

# Instrukcja Użytkowania

## Akumulatorów LiFePO4

W przypadku nie stosowania się do Instrukcji Użytkowania akumulatorów LiFePO4, dokonywania napraw lub wykonywania czynności zabronionych - gwarancja zostaje utracona.

### 1. Bezpieczeństwo

Należy bezwzględnie stosować się do zaleceń producenta i instrukcji BHP. Przy akumulatorze powinny pracować jedynie osoby posiadające odpowiednie uprawnienia.

- Zabrania się palenia w pomieszczeniu, w którym zainstalowana jest bateria akumulatorów (ogniw) a także używania ognia lub źródła ognia, ponieważ istnieje ryzyko wybuchu lub pożaru.
- Należy zapewnić odpowiednią wymianę powietrza (wentylację naturalną - grawitacyjną lub wymuszoną) w miejscu użytkowania baterii akumulatorów (ogniw).
- Metalowe części baterii są zawsze pod napięciem, dlatego nie należy na nich umieszczać żadnych przyrządów ani narzędzi.
- Istnieje niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym. Baterie (ogniwa) gromadzą dużą wartość energii elektrycznej i nawet rozładowane mogą wymusić przepływ prądu zwarciovego. Należy bezwzględnie zapobiegać możliwościom zwarcia wyprowadzeń (biegunów) dodatnich (+) i ujemnych (-) pojedynczej baterii (ogniwa) lub całej baterii akumulatorów (baterie składające się z wielu ogniw mogą posiadać napięcie niebezpieczne dla życia). Przed rozpoczęciem pracy z bateriami należy zdjąć wszelką biżuterię i metalowe ozdoby oraz stosować tylko izolowane narzędzia.

### 2. Recykling

Należy stosować się do odpowiednich przepisów o utylizacji odpadów niebezpiecznych. Baterie (ogniwa) oznaczone symbolem utylizacji, należy dostarczyć do zakładu utylizującego lub w przypadku uzgodnienia, oddać do producenta. Zużyte akumulatory nie mogą być mieszane z odpadkami chemicznymi ani domowymi.



### 3. Parametry eksploatacyjne

#### 3.1 Ładowanie

Akumulatory LiFePO4 należy ładować dedykowaną ładowarką, metodą CC-CV, stałonapięciowo z ograniczeniem początkowego prądu ładowania. Powinien być on mniejszy niż maksymalny prąd ładowania określony w specyfikacji produktu, w przeciwnym wypadku może spowodować on uszkodzenie akumulatora.

Napięcie ładowania podczas pracy **buforowej** (zasilanie awaryjne) powinno zawierać się w zakresie od **3,375 do 3,45 [V/ogniwo]** , czyli od **13,50 do 13,80 [V]** dla akumulatora o napięciu 12,8 [V] (4 ogniwa).

W przypadku akumulatora o napięciu 25,6V (8 ogniw), napięcie ładowania dla pracy **buforowej** powinno mieścić się w przedziale od **27,00 do 27,60 [V]**

Podczas pracy **cyklicznej** (powtarzane cykle rozładowania/ładowania) gdy akumulator stanowi podstawowe źródło zasilania, napięcie ładowania powinno zawierać się w zakresie od **3,60 do 3,65 [V/ogniwo]** czyli od **14,40 do 14,60 [V]** dla akumulatora o napięciu 12.8 [V] (4 ogniwa).

W przypadku akumulatora o napięciu 25,6V (8 ogniw), napięcie ładowania dla pracy **cyklicznej** powinno mieścić się w przedziale od **28,80 do 29,20 [V]**

**Cykl CC** ładuje akumulator stałym prądem, napięcie wyjściowe ładowarki jest wyższe niż nominalne napięcie akumulatora. Kiedy akumulator osiąga maksymalne napięcie bezpieczne, kończy się cykl CC, a zaczyna cykl CV.

**Cykl CV** ładuje akumulator stałym napięciem, aż do momentu zmniejszenia się wartości prądu do blisko zera. Wtedy odbywa się balansowanie ogniw akumulatora. Podczas balansowania ogniw, które osiągnęły za wysoką wartość napięcia, są rozładowywane poprzez specjalny rezystor. Dzięki temu ogniwa te są zabezpieczone przed przeładowaniem oraz dają czas pozostałym ogniwom na naładowanie się do końca.

Kiedy różnica napięć balansowanych cel będzie na tyle mała i osiągnie wartość dopuszczalną przez ładowarkę i BMS, cykl CV się kończy i przechodzi w cykl naładowanej baterii.

**Cykl naładowanej baterii** rozpoczyna się zaraz po zakończeniu balansowania i kończy proces ładowania. Podczas tego cyklu ładowarka jest odłączona od akumulatora poprzez otwarcie stycznika ładowania.

UWAGA: Nie ładować akumulatora w temperaturze poniżej 0[°C]

### 3.2 Temperatura

Akumulatory LiFePO4 charakteryzują się wysoką tolerancją termiczną, jednak dla zachowania jak najdłużej swoich parametrów znamionowych, należy:

- umieszczać akumulator z dala od urządzeń będących źródłem ciepła (np. transformator, radiator),
- zastosować efektywną naturalną lub wymuszoną wentylację lub klimatyzację,

Praca w wysokiej temperaturze, powyżej 60°C, oprócz znacznego skrócenia żywotności akumulatorów może doprowadzić do ich uszkodzenia.

