

**Łukasiewicz**  
Sieć Badawcza

## **ŁADOWANIE POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH, ZAGROŻENIA POŻAROWE ORAZ METODY ICH NEUTRALIZACJI**

**dr inż. Marta Żurek-Mortka**

**Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji**

**KONFERENCJA TECHNICZNO-SZKOLENIOWA**

**ZASILANIE BUDYNKÓW W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ ORAZ NEUTRALIZACJA ZAGROŻEŃ POŻAROWYCH  
STWARZANYCH PRZEZ INSTALACJE ORAZ ODBIORNIKI ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Warszawa, 9 listopada 2023



# ŁADOWANIE POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH, ZAGROŻENIA POŻAROWE ORAZ METODY ICH NEUTRALIZACJI

## Agenda:

- Metody ładowania pojazdów elektrycznych
- Przemysłowy scenariusz elektromobilności – nowe podejście
- Pożary samochodów elektrycznych
- Technologia wysokiego napięcia w samochodzie elektrycznym
- Koncepcja bezpieczeństwa wysokonapięciowego
- Bezpieczeństwo: powiązane normy i przepisy
- Ogólne wskazówki bezpieczeństwa dla codziennego posługiwania się akumulatorami litowo-jonowymi
- Zwalczanie pożarów: akumulatorów litowych i samochodu elektrycznego
- Zasady postępowania przy zwalczaniu pożaru pojazdu elektrycznego – przykłady dokumentów





# Metody ładowania pojazdów elektrycznych

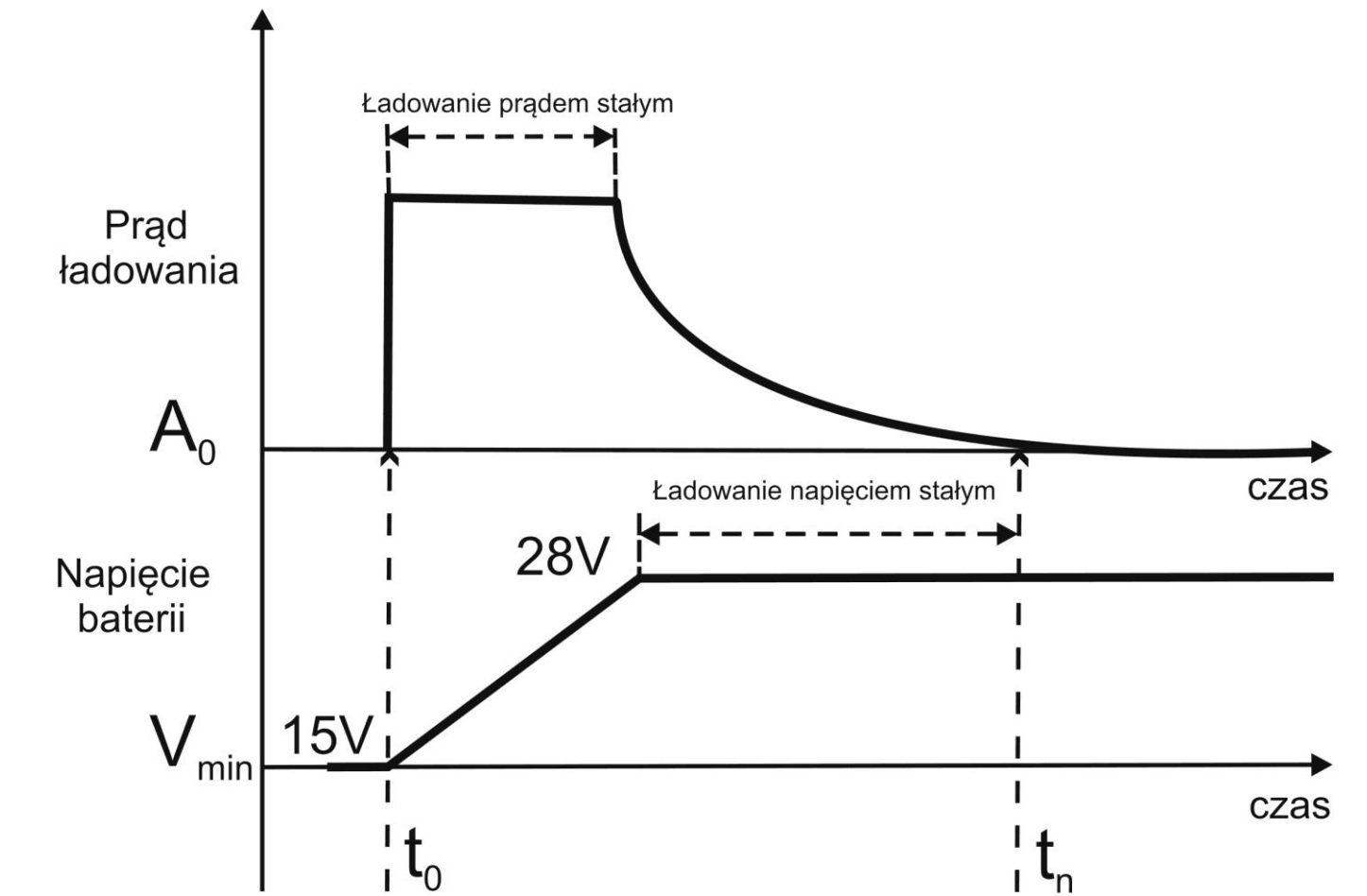
Zestawienie standardów ładowania baterii EV wraz z parametrami

Typ złącza	Kraj/region pochodzenia	Zakres napięcia	Maksymalna wartość prądu	Moc wyjściowa
SAE J1772	USA	120V AC (1-fazowy)	16A	1,92kW
		240V AC (3-fazowy)	80A	19,2kW
SAE J1772 Combo CCS		120V AC (1-fazowy)	16A	1,92kW
		200-600V DC	400A	80-240kW
IEC 62196	Europa	230V AC (1-fazowy)	16A	3,7kW
Typ 2		690V AC (3-fazowy)	63A	43,5kW
IEC 62196-3		powyżej 1kV AC	250A	250kW
Typ 2 CCS CHAdeMO GB/T nowy typ GB/T		powyżej 500V DC	250A	125kW
	Japonia	1kV DC	400A	400kW
	Chiny, Indie	ok.1kV DC	250A	ok.240kW
	Chiny	1,5kV DC	600A	ok.1MW

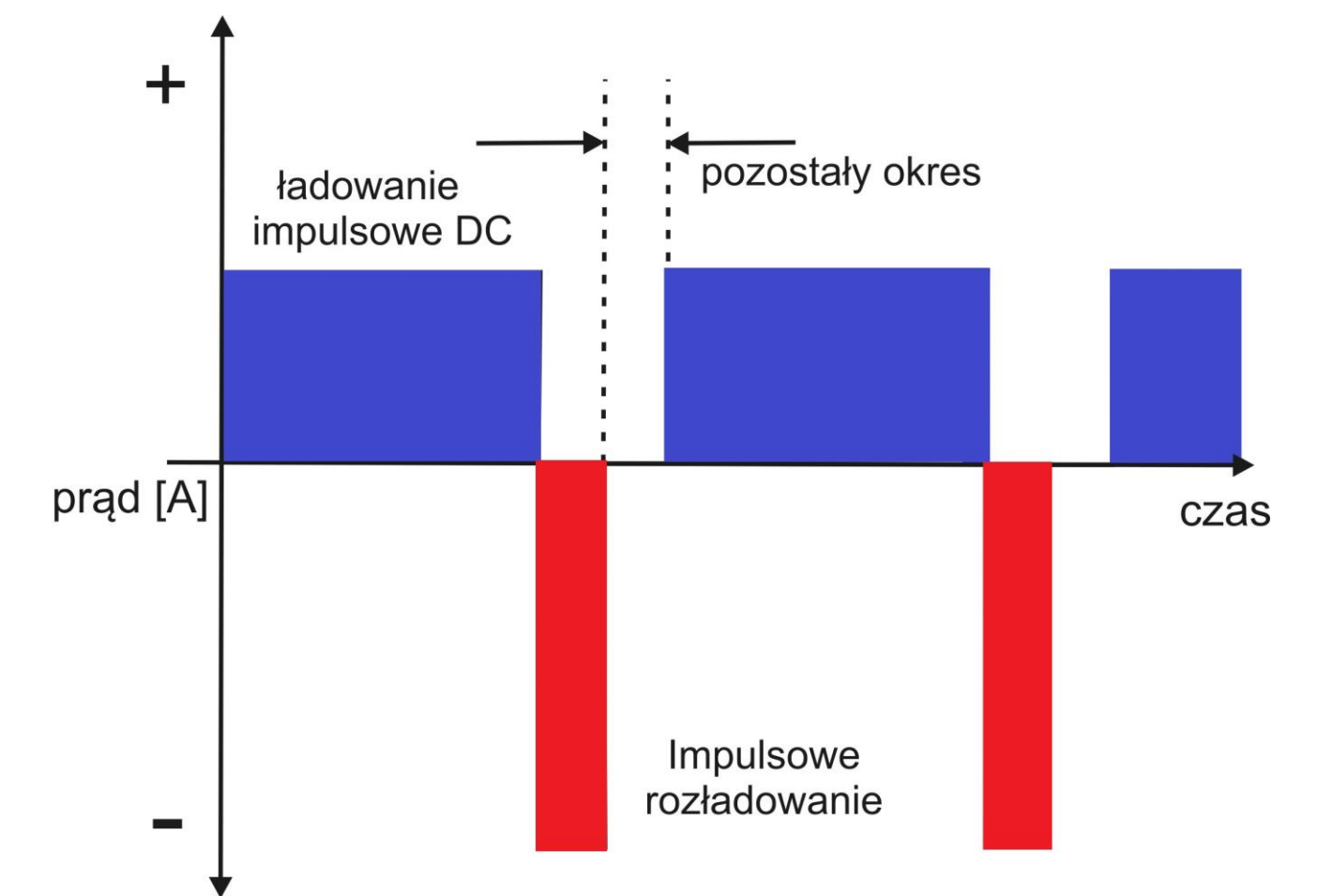
Źródło:

SAE J1772-201710, PN-EN 62196-2:2017-06

Asia Pacific Electric Vehicle Charging Outlets Market: Insights and Forecast, 2019-2025 <https://univdatos.com/report/asia-pacific-electric-vehicle-charging-outlets-market-insights-and-forecast-2019-2025/>



Strategia ładowania prądem DC (Constant Current) i napięciem stałym (Constant Voltage)



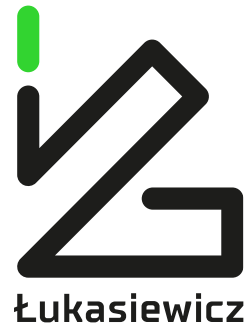
Strategia negatywnego ładowania impulsowego



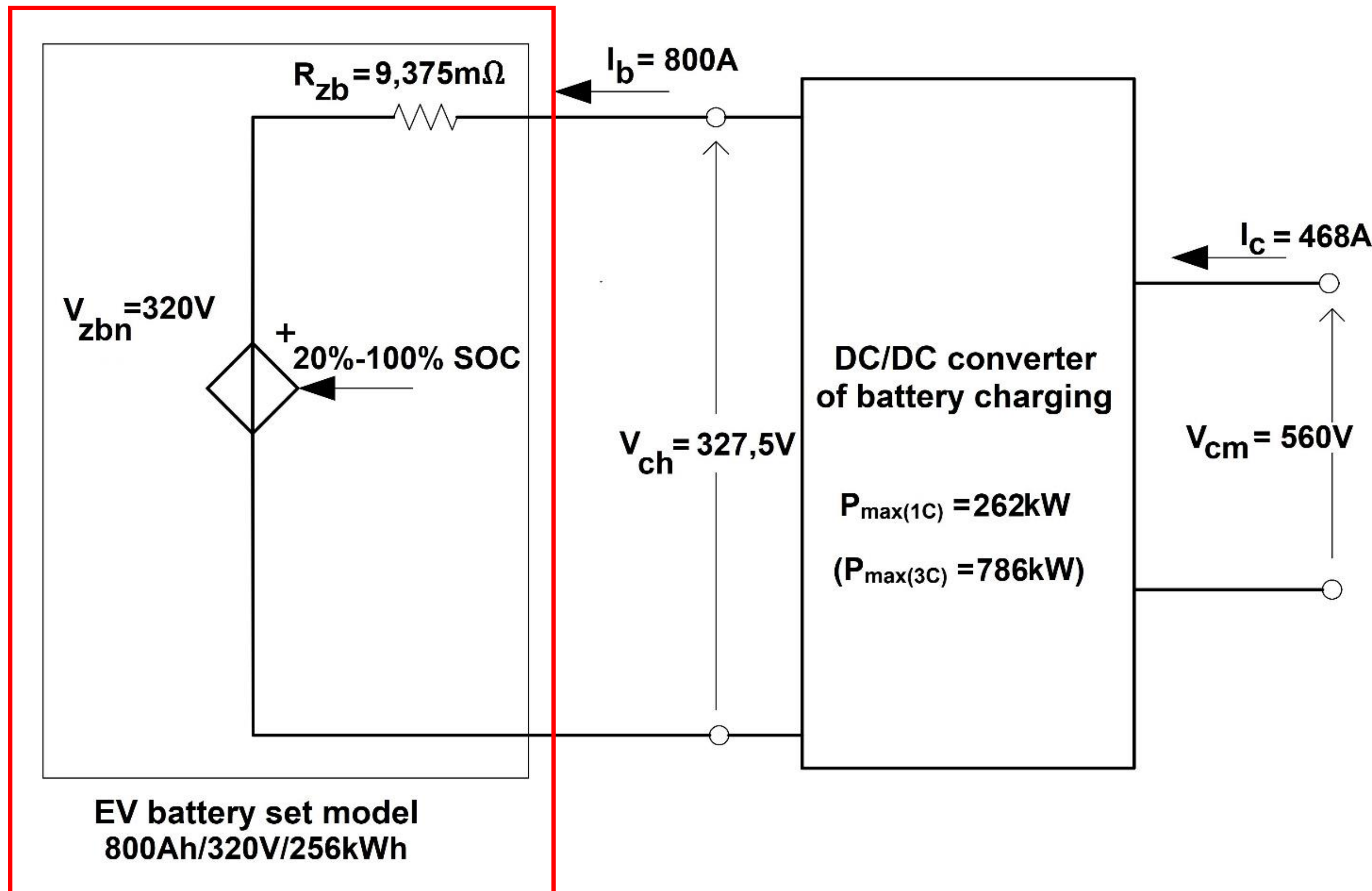
Źródło: autorskie zdjęcia



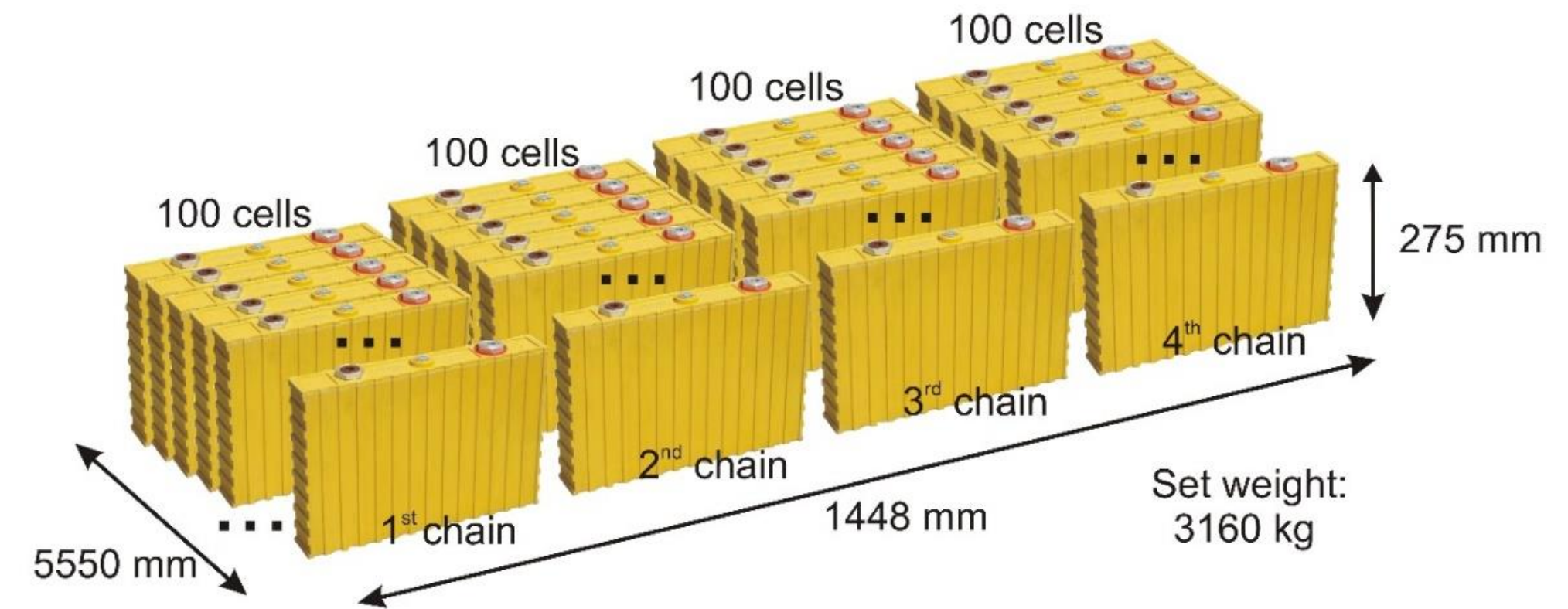
# Model zestawu ogniw Li-ion baterii pojazdu elektrycznego lub magazynu energii



Model zestawu baterii Li-ion (model Thevenina)



Ogniwo Li-ion:  $Q_n = 200Ah / U_n = 3,2V$



Rezystancja zastępcza  $R_b$  ogniwa Li-ion:

