Porady / Usystematyzowana wiedza / Case studies

Niskie czy wysokie napięcie?

Poradnik dla instalatora

AKADEMIA ENERGYNAT

ENERGYNAT TRADE

Wstęp

W życiu rosnące napięcie zwykle oznacza kłopoty. W energetyce... niekoniecznie. Wysokie napięcie, tak samo jak niskie, ma swoje pozytywne i negatywne strony.

Systemy wysokonapięciowe są przez niektórych instalatorów uważane za lepsze. W końcu w największych instalacjach projektowanych przez najlepsze firmy na rynku znajdziemy wyłącznie falowniki high voltage. Jeśli i Ty tkwisz w takim założeniu, to prawdopodobnie wpadłeś w pułapkę myślenia. Częsty błąd poznawczy. Jeśli widzisz coś bardzo często, to podświadomie ufasz, że jest to najlepsze rozwiązanie. Ale przecież to, co jest najlepsze dla dużego zakładu produkcyjnego, wcale nie musi być najlepsze dla Twojego klienta, który energią z OZE zasili pralkę i telewizor.

Żeby świadomie podjąć decyzję o wyborze falownika nisko- lub wysokonapięciowego warto poznać zastosowanie, a także wady i zalety obu tych rozwiązań. Pomoże w tym niniejszy Poradnik.

Z życzeniami owocnej lektury
Zespół Energynat

Spis treści

str. 4-9 **Systemy niskonapięciowe**
- Charakterystyka techniczna
- Zalety
- Wady

str. 10-13 **Systemy wysokonapięciowe**
- Charakterystyka techniczna
- Zalety
- Wady

str. 14-15 **Case study – możliwe scenariusze instalacji**
- Scenariusz A. Mały dom, oświetlenie i lodówka (System LV).
- Scenariusz B. Nowoczesny dom z pompą ciepła i ładowarką EV (System HV).

SolaX Power to producent, który nie obiecuje, lecz udowadnia. Tysiące działających systemów na całym świecie dowodzi, że jakość i niezawodność urządzeń tej marki jest obiektywnym faktem, a nie marketingową wydmuszką. Postaw na markę, której ufają największe firmy instalacyjne na świecie.

NOWY NISKO NAPIĘCIOWY

X3-NEO-LV

- Niskonapięciowy (Low Voltage)
- Moc 5 / 8 / 10 / 12 / 15 / 20 kW
- 2 MPPT (2x 18 A)
- Obsługuje taryfy dynamiczne w Pstryk
- 10 lat gwarancji i polski serwis

500+ uzyskanych międzynarodowych certyfikatów

300+ opatentowanych technologii

4 centra badawczo-rozwojowe

Systemy LV (Lov Voltage)

Kilka słów technicznych

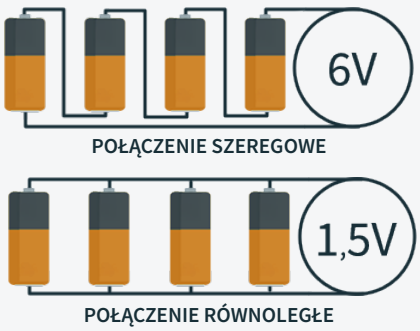
Systemy low voltage naturalnie różnią się konstrukcyjnie od falowników wysokich napięć. Charakterystyczne dla inwerterów niskonapięciowych jest bardzo wysokie natężenie prądu. Powoduje to, że okablowanie inwertera musi być grubsze i bardziej wytrzymałe (ale o tym później), a architektura wnętrza dostosowana do dużej ilości prądu.

Izolacja galwaniczna

W falownikach niskonapięciowych występuje dwukierunkowa przetwornica DC/DC o dużej wydajności. Ponieważ napięcie baterii jest niskie (ok. 40–60 V), a napięcie szyny DC wewnątrz falownika musi wynosić ok. 350–400 V (aby wytworzyć 230 V AC), przetwornica musi posiadać bardzo wysoki współczynnik wzmocnienia. Często stosuje się tu **transformatory wysokiej częstotliwości**, które zapewniają izolację galwaniczną między akumulatorem a siecią.

