



Innowacje w magazynowaniu energii na potrzeby OZE – Studia przypadków magazynowania energii dla potrzeb przedsięwzięć transformacji energetycznej

TOMASZ SZEWCZYK
HEAD OF THE ENERGY STORAGE DEPARTMENT AT TFKABLE

Brighter Future
In Energy

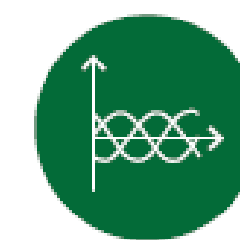


Minimalizacja stopni konwersji mocy oraz bilansowanie DC

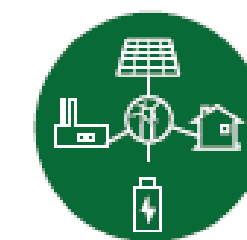


**Kompensacja mocy biernej**

– magazyn energii może realizować zadanie kompensacji mocy biernej wytworzonej w sieci użytkownika

**Stabilizacja sieci**

– zapewnia funkcjonalność stabilizacji i symetryzacji napięć fazowych oraz filtrowanie wyższych harmonicznych

**Praca mikrosieciowa**

– magazyn energii wraz z dedykowanym systemem EMS jest przystosowany do pracy mikro sieciowej, umożliwiając zarządzanie przepływem energii pomiędzy różnymi źródłami wytwórczymi i odbiorami

**Praca w trybie UPS**

– możliwość wykorzystania magazynu energii do zasilania awaryjnego wydzielonej infrastruktury, jak również ochrony procesów produkcyjnych przed zapadami i zanikami napięcia

**Praca wyspowa**

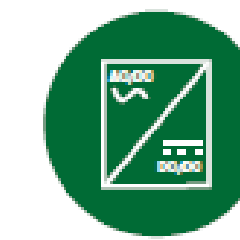
– TFPowerPack realizuje wszystkie zadania wymagane dla pracy wyspowej

**Współpraca z systemami OZE**

– zapewnia bilansowanie i kompensowanie energii wytwarzanej przez dowolne źródło energii odnawialnej



Optymalizacja lokalnie produkowanej energii np. z PV do wykorzystania w określonych godzinach

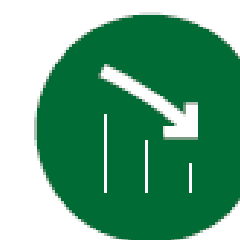


Praca w dwóch standardach napięć:

- **AC/DC** (sieci dystrybucyjne oraz przesyłowe)
- **DC/DC** (trakcja zasilająca, szybkie ładowarki prądu stałego)



Przenoszenie obciążenia z okresów wysokiego zapotrzebowania na energię na okresy pozaszczytowe



Redukcja mocy szczytowej



Infrastruktura publiczna



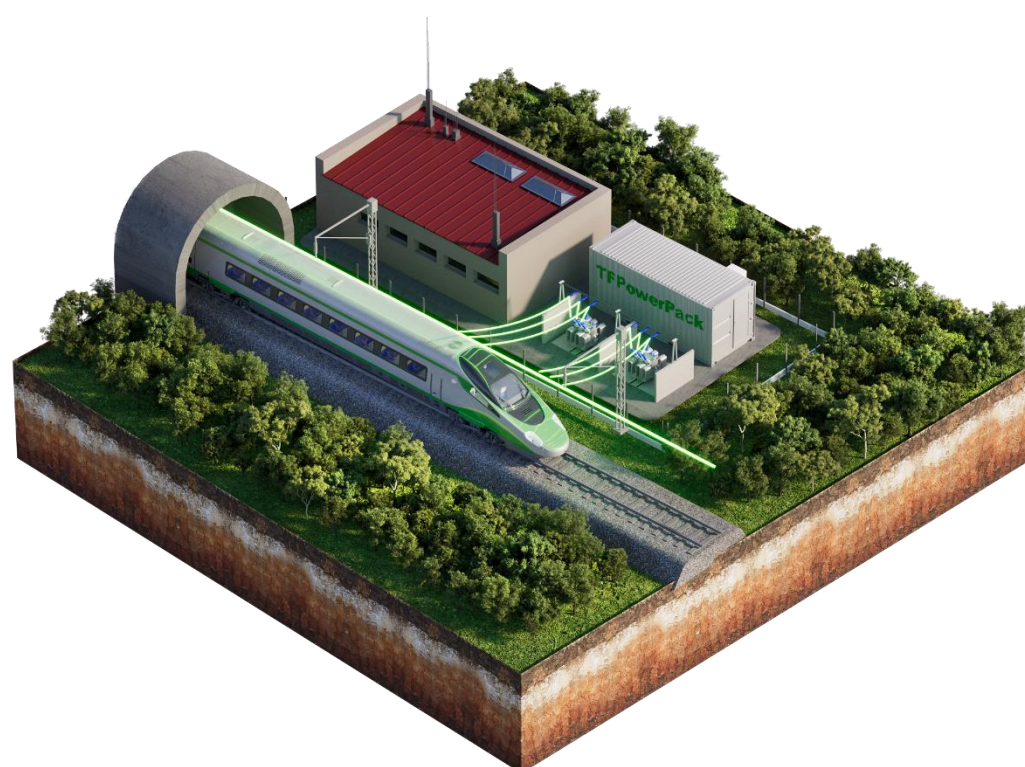
Przemysł



Transport miejski



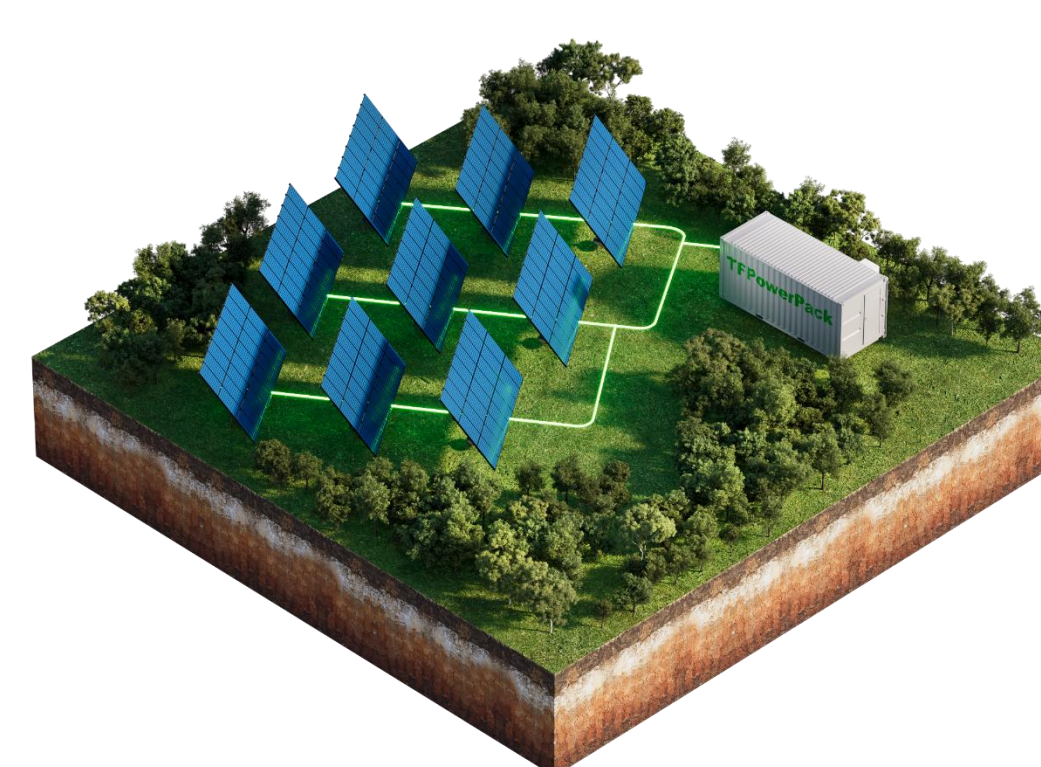
Infrastruktura podmiejska



Transport publiczny



OZE – farmy wiatrowe



OZE – farmy PV



Infrastruktura EV

Studium Przypadku nr 1

MPK Lublin

Stan pierwotny:

- Sieć trolejbusowa DC 600V
- Tabor trolejbusowy: 110 szt. + autobusy elektryczne: 40 szt.

Wymagania:

- Redukcja kar za moc przyłączeniową - codziennie rano wyjazd dużej liczby trolejbusów powoduje przekroczenie zakontraktowanej (mocy głównej zajezdni)
- Odzysk energii hamowania trolejbusów podczas zjazdu na zajezdnię
- Stabilizacja napięcia DC na szynach trakcji wahającego się pierwotnie od 560 do 780 V (w zależności od liczby trolejbusów, które ruszają lub hamują) do wahań w zakresie od 650 do 690 V

Wykonanie:

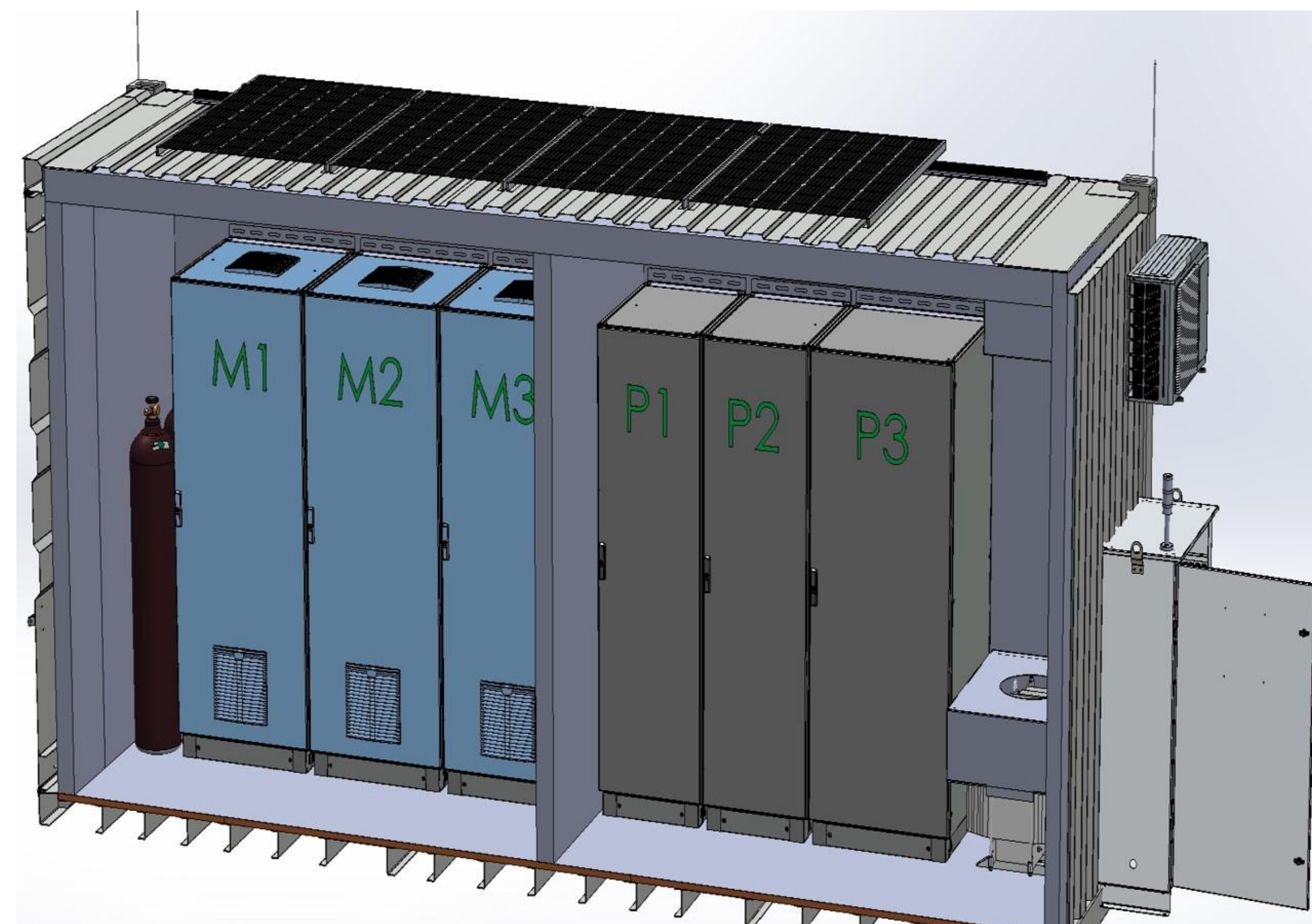
Li-Ion NMC

330 kVA

330 kWh

**Tryb pracy
DC 650-800 V**

**Tryb pracy
AC 3x400 V**

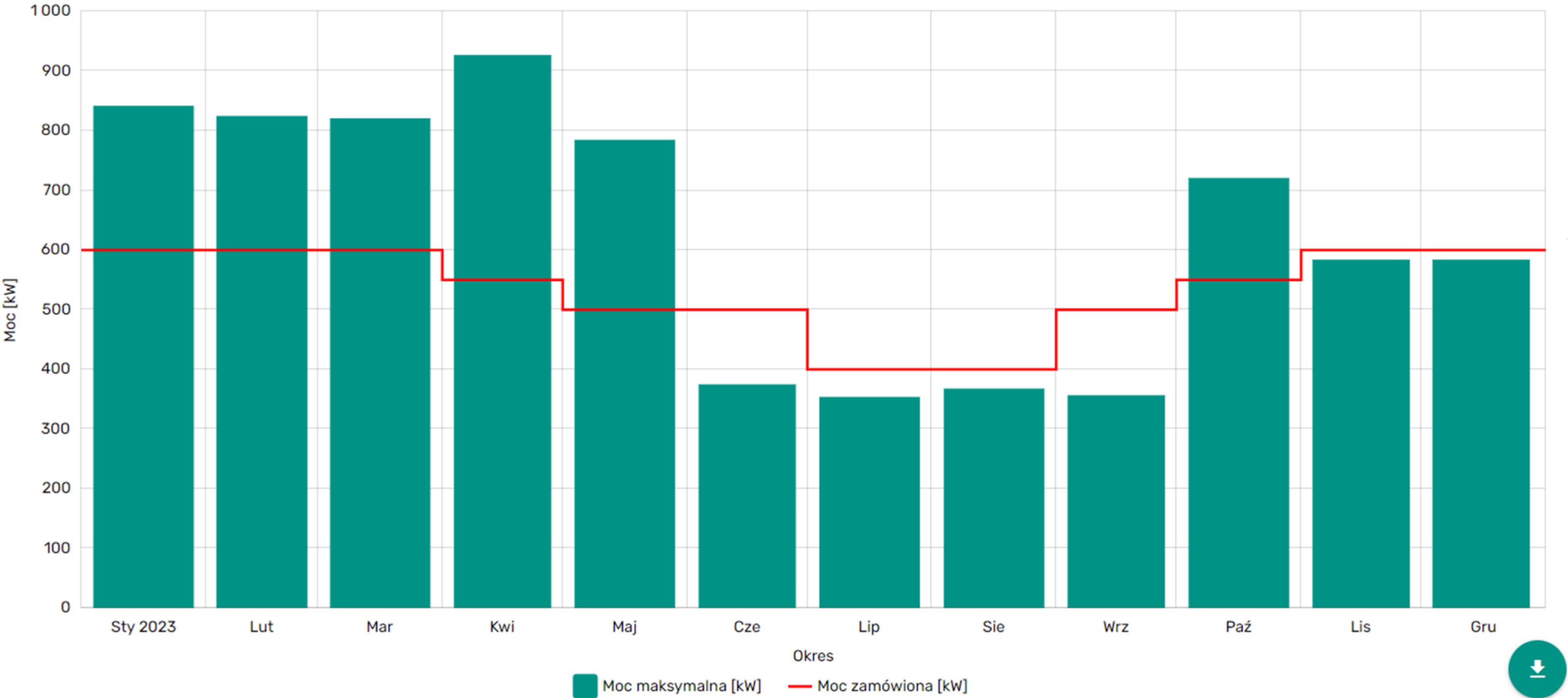


Moce maksymalne wraz przekroczeniami MPK Grygowa (Baza)

