

SYSTEMY ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

W4:

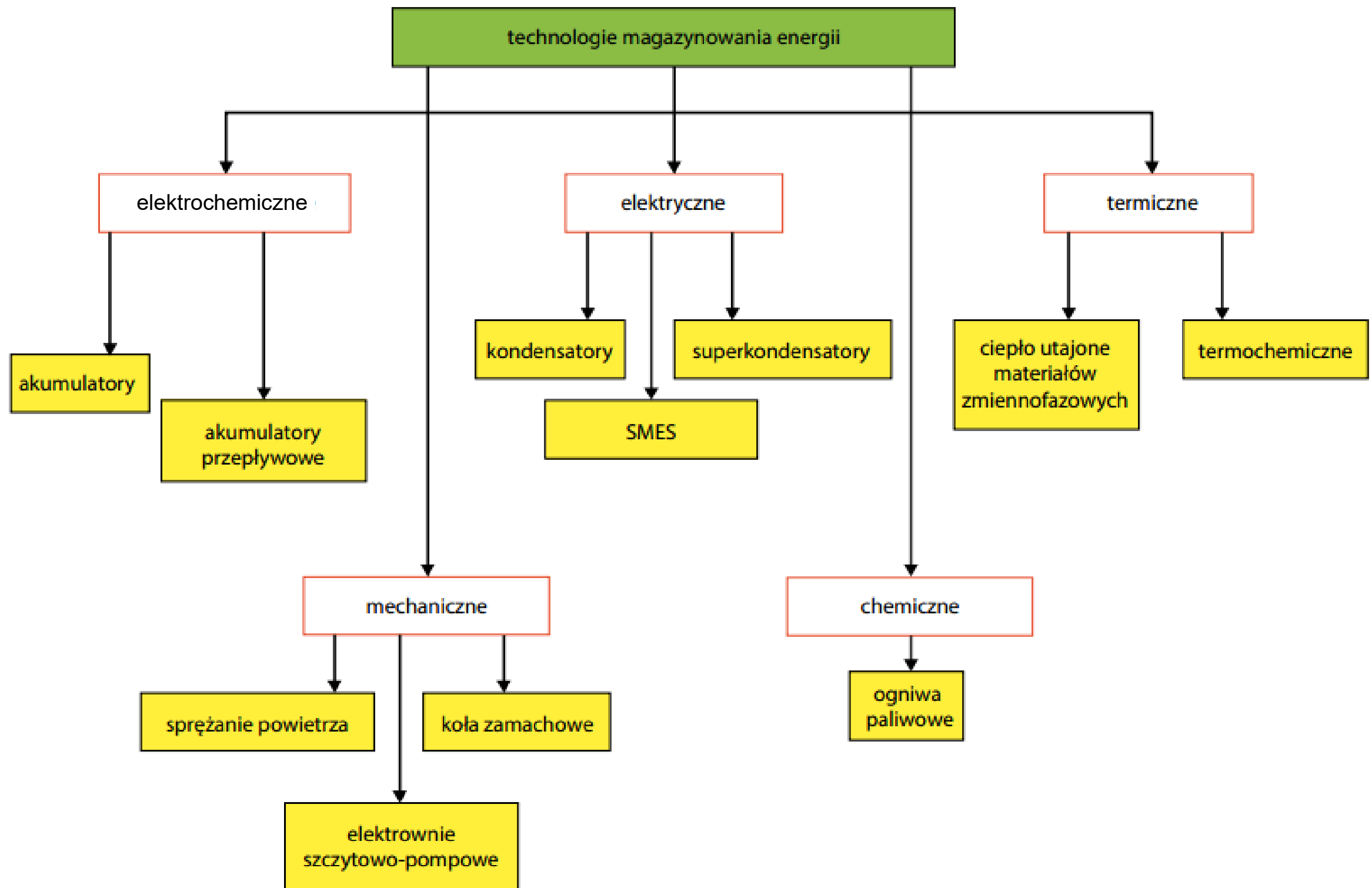
**FOTOWOLTAIKA -
MAGAZYN Y ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Prowadzący:

dr inż. Marcin Michalski

mgr inż. Sebastian Majerski

KLASYFIKACJA SPOSOBÓW MAGAZYNOWANIA ENERGII



KLASYFIKACJA SPOSOBÓW MAGAZYNOWANIA ENERGII

1. Mechaniczne (wykorzystanie energii kinetycznej)

- Koła zamachowe
- Sprężone (CAES) lub skroplone (LAES) powietrze (układy diabatyiczne i adiabatyczne)
- Elektrownie szczytowo-pompowe
- Inne układy grawitacyjne wykorzystujące energię kinetyczną masywnych elementów np. kamieni lub bloków betonowych