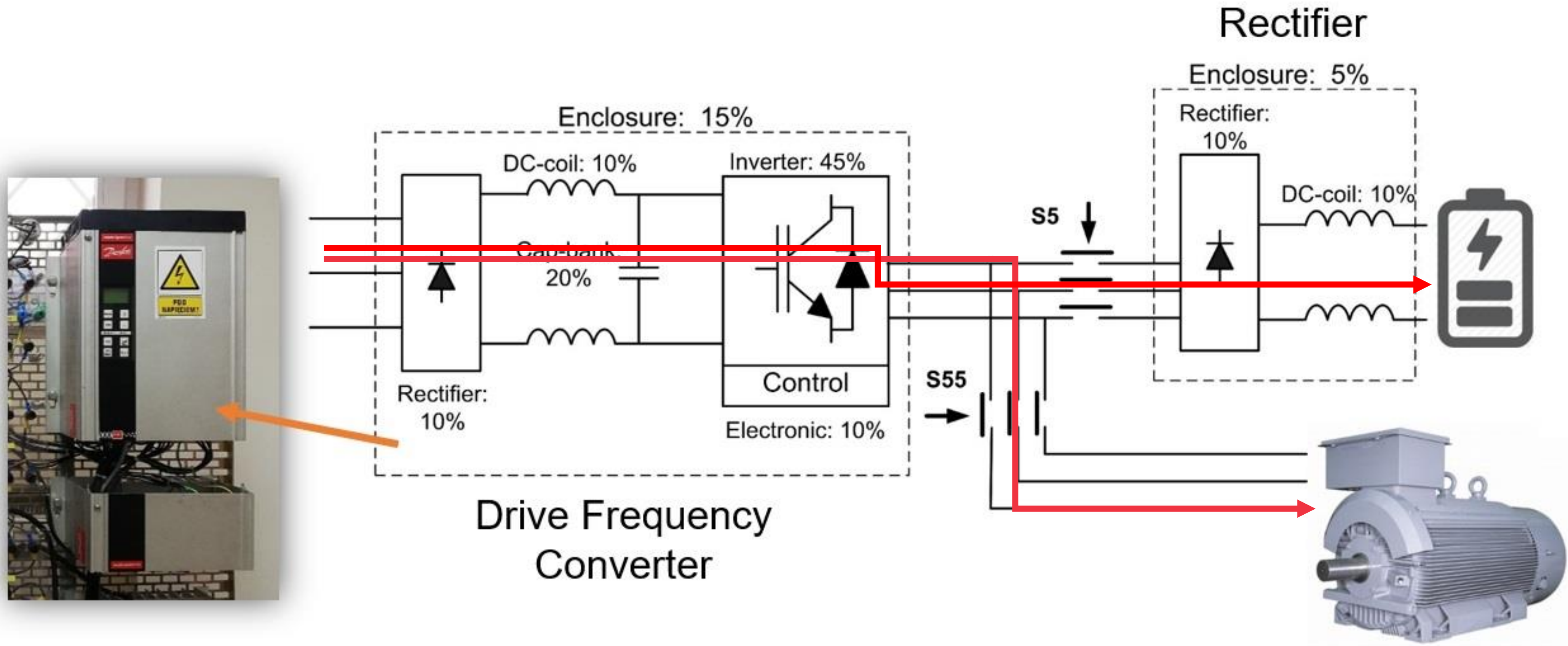
$$R_b = \frac{\Delta U_b}{\Delta I_b} = \frac{U_{b3C(50\%SOC)} - U_{b1C(50\%SOC)}}{I_{b(3C)(50\%SOC)} - I_{bL(1C)(50\%SOC)}} = \frac{0,15V}{400A} = 0,375m\Omega$$

Rezystancja zastępcza zestawu  $R_{zb}$ :

$$R_{zb} = \frac{R_b \cdot 100}{4} = \frac{0,375m \cdot 100}{4} = 9,375m\Omega$$



# Przemysłowy scenariusz elektromobilności – nowe podejście

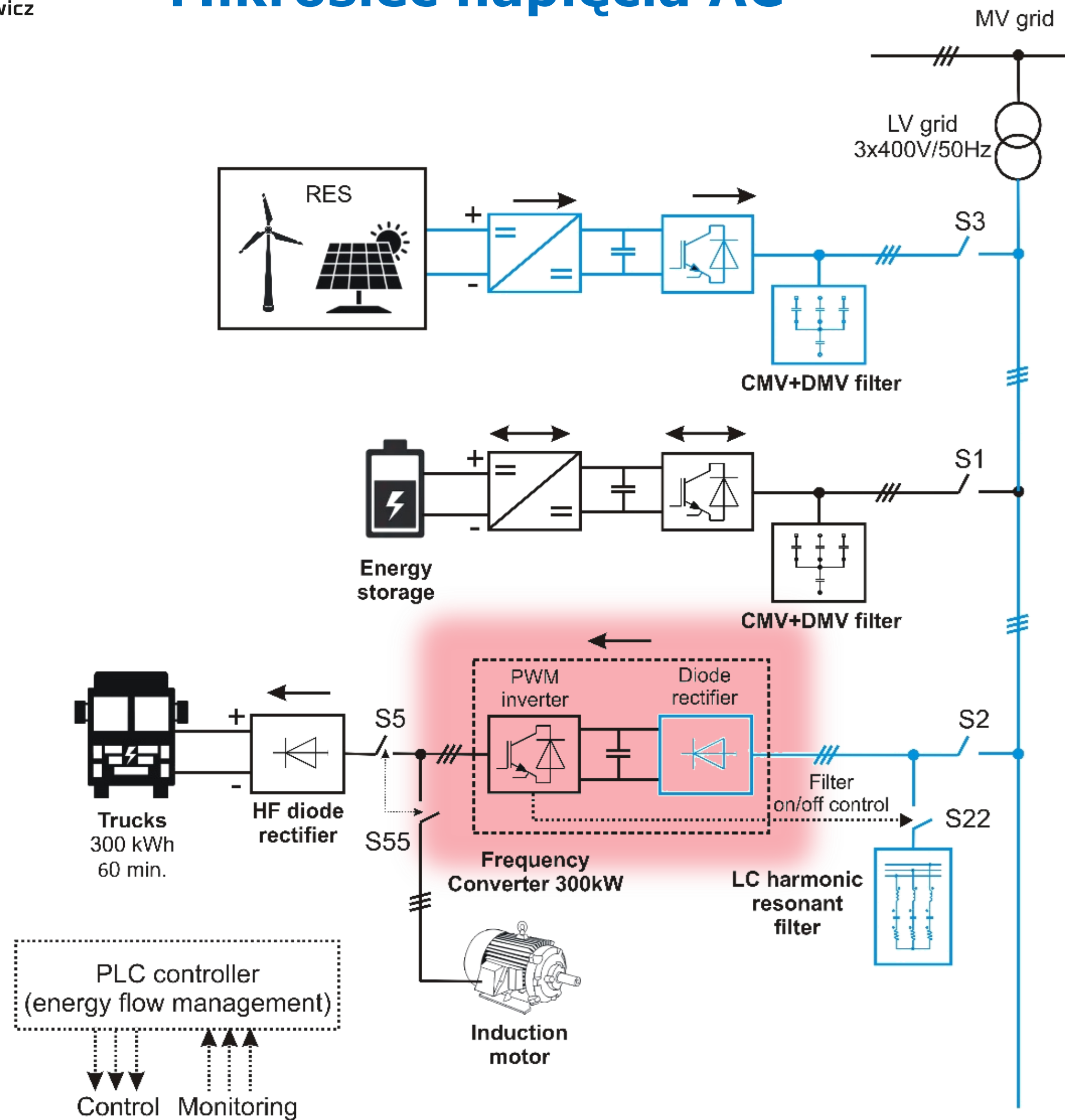


Szacunkowe koszty komponentów napędowego przemiennika częstotliwości (100%) zasilanego z mikro sieci 600 V DC