MPK PT Baza

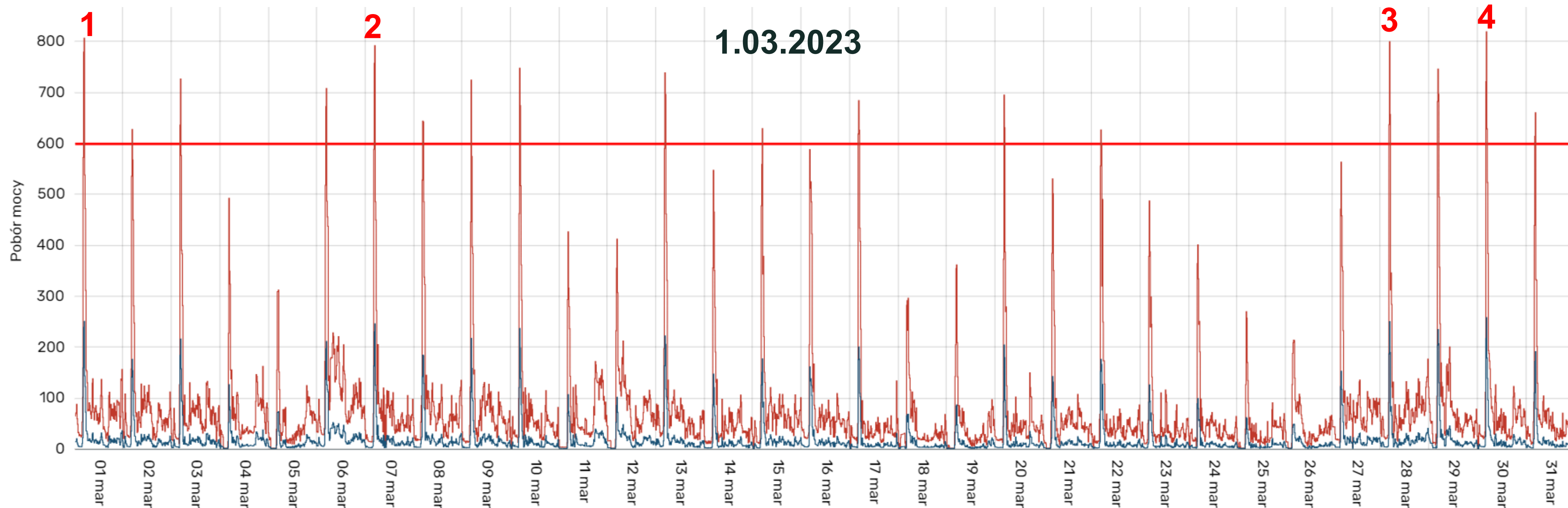
Moce maksymalne i przekroczenia

< 2023 >

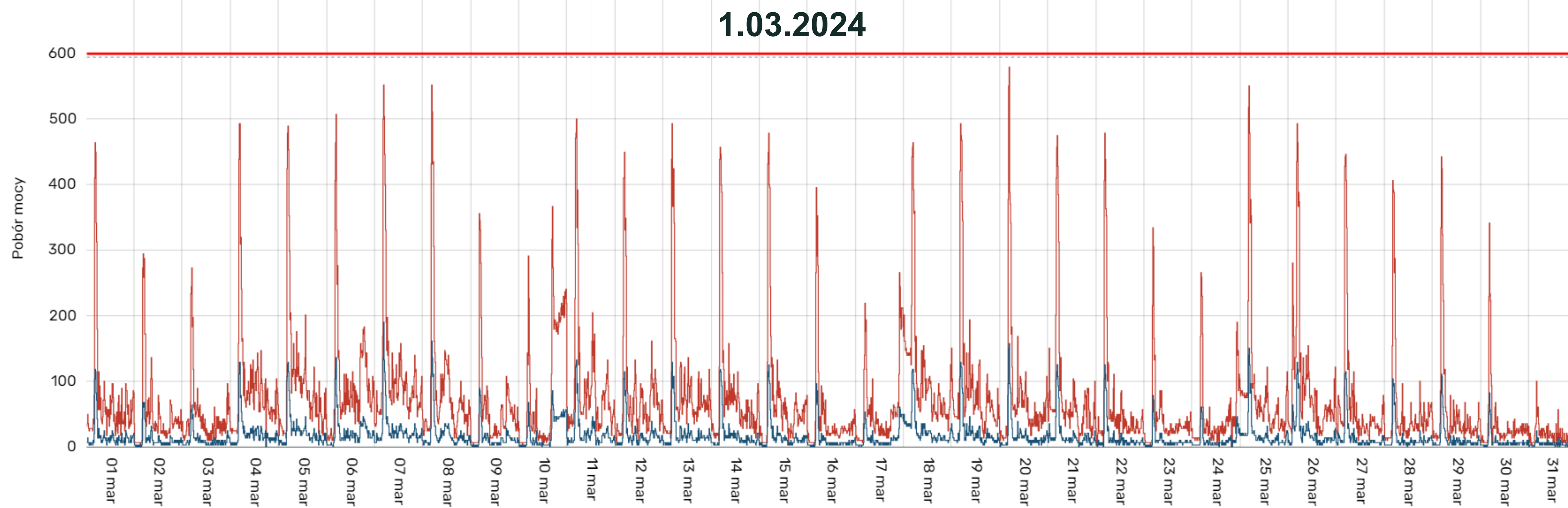


600 kVA – limit mocy przyłączeniowej

Przebiegi zużycia energii w latach 2023 oraz 2024 (marzec)



Priorytet: ogranicz moc do poziomu umownej

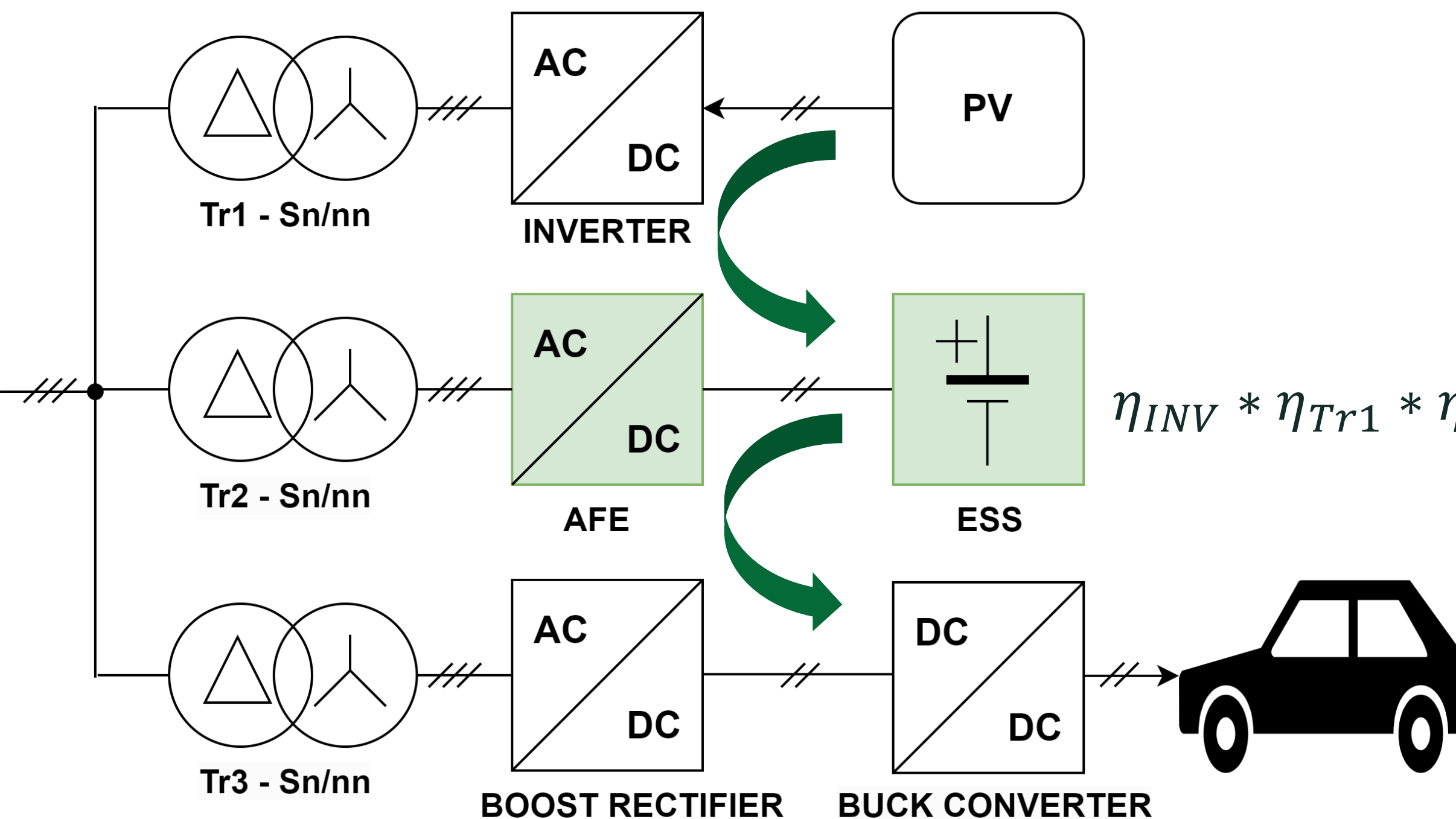


Zalety rozwiązania:

- Proste planowanie
- Rozbudowa na każdym etapie
- Decentralizacja

Wady rozwiązania:

- Sprawność transferu energii
- Moc bierna
- Cena
- Gęstość mocy



$$\eta_{INV} * \eta_{Tr1} * \eta_{Tr2} * \eta_{AFE} * \eta_{ESS} * \eta_{ESS} * \eta_{AFE} * \eta_{Tr2} * \eta_{Tr3} * \eta_{BR} * \eta_{BC} = \eta_{TOT}$$

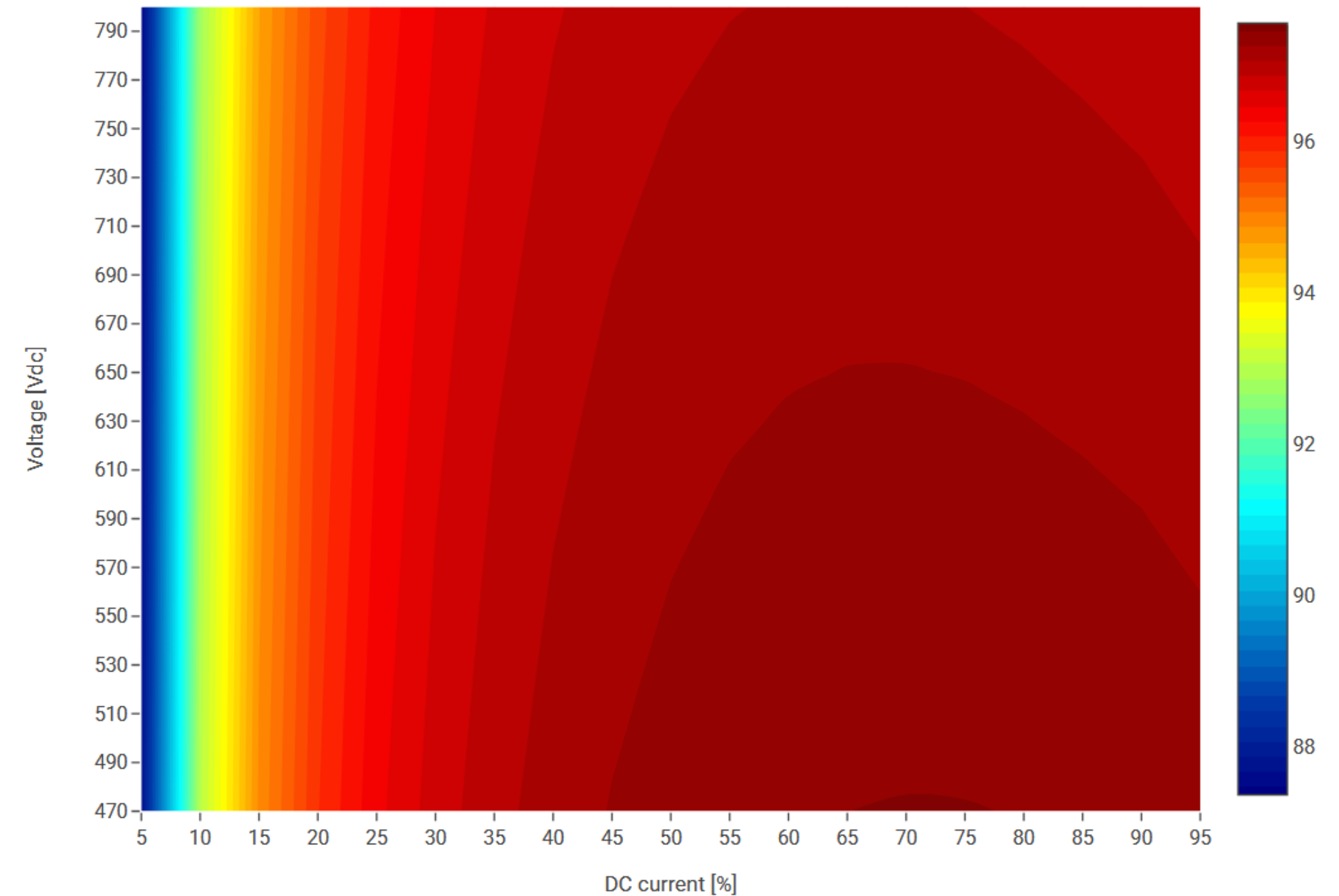
$$\eta_{INV} = \eta_{AFE} = \eta_{BR} = \eta_{BC} = 0,96$$