Układy chłodzenia

Standardowo w urządzeniach tego typu stosuje się masywne busbary zamiast cienkich ścieżek, a także montuje się aktywne układy chłodzenia.



Połączenie równoległe

Istotną różnicą jest również połączenie. W przypadku systemów *low voltage* magazyny energii są połączone równolegle, zaś w przypadku *high voltage* – szeregowo.

Zalety

Bezpieczeństwo

W systemach *low voltage* napięcie zwykle wynosi 48 V, co oznacza, że mieści się w granicach tzw. napięcia bezpiecznego. Ryzyko porażenia prądem ze skutkiem śmiertelnym podczas instalacji bądź prac serwisowych jest dzięki temu znacznie mniejsze.

Cena

Z uwagi na prostszą budowę niskonapięciowe magazyny energii są tańsze. Ponadto w *low voltage* falowniki mogą pracować już od 1 sztuki magazynu energii. Sumarycznie koszty początkowe mogą być więc niższe.

Możliwość rozliczania w taryfach dynamicznych

Warto dodać, że systemy niskonapięciowe SolaX NEO umożliwiają pracę falownika i magazynu energii w oparciu o ceny dynamiczne w TGE i w Pstryk. Dzięki rozliczaniu w Pstryk prosumenci mogą w opłacalny sposób korzystać z dynamicznych cen na rynku energii, w tym z cen ujemnych oraz śledzić swoje zużycie i koszty energii na bieżąco.

Łatwa rozbudowa i ciągłość działania pomimo awarii modułu

Dzięki równoległemu połączeniu baterii rozbudowa instalacji jest dużo łatwiejsza. W przypadku, gdy jeden moduł jest uszkodzony, zwykle wystarczy go odłączyć, a reszta systemu działa bez zarzutu. Co ciekawe, w przypadku rozwiązań SolaX NEO instalacja kontynuuje działanie nawet bez odłączenia felernego modułu, ciągłość pracy fotowoltaiki jest więc zmaksymalizowana. W systemach wysokonapięciowych awaria jednego modułu unieruchamia cały magazyn. Urządzenia *low voltage* są ponadto dostosowane do pracy w warunkach niestabilnej sieci. Co ważne, rozbudowa takiej instalacji jest możliwa również po wielu latach.

Wady

Niższa sprawność

W systemach *low voltage* falownik musi podbić napięcie z akumulatora kilkukrotnie. To oznacza, że przetwornica DC/DC wykonuje ogromną pracę, co powoduje straty energii idące w ciepło, a w rezultacie około 2-5% niższą sprawność całego cyklu. W przypadku niewielkich instalacji nie jest to jednak silnie odczuwalne.

Ograniczona moc wyjściowa

Większość falowników *low voltage* ma ograniczenie prądu rozładowania akumulatora (np. do 100 A lub 120 A). Oznacza to, że falownik może być w stanie pobrać z magazynu maksymalnie ok. 5 kW mocy w danej chwili. Jeśli klient włączy jednocześnie czajnik (2 kW) i płytę indukcyjną (4 kW), system niskonapięciowy może nie nadążyć i będzie musiał dobrać brakujący 1 kW z sieci energetycznej, mimo że magazyn jest pełny.

Wysokie natężenie prądu

Przy niskim napięciu przez układ przechodzi znacznie większy prąd niż w przypadku niskiego napięcia. Taki stan rzeczy stawia przed instalatorem nieco większe wyzwania. Po pierwsze, konieczne jest użycie grubszych, a więc nieco droższych i trudniejszych w montażu, kabli. Po drugie, należy szczególnie uważać na przegrzewanie się styków. Wymaga to idealnego dokręcenia zacisków i regularnych przeglądów, aby uniknąć stopienia izolacji lub pożaru. Jednak istnieją na rynku rozwiązania takie jak SolaX Neo, które wyposażono w automatyczne monitorowanie temperatury złączy DC.