2. Termiczne/termochemiczne

- Magazyn gorącej wody (lub pary wodnej)
- Magazyn ciepła utajonego (energia przemiany fazowej)
- Materiały zmiennofazowe (PCM)
- Procesy sorpcyjne (wiązania odwracalne)
- PHES (Pumped Heat Electrical Storage) – wykorzystanie pompy ciepła jako silnika cieplnego napędzającego generator

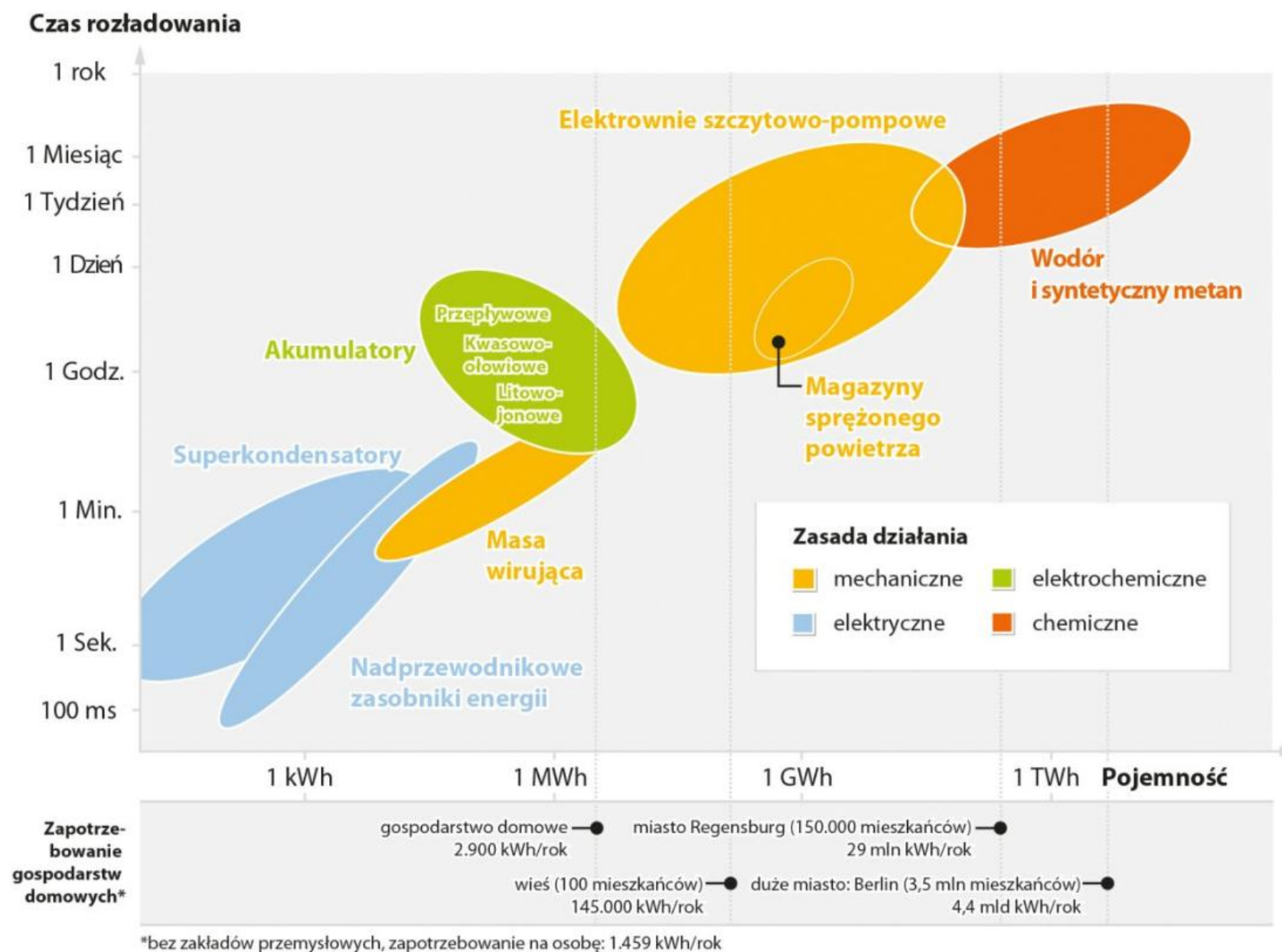
3. Elektryczne

- Kondensatory / superkondensatory
- SMES (superconducting magnetic energy storage) - nadprzewodnikowy, magnetyczny magazyn energii