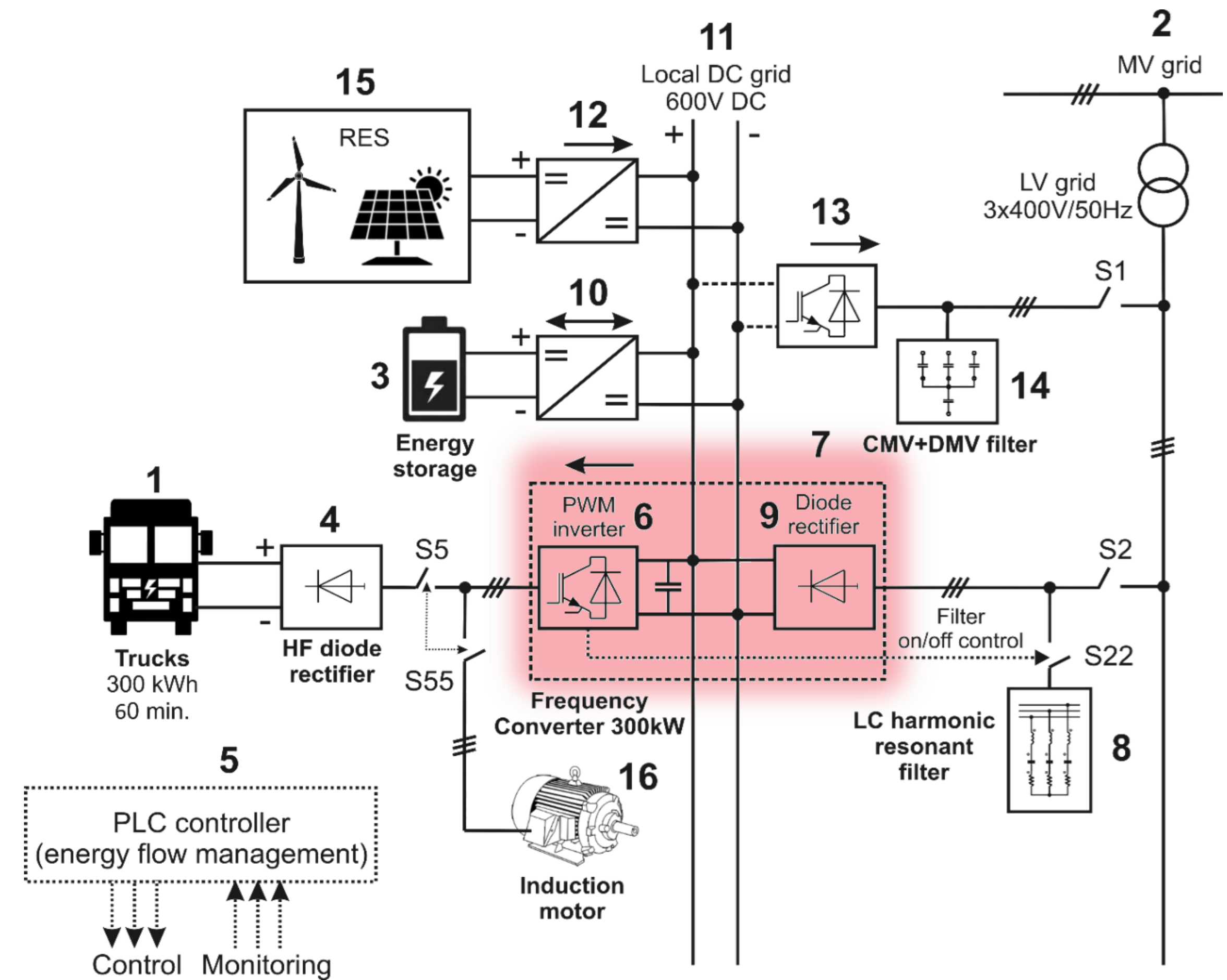


# Modele badanych przemysłowych hybrydowych stacji szybkiego ładowania

## Mikrosieć napięcia AC

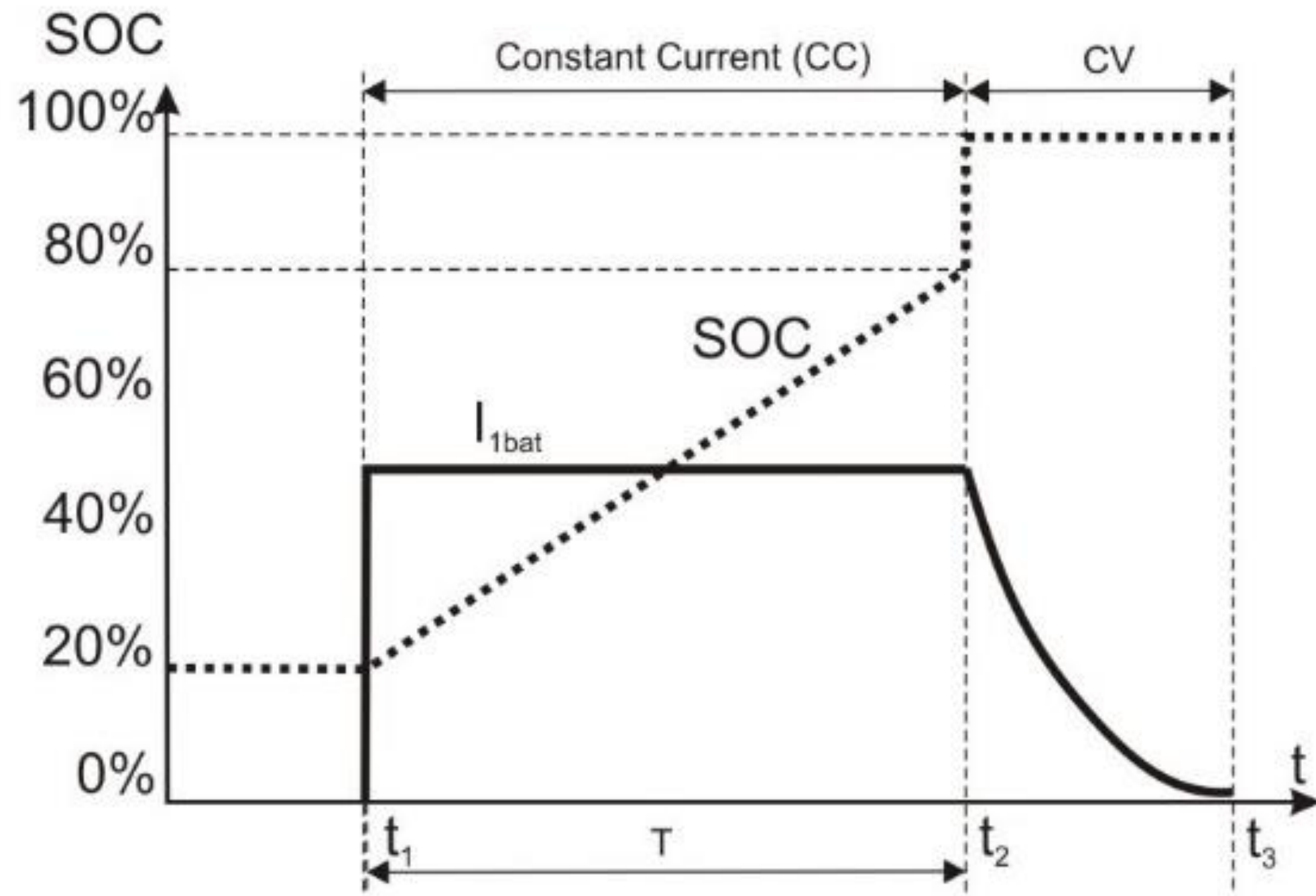


## Mikrosieć napięcia DC

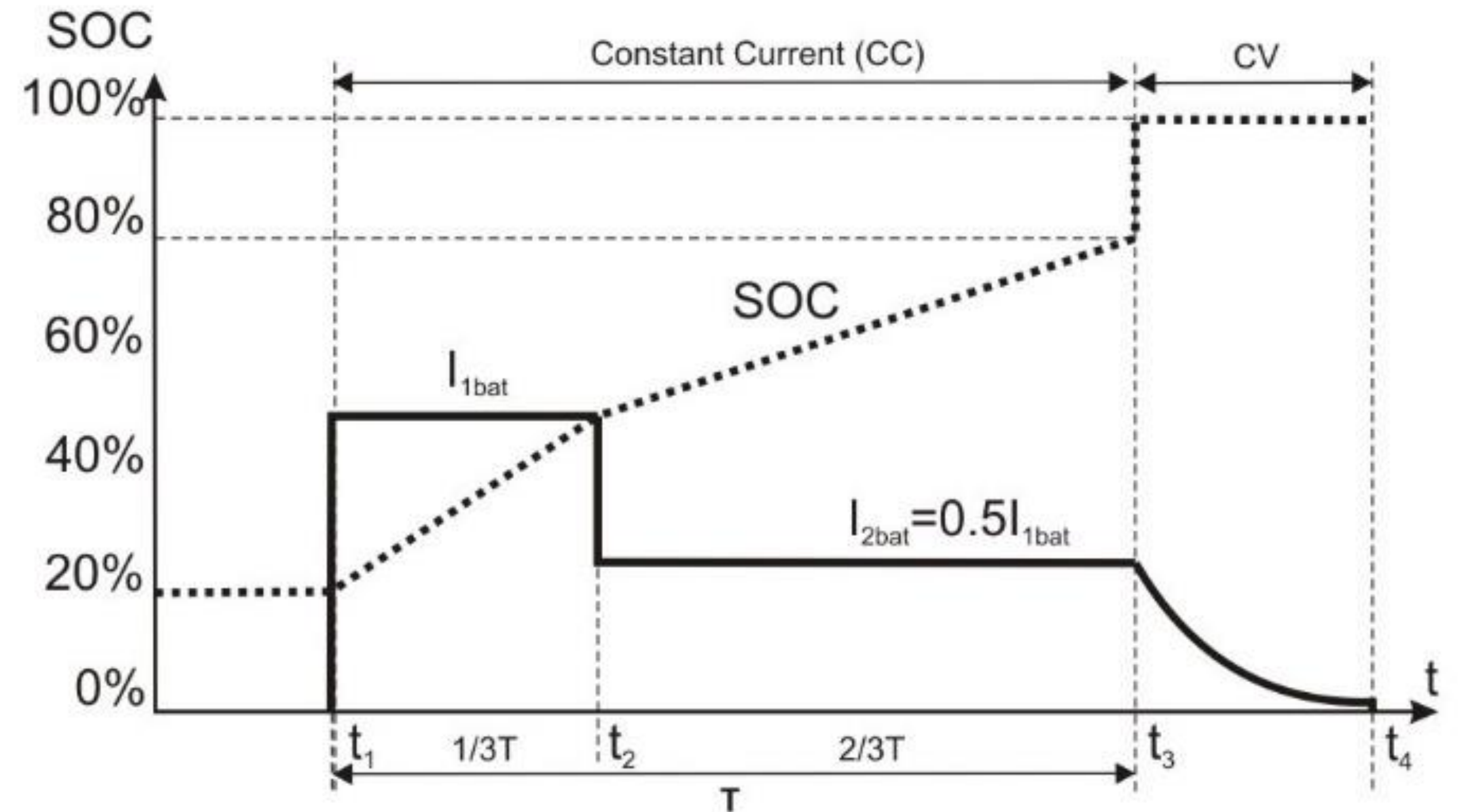




# Strategie ładowania baterii EV realizowane na stacji ładowania



Strategia ładowania  
Stały prąd CC – Stałe napięcie CV



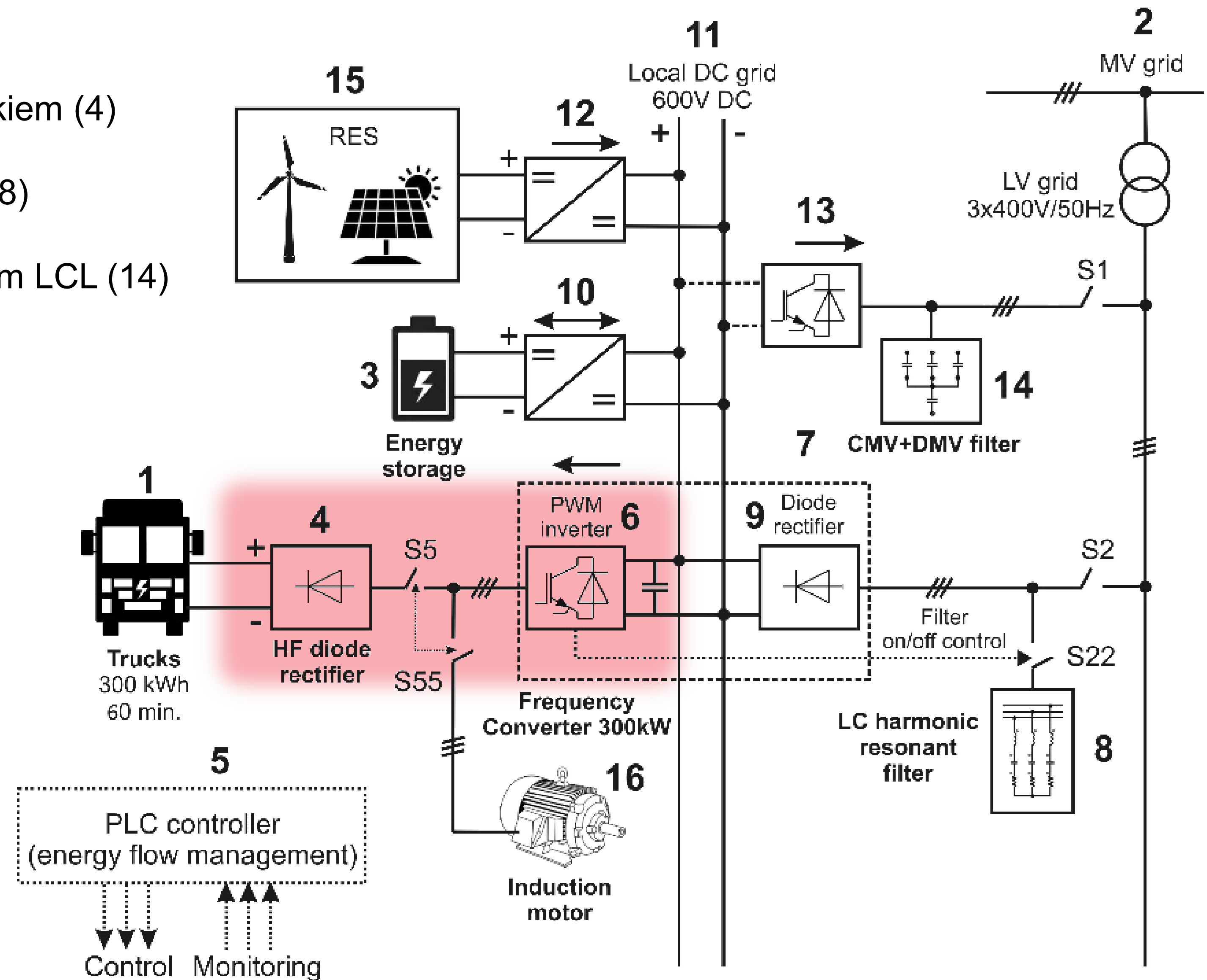
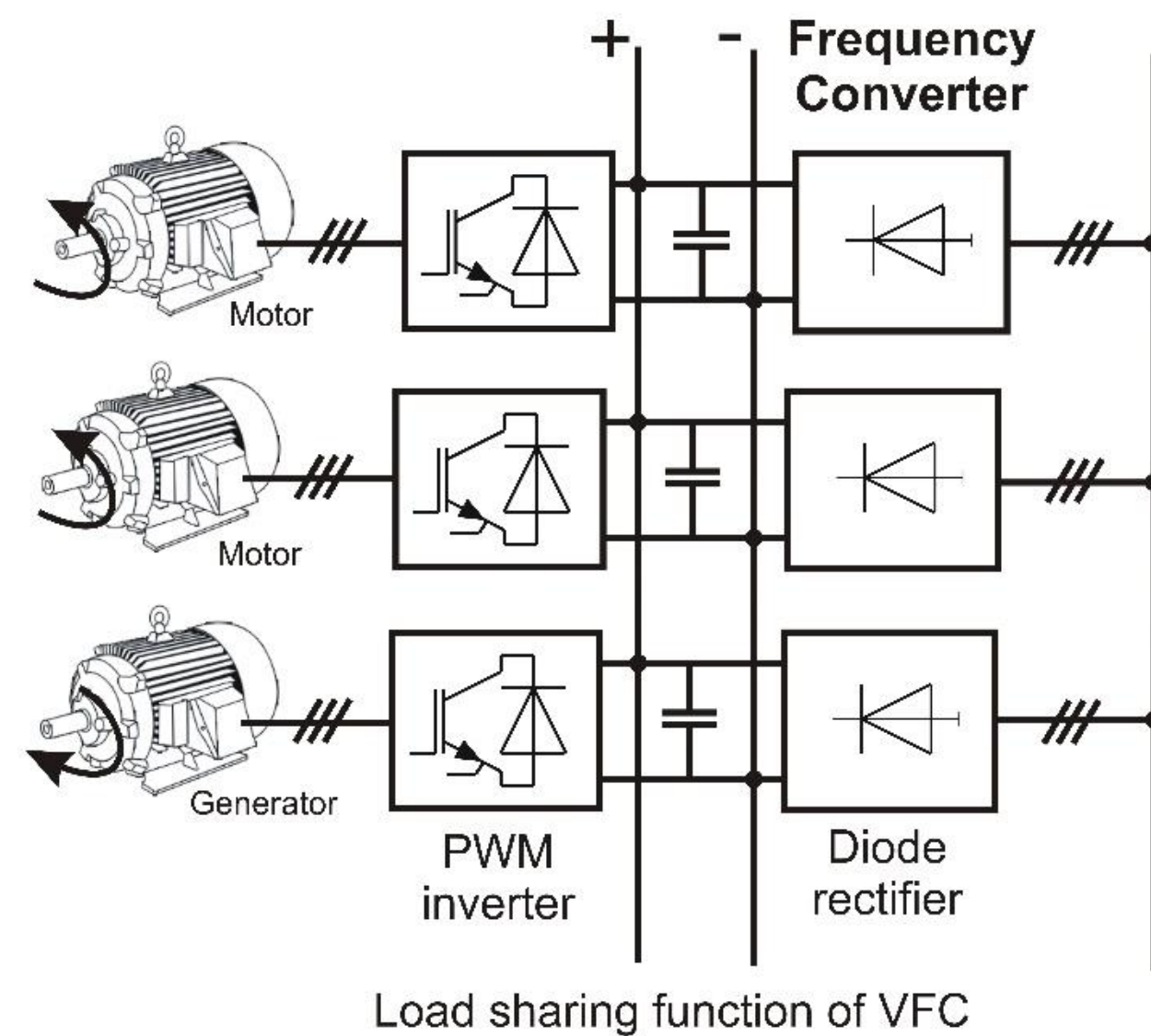
Dwustopniowa strategia ładowania  
Stały prąd CC – Stałe Napięcie CV



# Analizowane komponenty stacji ładowania z mikro siecią DC

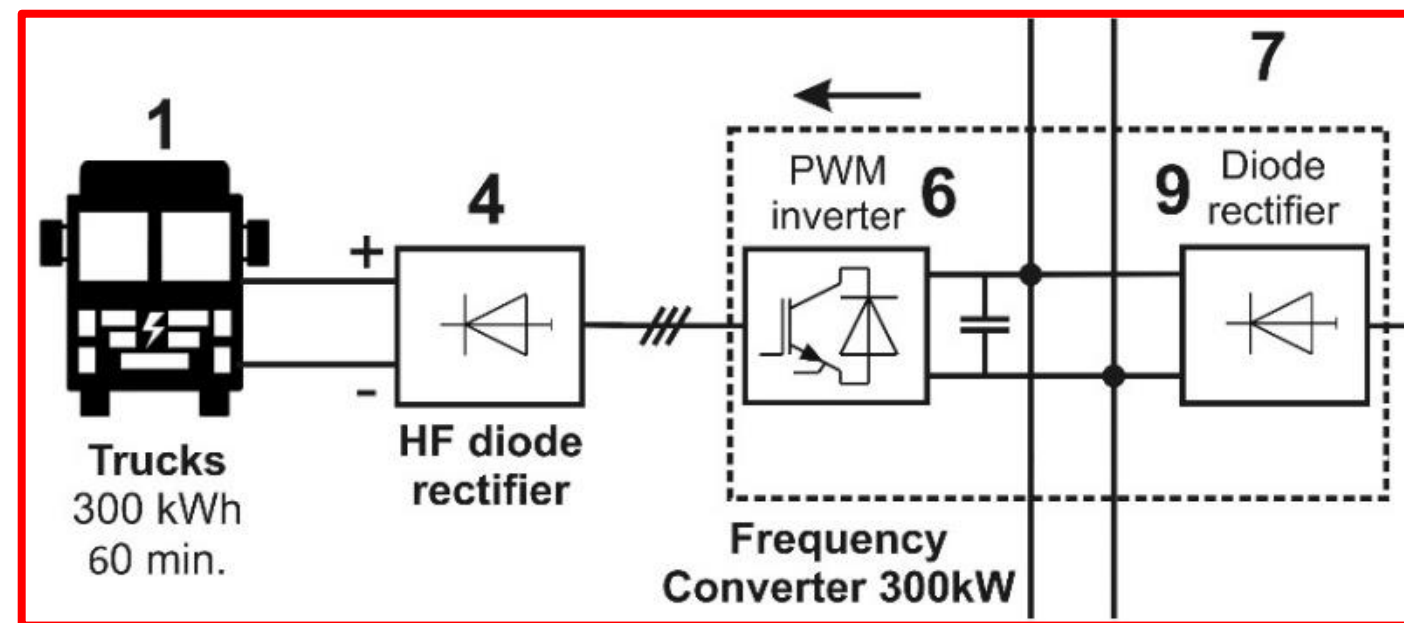
- Przekształtnik napędowy (7) z prostownikiem (4) jako moduł ładowania baterii
- Rezonansowy filtr harmonicznego prądu (8)
- Przekształtniki DC/DC (10), (12)
- Przekształtnik AC/DC typ AFE (13) z filtrem LCL (14)

## 3 zgłoszenia patentowe

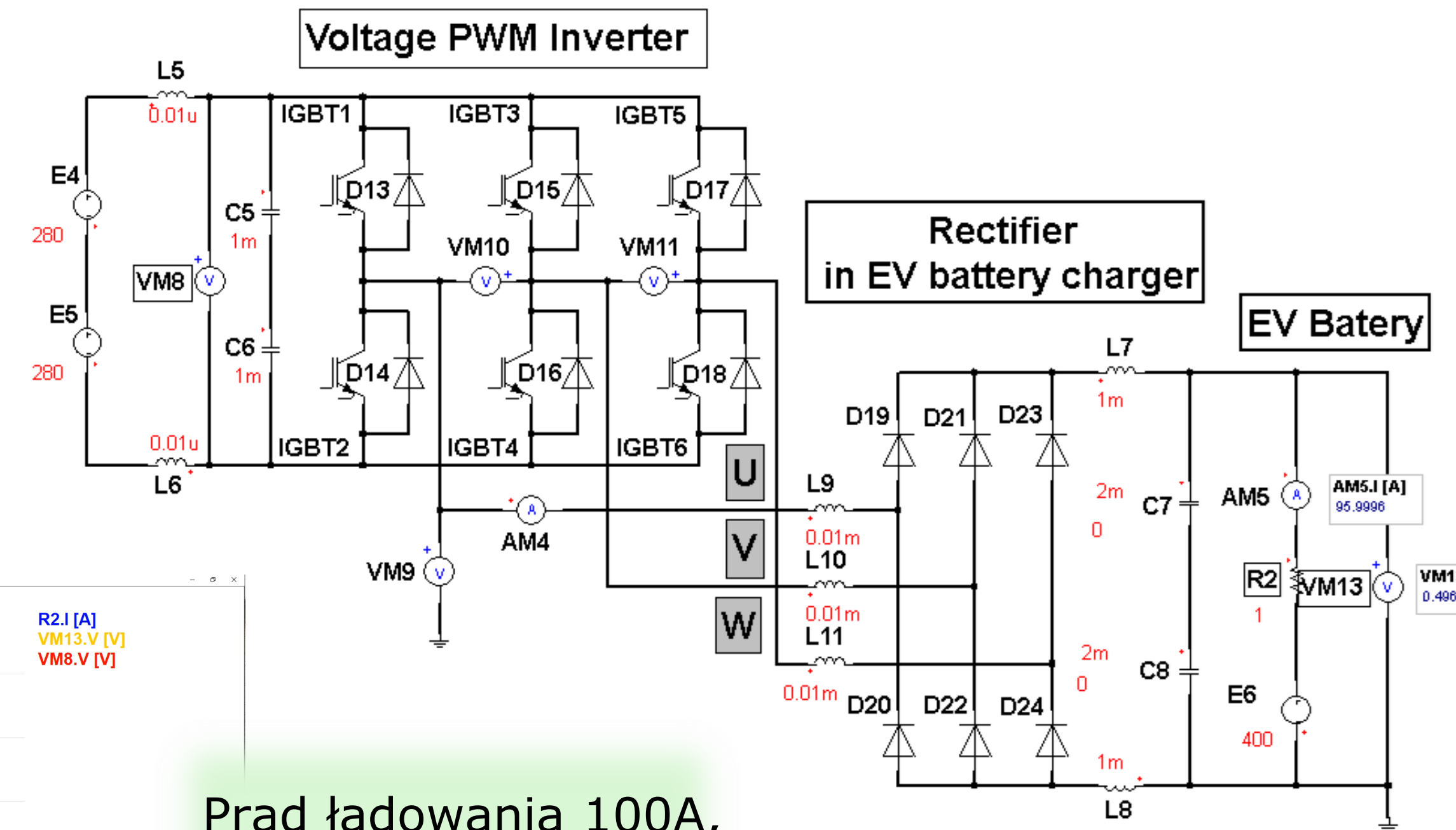




# Model przekształtnika DC/AC/DC punktu ładowania baterii

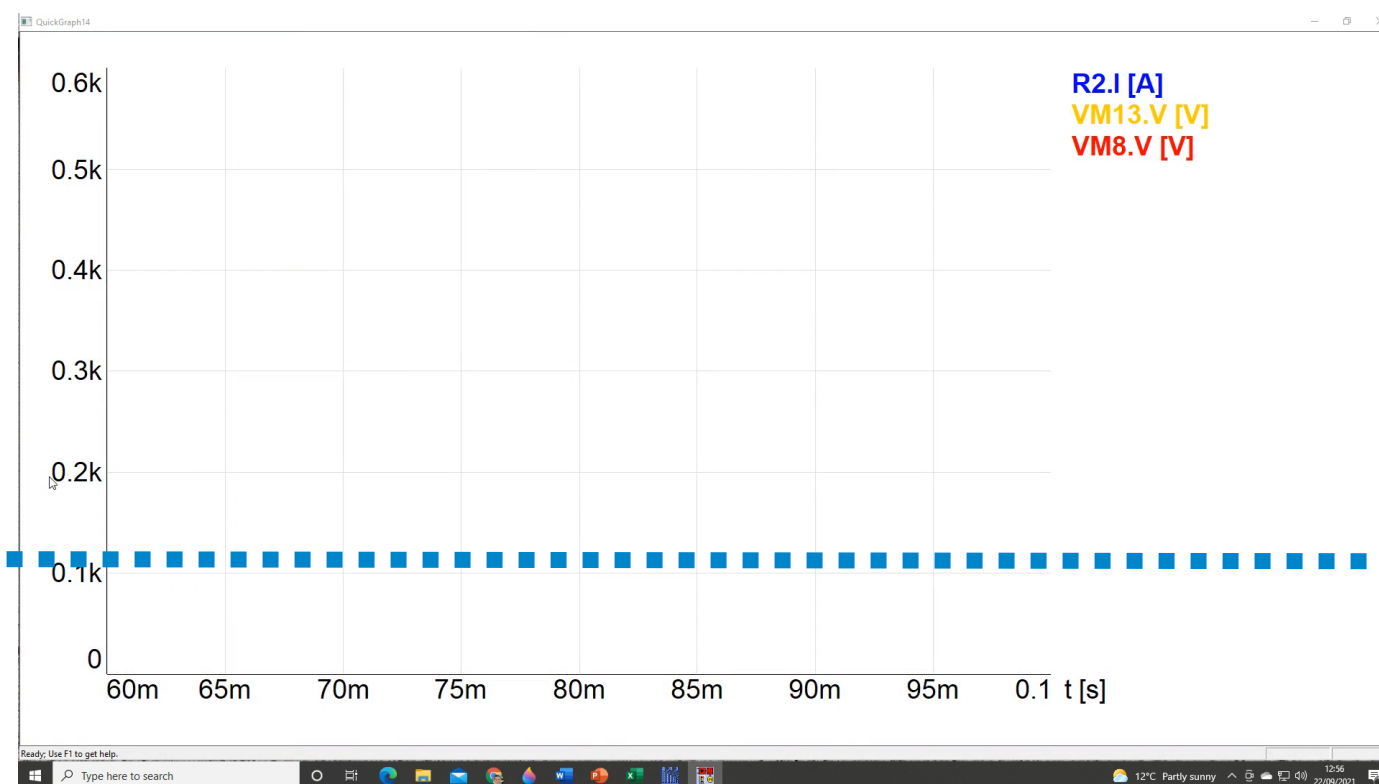


Przekształtnik DC/AC/DC do szybkiego ładowania baterii zasilany z mikro sieci DC

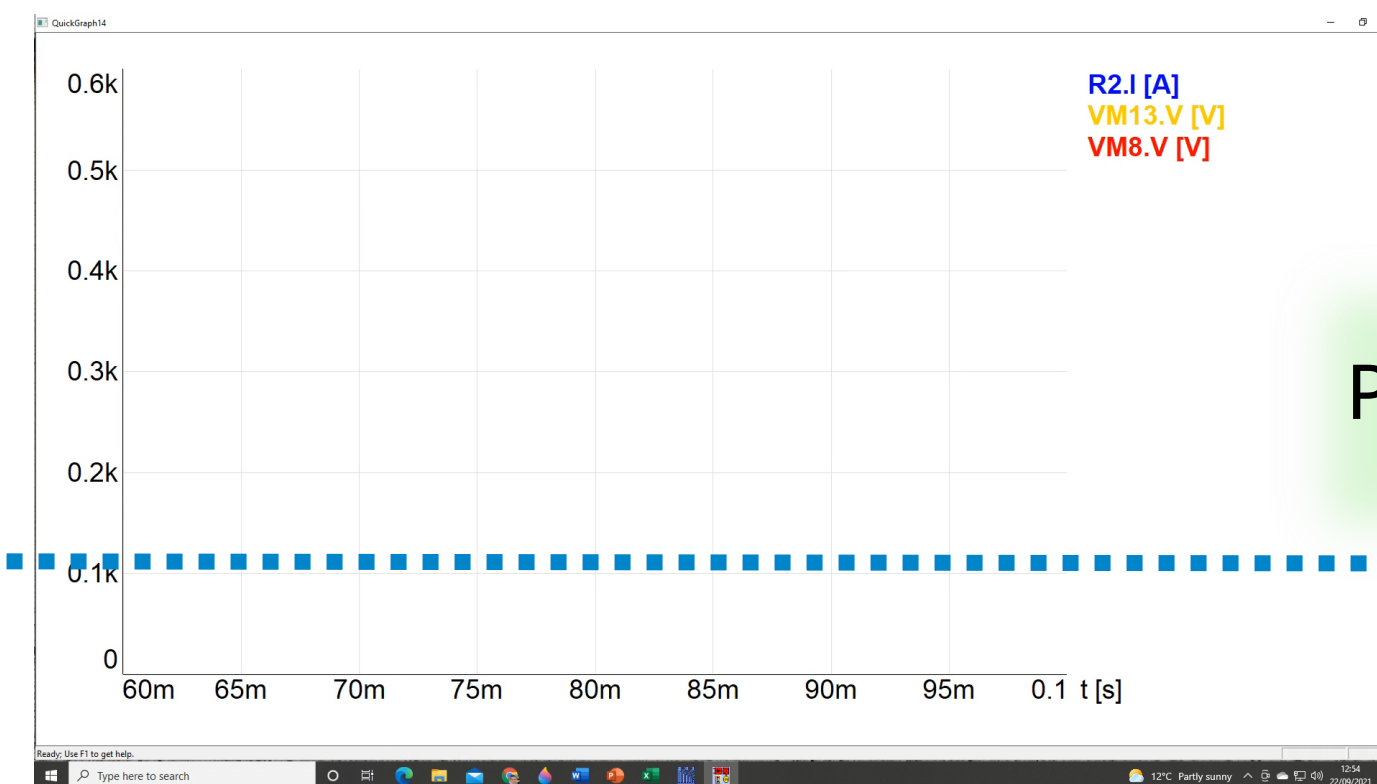


Prąd ładowania 100A, strategia CC

G:\WAŻNE materiały do pracy DR\2020-05-28-rect-EV-charger-seminariumDR



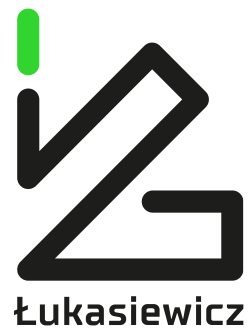
Stan ładowania baterii  
20%-80%/70 ogniw



Stan ładowania baterii  
20%-80%/140 ogniw

Prezentowane wyniki symulacyjne wskazują na możliwość wykorzystania napędowego przemiennika częstotliwości do kształtowania napięcia stałego o wartości zależnej od współczynnika głębokości modulacji falownika.