Ale! Warto mieć na uwadze, że opisane wyżej ograniczenie nie dotyczy każdego systemu *low voltage*. I tym razem na rynku wyróżnia się rozwiązanie SolaX NEO, w którym ograniczenie prądu to aż 350 A. Wtedy falownik jednocześnie bez przeszkód pobiera z magazynu nawet 20 kW. To nie ostatnia przewaga systemów niskonapięciowych z tej serii – w dalszej części Przewodnika opowiemy o pozostałych.

Porady

- **Zaciskaj, nie lutuj: przy prądach rzędu 100–200 A końcówki oczkowe muszą być zaprasowane praską hydrauliczną. Słaby styk to najczęstsza przyczyna pożarów w instalacjach niskonapięciowych (tworzy się punktowe źródło ciepła).**
- **Pamiętaj, że łuk elektryczny prądu stałego (DC) jest trudniejszy do ugaszenia niż AC. Stosuj wyłącznie dedykowane rozłączniki i bezpieczniki DC o odpowiednim prądzie zwarciowym.**

Kiedy low voltage to dobre rozwiązanie?

Na wstępie warto podkreślić, że falowniki i magazyny *low voltage* są zazwyczaj dostosowane wyłącznie do użytku wewnętrznego, co znaczy, że można je instalować w domu bądź innym budynku, np. gospodarczym, ale nigdy na zewnątrz. Wyjątkiem od tej reguły są urządzenia wzbogacone o ogrzewanie. Tu znowu wyróżnić należy niskonapięciowe falowniki od SolaX, które są odporne na mrozy. Ze względu na głośność działania i komfort użytkowników końcowych, producent wręcz zaleca instalację urządzeń na zewnątrz.

Aby ograniczyć straty energii, konieczna jest **również instalacja z zachowaniem niewielkich odległości (do dwóch metrów)**. Nie zaleca się instalacji niskonapięciowych w budynkach, w których magazyn koniecznie musi być zamontowany w sporej odległości od inwertera.

Co do zasady ***low voltage* to dobry wybór w przypadku niewielkich i niezbyt skomplikowanych instalacji**. Wówczas zalety urządzeń wysokonapięciowych nie przeważają nad zaletami low voltage. Ze względów ekonomicznych oraz z uwagi na bezpieczeństwo korzystny jest wówczas wybór urządzeń niskiego napięcia.

Porady

- **Zachowuj niewielkie odległości pomiędzy urządzeniami, aby ograniczyć straty energii (maksymalna bezpieczna odległość: 2 metry).**
- **Wybierz systemy niskonapięciowe, jeżeli montujesz nieskomplikowane instalacje fotowoltaiczne.**
- **Postaw na urządzenia SolaX, jeśli planujesz instalacje na zewnątrz.**

Rozważ instalację *low voltage*, jeśli:

Planujesz etapową rozbudowę systemu

Inwertery niskonapięciowe (zwykle 48V) pozwalają na niemal nieograniczone **łączenie równoległe** różnych modułów bateryjnych, co ułatwia klientowi dokupienie magazynu energii za rok lub dwa

Bezpieczeństwo serwisowe jest dla Ciebie kluczowe

Praca z napięciem stałym poniżej 60V DC drastycznie zmniejsza ryzyko powstania **łuku elektrycznego** i porażenia podczas montażu lub konserwacji w porównaniu do systemów wysokonapięciowych

Instalacja jest małej lub średniej wielkości

W większości domów jednorodzinnych (magazyny 5–15 kWh) systemy 48V są standardem rynkowym i oferują **najlepszy stosunek ceny do możliwości** przy mniejszych pojemnościach

Szukasz szerokiej kompatybilności

Rynek baterii 48V jest najbardziej nasycony – falownik niskonapięciowy daje instalatorowi większą swobodę w doborze magazynu

Montujesz system off-grid lub backup

Falowniki niskonapięciowe często lepiej radzą sobie z **przeciążeniami chwilowymi** przy starcie urządzeń indukcyjnych (np. pomp) w trybie wyspowym

O czym pamiętać podczas wyboru przewodów do instalacji LV?