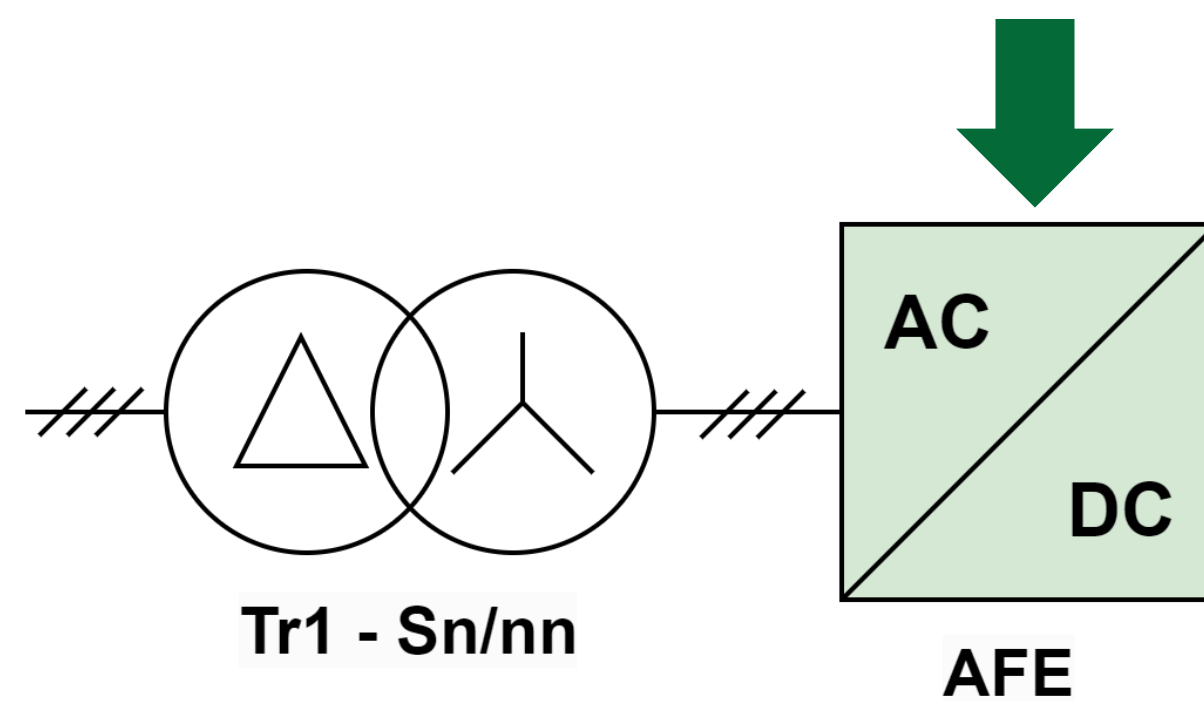
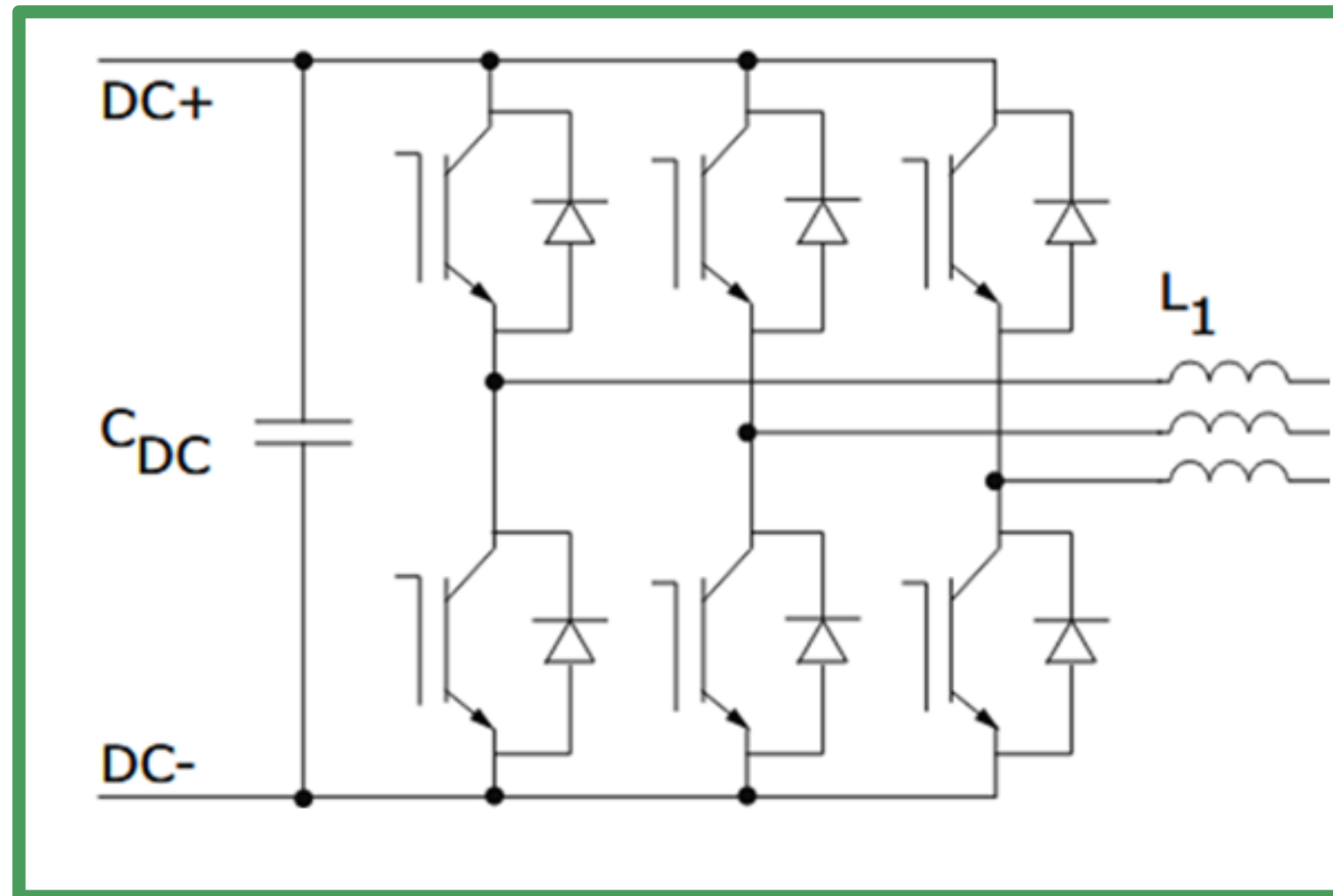
$$\eta_{Tr1} = \eta_{Tr2} = \eta_{Tr3} = 0,985$$

$$\eta_{ESS} = \eta_{ESS} = 0,99$$

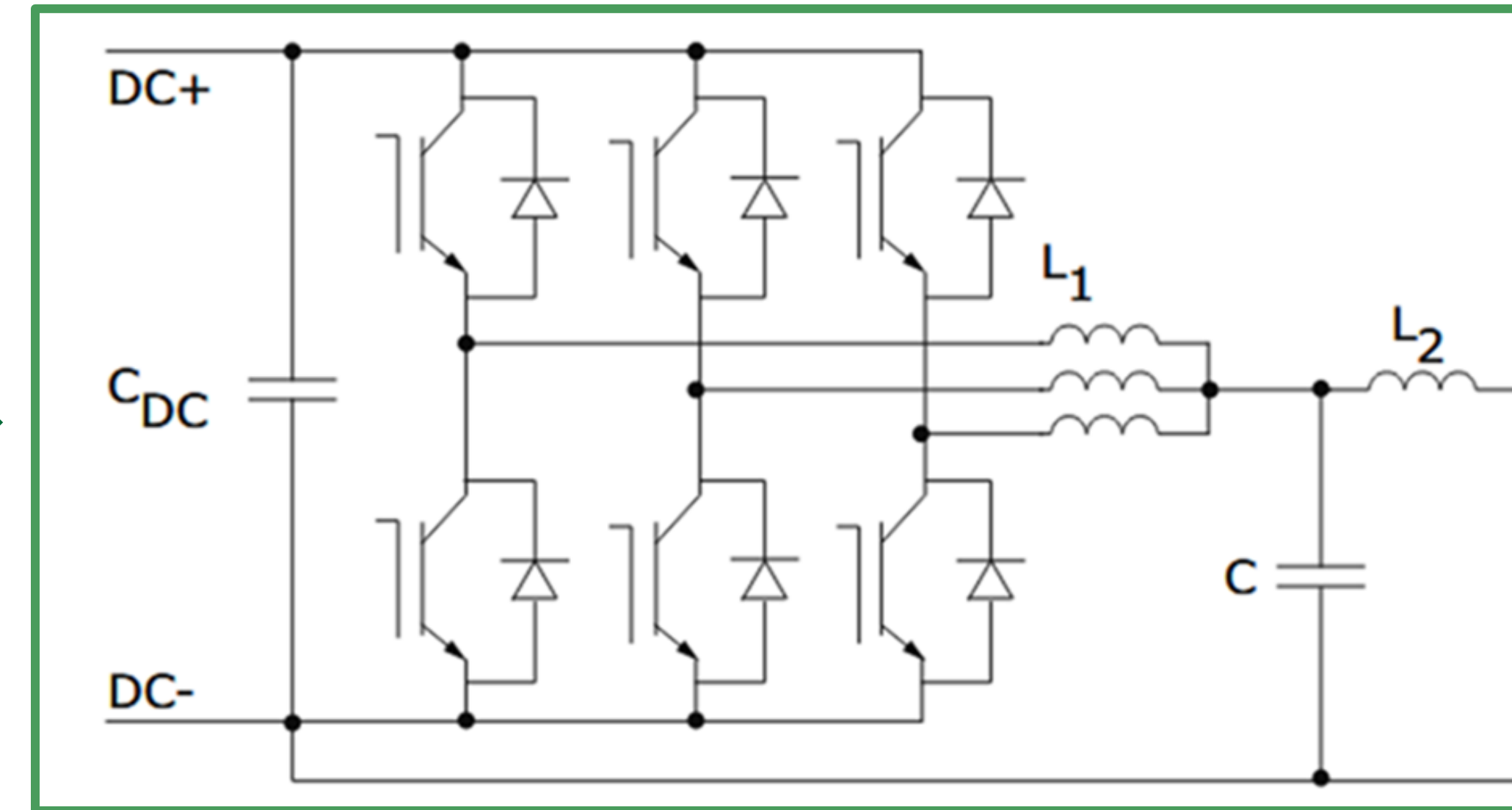
Sprawność cyklu: 75% dla scenariusza idealnego, 65% dla scenariusza praktycznego uwzględniającego mapy sprawności i urządzenia pomocnicze

Mapa sprawności przekształtnika mocy





Sprawność cyklu: 88% dla scenariusza idealnego, 79% dla scenariusza praktycznego uwzględniającego mapy sprawności i urządzenia pomocnicze.