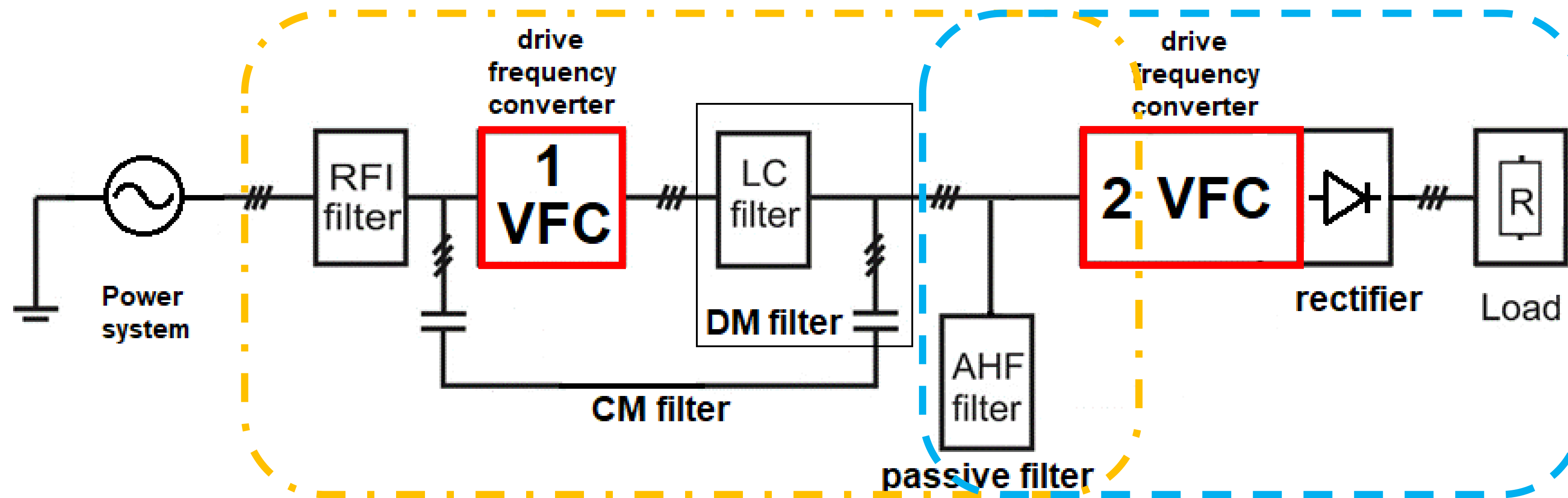


Łukasiewicz

# Stanowisko laboratoryjne do badań właściwości falownika napięciowego MSI z prostownikiem diodowym jako systemu ładowania baterii pojazdów elektrycznych

## Cele badań:

1. Ocena możliwości zasilania przekształtnika napędowego 2VFC napięciowym falownikiem MSI 1VFC
2. Ocena możliwości zastosowania falownika napięciowego MSI z dołączonym prostownikiem do ładowania baterii prądem stałym

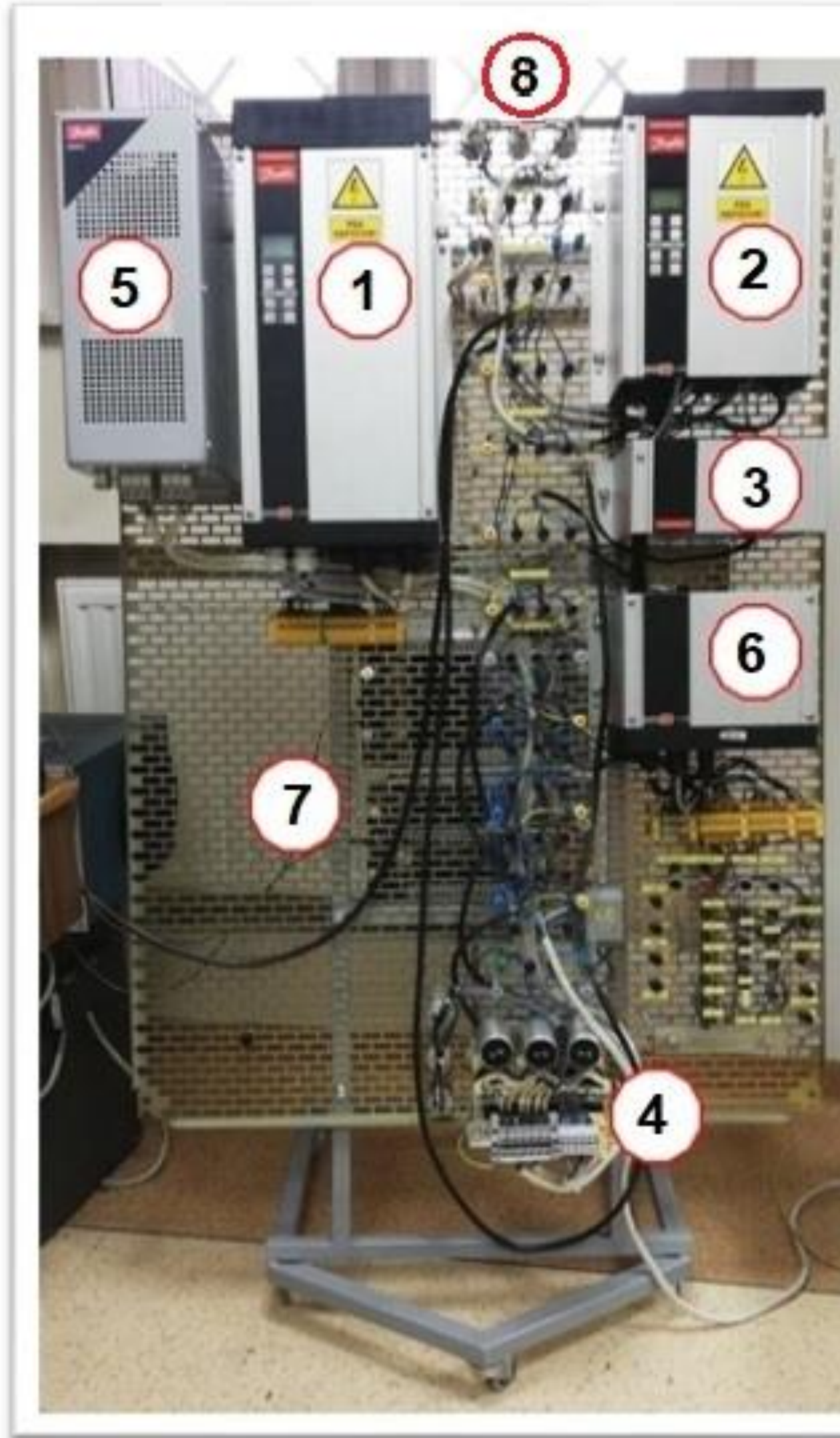
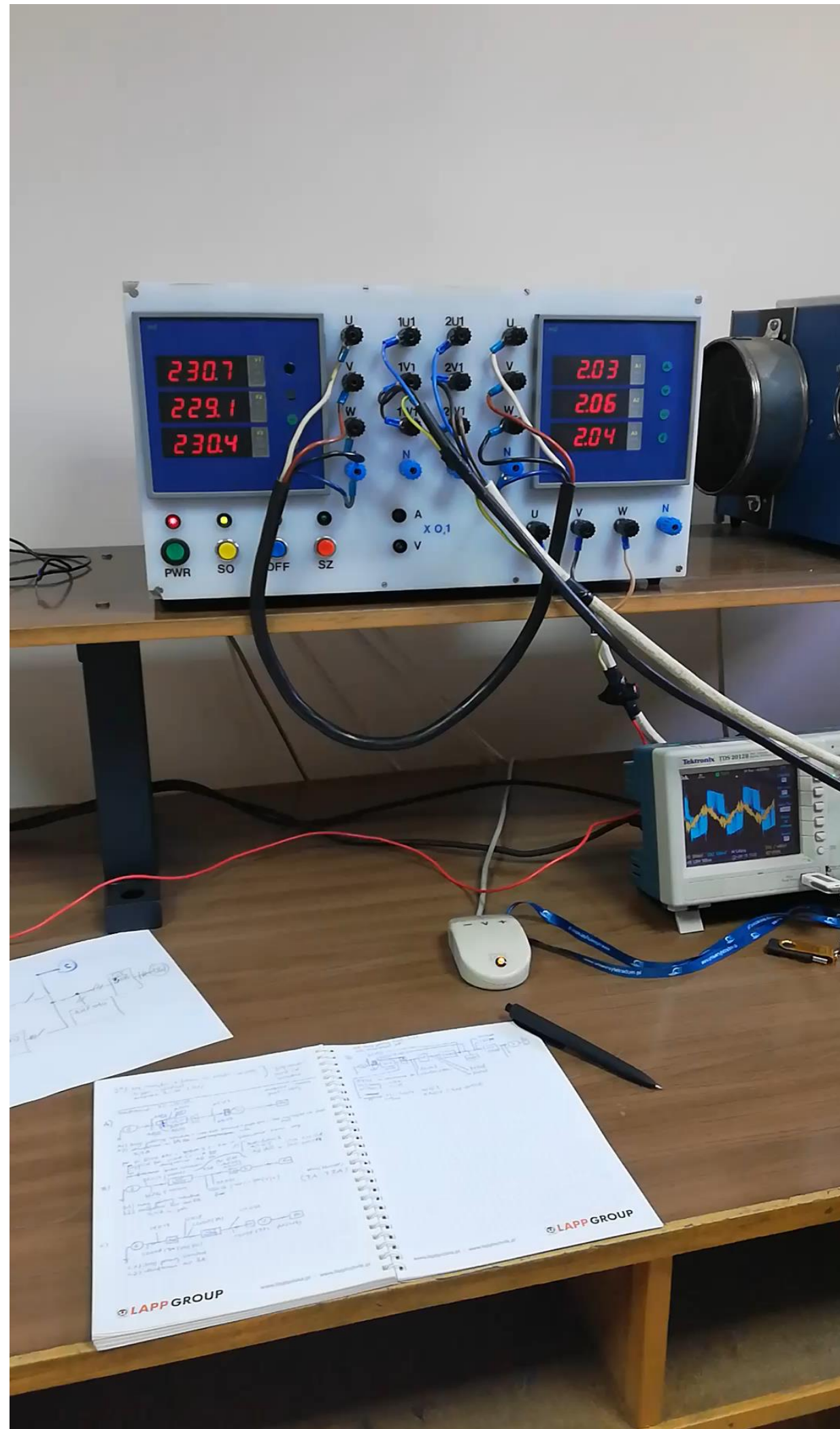


Badanie  
mikrosieci AC

Badanie nowego rodzaju przekształtnika  
ładowania baterii EV



# Stanowisko laboratoryjne do badań właściwości przekształtnika napędowego z prostownikiem diodowym jako systemu ładowania baterii pojazdów elektrycznych



## SPECYFIKACJA:

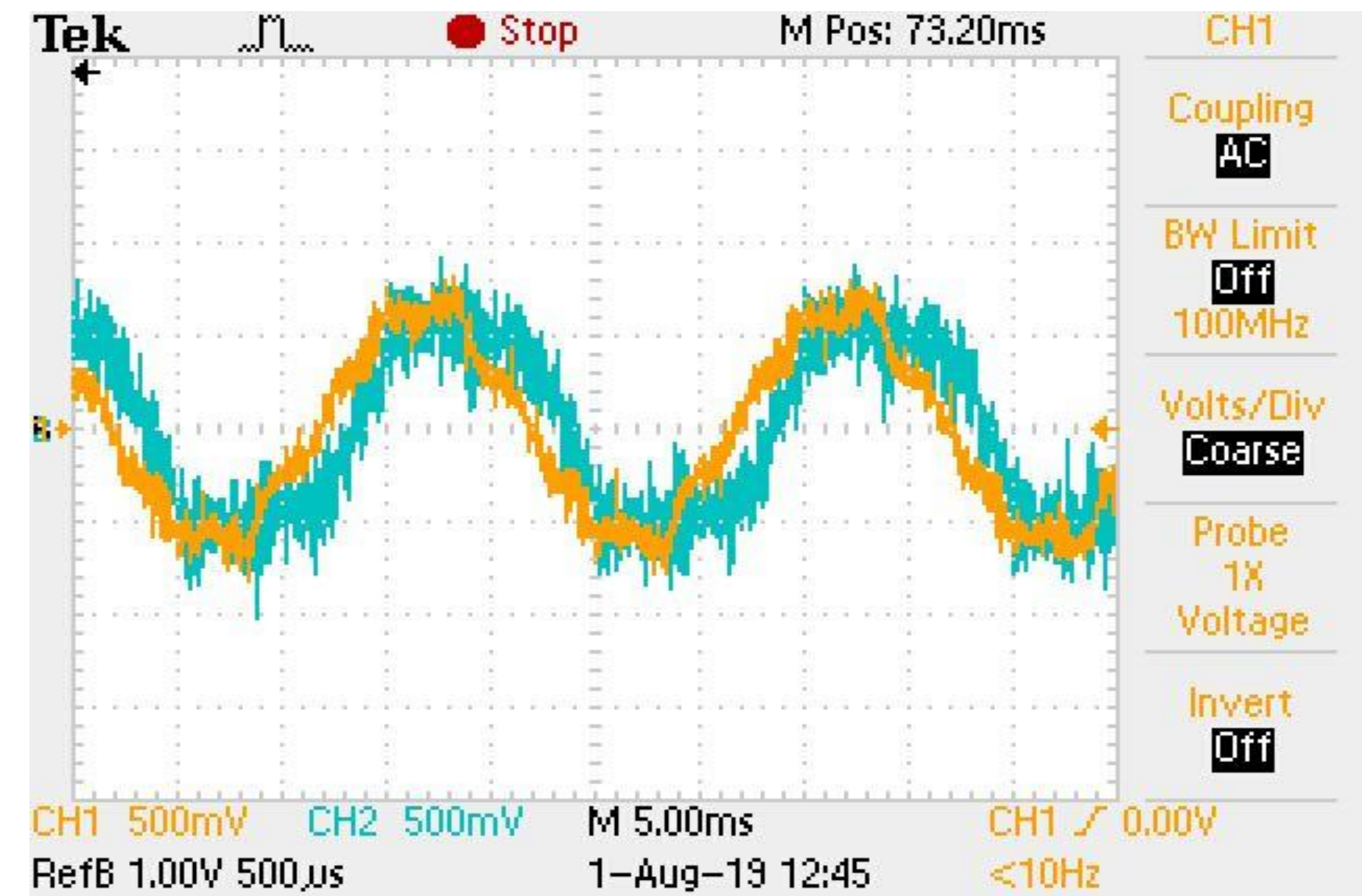
- 1) 1 VFD - Przekształtnik napędowy VLT 3008 - 5,5kW - 3x400V/50Hz
- 2) 2 VFD - Przekształtnik napędowy VLT 3004 - 2,2kW - 3x400V/50Hz
- 3) Filtr zaburzeń elektromagnetycznych RFI - 3x400V/50Hz/16A
- 4) Filtr LC zaburzeń różnicowych DM - 3x400V/50Hz/5A
- 5) Filtr rezonansowy LC harmonicznym prądu - I=16A/3x400V/50Hz
- 6) Trójfazowy prostownik diodowy - 16A/400V/300Hz
- 7) Regulowany rezystor mocy obciążenia prostownika - (100Ω - 300Ω)/1kV/2kW
- 8) Filtr napięcia zaburzeń wspólnych CM - 3x400V/50Hz/5A



# Badania eksperymentalne współpracy falownika napięciowego MSI z prostownikiem wejściowym obciążonym baterią kondensatorów dla stacji szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych



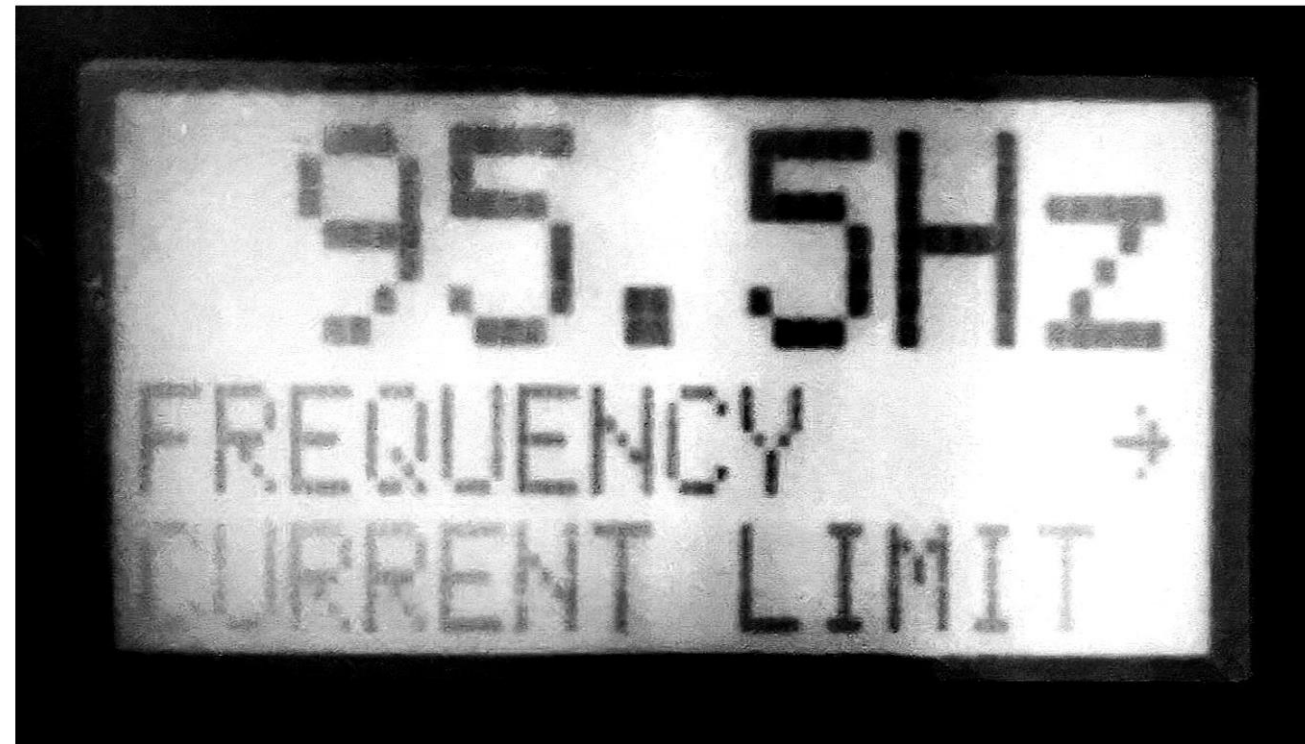
Napięcie fazowe i prąd fazowy na wejściu falownika 1VFC bez filtra harmonicznego LC ( $I_{RMS}$  = ok. 5A)