Połączenie falownika z magazynem energii

Przekrój: zazwyczaj 25 mm^2 (lub większy przy rozbudowie).

Typ: giętka linka miedziana, aby ułatwić montaż.

Długość: do 2 metrów.

Połączenie falownika z panelami PV

Przekrój: najczęściej stosuje się przewody 6 mm^2.

Typ: specjalistyczne kable solarne (np. H1Z2Z2-K), odporne na warunki atmosferyczne i UV.

Połączenie falownika z siecią

Przekrój: dobierany do mocy falownika. Dla typowego falownika hybrydowego 5kW~10kW stosuje się zazwyczaj przewody 5x4 mm^2 lub 5x6 mm^2 (YKY lub NYY).

Rodzaj: przewód miedziany, trójfazowy lub jednofazowy (w zależności od typu falownika).

Systemy HV (High Voltage)

W systemach *high voltage*, czyli wysokonapięciowych, kluczową różnicą jest praca na napięciach rzędu 150V – 600V DC (a nawet wyższych), zamiast tradycyjnych 48V. Zmienia to całkowicie architekturę wewnętrzną urządzeń.

Ponieważ falownik *high voltage* pracuje na napięciu zbliżonym do napięcia szyny DC, konwersja jest prostsza i sprawniejsza. Co za tym idzie, systemy wysokonapięciowe nie potrzebują transformatorów zajmujących dużo miejsca. Co więcej, wysokie napięcie powoduje, że natężenie prądu jest niższe, więc komponenty nie nagrzewają się tak mocno. To oznacza, że chłodzenie nie jest tak istotne jak w systemach *low voltage*.

Najistotniejsza wydaje się jednak różnica w budowie magazynów energii. W przypadku magazynów wysokonapięciowych zwykle nie mamy do czynienia z jedną dużą baterią, lecz z kilkoma modułami, które połączone razem tworzą tzw. wieżę. Na jej szczycie znajduje się moduł zarządzający, który „pilnuje", żeby najsłabsze ogniwo nie ograniczało wydajności całego systemu.

Ze względu na wysokie napięcia, obudowy i złącza mają znacznie wyższe rygory izolacyjności niż w systemach 48V.

Niskonapięciowe vs wysokonapięciowe

Cecha	System LV	SystemHV
Napięcie pracy	ok. 48 V - 52 V	150 V - 600 V +
Prąd (przy 5kWh)	ok. 100 A - 120 A	ok. 10 A - 25 A
Przekrój kabli	ok. 35 - 70 mm^2	4 - 6 mm^2
Sprawność	Niższa	Wyższa
Skalowalność	Równoległa	Szeregowa

Zalety

Wyższa sprawność

W systemach *high voltage* napięcie magazynu energii jest zbliżone do napięcia sieciowego (np. 300–600V zamiast 48V). Dzięki temu falownik nie musi drastycznie podbijać napięcia, co jest procesem energochłonnym. Mniejsze natężenie prądu (A) przy tej samej mocy (W) oznacza mniejsze straty na opornościach, co podnosi sprawność całego układu o ok. 2–5% w stosunku do systemów niskonapięciowych.

Prostszy i tańszy montaż

Wysokie napięcie pozwala na użycie **cieńszych przewodów** (np. 4–6 mm^2 zamiast grubych 35–50 mm^2 stosowanych w systemach 48V). Kable te są tańsze, lżejsze i znacznie łatwiejsze w prowadzeniu w korytkach czy peszlach. Dodatkowo złącza DC w systemach wysokonapięciowych są mniejsze i bardziej ustandaryzowane, co przyspiesza pracę instalatora.

Lepsza współpraca z dużymi odbiornikami

Urządzenia takie jak pompy ciepła, klimatyzatory czy ładowarki aut elektrycznych wymagają dużego impulsu mocy przy starcie. Falowniki *high voltage* potrafią błyskawicznie dostarczyć dużą moc szczytową bezpośrednio z magazynu, nie obciążając przy tym nadmiernie elektroniki sterującej. Pozwala to na stabilną pracę domu w trybie zasilania awaryjnego.