KLASYFIKACJA SPOSOBÓW MAGAZYNOWANIA ENERGII

4. Elektrochemiczne / chemiczne

- Akumulatory (np. kwasowo-ołowiowe, litowo-jonowe)
- Ogniwa przepływowe redoks (np. wanadowe)
- Power to Gas – produkcja wodoru poprzez elektrolizę wody lub reforming parowy (metan i para wodna), a także produkcja gazu syntezowego (wodnego)



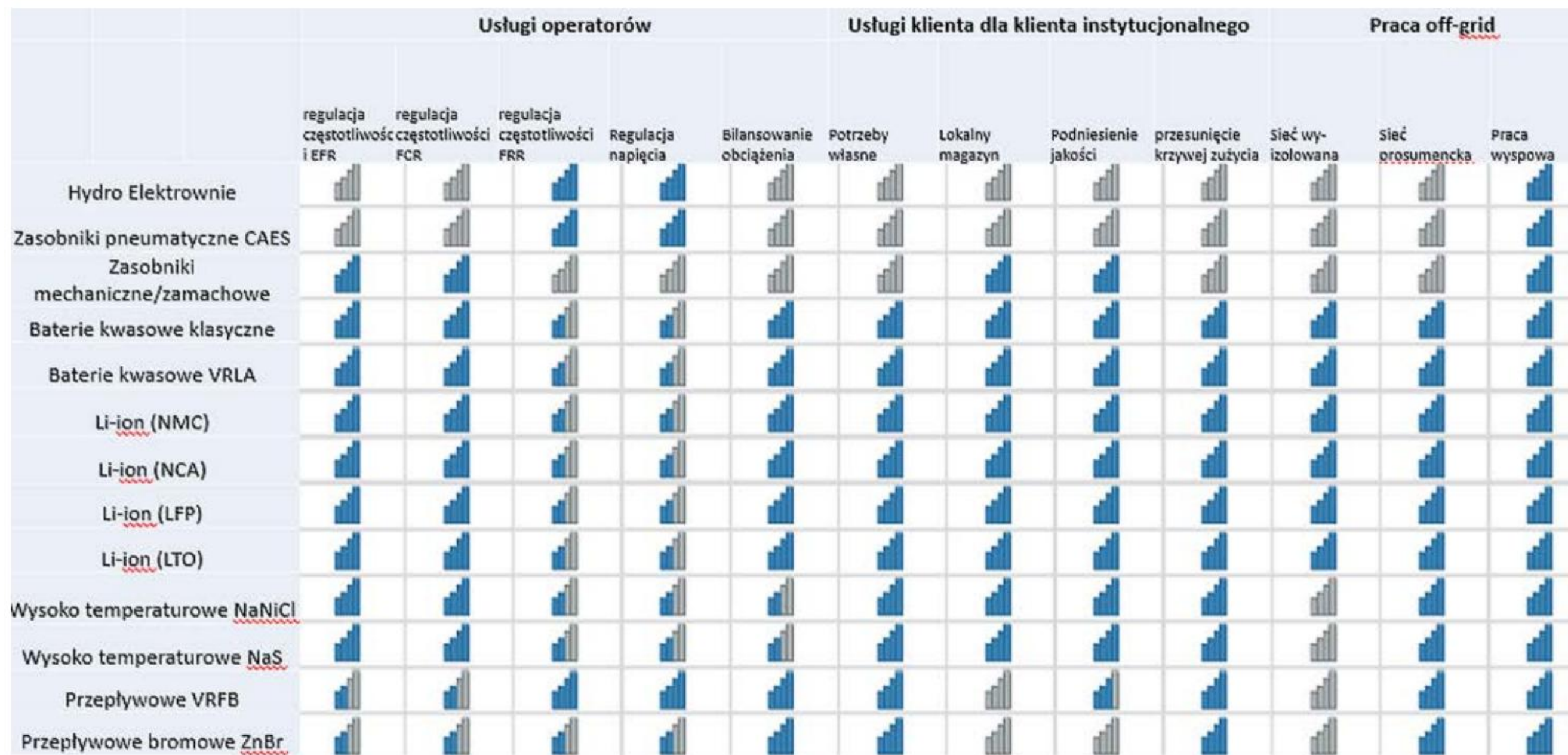
RODZAJE MAGAZYNÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Technologia	Zakres energii, w [MWh], i mocy, w [MW]	Czas pracy sprawność, w [%]	Liczba cykli Czas życia [lata]	Zalety	Wady
Elektrownie sztytowo-pompowe	> 1000 300 ÷ 3000	6 ÷ 12 h 80 ÷ 85	Nieograniczona > 60	Znana od lat, wielkoskalowe, ekonomiczne	Niska gęstość energii, ograniczone lokalizacje, wpływ na środowisko
Sprężone powietrze w szczelinach skalnych	> 1000 50 ÷ 180	8 ÷ 13 h 40 ÷ 75	Nieograniczona 20 ÷ 30	Niski koszt, regulacja pojemności, duża skala	Struktura geologiczna, niska gęstość energii, konieczność podgrzewania powietrza, np. gazem
Baterie sodowo-siarkowe	5 ÷ > 1000 1 ÷ 50	6 ÷ 8 h 70 ÷ 90	2500 ÷ 4500 5 ÷ 15	Wydajność, duża gęstość energii i cykli pracy	Niebezpieczne, wymagają podgrzewania