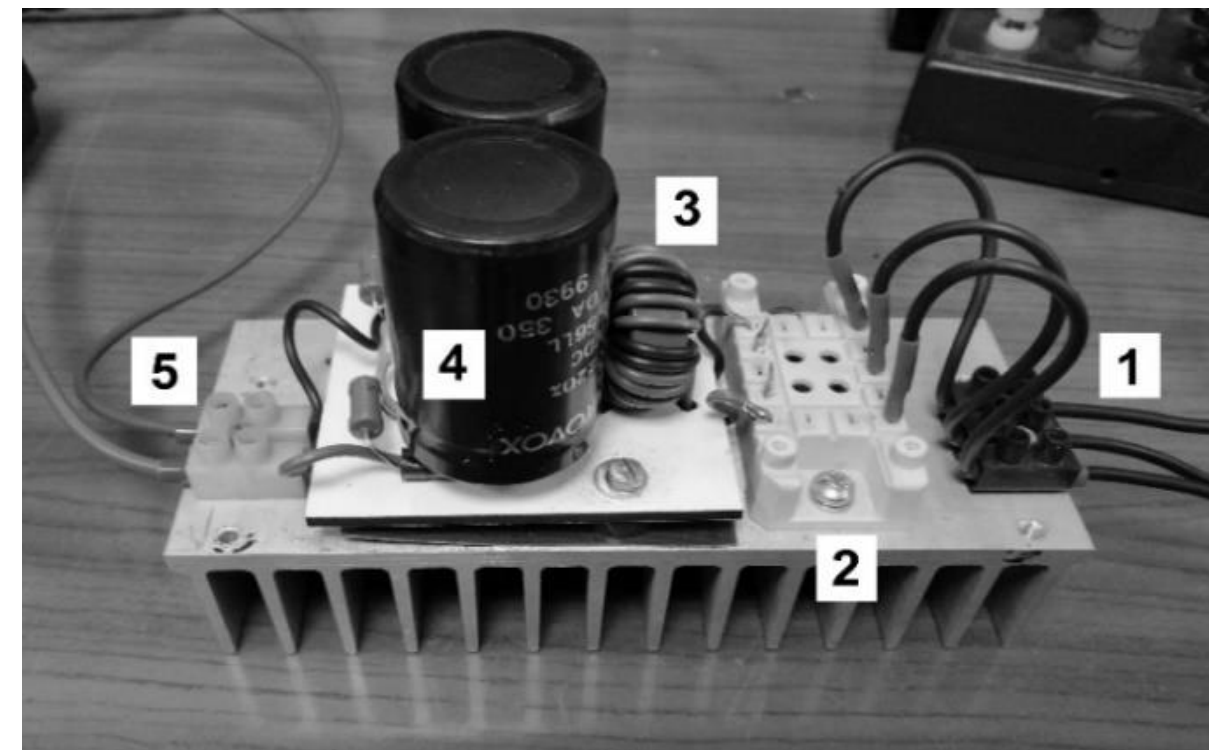
Napięcie fazowe i prąd fazowy na wejściu falownika 1VFC z równoległe załączonym filtrem harmonicznego LC ( $I_{RMS}$  = ok. 4,5A)



# Badanie eksperymentalne przekształtnika ładowania baterii EV

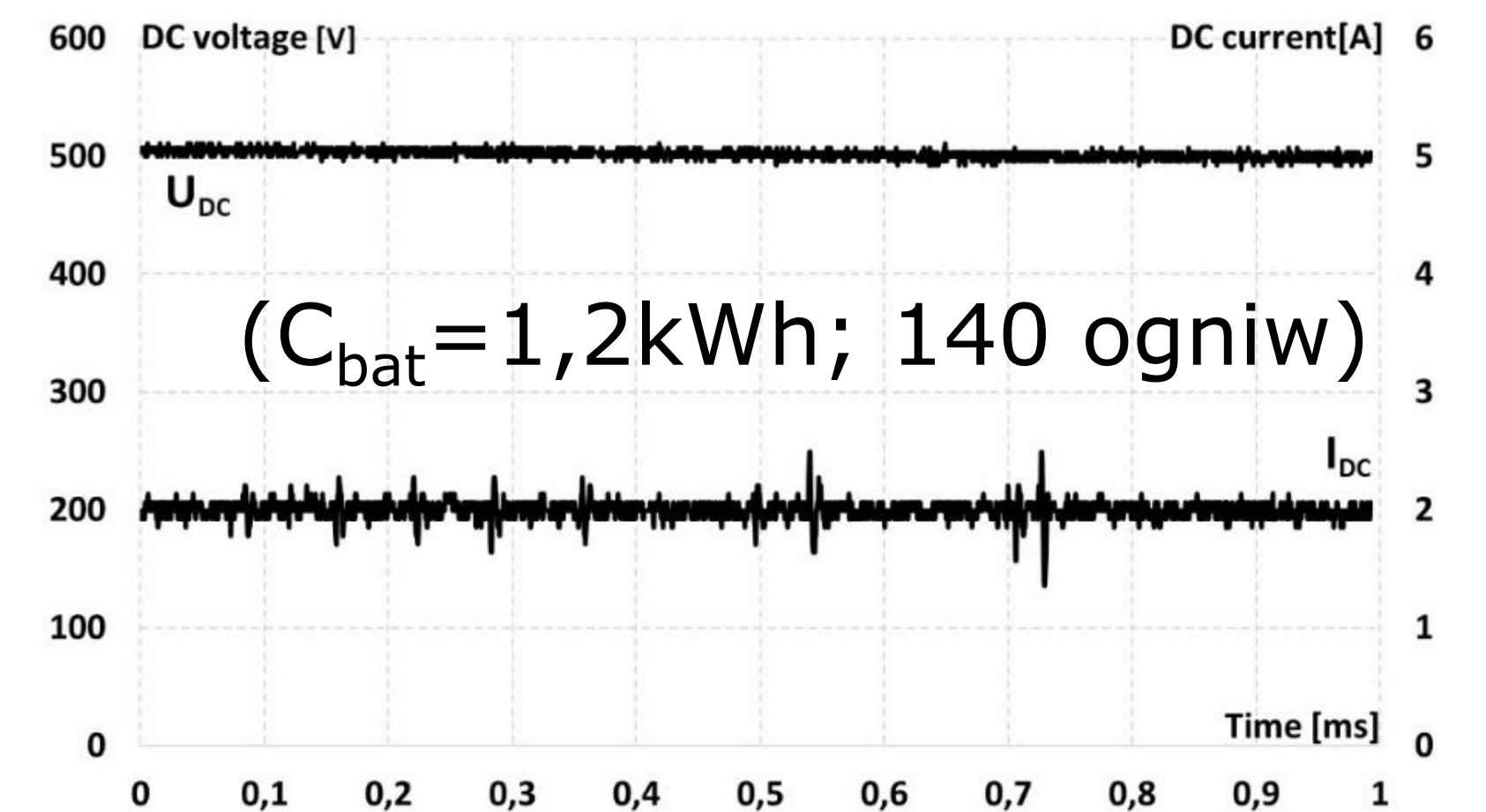
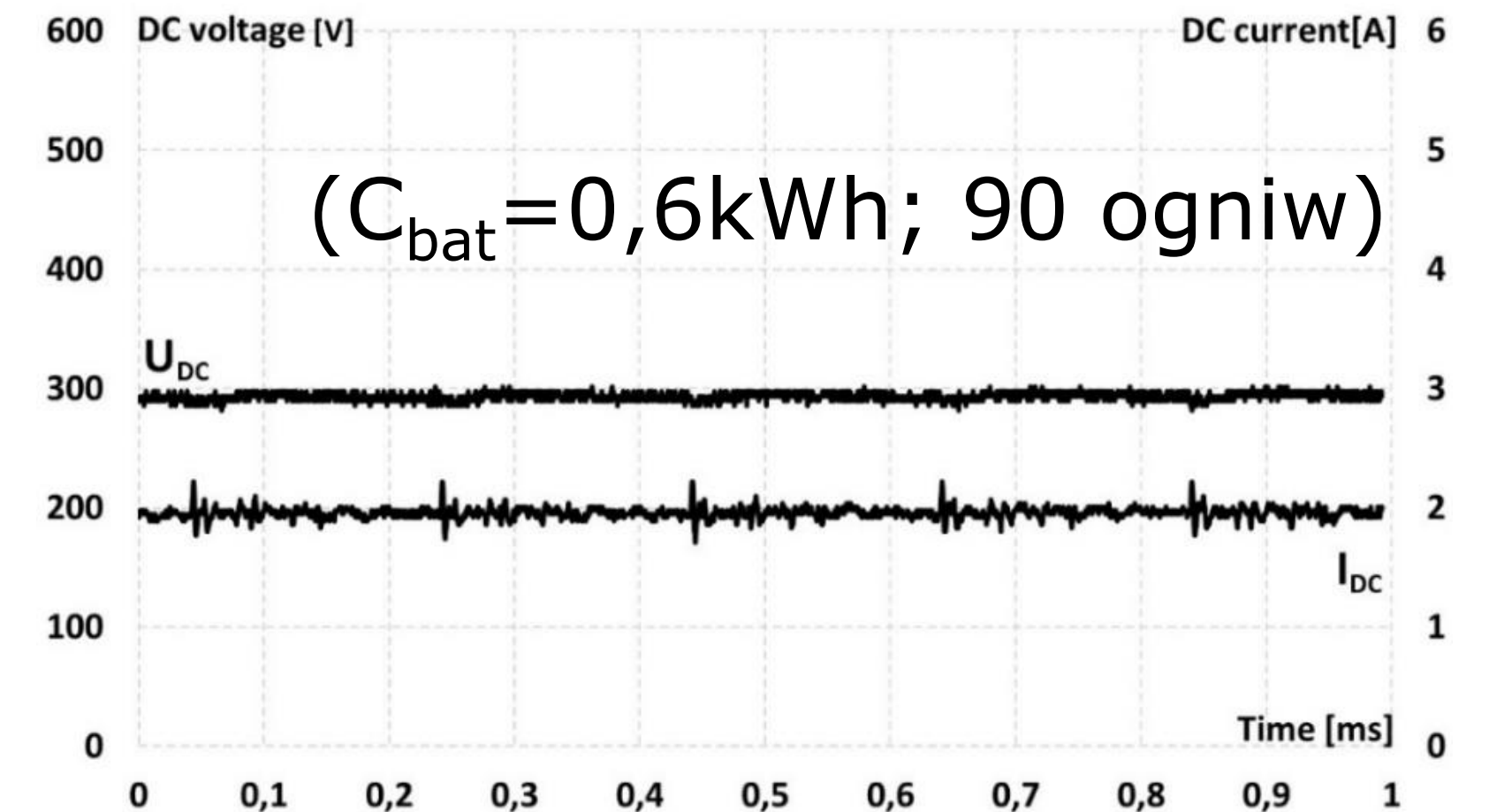
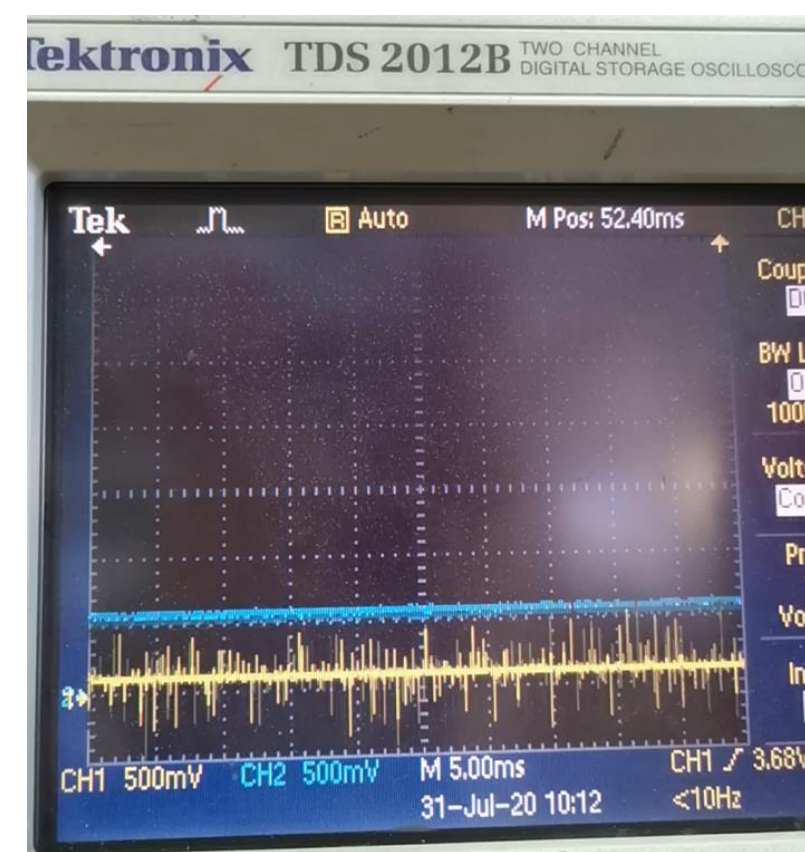


Uaktywniony ogranicznik prądu (Current Limit) napędowego przekształtnika częstotliwości



Trójfazowy prostownik diodowy podłączony do falownika PWM - 16A/400V/300Hz :

- 1 – listwa dla napięć AC z falownika,
- 2- 6-pulsowy prostownik z szybkimi diodami,
- 3 - ferrytowy filtr przeciwzakłóceń,
- 4 - bateria kondensatorów DC,
- 5 – wyjście prądu DC ładowania baterii.

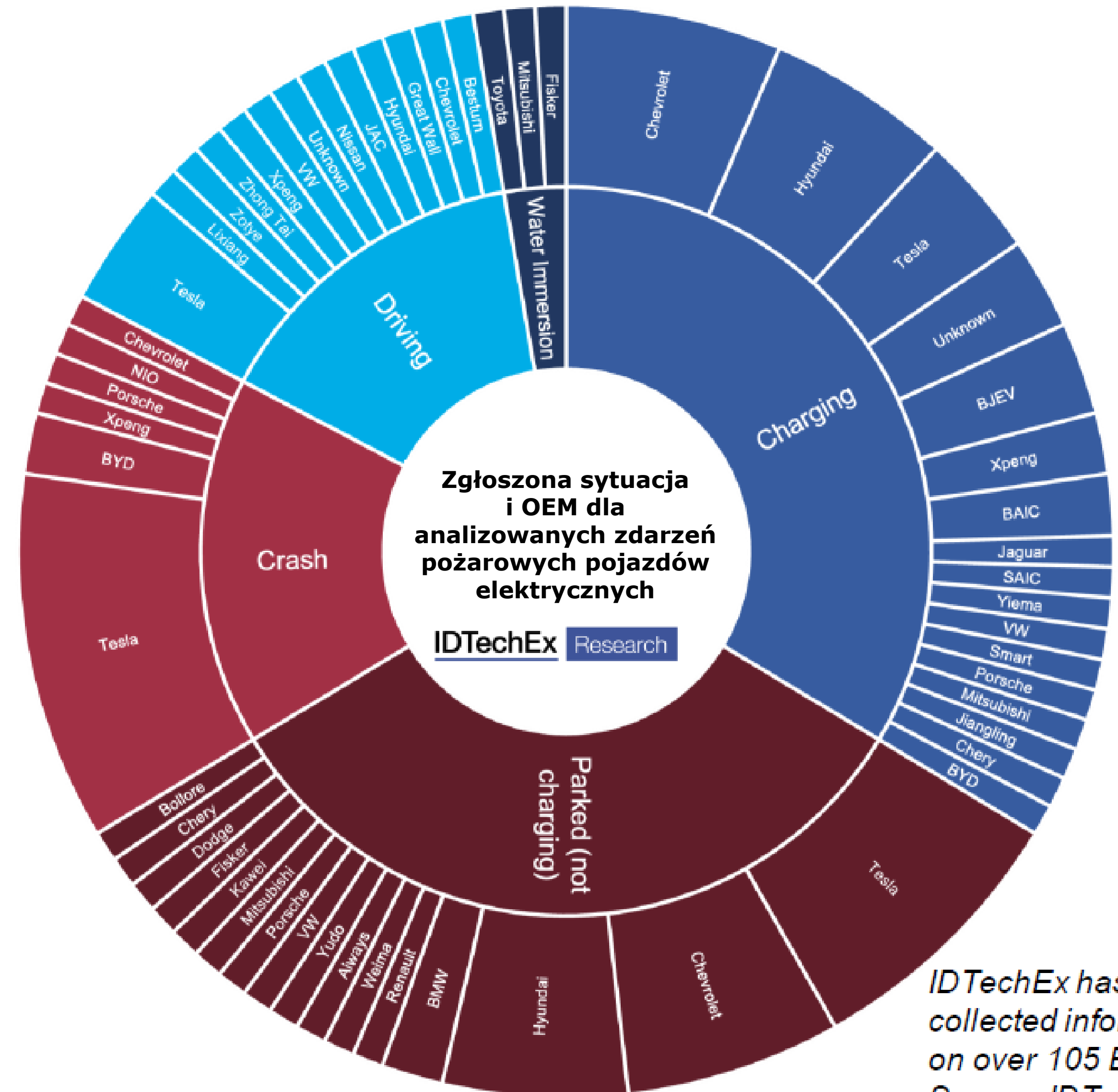


Prąd i napięcie ładowania baterii (rezystor mocy zastępuje rzeczywistą baterię Li-ion)



# Pożary samochodów elektrycznych

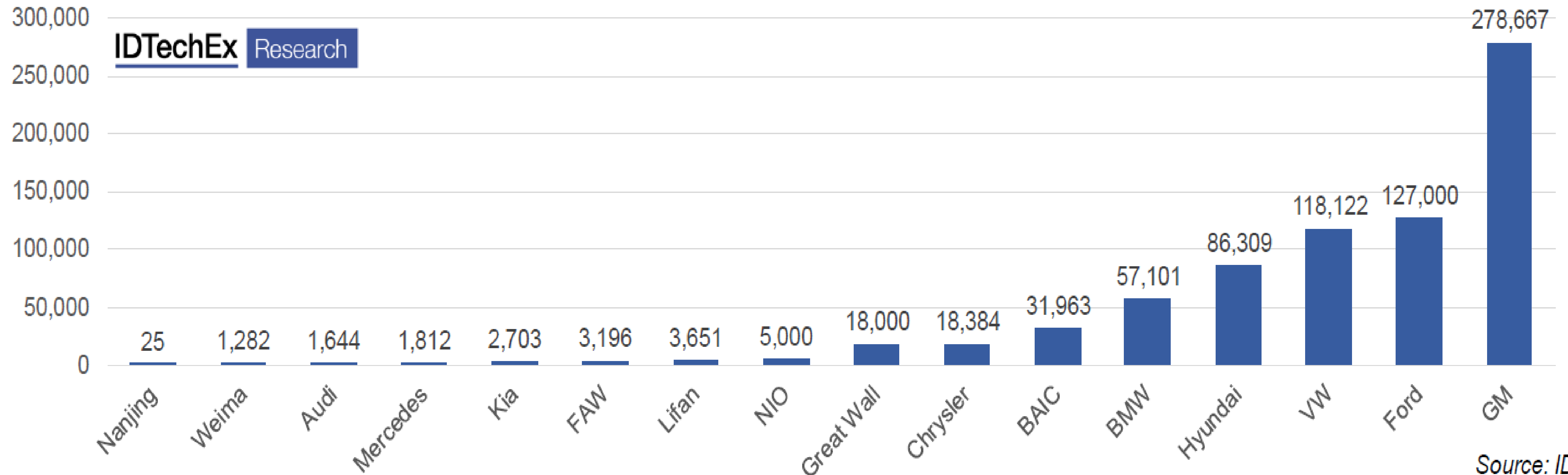
Niezależnie od procesu produkcyjnego, formatu ogniwa lub składu chemicznego ogniwa, zawsze istnieje niezerowe prawdopodobieństwo wystąpienia niekontrolowanej temperatury w akumulatorze litowo-jonowym.