Zalety rozwiązania:

- Jeden transformator
- Sprawność transferu energii
- Wyższa moc z tej samej struktury
- Brak problemów z mocą bierną
- Cena

Wady rozwiązania:

- Centralizacja
- Zabezpieczenia i aparaty DC
- Wymagana integracja EMS

- Urbino 12 Electric
- 4x30 kWh (96 kWh użytkowej)
- Moc ładowania 450 kW
- Czas ładowania: 7 min
- Doładowanie ok. 52 kWh

- Ładowarka Pantografowa Enika ENI-SPANT 450
- Moc ładowania 2 x 450 kW, 450-800 V DC
- Moc zamówiona: 1100 kVA
- Liczba doładowań: 17x / 24 h
- Średni interwał ładowania: 50 min.

„Zastosowanie magazynu energii o mocy 1100 kVA i pojemności 450 kWh zmniejszy moc przyłączeniową do poziomu 45 kVA”

- Nie wymaga inwestycji w przyłączy Sn
- Farma PV – czyni transport prawdziwie zero-emisyjnym przez 8 miesięcy w roku
- Pomniejsza opłaty stałe



Studium Przypadku nr 2

Mały biznes / prosument

Stan pierwotny:

- Klient: Prosument z farmą PV 50kWp
- Dla PV zastosowano falownik PV 49,50kW

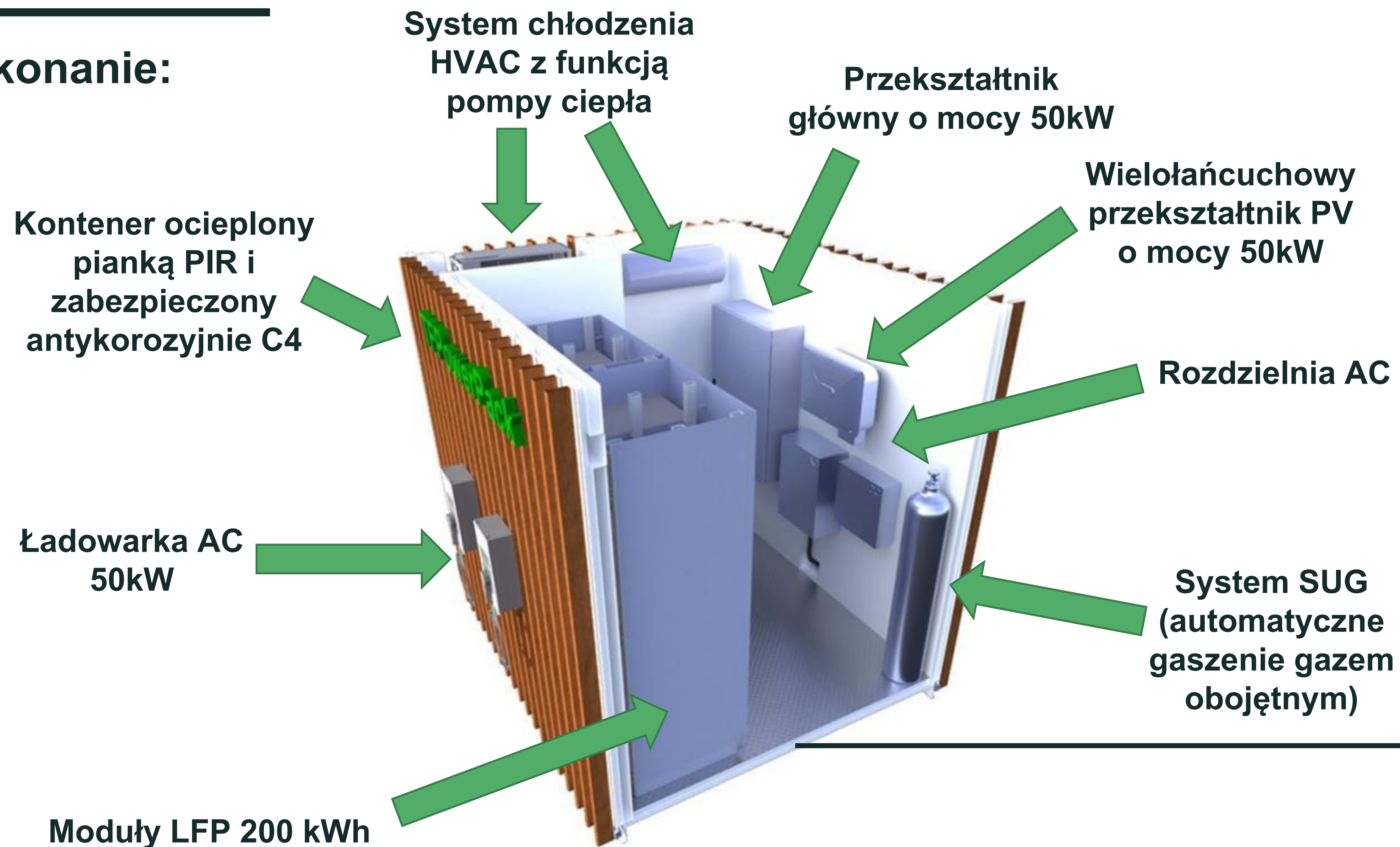
Wymagania:

- Maksymalne bilansowanie PV
- Zlikwidowanie wyłączeń PV w ciągu roku
- Utrzymanie działalności na zasilaniu awaryjnym przez min. 24h – tryb UPS w czasie awarii energetycznych/wyłączeń
- Utrzymanie działalności na zasilaniu awaryjnym przez 4 dni, a przy minimalizacji zużycia energii do 15 dni
- Klient szukał rozwiązania niezawodnego z szybkim dostępem do serwisu w Polsce
- Stawiał na własne bezpieczeństwo energetyczne i możliwość bezprzerwowego zasilania 24/7
- Dienne zużycie u Klienta to ok 150-200kWh (w zależności od pory roku)

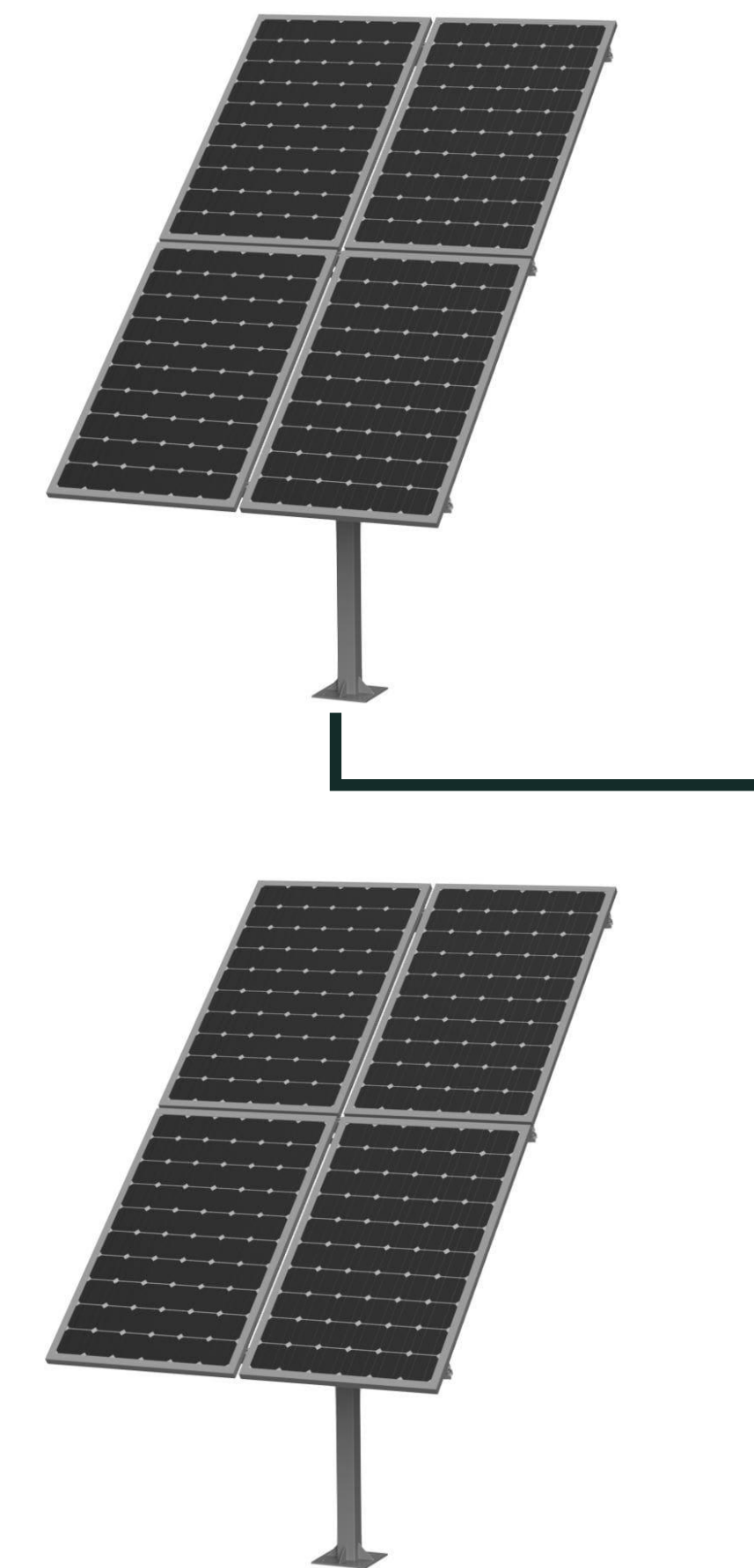
Wykonanie:

- W laboratorium Wydziału Produkcji Magazynów Energii TFK zainstalowaliśmy ten sam falownik PV co u Klienta i zintegrowaliśmy go z naszym polem testowym symulując zachowanie się farmy PV oraz BME
- Wykonaliśmy magazyn o mocy 50kW i pojemności ok 200kWh w zabudowie kontenerowej (specjalny kontener 10 stopowy)
- Do kontenera przeinstalowaliśmy falownik z farmy PV i połączyliśmy z przekształtnikiem 50kW dedykowanym pod magazyn energii
- Zaktualizowaliśmy pod klienta system wizualizacji danych (SCADA), który na bieżąco pokazuje przepływy energetyczne
- Zoptymalizowaliśmy algorytm bilansowania PV
- Zintegrowaliśmy zastanę ładowarkę samochodową 50kW
- Zintegrowaliśmy zastany generator diesla jako dodatkowy backup energetyczny (może np.: doładowywać magazyn)
- Wykonanie robót „pod klucz”

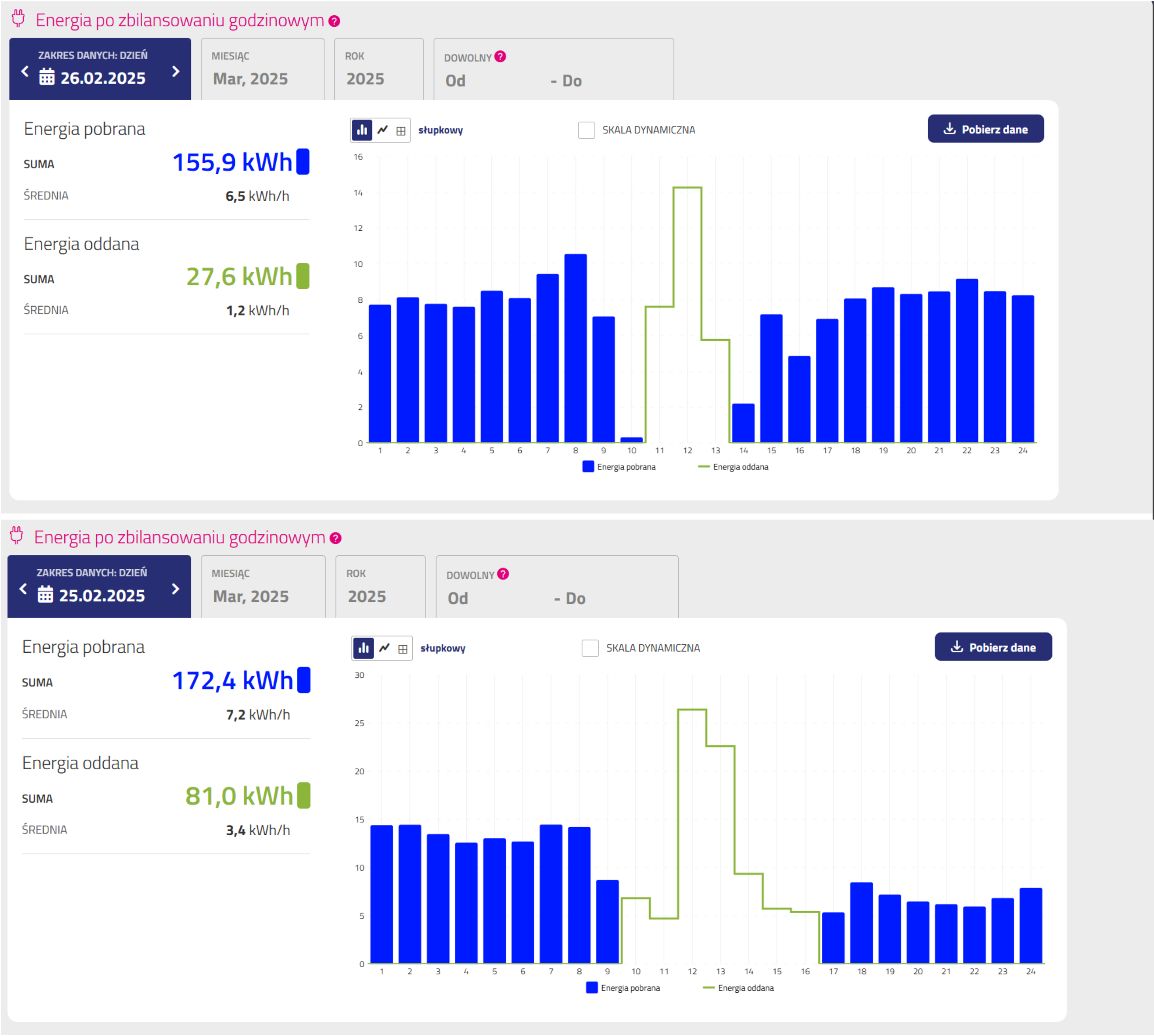
Wykonanie:



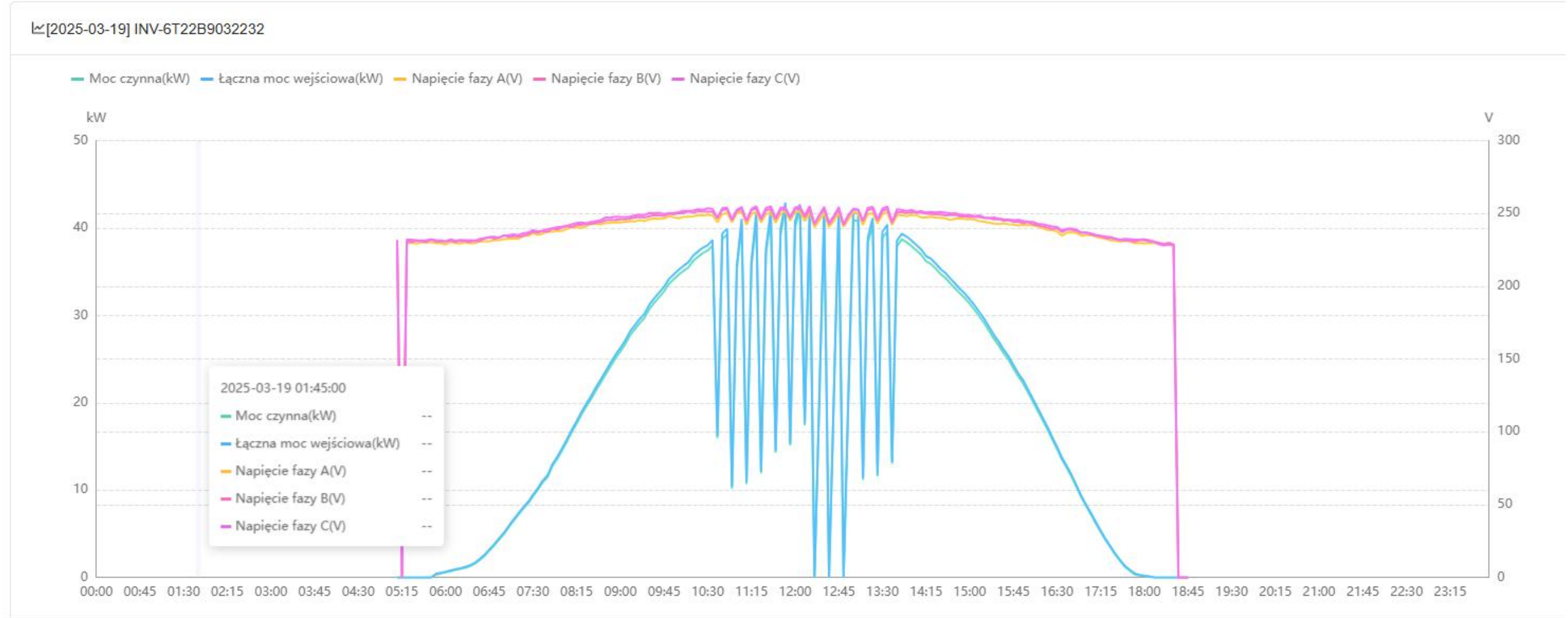
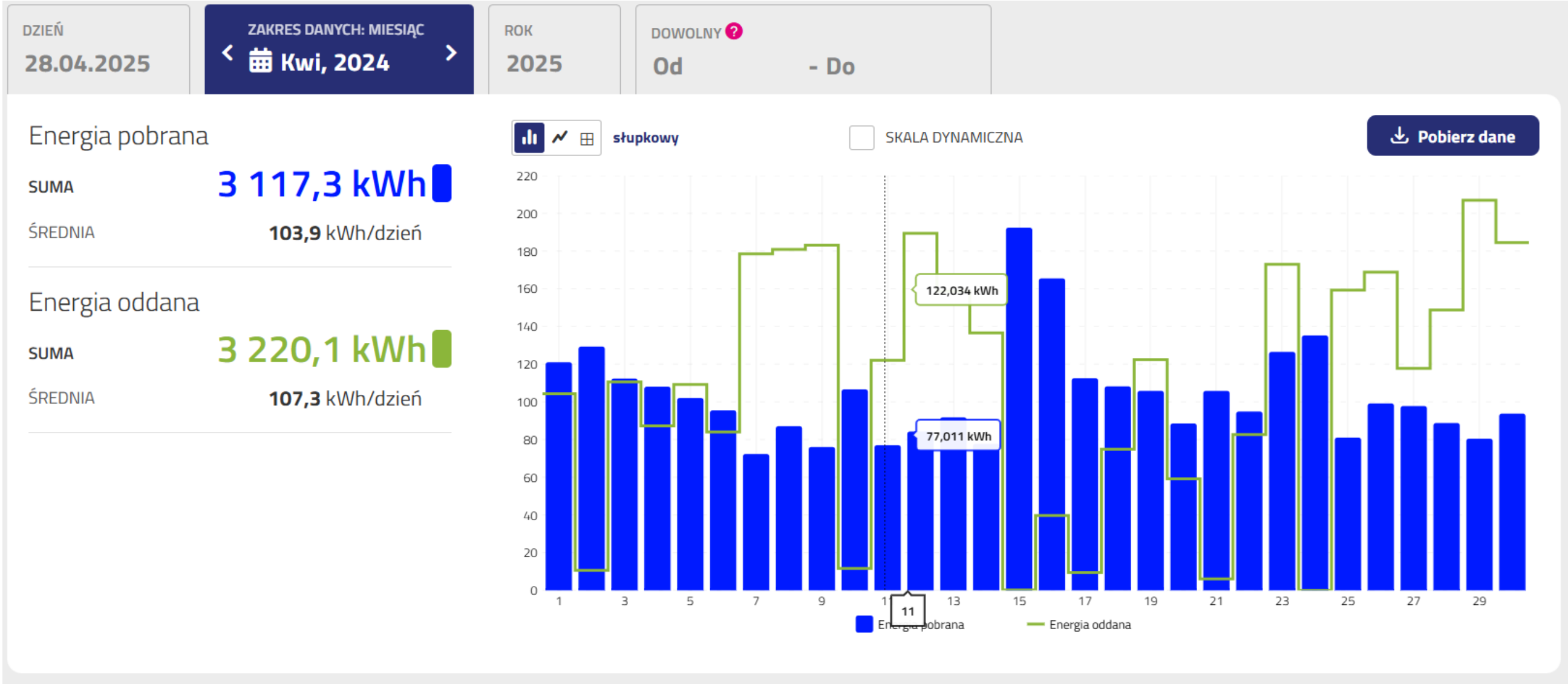
Farma PV 50kWp