Ogniwa wanadowe	< 250 1 ÷ 100	3 ÷ 5 h 65 ÷ 75	> 10000 15 ÷ 20	Niezależne skalowanie mocy i energii	Drogie
Ogniwa cynkowo-bromowe	< 250 1 ÷ 100	1 ÷ 5 h 60 ÷ 70	> 10000 20		
Akumulatory kwasowo-ołowiowe VRLA	10 ÷ 20 1 ÷ 50	2 ÷ 4 h 85 ÷ 90	1500 ÷ 5000 3 ÷ 15	Znana technologia, wysoka gęstość energii	Wpływ na środowisko, niska liczba cykli
Akumulatory kwasowo-ołowiowe	< 250 1 ÷ 50	1 min ÷ 8 h 90 ÷ 94	4500 ÷ 10000 5 ÷ 15	Wysoka gęstość energii	wysoki koszt
Akumulatory litowo-jonowe	1 ÷ 25 < 100	1 min ÷ 8 h 85 ÷ 98	1000 ÷ > 10000 10 ÷ 20	Znana technologia, wysoka gęstość energii	Bardzo wysoki koszt, niebezpieczne
Superkondensatory	mała energia < 1	milisekundy ÷ 1 h 80 ÷ 98	bardzo duża 8 ÷ > 20	Wysoka gęstość mocy, wydajne, bardzo krótki czas odpowiedzi	Niska gęstość energii, wysoki koszt na jednostkowy, zmienne napięcie
Koła zamachowe	< 5 < 20	Milisekundy ÷ 0,25 h 85 ÷ 95	> 100000 15 ÷ 20	Wysoka gęstość mocy, wydajne, szybki start, niski koszt obsługi, skalowalne	Wysoki koszt inwestycji, niska energia, wysoki stopień samorozładowania