IDTechEx has collected information on over 105 EV fires. Source: IDTechEx.



# Samochody elektryczne wycofane z rynku z powodu ryzyka związanego z pożarem akumulatora



GM: Chevrolet Bolt – usterki ogniw dostarczonych przez LG Chem – koszt 2 mld USD, podobnie Hyundai Kona – koszt 900 mln USD  
Toyota – usterki wiązki przewodów potencjalnie powodującej pożar

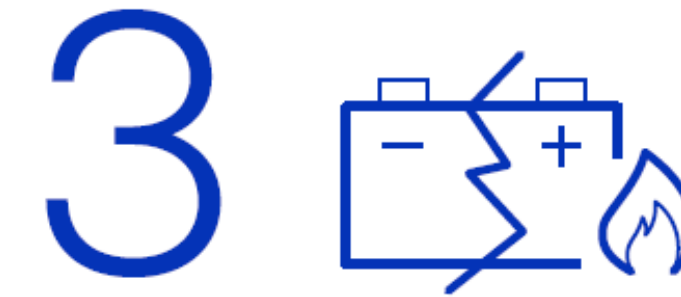
# Czynniki wpływające na pożar samochodu elektrycznego



EV zapala się podczas postoju (tzw. samozapłon), co może być związane z ekstremalnymi warunkami atmosferycznymi, np. skrajnie niskie lub wysokie temperatury, anomalie pogodowe etc. i dotyczy w tym samym zakresie EV, jak i ICE.



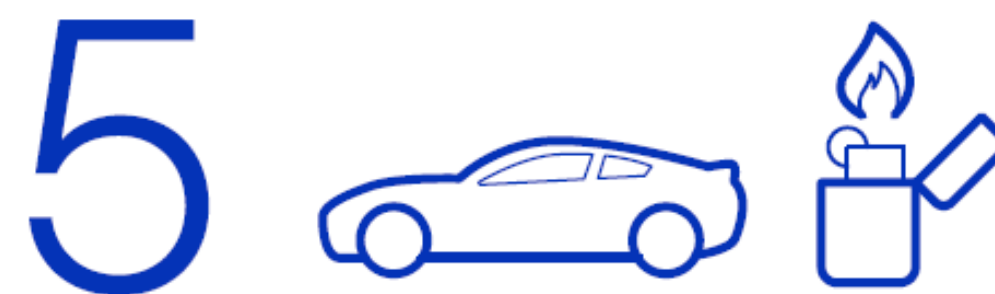
EV zapala się podczas ładowania, co może być związane z awarią akumulatora z powodu przeładowania, ale znacznie częściej wiąże się z wadliwymi lub niezabezpieczonymi stacjami ładowania lub kablami. Jest to główna przyczyna pożarów innych urządzeń elektrycznych posiadających akumulatory litowo-jonowe, np. smartfonów.



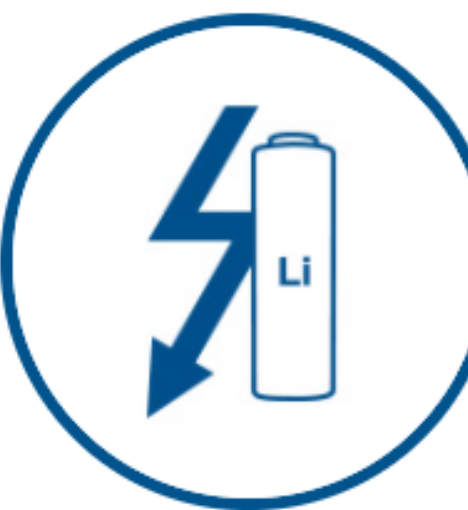
Akumulator pojazdu elektrycznego został uszkodzony, np. w wyniku wypadku drogowego. Uszkodzenia akumulatora są tak poważne, że zapala się on podczas wypadku lub bezpośrednio po wypadku.



Ewentualny ponowny zapłon po uporaniu się z początkowym pożarem. Nie można zająrzeć do środka akumulatora, dlatego sensowne jest, by umieścić go pod wodą dla pełnego bezpieczeństwa.



Czynniki zewnętrzne, takie jak podpalenie, pożary towarzyszące.



Przeciążenie elektryczne



Uszkodzenie mechaniczne

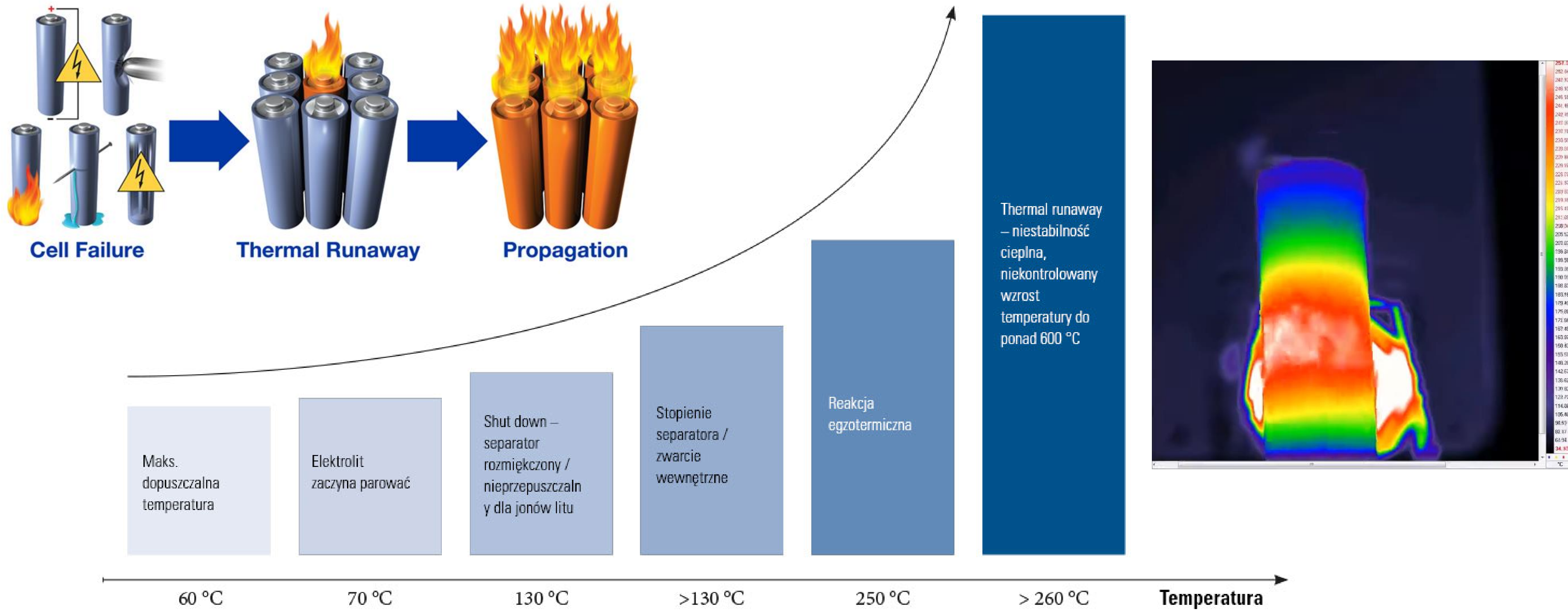


Przeciążenie termiczne

## 3 szczególnie niebezpieczne czynniki



# Zjawisko Thermal Runaway





## Audi e-tron – przegląd elementów wysokonapięciowych

Sprężarka wysokonapięciowa do klimatyzacji



Prąd przemienny (AC) o wysokim napięciu

Prąd stały (DC) o wysokim napięciu

Układ energoelektroniczny (w tym falownik i przekładnik napięciowy)

Silnik elektryczny (przetwornica)

Akumulator wysokiego napięcia (zasobnik energii)

12 V battery  
Akumulator 12 V

Moduł sterujący akumulatora wysokonapięciowego

Osłona obudowy (aluminium)

Ramowa konstrukcja obudowy akumulatora

Rama pomocnicza obudowy

Rama akumulatora

Układy chłodzenia

Osłona dolna

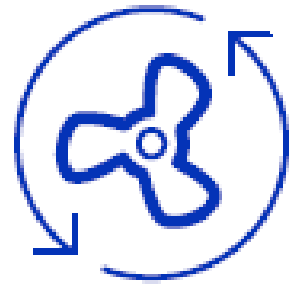
Moduł z 12 ogniwami 60 Ah

Sterownik akumulatora (BMC)

Układ akumulatora z modułem sterującym



# Koncepcja bezpieczeństwa wysokonapięciowego



## Układ chłodzenia

→ chroniący przed przegrzaniem akumulatora



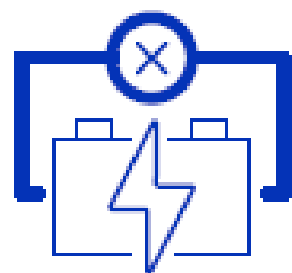
## Wzmocniona obudowa ochronna

→ zapobiega uszkodzeniom mechanicznym



## Zapora ogniowa

→ oddziela moduły akumulatora, ogranicza potencjalne szkody i zabezpiecza pozostałe podzespoły pojazdu przed zapłonem



## System awaryjnego wyłączenia wysokiego napięcia

→ redukuje ryzyko zapłonu



## Obwód, który w czasie postoju separuje napięcie akumulatora wysokiego napięcia (HV) od reszty instalacji elektrycznej pojazdu

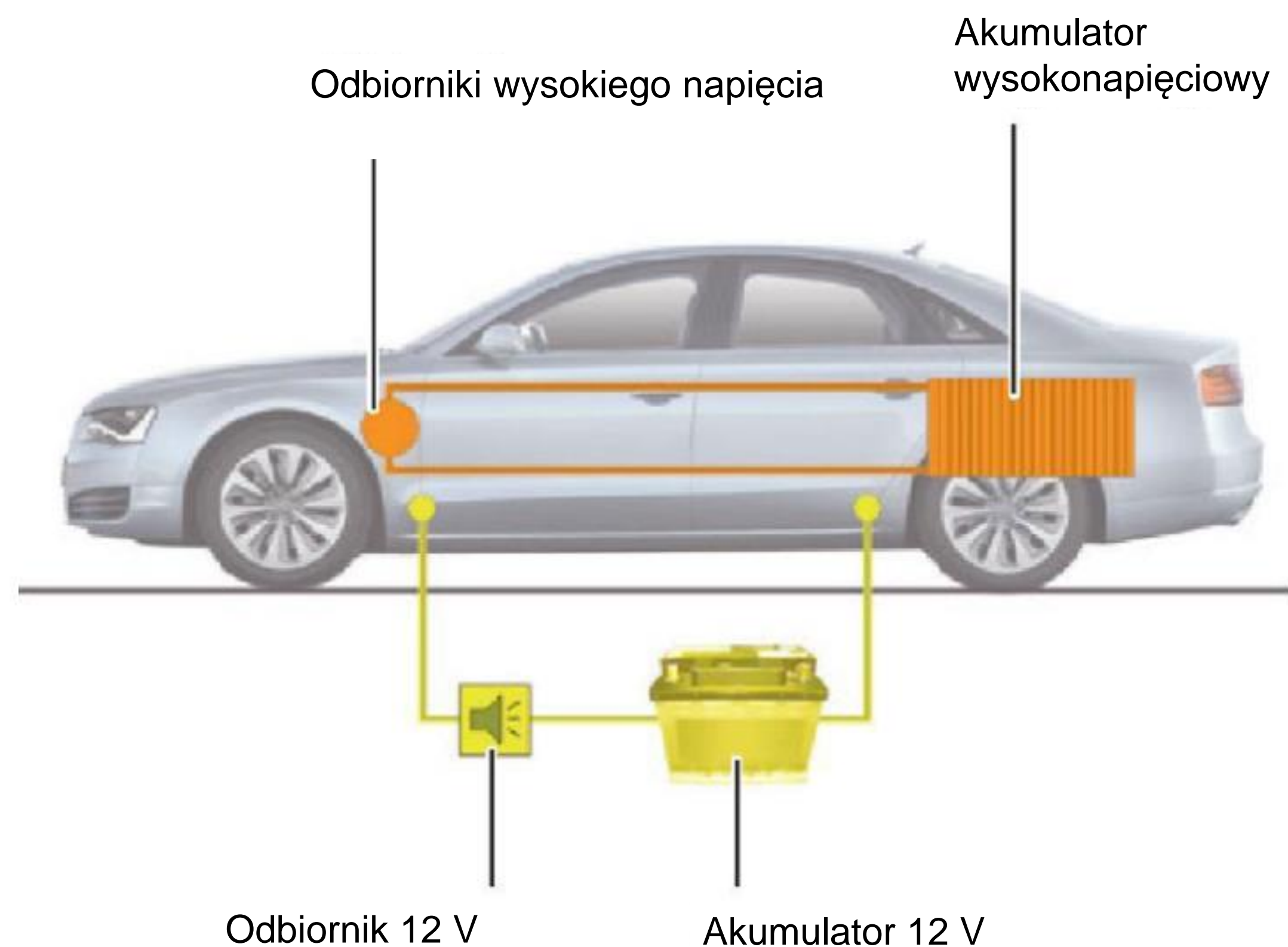
→ w znaczący sposób zwiększa to bezpieczeństwo, kiedy pojazd nie jest użytkowany





# Koncepcja bezpieczeństwa wysokonapięciowego

- Separacja galwaniczna
- Ochrona fizyczna
- Siatka uziemień wyrównawczych
- Przewody wysokiego napięcia
- Wykrywanie zwarcia
- Rozładowanie napięć szczytkowych
- Monitorowanie izolacji
- Rozłączanie w przypadku zderzenia
- Etykiety ostrzegawcze





# Bezpieczeństwo: powiązane normy i przepisy

W przypadku e-mobilności najistotniejsze dokumenty legislacyjne to:

Regulamin ONZ nr 100.02: Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do szczegółowych wymagań dotyczących elektrycznego układu napędowego, 2013 r.

Globalny regulamin techniczny EKG ONZ (GTR) nr 20 dotyczący bezpieczeństwa pojazdów elektrycznych (IWG EVS), zbudowany na poprzednim i opublikowany w 2018 r. Obecnie przygotowywana jest druga wersja (faza 2).

Regulamin ONZ nr 136: Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów kategorii L w odniesieniu do szczegółowych wymagań dotyczących elektrycznego układu napędowego, 2016 r.

Inne dokumenty:

ISO 6469-1:2009	SAE J2464:2009
IEC 62660-2:2018	IEC 62619:2017
IEC 62660-3:2016	IEC/TS 62933-5-1:2017
SAE J2929:2013	IEC 63056:2020
<b>UN 38.3</b>	

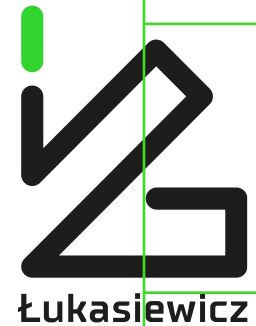


# Bezpieczeństwo: powiązane normy i przepisy

Chiny	Europa	USA	Świat
GB 38031-2020 GB 18384-2020 GB 38032-2020  <ul style="list-style-type: none"> <li>Podkreślenie poprawy bezpieczeństwa w zakresie wibracji, wstrząsów mechanicznych, zgniecenia, cyklicznych zmian temperatury i wilgotności, zanurzenia w wodzie, szoku termicznego i mgły solnej.</li> <li>Wymagane jest 5-minutowe ostrzeżenie dla pasażerów przed zaobserwowaniem zdarzenia termicznego.</li> </ul>	UNECE R-100  <ul style="list-style-type: none"> <li>Obejmuje różne testy mechaniczne.</li> <li>Szok termiczny i testy cykliczne oraz testy ogniowe.</li> <li>Brak wymagań na poziomie ogniwa.</li> <li>Jeszcze nie w pełni zintegrowany standard.</li> </ul>	National Highway Traffic Safety Administration ustanowiła inicjatywę dotyczącą bezpieczeństwa akumulatorów.  <ul style="list-style-type: none"> <li>Szukanie integracji rozporządzenia ECE GTR 20.</li> <li>Udział w opracowaniu fazy 2 rozporządzenia GTR 20.</li> </ul>	UN ECE GTR 20 EVS (Globalny regulamin techniczny 20 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych dotyczący bezpieczeństwa pojazdów elektrycznych).  <ul style="list-style-type: none"> <li>Założona w 2012 z GTR 20 dodanym w 2018 - ten standard wciąż ewoluuje.</li> <li>Brak zewnętrznego dymu, ognia lub eksplozji poza pakietem baterii w ciągu 5 minut od zdarzenia termicznego.</li> <li>Ostrzeżenie jest wymagane na początku zdarzenia niekontrolowanej temperatury.</li> </ul>

Source: IDTechEx

## Klasy mocy



Łukasiewicz

**Mała moc:** komputery, multimedia, drobny sprzęt elektrotechniczny

**Średnia moc:** rowery elektryczne, hulajnogi, większy sprzęt ogrodniczy

**Duża moc:** motoryzacja, pojazdy autonomiczne, maszyny robocze

### Akumulatory z litem metalicznym:

≤2 g Li na 1 akumulator

>2g Li na 1 akumulator oraz ≤12kg brutto na 1 akumulator

>2g Li na 1 akumulator oraz >12kg brutto na 1 akumulator

### Akumulatory litowo-jonowe:

≤100Wh na 1 akumulator

>100 Wh na 1 akumulator oraz ≤12kg brutto na 1 akumulator

>100 Wh na 1 akumulator oraz >12kg brutto na 1 akumulator

### Ogólne zasady bezpieczeństwa:

- Przestrzeganie wytycznych producenta (karty danych techn. Produktu),
  - Ochrona biegunów akumulatora przed zwarcie
  - Ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi
- Niewystawienie bezpośrednio i stale na wysoką temperaturę lub działanie źródeł ciepła (także bezpośrednie nasłonecznienie),
- Oddzielnie przegrodą budowlaną lub odstępem (min. 2,5m) od innych materiałów palnych przy braku automatycznej instalacji gaśniczej,
- Natychmiastowe usuwanie uszkodzonych lub niesprawnych akumulatorów ze strefy magazynowej i produkcyjnej (tymczasowe składowanie do chwili usunięcia w bezpiecznym odstępem albo w strefie oddzielonej pod względem techniki ppoż.),
- Składowanie wyłącznie akumulatorów posiadających certyfikat wg UN 38.2 (prototypy tylko wyjątkowo i z oceną zagrożenia).