Nowoczesna, modułowa budowa

Baterie wysokonapięciowe układa się w tzw. wieże. Nie wymagają one skomplikowanego okablowania między poszczególnymi modułami bateryjnymi – wystarczy postawić jeden na drugim, a połączenia elektryczne realizowane są przez zintegrowane wtyki. Umożliwia to łatwe skalowanie pojemności w przyszłości (np. dołożenie 2,5 kWh w 10 minut).

Dłuższa żywotność

Praca na niższym natężeniu prądu to mniejsze obciążenie termiczne podzespołów (falownik mniej się grzeje). Elektronika pracująca w niższych temperaturach starzeje się wolniej, co wpływa pozytywnie na długość gwarancji.

Wady

Mniejsza elastyczność konfiguracji

Systemy wysokiego napięcia zwykle wymagają minimalnej liczby modułów baterii i ograniczone zakresy rozbudowy.

Trudniejsza rozbudowa po latach

Dokładanie nowych modułów po dłuższym czasie może powodować problemy z balansowaniem systemu. Nowe moduły bateryjne mogą nie pracować z pełną efektywnością,

Trudniejszy serwis i diagnostyka

Systemy wysokonapięciowe są bardziej złożone, a co za tym idzie, diagnostyka błędów bywa bardziej skomplikowana i często wymagają autoryzowanego serwisu producenta.

Większe wymagania bezpieczeństwa

Systemy *high voltage* pracują na napięciach nawet kilkuset volt, co wiąże się z większym ryzykiem porażenia, bardziej restrykcyjnymi wymaganiami instalacyjnymi i serwisowymi.

Awaria jednego modułu może zatrzymać cały system

W systemach *high voltage* uszkodzenie jednego elementu często blokuje działanie całego magazynu. Tego typu rozwiązania ponadto częściej wymagają interwencji serwisu.

Rozważ instalację high voltage, jeśli:

Projekt zakłada współpracę z pompą ciepła lub EV

Wysokie napięcie (150–600V DC) pozwala na bezproblemową obsługę dużych prądów rozruchowych i szybkie ładowanie samochodów elektrycznych bez przeciążania elektroniki falownika.

Kluczowa jest maksymalna sprawność cyklu

Dzięki zbliżeniu napięcia magazynu do napięcia szyny DC falownika, unikasz strat na wielostopniowej konwersji. To przekłada się na 2–4% więcej energii odzyskanej z baterii każdego dnia.

Masz ogromną przestrzeń na okablowanie i zabezpieczenia

System *high voltage* pozwala na użycie standardowych przewodów 4 mm^2 lub 6 mm^2 oraz mniejszych rozłączników DC. Oszczędzasz czas na zarabianiu grubych kabli 50/70 mm^2 i miejsce w rozdzielnicy.

Klient oczekuje estetycznego, modułowego rozwiązania

Magazyny *high voltage* to konstrukcje typu *stack*, które zajmują mało miejsca i nie wymagają plątaniny kabli między modułami, co wygląda profesjonalnie w garażu czy kotłowni.

Budujesz system typu Full Backup / UPS

Wysokonapięciowe inwertery hybrydowe znacznie lepiej radzą sobie z przełączaniem w tryb wyspowy przy pełnym obciążeniu fazowym, zapewniając stabilność napięcia 400 V.

Case study – możliwe scenariusze instalacji

Scenariusz 1

Typ: mały dom jednorodzinny lub całoroczny domek letniskowy

Główne odbiorniki: oświetlenie LED, lodówka, router, laptop, sporadycznie TV i pompa obiegowa CO

Charakterystyka obciążenia: niski pobór ciągły (200–400 W) z rzadkimi skokami (np. start kompresora lodówki)

W tym scenariuszu system wysokonapięciowy byłby strzelaniem z armaty do muchy. Lepiej sprawdzi się nieco tańszy system *low voltage*.

