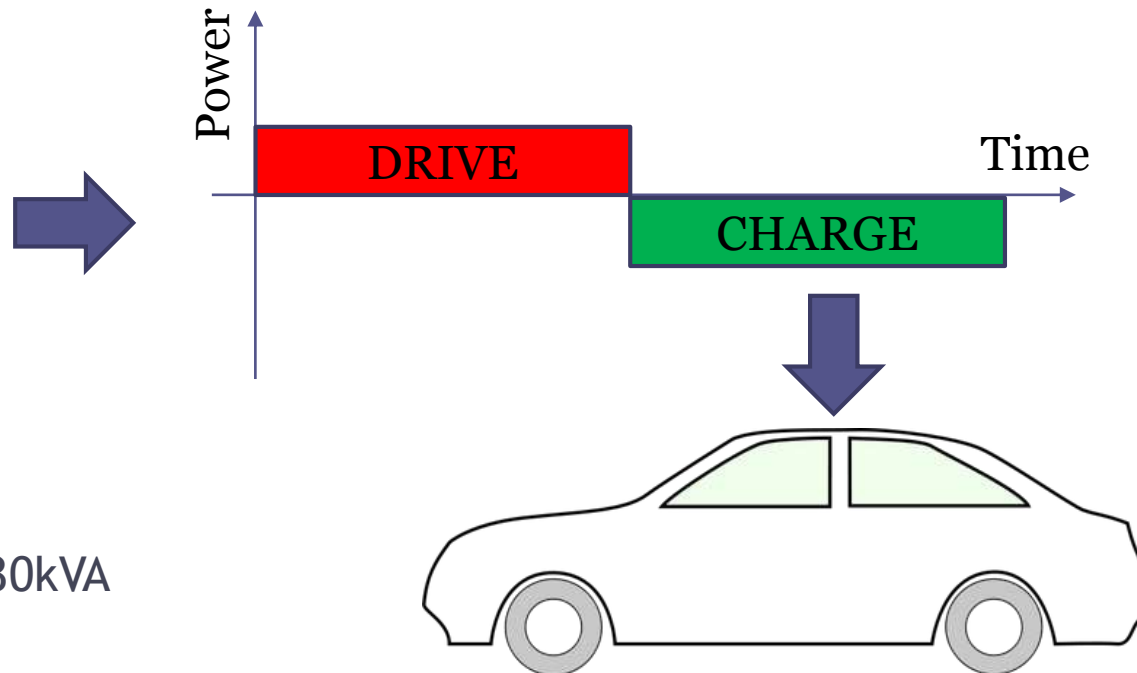


# Zapotrzebowanie na energię miejskiego EV

- Bateria samochodu przy podłączaniu do ładowania b. rzadko (~15% przypadków) jest rozładowana poniżej SOC=50%
- 1/2 dziennych przejazdów w mieście nie przekracza 25km co wymaga ~4kWh energii
- 3/4 dziennych przejazdów w mieście nie przekracza 50km co wymaga ~8kWh energii



Typowy trafo SN/NN 630kVA



V	A	P [kW] 1f	P[kW] 3f	mm2
230	6	1.4	4.1	0.75
230	13	3.0	9.0	1.5
230	16	3.7	11.0	2
230	20	4.6	13.8	2.5
230	32	7.4	22.1	6
230	63	14.5	43.5	16
230	80	18.4	55.2	25

Ważny wniosek:

Wolne ładowanie może wykorzystywać istniejącą infrastrukturę !

V	A	P [kW] 1f	P[kW] 3f	mm2
230	6	1.4	4.1	0.75
230	13	3.0	9.0	1.5
230	16	3.7	11.0	2
230	20	4.6	13.8	2.5
230	32	7.4	22.1	6
230	63	14.5	43.5	16
230	80	18.4	55.2	25

## Jaką wartość ma „prąd 1C” ?

Prąd 1C oznacza wartość prądu [A] która naładuje/rozładuje baterię o określonej pojemności w ciągu 1 godz.