### Specyficzne reguły bezpieczeństwa:

Brak  
W przypadku składowania razem większej ilości (objętość powyżej 7 m<sup>3</sup> albo więcej niż 6 europalet) obowiązują wskazówki dla akumulatorów średniej mocy

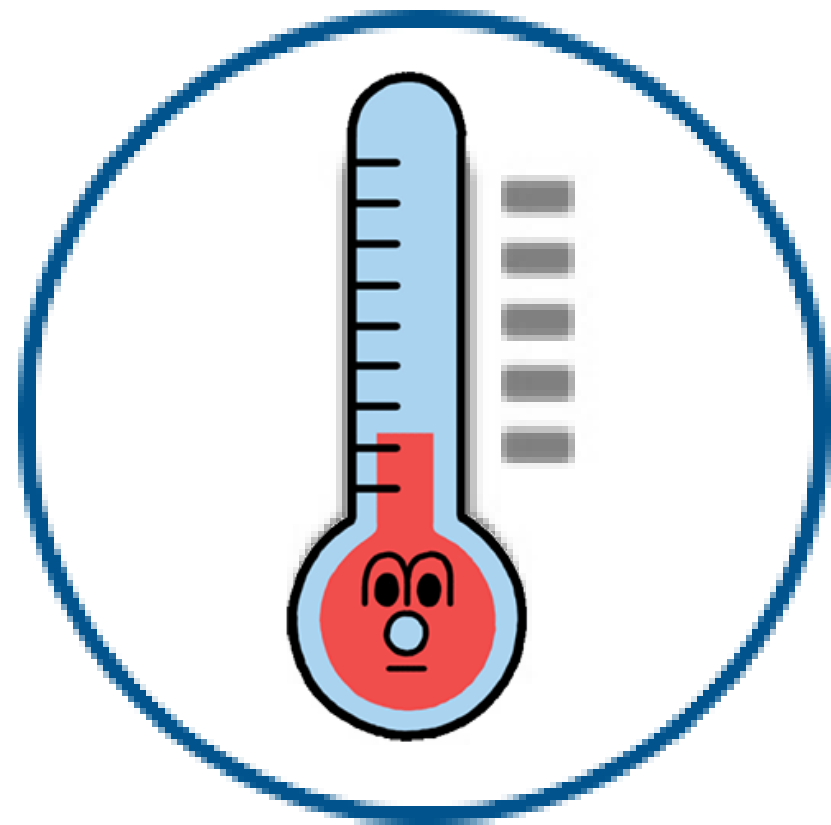
- Składowanie w strefach z ogniotrwałym oddzieleniem lub z zachowaniem odstępu bezpieczeństwa (odległość 5m),
- Unikanie składowania mieszanego z innymi produktami przyspieszającymi rozwój pożaru,
- Monitoring strefy magazynowej przez odpowiednią sygnalizację pożarową z podłączeniem do stanowiska stale obsadzonego,
- Przy istnieniu instalacji gaśniczej: uwzględnienie informacji nt. odpowiednich środków gaśniczych w kartach danych technicznych produktów.

Regulacja środków ochronnych w porozumieniu z ubezpieczycielem majątkowym w konkretnym przypadku, np.:

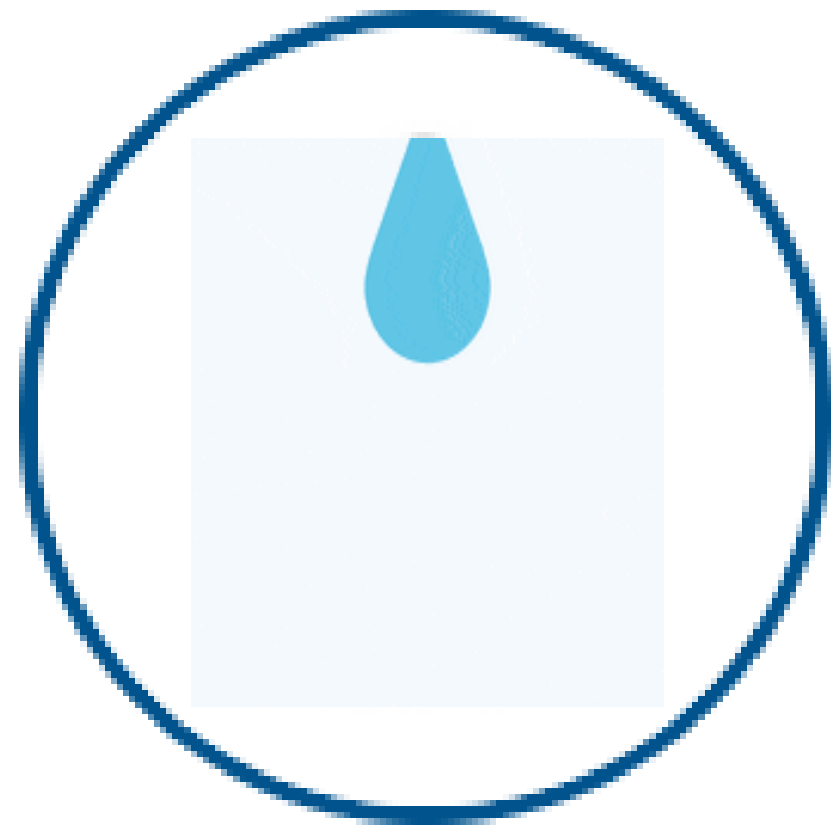
- Składowanie w strefach z ogniotrwałym oddzieleniem lub z zachowaniem odstępu bezpieczeństwa (odległość 5m),
- Odseparowanie i ograniczenie ilościowe
- Automatyczne instalacje gaśnicze.



# Ogólne wskazówki bezpieczeństwa dla codziennego posługiwania się akumulatorami litowo-jonowymi



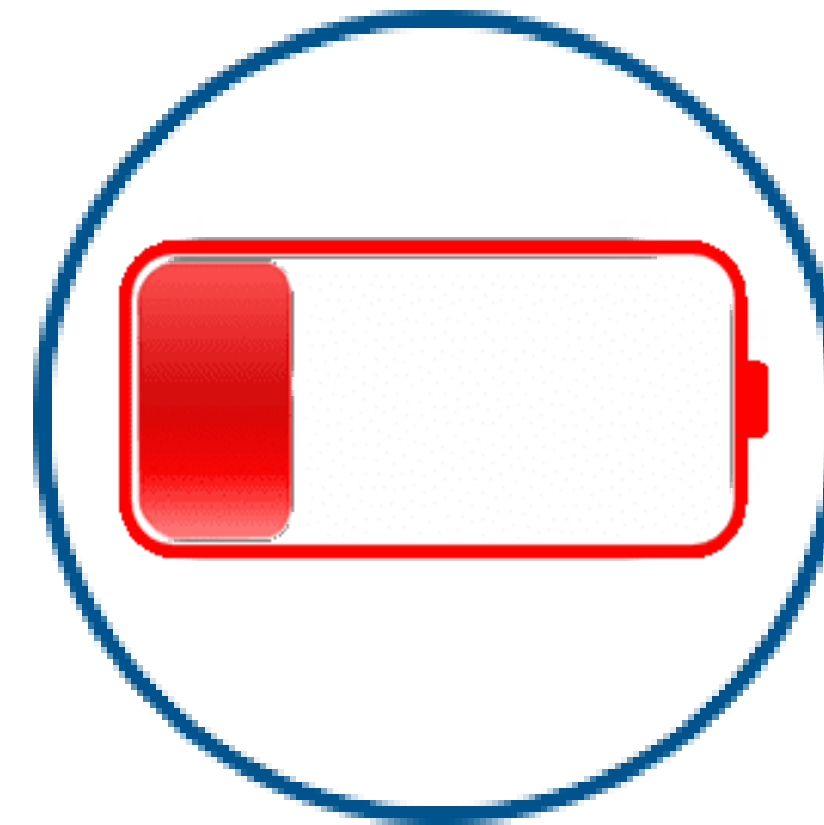
Unikać obciążeń termicznych



Chronić przed wilgocią



Używać tylko odpowiednich ładowarek



Ostrożnie z ładowaniem



Unikać uszkodzeń

# Zwalczanie pożarów akumulatorów litowych

**Gaszenie wodą**



**Aerozolowa technika gaśnicza**



**Granulaty gaśnicze**





# Zwalczanie pożarów akumulatorów litowych

## Battery Safety Solutions

presents:

### TEST 1

#### 182 Lithium 18650 batteries

48 volt, 37 AH, 1,9 kWh

**95% charged**

fired with a glow plug

first extinguished with:

**FOAM**

contact:  
Johan van Peperzeel +31 653 12 2556  
Abner Abee +31 638 75 8331

Gaszenie pianą

## Battery Safety Solutions

presents:

### TEST 2

#### 182 Lithium 18650 batteries

48 volt, 37 AH, 1,9 kWh

**95% charged**

fired with a glow plug

first extinguished with:

**POWDER**

contact:  
Johan van Peperzeel +31 653 12 2556  
Abner Abee +31 638 75 8331

Gaszenie proszkiem

## Battery Safety Solutions

presents:

### TEST 3

#### 182 Lithium 18650 batteries

48 volt, 37 AH, 1,9 kWh

**95% charged**

fired with a glow plug

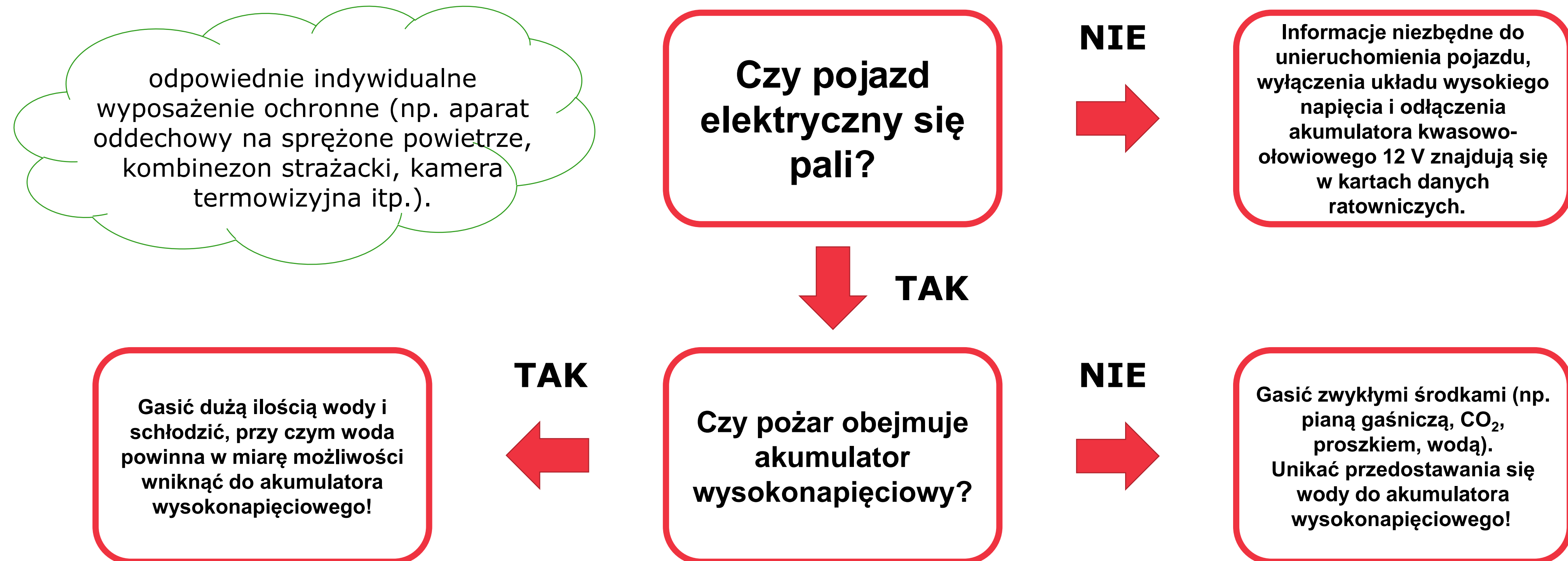
extinguished with:

**N-EXT**

contact:  
Johan van Peperzeel +31 653 12 2556  
Abner Abee +31 638 75 8331

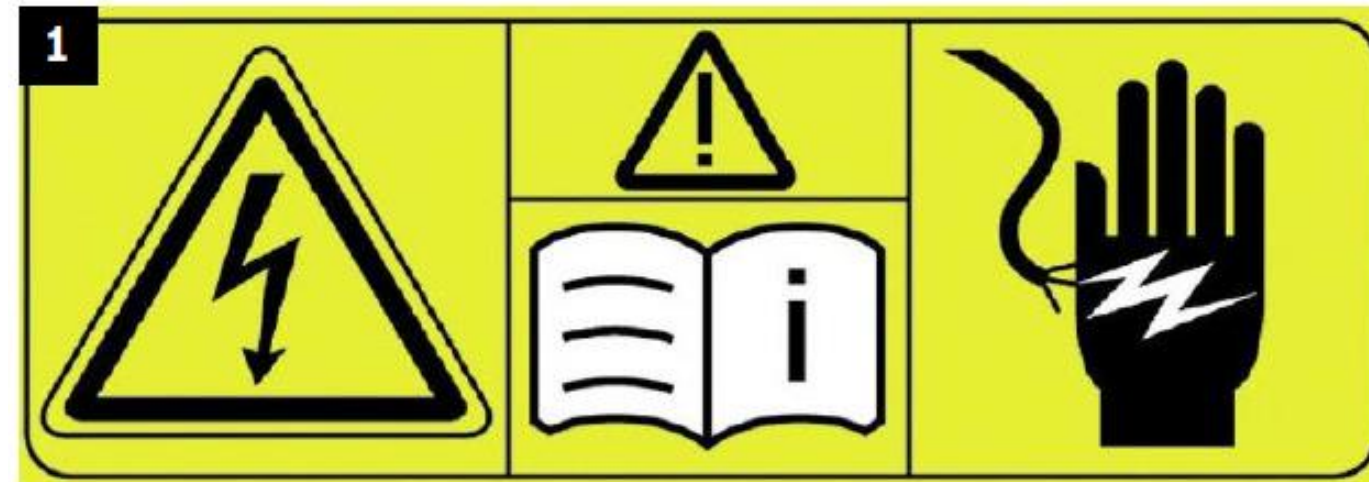
Gaszenie gaśnicą wodną  
z dodatkami chemicznymi AVD -  
wodna dyspersja chemicznie eksfoliowanego  
wermikulitu

# Zwalczanie pożaru samochodu elektrycznego





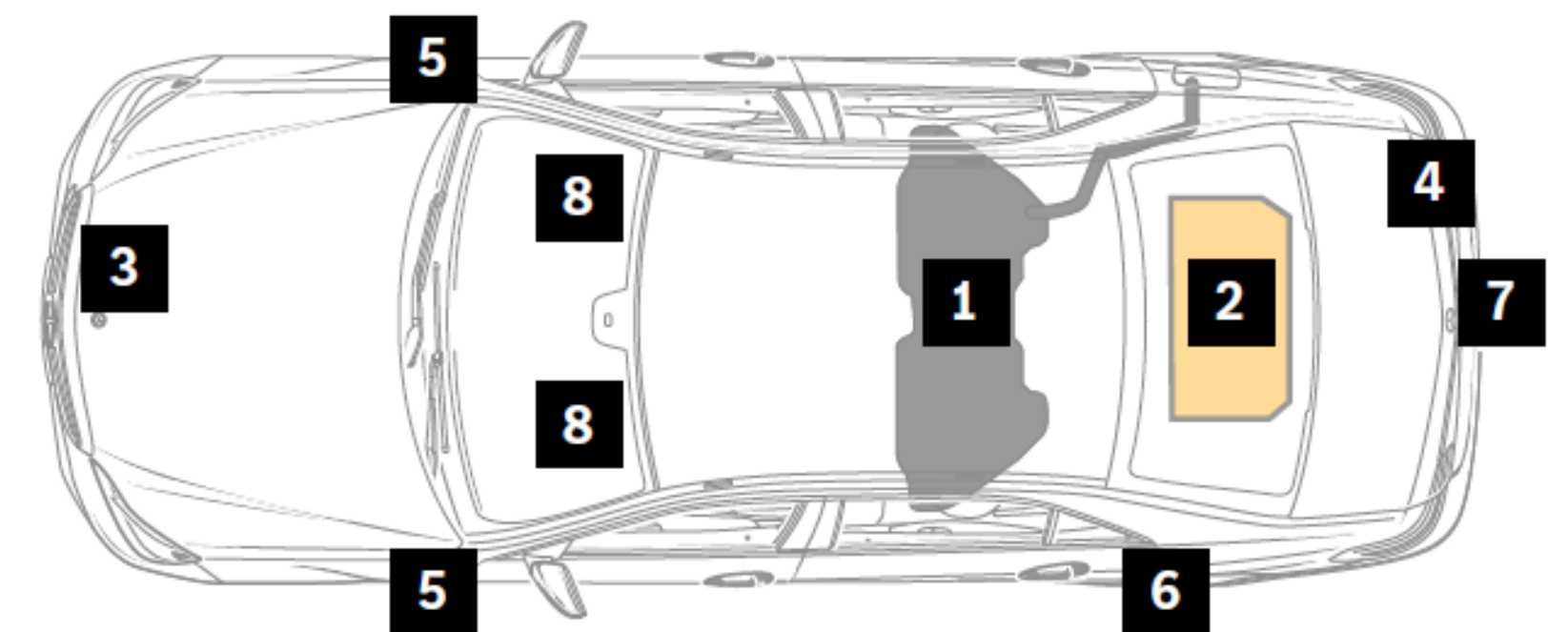
# Identyfikacja/rozpoznanie rodzaju pojazdu – HEV i PHEV



Pojazdy elektro-hybrydowe z paliwem kl. 1 (olej napędowy)