Bilans energii bez BME, tzw. „how it was”

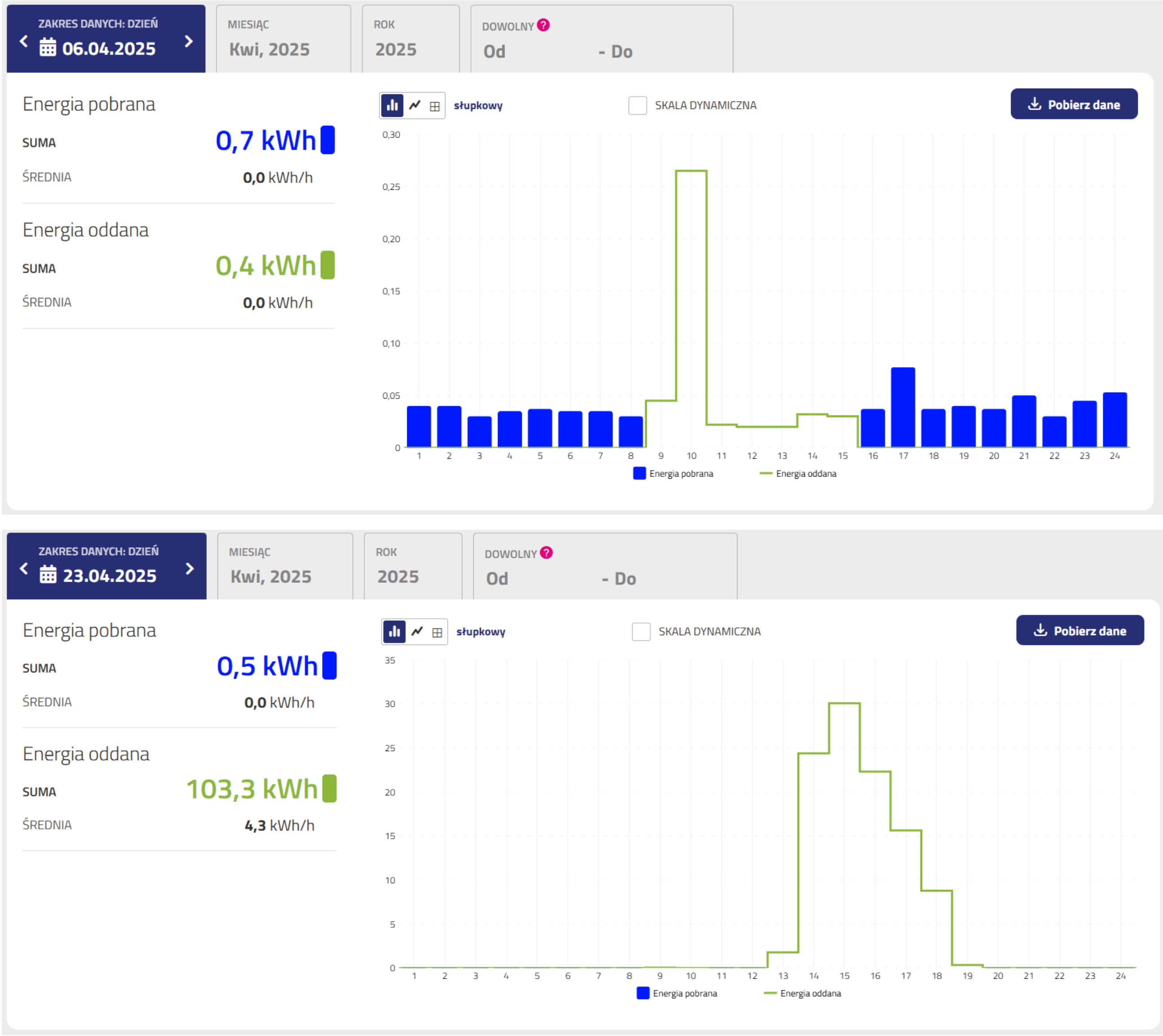


Bilans energii bez BME, tzw. „how it was”

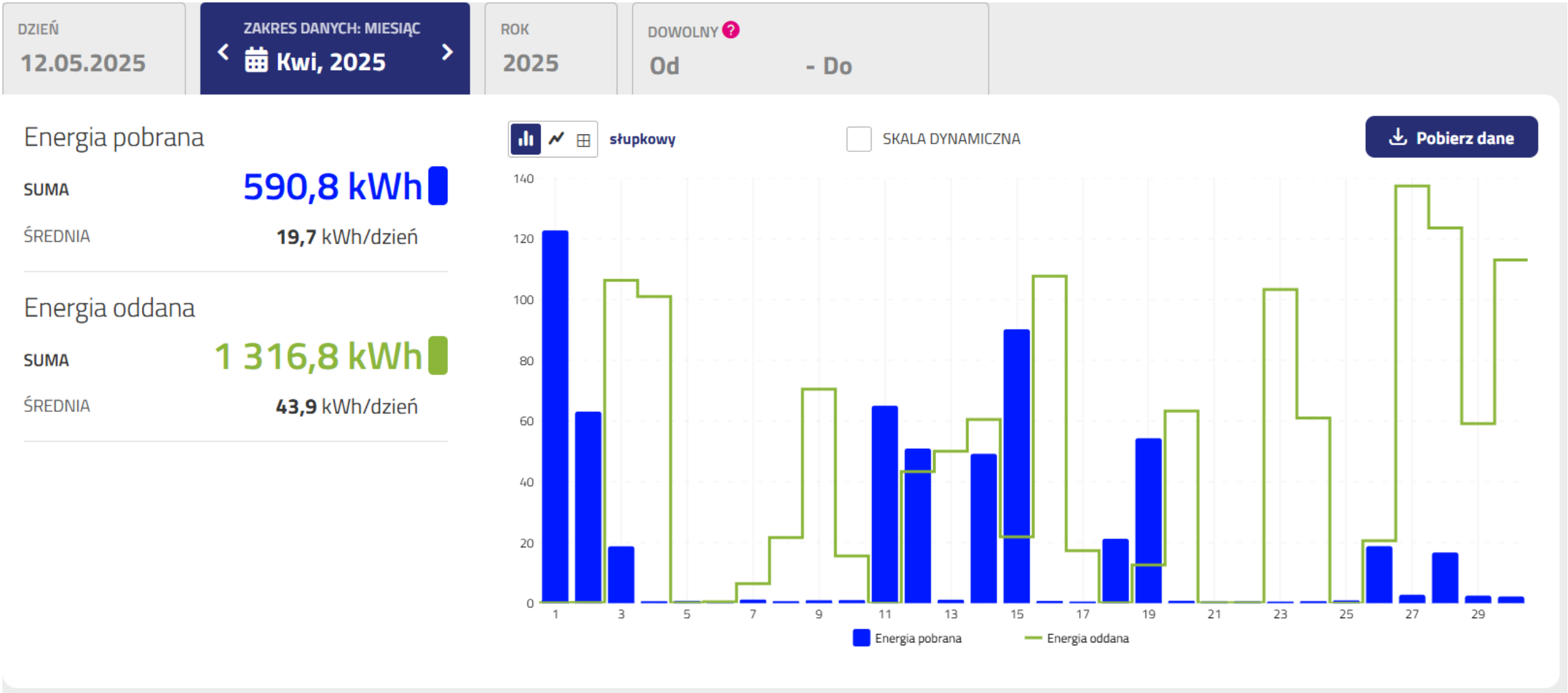


Obciążenia PV z powodu przekroczenia 253V na fazach

Bilans energii z BME, tzw. „how it is”



Bilans energii z BME, tzw. „how it is”



Wyniki:

- Wyeliminowanie wyłączeń PV (na dzień 16.06.2025 → 100%)
- Optymalizacja bilansowania energii z PV
- Zdecydowana redukcja kosztów opłat za energię (8000 PLN → 400 PLN)
- Zwiększenie autonomii energetycznej
- Zadowolony Prosument ;)

TFPowerEMS

Interfejs przemysłowy SCADA

- Jednostka nadrzędna - przemysłowy sterownik PLC z Windows 11
- Serwer SCADA, klient WWW, klient mail
- Pełna diagnostyka systemu
- Kompatybilny z Matlab & SIMULINK – szybka implementacja nowych algorytmów sterowania
- Wbudowane funkcjonalności: strażnik mocy, tryb godzinowy, tryb kalendarzowy
- Interfejs trybu mikrosieciowego
- Interfejs trybu DC
- Aktualizacja oprogramowania bez zatrzymywania systemu

ZDALNY DOSTĘP

EMS oferuje bezpieczny zdalny dostęp, umożliwiając monitorowanie i sterowanie magazynem energii z dowolnego miejsca. Użytkownicy mogą w czasie rzeczywistym sprawdzać stan systemu i dokonywać zmian w ustawieniach.