PODZIAŁ ZE WZGĘDU NA ZASTOSOWANIE MAGAZYNÓW ENERII

Zastosowanie	Rodzaj energii	Wielkość, w [MW]	Czas rozładowywania	Typowa liczba cykli pracy	Czas odpowiedzi
Przechowywanie sezonowe	Elektryczna, ciepła	500 ÷ 2 000	Dni, miesiące	1 ÷ 5 rocznie	Dzień
Arbitraż	Elektryczna	100 ÷ 2 000	8 ÷ 24 h	0,25 ÷ 1 dziennie	> 1 h
Regulacja częstotliwości	Elektryczna	1 ÷ 2 000	1 ÷ 15 min	20 ÷ 40 dziennie	1 min
Podążanie za pobytem	Elektryczna, ciepła	1 ÷ 2 000	15 min ÷ 1 dzień	1 ÷ 29 dziennie	< 15 min
Wsparcie napięcia	Elektryczna	1 ÷ 40	1 s ÷ 1 min	10 ÷ 100 dziennie	Milisekundy, sekundy
Rozruch	Elektryczna	0,1 ÷ 400	1 ÷ 4 h	< 1 dziennie	< 1 h
Odciążenie sieci	Elektryczna, ciepła	10 ÷ 500	2 ÷ 4 h	0,14 ÷ 1,25 dziennie	> 1 h
Odroczenie inwestycji	Elektryczna, ciepła	1 ÷ 500	2 ÷ 5 h	0,75 ÷ 1,25 dziennie	> 1 h
Redukcja pików	Elektryczna, ciepła	0,001 ÷ 1	Minuty, godziny	1 ÷ 29 dziennie	< 15 min
Poza siecią (off-grid)	Elektryczna, ciepła	0,001 ÷ 0,01	3 ÷ 5 h	0,75 ÷ 1,5 dziennie	< 1 h
Integracja źródeł (OZE)	Elektryczna, ciepła	1 ÷ 400	1 min do kilku godzin	0,5 ÷ 2 dziennie	< 15 min
Ciepło odpadowe	Ciepła	1 ÷ 10	1 h ÷ 1 dzień	1 ÷ 20 dziennie	< 10 min
Kogeneracja	Ciepła	1 ÷ 5	Minuty, godziny	1 ÷ 10 dziennie	< 15 min
Rezerwa ukryta	Elektryczna	10 ÷ 2 000	15 min ÷ 2 h	0,5 do 2 dziennie	< 15 min

PODZIAŁ ZASOBNIKÓW ENERGII ZE WZGLĘDU NA ZADANIA SYSTEMOWE



PROCEDURY ADMINISTRACYJNE – NOWE PRAWO BUDOWLANE

Pojemność (kWh)	Lokalizacja	Obowiązki Dodatkowe	Wymagana Procedura Formalna
≤ 30 kWh	W budynku i Wolnostojący	Wystarczy zgłoszenie do OSD.	Brak formalności
30 – 300 kWh	W budynku	Wymagane uzgodnienia przeciwpożarowe.	Zgłoszenie budowlane
> 300 kWh	W budynku	Pełna procedura administracyjna.	Pozwolenie na Budowę (PnB)
30 – 2000 kWh	Wolnostojący	Powyżej 300 kWh wymagane zawiadomienie PSP.	Zgłoszenie budowlane
> 2000 kWh	Wolnostojący	Pełna procedura administracyjna.	Pozwolenie na Budowę (PnB)