Prąd nC jest n-krotnością prądu 1C

C-rate	Time
5C	12 min
2C	30 min
<b>1C</b>	<b>1h</b>
0.5C or C/2	2h
0.2C or C/5	5h
0.1C or C/10	10h
0.05C or C/20	20h

Przykład:

Bateria o energii 20kWh i napięciu 400V

$$\text{Pojemność [Ah]} = \frac{\text{Energia [Wh]}}{\text{Napięcie [V]}} = \frac{20000 \text{ [Wh]}}{400 \text{ [V]}} = 50 \text{ [Ah]}$$

⇒ Prąd 1C = 50A

⇒ Prąd 5C = 250A

⇒ Prąd C/5 = 10A

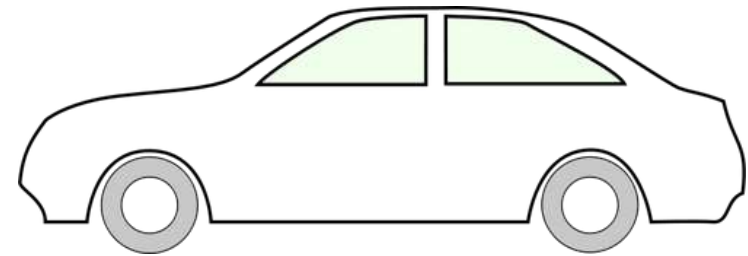
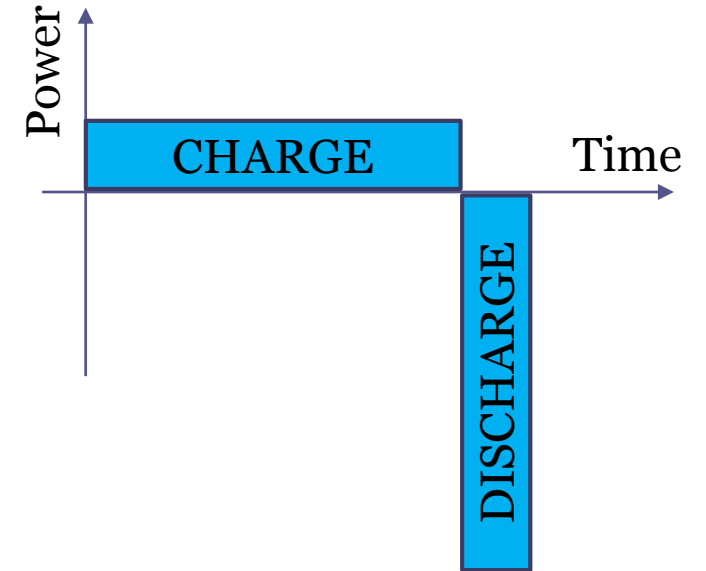
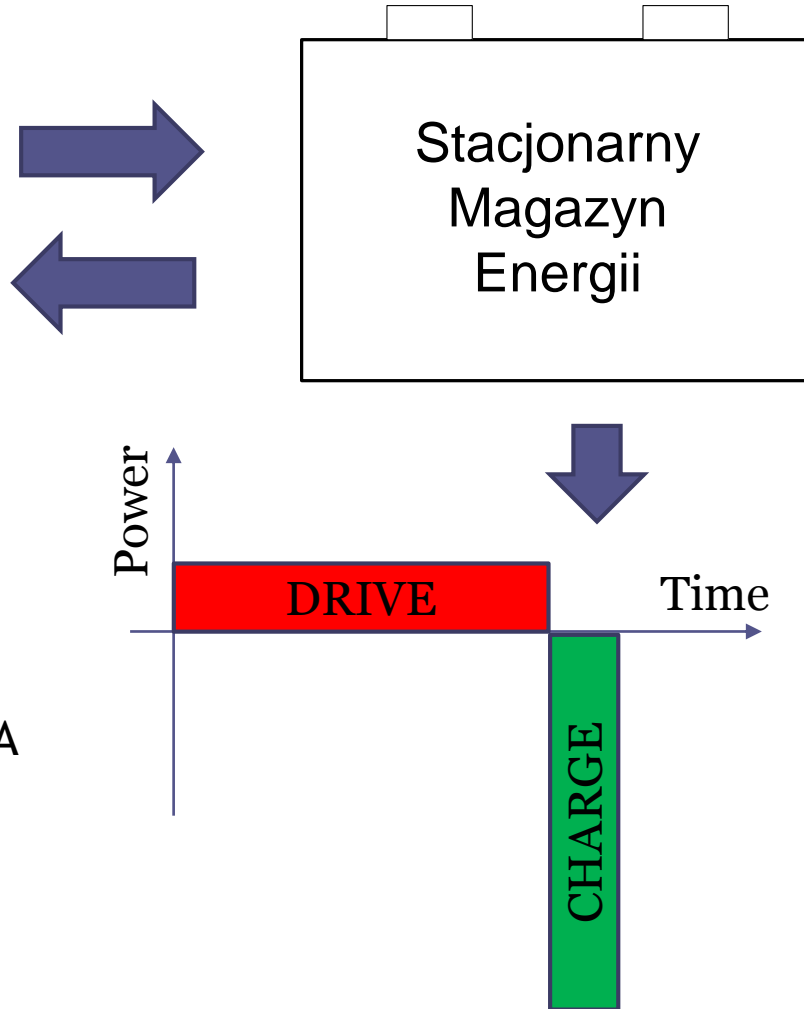
⇒ itd..