Temperatura ładowania wynosi 0 °C ~ 50 °C. Ilość cykli żywotności akumulatora może się różnić, w zależności od temperatury pracy. Po przekroczeniu 40 °C, wymagana jest wentylacja i rozpraszanie ciepła.

Temperatura rozładowania wynosi -20 °C ~ 60 °C. Ilość cykli żywotności akumulatora może się różnić, w zależności od temperatury pracy. Po przekroczeniu 40 °C, wymagana jest wentylacja i rozpraszanie ciepła.

Wilgotność otoczenia nie może przekroczyć RH≤85%. Poziom szczelności IP to IP54.

### 3.3 Głębokość rozładowania

Nadmierne rozładowanie akumulatora powoduje ograniczenie jego możliwości magazynowania energii, zmniejszenie pojemności i skrócenie żywotności. Akumulatory LiFePO4 posiadają zabezpieczenie przed zbyt głębokim rozładowaniem, jednak pozostawienie rozładowanego akumulatora przez dłuższy czas bez ładowania przyczynia się do częściowej, nieodwracalnej utraty dostępnej pojemności. Płytkie rozładowania akumulatora litowo-jonowego jest korzystne dla poprawy jego żywotności. Prąd rozładowania powinien być mniejszy niż maksymalny prąd rozładowania określony w karcie katalogowej. Rozładowaniem prądem większym niż zalecany może spowodować uszkodzenie akumulatora oraz zabezpieczenia BMS.

Akumulator w którym zadziała zabezpieczenie BMS, przed zbyt głębokim rozładowaniem, napięcie spada znacznie poniżej znamionowego i jeśli nie wróci automatycznie po krótkiej chwili do wartości napięcia sprzed zadziałania zabezpieczenia, należy akumulator wzbudzić napięciem ładowania. Przyłożone napięcie ładowania

musi być odpowiednie względem rodzaju akumulatora, to znaczy, dla akumulatora 12.8V napięcie wzbudzenia to przedział ~10V-14.6V, dla akumulatora 25.6V napięcie wzbudzenia to przedział ~20V-29.2V.

Po zadziałaniu zabezpieczenia BMS przed zbyt głębokim rozładowaniem, czyli poniżej 10V, zaleca się naładować akumulator po odczekaniu minimum 10 minut. Naładować najpóźniej 12h po rozładowaniu.

W systemie BMS pomimo zastosowanych zabezpieczeń jest możliwe uszkodzenie akumulatora poprzez niepoprawne użytkowanie. Pozostawienie rozładowanego akumulatora na okres czasu dłuższy niż 72 godziny skutkuje permanentnym uszkodzeniem akumulatora.

#### 4. Środki ostrożności i eksploatacja.

W celu utrzymania akumulatora w jak najlepszej wydajności oraz ochrony przed zniszczeniem, zapaleniem i innymi formami uszkodzenia akumulatora, bezwzględnie wymagane jest stosowanie się do poniższych zasad:

- Nie zanurzać akumulatora w wodzie.
- Trzymać z dala od ognia, grzejnika i innych źródeł ciepła.
- Trzymać akumulator z dala od dzieci i zwierząt.
- Nie zwierać akumulatora.
- Nie podłączać szeregowo więcej niż 4 akumulatorów 12.8V oraz nie więcej jak 2 akumulatory 25.6V.
- Nie przechowywać oraz nie przewozić razem z metalowymi przedmiotami.
- Nie uderzać, nie rzucać, nie upuszczać akumulatora.
- Ze względu na elektronikę wewnątrz akumulatora LiFePO<sub>4</sub>, w postaci układu BMS, należy zachować szczególną ostrożność podczas eksploatacji oraz transportu takiego akumulatora.  
Dla pracy w instalacjach mobilnych należy zapewnić odpowiednią amortyzację przed wstrząsami oraz wibracjami akumulatora w postaci mat bitumicznych, gąbek lub innego materiały zabezpieczające przed trwałym uszkodzeniem akumulatorów.
- Nie demontować/ otwierać akumulatora.
- Nie lutować nic bezpośrednio do akumulatora.
- Nie przekłuwać obudowy żadnymi przedmiotami.
- Nie używaj w otoczeniu silnego pola elektrostatycznego oraz magnetycznego.
- Przed równoległym podłączeniem modułu upewnić się, że rozbieżność napięcia zestawu akumulatorów jest mniejsza niż 100mV, stare i nowe akumulatory nie mogą być mieszane.
- Jeśli akumulator przecieka, płyn dostanie się do oka lub skóry, nie pocierać go, należy przemyć miejsce kontaktu czystą wodą i natychmiast wezwać pomoc medyczną.
- Jeśli akumulator wydziela dziwny zapach, nadmierne ciepło, odbarwienie, odkształcenie lub jakiegokolwiek nieprawidłowości od normy podczas użytkowania, przechowywania lub ładowania, natychmiast odłączyć go od obciążenia. Następnie odstawić akumulator w bezpieczne miejsce i skontaktować się z dostawcą.
- Nie nosić metalowych przedmiotów podczas obsługi i użytkowania akumulatora
- Przed przekazaniem wyeksploatowanego akumulatora do recyklingu, należy zaizolować zaciski złomowanego

akumulatora, aby zmniejszyć potencjalne zagrożenie niebezpieczeństwa.