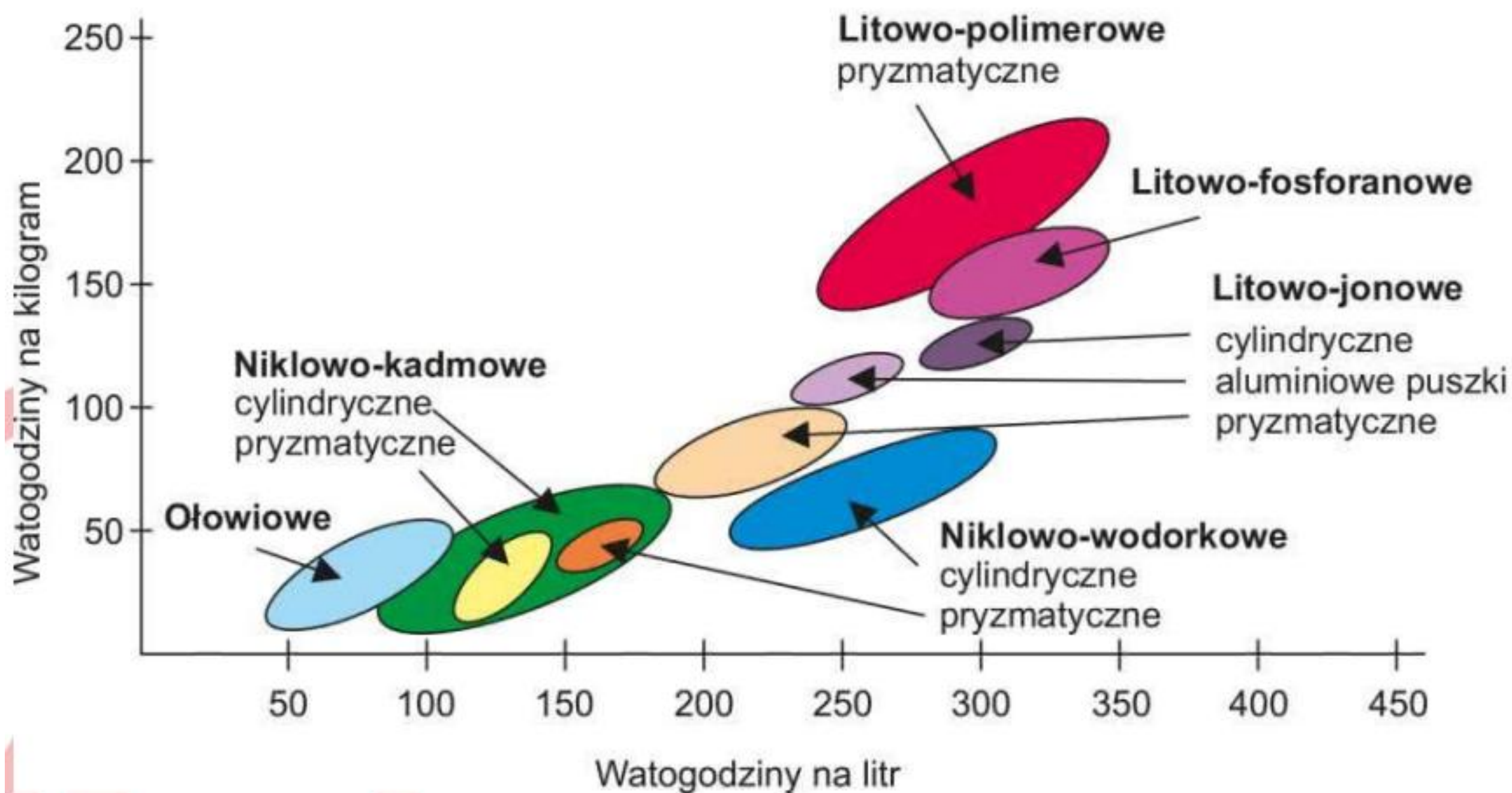
PROCEDURY ADMINISTRACYJNE – NOWE WYTYCZNE BUDOWLANE – NOWE WT 2026

Nowelizacji Prawa budowlanego oraz projektu nowych **Warunków Technicznych (WT 2026)**, których wejście w życie wyznaczono na **20 września 2026 r.** (z 18-miesięcznym okresem przejściowym na wybór starych lub nowych zasad przy projektowaniu)

Wymagania lokalizacyjne i ograniczenia montażowe (powyżej 2 kWh):

- **Zakaz montażu** w budynkach wielorodzinnych: Bezwzględny zakaz instalacji w lokalach mieszkalnych, na balkonach, loggiach, tarasach, strychach oraz poddaszach nieużytkowych.
- **Ograniczenie wysokości:** Maksymalna wysokość montażu wynosi 25 metrów od poziomu terenu,
- **Odległości i infrastruktura zewnętrzna:**
 - Magazyny wolnostojące (< 300 kWh): Minimalna odległość od ścian budynków wynosi 4 metry. Dla większych BESS odległości wyznacza się indywidualnie (od 8 m do 20 m w zależności od gęstości obciążenia ogniowego).
 - Dojazd dla PSP: Wymóg zapewnienia dróg pożarowych (min. 4 m szerokości i odpowiednia nośność) oraz zapewnienia punktu czerpania wody do gaszenia zewnętrznego.
- **System BMS:** Obowiązkowy aktywny System Zarządzania Baterią (BMS) monitorujący temperaturę, napięcie i prąd oraz zdolny do samoczynnego odłączenia urządzenia w razie awarii,
- **Detekcja gazów i wentylacja:**
 - Wymagany system detekcji gazów palnych powiązany z alarmem, automatyczną wentylacją mechaniczną i odłączeniem baterii (dla instalacji > 60 kWh szczegółowo zdefiniowane progi wybuchowości).
 - Stężenie gazów na poziomie 10% DGW (dolnej granicy wybuchowości) wyzwala alarm i załącza wentylację.
 - Stężenie 30% DGW powoduje natychmiastowe odcięcie zasilania akumulatorów.
- **Odporność ogniowa:** Ściany, stropy i drzwi pomieszczeń technicznych z BESS muszą spełniać podwyższone klasy odporności pożarowej (skalowane do pojemności baterii).