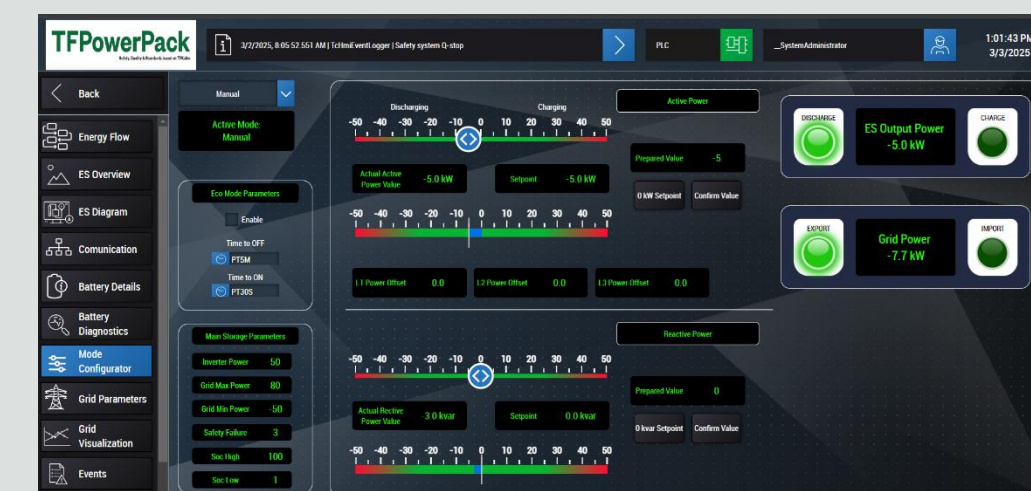
BEZPIECZEŃSTWO DANYCH I ELASTYCZNOŚĆ INTEGRACJI

System zapewnia bezpieczeństwo danych poprzez szyfrowaną komunikację, autoryzowany dostęp oraz regularne kopie zapasowe, chroniąc przed utratą danych i nieautoryzowanym dostępem. System umożliwia łatwą integrację z innymi systemami i urządzeniami dzięki popularnym protokołom komunikacyjnym oraz modułowej architekturze.



ZARZĄDZANIE MAGAZYNEM W KONTEKŚCIE RYNKU DNIA NASTĘPNEGO

EMS umożliwia optymalizację sprzedaży energii i zarządzanie magazynem energii na rynku Towarowej Giełdy Energii, analizując prognozy produkcji i ceny rynkowe.



AKWIZYCJA DANYCH I INTELIGENTNE ALGORYTMY

EMS zapewnia precyzyjny odczyt parametrów pracy systemu oraz stosuje dopasowane algorytmy sterowania do specyfiki każdej farmy fotowoltaicznej, optymalizując efektywność i zużycie energii.



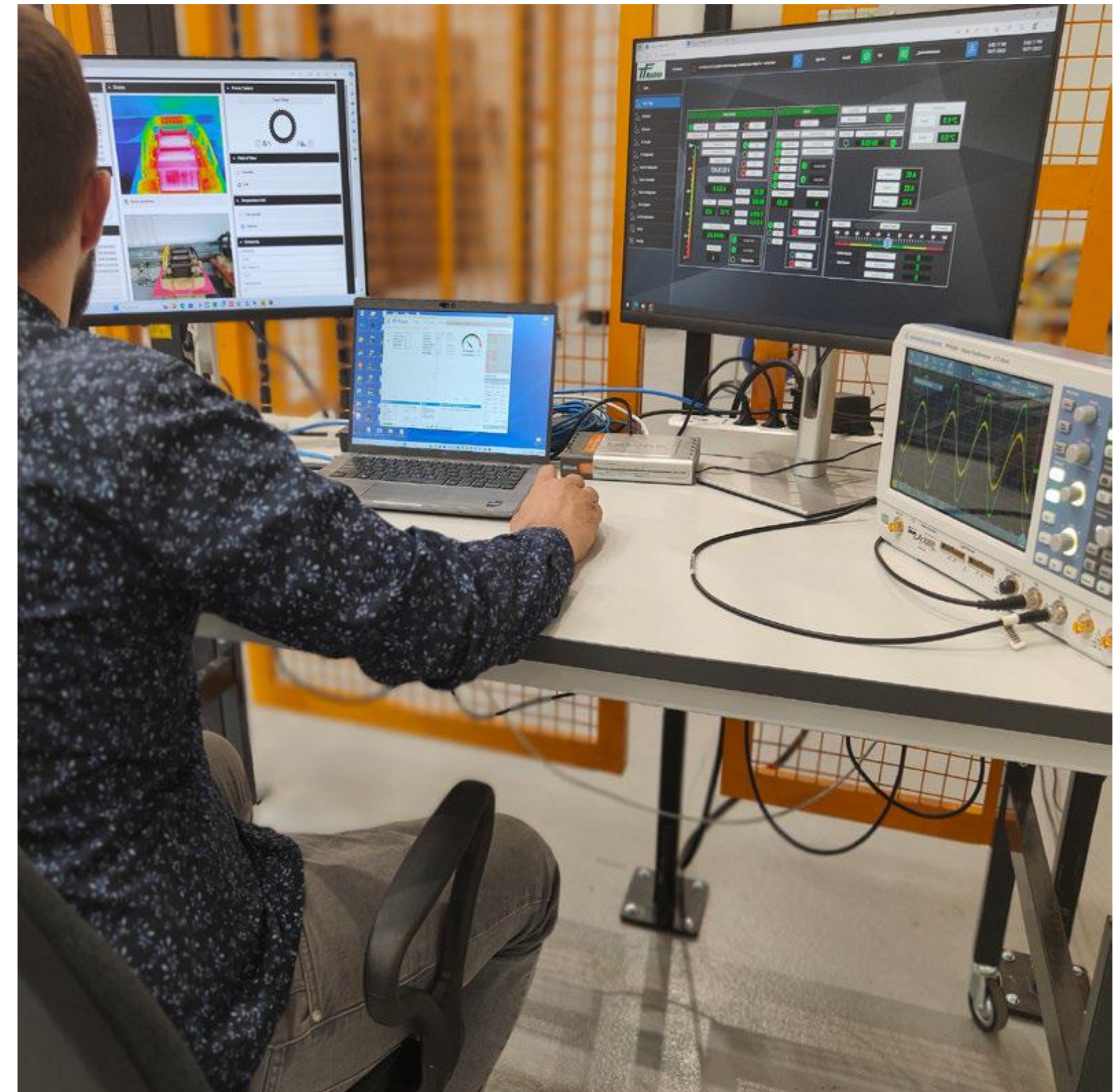
AUTODIAGNOSTYKA I ALARMY

System monitoruje parametry pracy i generuje powiadomienia w przypadku wykrycia nieprawidłowości, co pozwala na wczesne wykrywanie awarii i minimalizację przestojów. Użytkownicy otrzymują powiadomienia przez email/SMS, a alerty są dostosowywane do specyfiki instalacji.



Zakres usług

- Analizę energetyczną - zbieramy i analizujemy dane dotyczące zużycia energii oraz wydajności instalacji i urządzeń, co pozwala na identyfikację obszarów poprawy efektywności energetycznej
- Przygotowujemy szczegółowy raport koncepcyjny, który ocenia potencjał poprawy efektywności energetycznej, określając koszty proponowanych zmian i oszczędności, jakie można osiągnąć
- Zapewniamy transport i wykonujemy prace instalacyjne
- Programujemy funkcjonalności magazynu energii w oparciu o własny system zarządzania energią (EMS)
- Realizujemy produkcję w nowoczesnych i w pełni wyposażonych halach
- Wykonujemy testy fabryczne FAT w obecności klienta, aby zapewnić sprawność i jakość naszych rozwiązań
- Oferujemy usługi serwisowe obejmujące przeglądy, naprawy, modernizacje oraz wsparcie IT związane z systemami zarządzania energią (EMS) i zarządzania bateriami (BMS)
- Przeprowadzamy testy odbiorowe SAT, potwierdzające gotowość i zgodność naszych rozwiązań z założeniami
- Zapewniamy pełną integrację magazynu energii z siecią energetyczną
- Oferujemy pełną dokumentację techniczną, w tym dobór optymalnych rozwiązań pod kątem inwestora



Dziękuję za uwagę

→ **Tomasz Szewczyk**
Kierownik Wydziału Produkcji Magazynów Energii - TFKable
t. +48 665 810 388
E-mail: tomasz.szewczyk@tfkable.com