Dla klienta z małym budżetem kluczowa jest skalowalność. W systemie 48V można dołożyć kolejny moduł za rok lub dwa. W *high voltage* często musisz balansować całą wieżę lub dokładać moduły o identycznej charakterystyce napięciowej, co bywa trudne po zakończeniu produkcji danej serii.

Porady

Jeśli Twój klient nie planuje w najbliższych 5 latach zakupu pompy ciepła ani auta elektrycznego, oferowanie mu systemu *high voltage* może narazić go na niepotrzebne koszty, a zwrot z instalacji wydłuży się o kilka lat. System LV zapewni mu tę samą niezależność przy znacznie niższym koszcie za 1 kWh pojemności.

Scenariusz 2

Typ: nowoczesny dom jednorodzinny (150–250 m^2)

Główne odbiorniki: powietrzna pompa ciepła (6–12 kW), ładowarka EV (11–22 kW), płyta indukcyjna, rekuperacja

Charakterystyka obciążenia: wysokie piki mocy (do 15–20 kW chwilowo) oraz duże dobowe zużycie energii (20–40 kWh)

W tym scenariuszu system HV (napięcie baterii 200–600V DC) to konieczność.

Pompa ciepła przy starcie lub w trybie odmrażania (defrost) potrafi pobrać ogromną moc. W systemie 48V pobranie 10 kW mocy oznaczałoby przepływ prądu rzędu 200.

Amperów. To generuje ogromne ciepło i wymaga kabli o większym przekroju. W systemie high voltage (np. 400V) ten sam pobór to zaledwie 25 Amperów.

W systemach *high voltage* napięcie magazynu energii jest niemal równe napięciu szyny DC falownika, co oznacza mniejsze straty. W skali roku, przy dużym zużyciu energii, system wysokonapięciowy odda klientowi o 500–800 kWh więcej energii niż system niskonapięciowy o tej samej pojemności.

Magazyny *high voltage* charakteryzują się wysokim współczynnikiem C (zdolność do oddawania dużego prądu w krótkim czasie). Dzięki temu nowoczesny magazyn tego typu pozwala na ładowanie auta elektrycznego pełną mocą np. 11 kW prosto z baterii, co w systemach o mocy 48 V jest technicznie bardzo trudne.

Szukasz OZE...kazji na rozwój?

Energynat Akademia to inicjatywa edukacyjna Grupy Energynat, w ramach której realizujemy naszą misję rozpowszechniania wiedzy z zakresu rozwiązań OZE, trendów rynkowych oraz promowania dobrych praktyk instalacyjnych, pozwalających zapewnić wysoki standard usług montażowych i serwisowych.

W ofercie Energynat Akademia posiadamy szeroką gamę profesjonalnych szkoleń, kursów i webinarów z zakresu fotowoltaiki i odnawialnych źródeł energii, a także szkoleń z obszarów powiązanych, jak marketing czy techniki sprzedaży.

W ramach Energynat Akademia prowadzimy także szkolenia z zagadnień związanych z rynkiem obrotu energią, takich jak: zastosowanie magazynów energii w instalacjach PV, alternatywne modele uczestnictwa w rynku obrotu energią, umowy cPPA oraz bilansowanie energii do wielu punktów poboru.

Energynat Akademia gwarantuje:

- szkolenia prowadzone przez specjalistów z firmy Energynat oraz ekspertów technicznych i produktowych po stronie naszych partnerów biznesowych - przedstawicieli marek urządzeń i komponentów będących w dystrybucji Energynat, w tym m.in. SOFAR, SolaX Power, Jinko Solar, SolarEdge.
- dostęp do najnowocześniejszych rozwiązań w zakresie fotowoltaiki,
- pierwszeństwo w dostępie do informacji i wiadomości dotyczących nowych produktów i rozwiązań wprowadzanych przez światowej klasy producentów komponentów PV,
- dostęp do materiałów handlowych oraz broszur technicznych.

Kategorie szkoleń:

/online – w ramach e-Centrum Szkoleniowego Energynat Akademia

/stacjonarnie – w ramach Mobilnego Centrum Szkoleniowego Energynat Akademia

AKADEMIA ENERGYNAT