- Zanieczyszczone zaciski akumulatora należy przetrzeć suchą szmatką, aby zachować odpowiednie przewodzenie i połączenie z akumulatorem.
- W przypadku nadmiernego rozładowania akumulatora po długim okresie przechowywania, należy wykonać cykl akumulatora co najmniej raz w miesiącu i utrzymywać zakres napięcia (13,32-13,6 V)
- Nie myć elementów metalowych rozpuszczalnikiem organicznym.
- Nie podłączać akumulatora bezpośrednio do gniazd elektrycznych
- Używać dedykowanej ładowarki.
- Nie ładować poniżej 0°C
- Ładować akumulator tylko pod nadzorem
- Ładować akumulator zgodnie z instrukcją ładowarki oraz karty katalogowej.
- Nie odwracać polaryzacji ładowania.
- Nie ładować akumulatora przez długi czas, odłączyć ładowarkę po pełnym naładowaniu. Postępować zgodnie z instrukcją ładowarki.
- Nie ładować, nie rozładowywać oraz nie przechowywać akumulatora w temperaturze powyżej 60 °C.
- Nie przeciążać akumulatora nadmiernym prądem ładowania oraz rozładowania.
- Nie podłączać odwrotnie zacisków akumulatora plus(+) i minus (-) , ponieważ spowoduje to uszkodzenie akumulatora oraz wewnętrznego układu BMS.
- Po odcięciu BMS podczas rozładowywania należy naładować baterię w ciągu 12 godzin.
- Naładować baterię w ciągu 12 godzin po rozładowaniu.

## 5. System zarządzania baterią BMS

Ogniwa znajdujące się w akumulatorach litowo-jonowych mimo niemal identycznych parametrów, mogą w różnym stopniu i czasie się ładować i rozładowywać. Każde ogniwo litowo-jonowe jest bardzo wrażliwe na przeładowanie i nadmierne rozładowanie. Z tego powodu konieczne jest, aby każdy akumulator posiadał zabezpieczenie przed wyżej wymienionymi zagrożeniami.

System zarządzania baterią (BMS - ang. Battery Management System) poprzez pomiary i kontrolę parametrów akumulatora spełnia określone zadania:

- zabezpiecza ogniwa akumulatora przed zbyt głębokim rozładowaniem, czyli przekroczeniem minimalnego bezpiecznego napięcia (dla akumulatorów LiFePO4 wynosi ono 2,5V/ogniwo),
- zabezpiecza ogniwa akumulatora przed przeładowaniem, czyli przekroczeniem maksymalnego bezpiecznego napięcia (dla akumulatorów LiFePO4 wynosi ono 3,65V/ogniwo),
- zabezpieczenie termiczne przed zbyt wysoką temperaturą pracy akumulatora, załączą się powyżej 65°C.
- zabezpieczenie przed przeciążeniem, zbyt dużym prądem.
- dodatkowo BMS posiada układ balansujący, który wyrównuje napięcia na wszystkich celach w ostatniej fazie ładowania, co wydłuża żywotność i bezawaryjność akumulatora.

## 6. Przechowywanie

Akumulatory należy przechowywać w następujących warunkach:

- Temperatura otoczenia 0°C~40°C (najlepsza temperatura przechowywania to 15°C~25°C)
- Przechowywać w chłodnym i suchym miejscu.
- W pomieszczeniu wentylowanym, bez wystawienia na działanie promieni słonecznych.
- Dla zachowania swojej żywotności, akumulatory pozostawione na dłuższy czas, zostawić na poziomie 50%-70% naładowania.
- Po okresie przechowywania 6 miesięcy zaleca się wykonać przynajmniej jeden cykl ładowania ( dla akumulatorów z komunikacją nawet częściej), aby zmniejszyć proces degradacji ogniwa.
- Przechowywać z zakrytymi zaciskami.

## 7. Transport

Akumulator litowo-jonowy musi być transportowany w oryginalnej obudowie, w pozycji pionowej. Jeśli akumulator transportuje się w opakowaniach na paletach i wymagane jest użycie pasów, należy używać miękkich pasów do podtrzymywania ładunku, aby uniknąć uszkodzenia. W rozwiązaniach mobilnych, gdzie akumulatory nie są transportowane w oryginalnych kartonach, należy we własnym zakresie zapewnić odpowiednią amortyzację przed wstrząsami oraz wibracjami akumulatora w postaci mat bitumicznych, gąbek lub innych materiałów, zabezpieczające przed trwałym uszkodzeniem akumulatora. Nie wolno znajdować się pod baterią, kiedy jest podniesiona. Zawsze należy podnosić baterię za uchwyty, nigdy za zaciski!