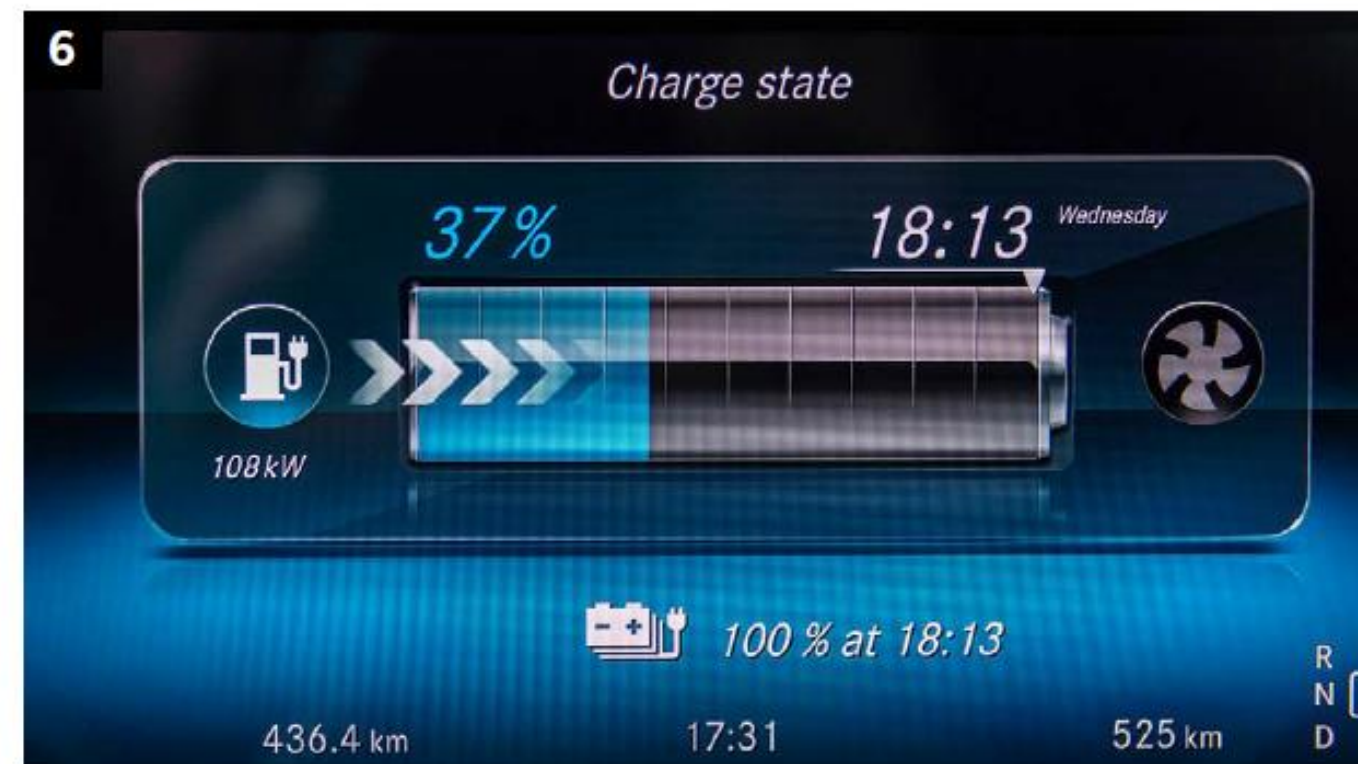
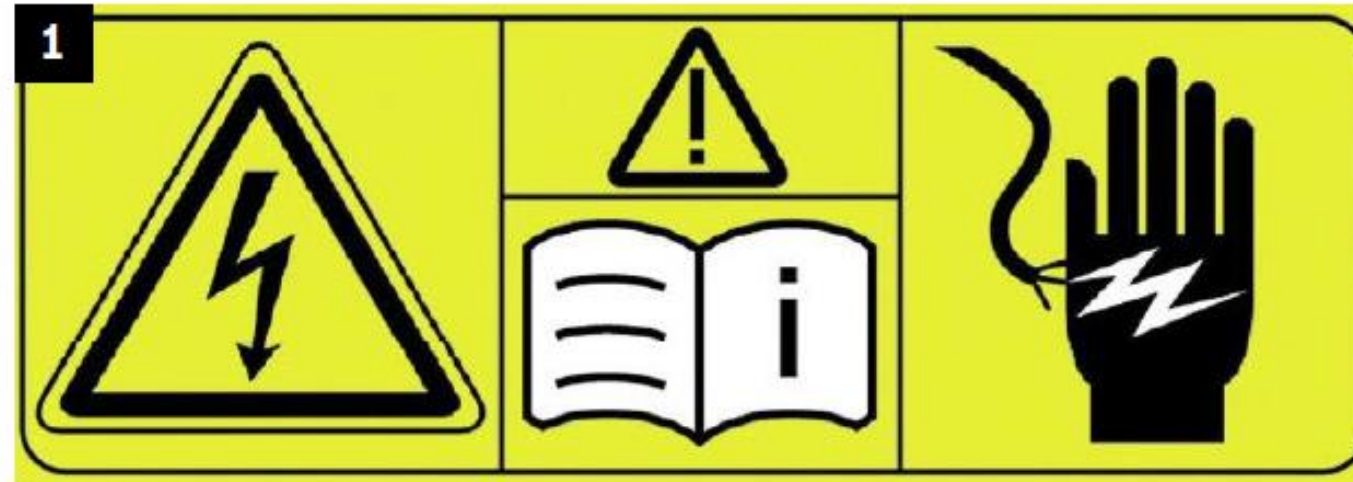
Pojazdy elektro-hybrydowe z paliwem kl. 2 (benzyna, etanol itd.)



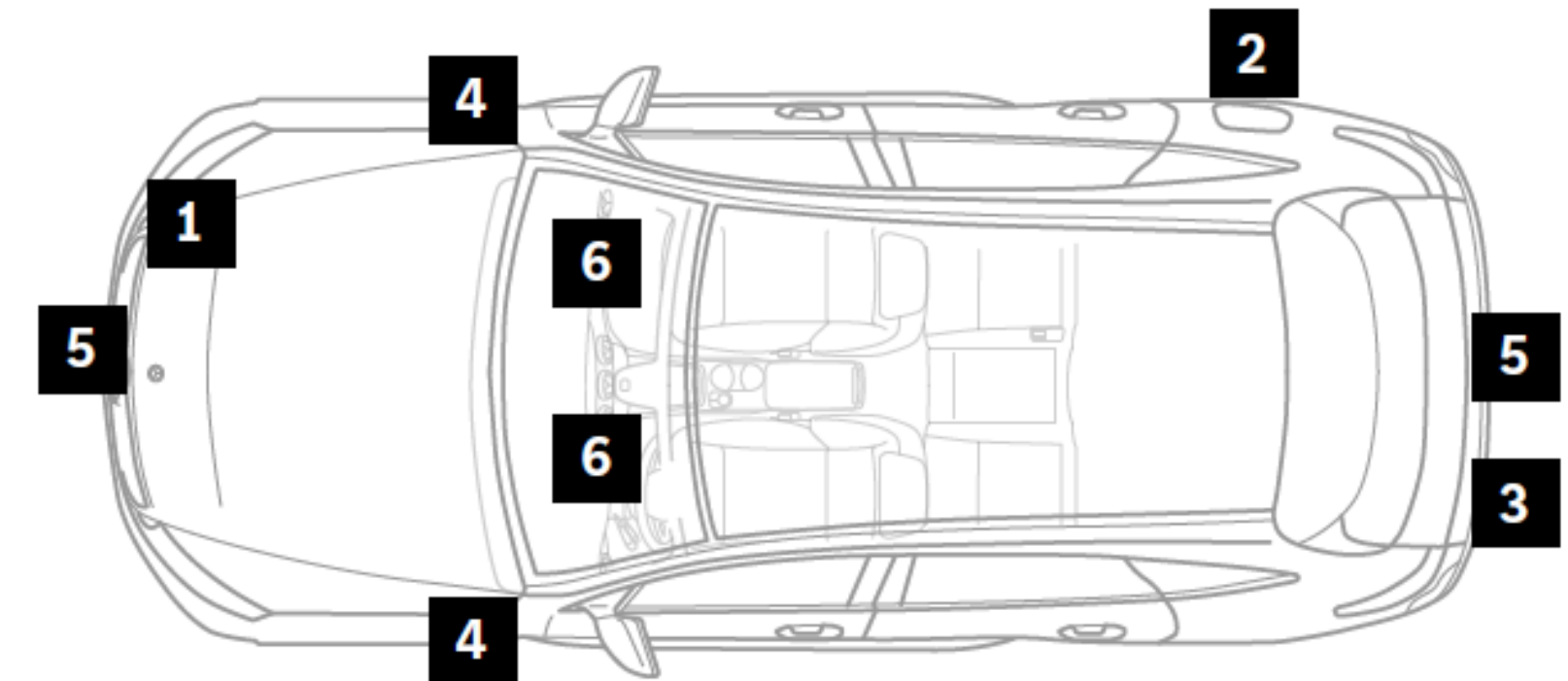
- 1 Zbiornik paliwa
- 2 Akumulator wysokiego napięcia
- 3 Naklejka ostrzegawcza
- 4 Nazwa typu (na pokrywie bagażnika)
- 5 Badge (na błotniku lub przednich drzwiach)
- 6 Klapka zakrywająca gniazdo i gniazdo zasilania prądem ładowania
- 7 Numer rejestracyjny
- 8 Wskazanie na zestawie wskaźników



# Identyfikacja/rozpoznanie rodzaju pojazdu – BEV

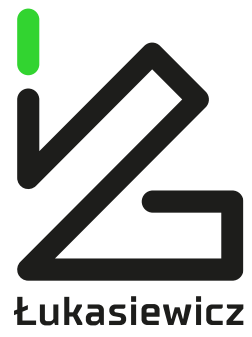


Pojazdy z napędem elektrycznym



- 1 Naklejka ostrzegawcza
- 2 Klapka zakrywająca gniazdo i gniazdo zasilania prądem ładowania
- 3 Nazwa typu (na pokrywie bagażnika)
- 4 Badge (na przednim błotniku)
- 5 Numer rejestracyjny
- 6 Wskazanie na zestawie wskaźników





# Test ognioodpornego koca

koc gaśniczy VR0906Li, odporny na temperaturę szczytową do 1600 °C.

**Pojazd elektryczny**

\* Temperatura 1325 °C

**Pojazd spalinowy**

\* Temperatura 500 – 600 °C





# Gaśnice litowe

**Rezultat:**  
po 6/10 próbach bateria za  
każdym razem zaczynała  
się ponownie palić





## Aerozolowy system gaśniczy + koc

- Ugaszenie pożaru w ciągu kilku sekund, co jednak powoduje ogromną ilość dymu. Jednak po chwili, gdy gaz odparował z samochodu, ogień pojawił się ponownie.
- W połączeniu z kocem ogień pozostaje na zewnątrz przez długi czas.





## Gaszenie wodą

Zjawisko ucieczki termicznej baterii (thermal runaway)

Rezultat: na każde z 10 prób po 5 sekundach ogień ponownie się rozpałał



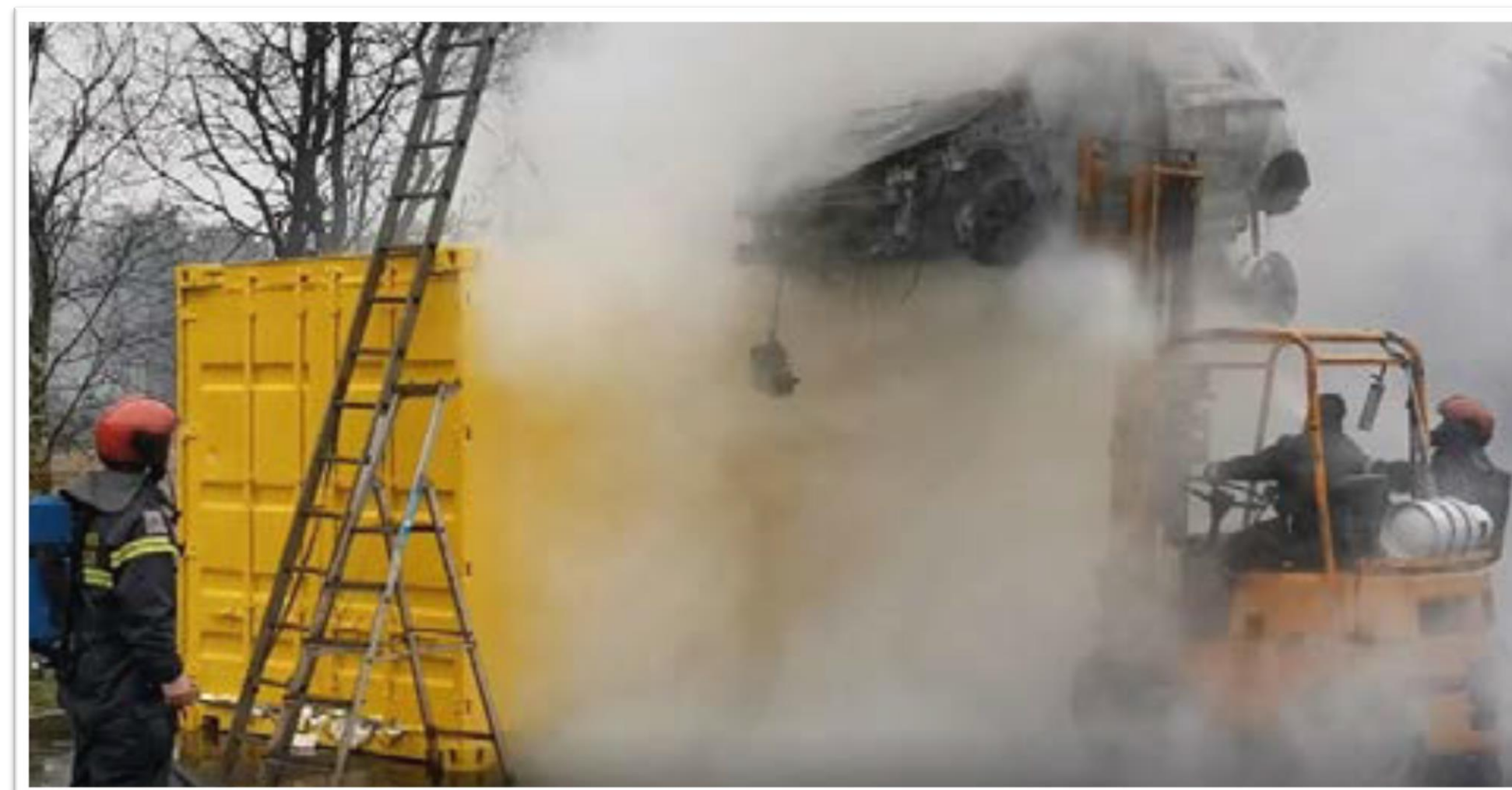


# Kontener do gaszenia pożarów pojazdów elektrycznych

Zmodyfikowany pojemnik ze specjalnym wlotem i wylotem wody.

Wzrost temperatury wody z 8 °C do 15 °C w ciągu godziny.

Zaleca się pozostawienie tam samochodu na 2 tygodnie. Następnie woda jest odpadem chemicznym i usuwana w sposób określony przez lokalne władze w zakresie odprowadzania zanieczyszczonej wody.

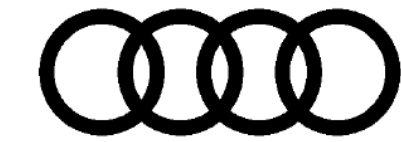


Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=2W4NzUQffcE&t=820s>

Źródło: Rise Sweden report 2019/50, Research Institutes of Sweden AB RISE Report 2019:50, ISBN: 978-91-88907-78-3



# Zasady postępowania przy zwalczaniu pożaru pojazdu elektrycznego – przykłady dokumentów



## Wytyczne dla służb ratowniczych

Samochody z napędami alternatywnymi e-tron

Wytyczne dla służb ratunkowych.  
Samochody osobowe, vany i terenowe  
Według standardu ISO 17840-3  
Mercedes Benz, 2021

### Środki gaśnicze

Zasadniczo stosować można wszystkie dostępne środki gaśnicze. W miarę możliwości gasić dużą ilością wody (ok. 100 l/min). Permanentne gaszenie wodą może na tyle mocno schłodzić akumulator wysokiego napięcia (akumulator litowo-jonowy), że pożar przestanie się rozprzestrzeniać.

### Piktogramy



Pojazd elektryczny



Użycie wody do gaszenia ognia



Dostęp do akumulatora wysokiego napięcia

### Zalecenia dotyczące gaszenia pożaru

Jeśli metalowa obudowa akumulatora wysokiego napięcia jest zamknięta:


- Temperatura obiektu do 80°C: brak działań, przy rosnącej temperaturze dalej obserwować
- Temperatura obiektu powyżej 80°C: gasić (schładzać) z większej odległości dużą ilością wody

Jeśli metalowa obudowa akumulatora wysokiego napięcia jest otwarta:

- Gasić (schładzać) z większej odległości dużą ilością wody

W miarę możliwości pojazd lub akumulator ustawić w bezpiecznym miejscu na zewnątrz (na stanowisku do obserwacji). Pozwolić, aby akumulator wysokiego napięcia wypalił się w sposób kontrolowany, zapobiegając jednocześnie dalszemu rozprzestrzenianiu się pożaru.

Informacje na temat obchodzenia się z uszkodzonym akumulatorem wysokiego napięcia znajdują się w rozdziale „[Informacje na temat akumulatora wysokiego napięcia](#)”.

Standardowe zasady postępowania		Nr SZP
Samochód z napędem elektrycznym oraz hybrydowym		4
 <p>Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej</p> <p>Standardowe zasady postępowania podczas zdarzeń z samochodami z napędem elektrycznym oraz hybrydowym</p>		
Data wydania	Wydanie	Zatwierdza:
Maj 2023 r.	drugie	Zastępca Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej nadbryg. Arkadiusz Przybyła <small>/podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym/</small>
Opracował:	Przedkłada:	Akceptuje:
Zespół KG PSP	bryg. Tomasz Jonio	st. bryg. Jacek Zalech
Cel dokumentu		
<p>Niniejszy dokument ma na celu usystematyzowanie aktualnego stanu wiedzy na temat postępowania ratowniczego z samochodami o napędzie elektrycznym bądź hybrydowym (BEV, ang. <i>Battery Electric Vehicles</i>; HEV, ang. <i>Hybrid Electric Vehicles</i>; MHEV, ang. <i>Mild Hybrid Electric Vehicles</i>; PHEV, ang. <i>Plug-in Hybrid Electric Vehicles</i>, REEV, ang. <i>Range Extended Electric Vehicles</i>). Należy pamiętać, że podczas prowadzenia działań może dojść do nagłego pożaru akumulatora. Mając to na uwadze, należy zawsze pamiętać, że podczas formułowania zamiarów taktycznych, <b>bezpieczeństwo</b> ratowników stanowi priorytet. Niniejsze standardowe zasady postępowania (SZP) mają być wsparciem Kierującego Działaniem Ratowniczym (KDR). Z uwagi na dynamiczny rozwój technologiczny elektromobilności, część proponowanych rozwiązań będzie wymagała okresowej rewizji, co może w przyszłości prowadzić do zmiany obecnie przedstawionych koncepcji działań ratowniczych.</p>		
Charakterystyczne właściwości i konstrukcja		
<p>Samochody z napędem elektrycznym lub hybrydowym posiadają szereg charakterystycznych elementów, na podstawie których można stwierdzić, że mamy do czynienia z tym rodzajem napędu. Nie muszą to być jednak elementy standardowe/wspólne dla każdego producenta. Ratownik powinien posiadać wiedzę na temat sposobu identyfikacji. Cechy te wymieniono w punkcie „Rozpoznanie i działania zabezpieczające” niniejszego opracowania.</p>		

Źródło: <https://www.gov.pl/web/kgpsp/zatwierdzono-standardowe-zasady-postepowania-podczas-zdarzen-z-samochodami-z-napedem-elektrycznym-oraz-hybrydowym--material-opracowany-przez-zespol-zadaniowy-komendanta-glownego-psp>



# Dziękuję za uwagę!



Dr inż. Marta Żurek-Mortka

Starszy Specjalista, Grupa Badawcza Systemów  
Sterowania, Centrum Prototypowania  
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii  
Eksploatacji, Radom

E-mail: [marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl](mailto:marta.zurek-mortka@itee.lukasiewicz.gov.pl)