# Masowe szybkie ładowanie może wymagać infrastruktury uzupełnionej magazynami



Typowy trafo SN/NN 630kVA  
ok. 100-150 mieszkań



## Szybkie ładowanie (prąd ładowania $>1C$ , krótsze niż 60 min)

### Wady:

- Obciąża sieć
- Degraduje baterię ( Ciepło =  $R \cdot i^2$  )
- Obniża jakość działania systemów BMS
- W fazie CC max. ~80% SOC

### Zalety

- Jest Szybkie

## Ładowanie baterii to także:

- Ładowarka,
- Sterowanie ładowarką,
- Złącza EV-ładowarka,
- Zabezpieczenia,
- System bilingowy,

## Ale też:

- Sieć energetyczna,
- Magazyny energii

ISO 15118

DIN70121

EN 61851-1

EN 61851-23

EN 61851-24

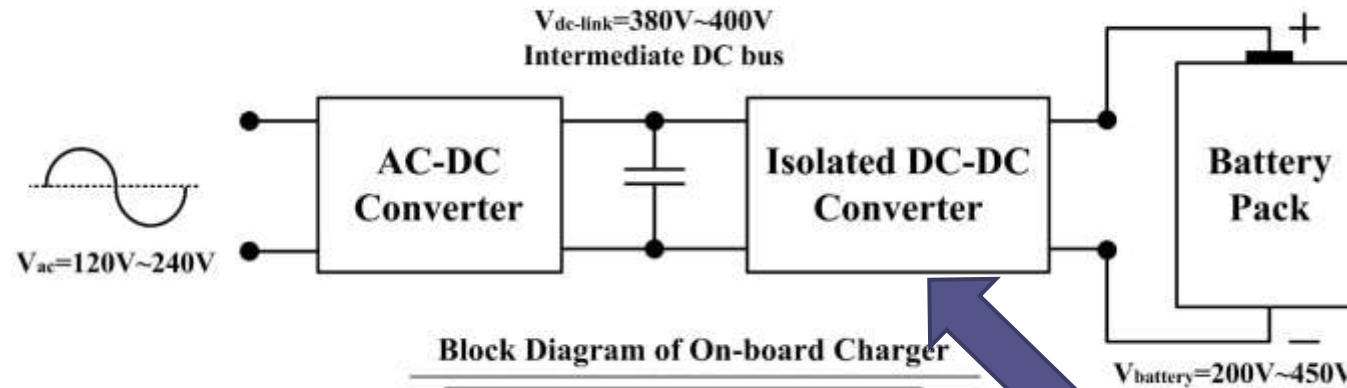
EN 62196-1

EN 62196-2

EN 62196-3

# Ładowarka

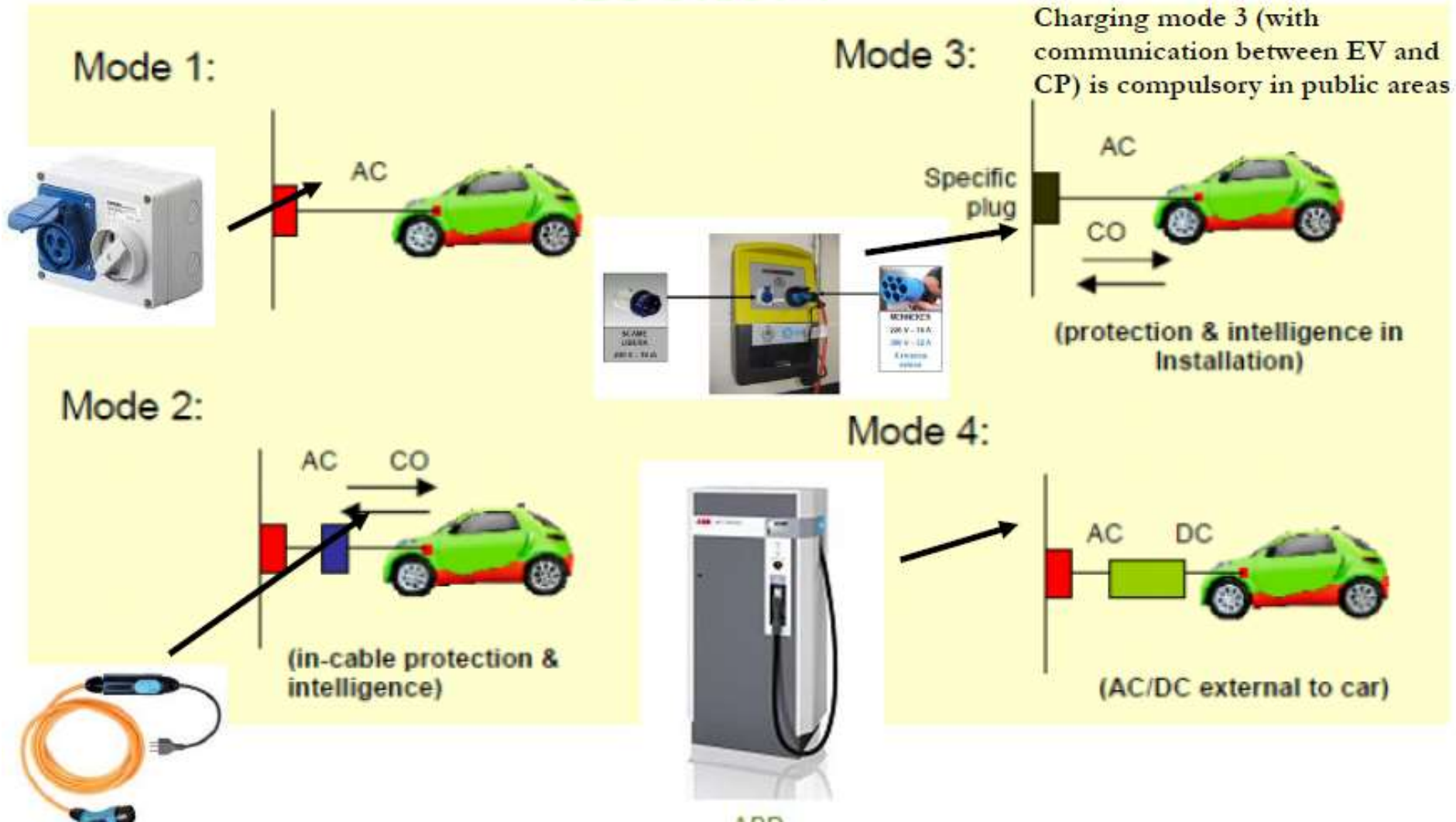
Przy określonym napięciu podwojenie mocy ładowarki oznacza 4x zwiększenie strat cieplnych



**Separacja galwaniczna !**

# Sterowanie procesem ładowania - moduł EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment)

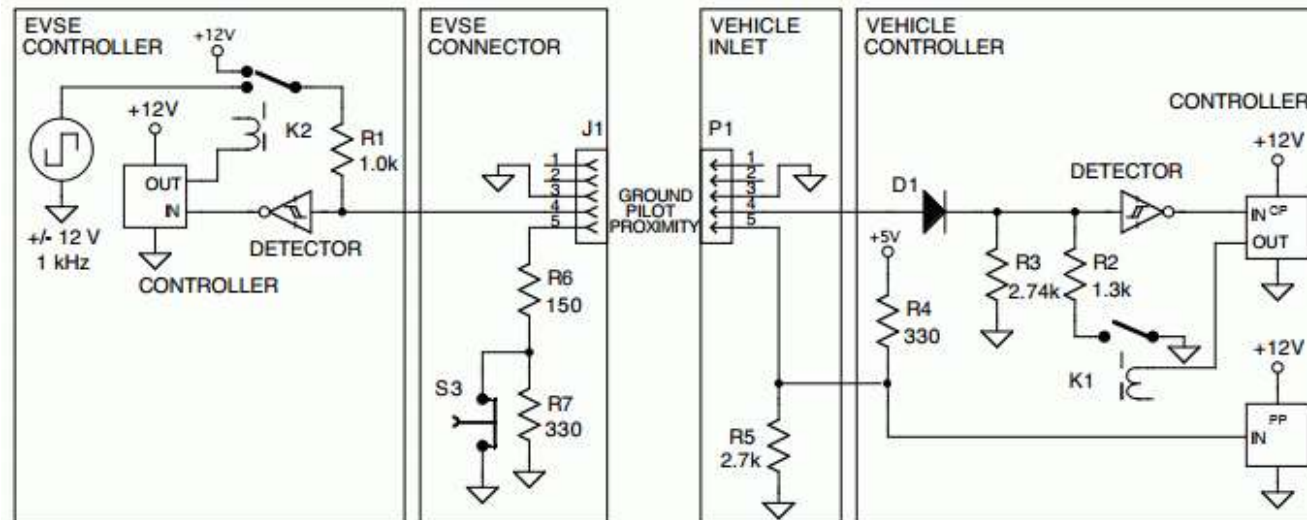
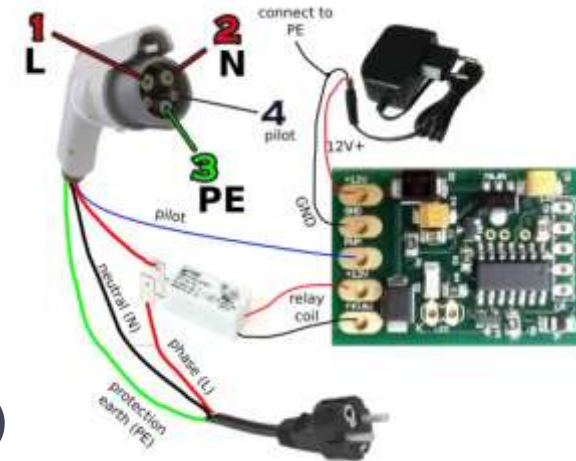
## IEC 61851-1



# Funkcje modułu EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment)

Poza PE (Protective Earth - uziemieniem) i pinami prądowymi moduł EVSE wykorzystuje dwa dodatkowe piny:

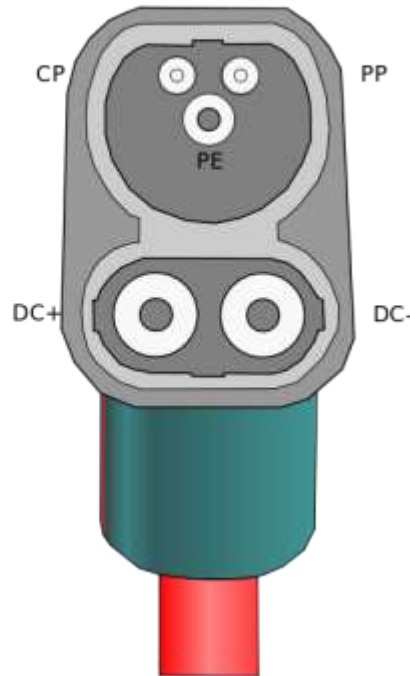
- Detekcja prawidłowości połączenia EV-sieć poprzez pin PP (Proximity Pilot)
- Regulacja wartości prądu ładowania poprzez pin CP (Control Pilot)



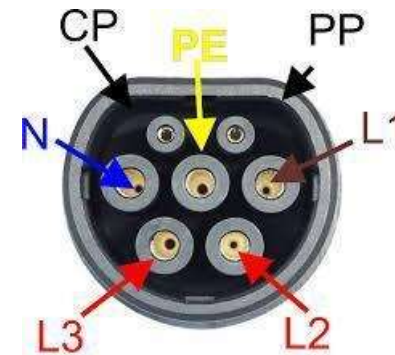
# Złącza:

## Type 2 connector (Mennekes) IEC 62196 CCS2 (Combined Charging System)

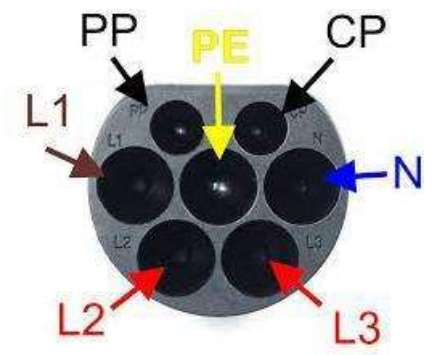
CCS  
Conector combinado DC Tipo 2  
IEC 62196



CCS  
Base combinada AC/DC Tipo 2  
en el vehículo.  
IEC 62196  
PE



Type 2 Female  
Plug Pinout



Type 2 Male  
Plug Pinout

(EVCables.co.uk)



## Stacje wymiany baterii (Battery Swapping)



Leasing baterii oferowany przez  
firmy energetyczne?



## Ładowanie indukcyjne



Source: Highways England

Dziękuję za uwagę !

Kontakt

E-mail: [Piotr.Piorkowski@simr.pw.edu.pl](mailto:Piotr.Piorkowski@simr.pw.edu.pl)