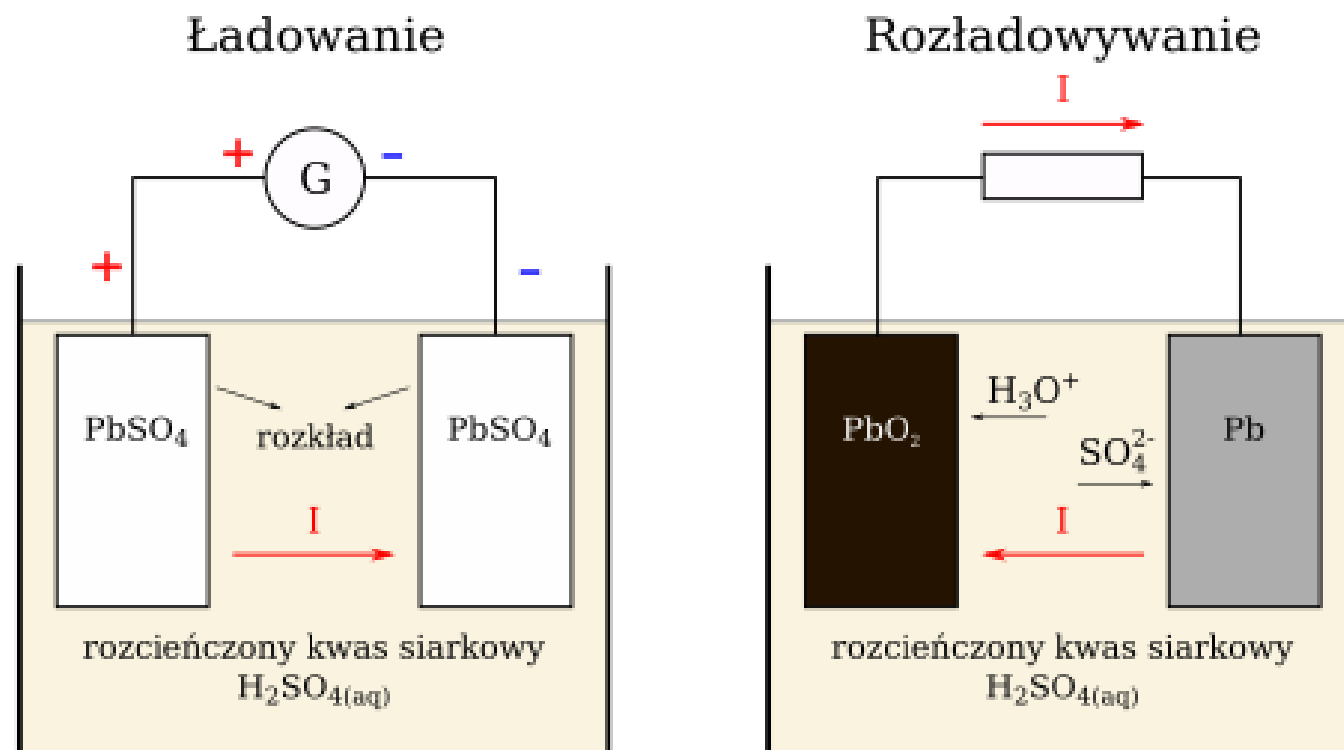
PORÓWNANIE MAGAZYNÓW ENERGII ZE WZGLĘDU NA GESTOŚĆ MAGAZYNOWANIA ENERGII



RODZAJE AKUMULATORÓW KWASOWO-OŁOWIOWE

Akumulatory kwasowo-ołowiowe (z elektrolitem płynnym)

- Niska cena i duża dostępność
- Niska gęstość energii – 30-50 Wh/kg
- Elektrody: katoda z ołowiu (Pb), anoda z tlenku ołowiu (PbO₂)
- Elektrolit: wodny roztwór kwasu siarkowego (H₂ SO₄)
- Konieczność zadbania o odpowiednie warunki wentylacyjne oraz pilnowania parametrów elektrolitu
- EFB (ang. Enhanced Flooded Battery) akumulatory klasyczne z płytą dodatnią pokrytą dodatkową warstwą np. z poliestru lub włókna szklanego.



RODZAJE AKUMULATORÓW KWASOWO-OŁOWIOWE

Akumulatory kwasowo-ołowiowe (bezobsługowe)

Żelowe

- Elektrolit zagęszczony krzemionką do postaci żelu
- Zapewniają stabilną pracę w różnych położeniach
- Odpowiednie to pracy cyklicznej
- Niskie samorozładowanie
- Dobre oddawanie ciepła
- Zwiększona odporność na głębokie rozładowanie
- Zdarzają się problemy podczas pracy przy dużych prądach

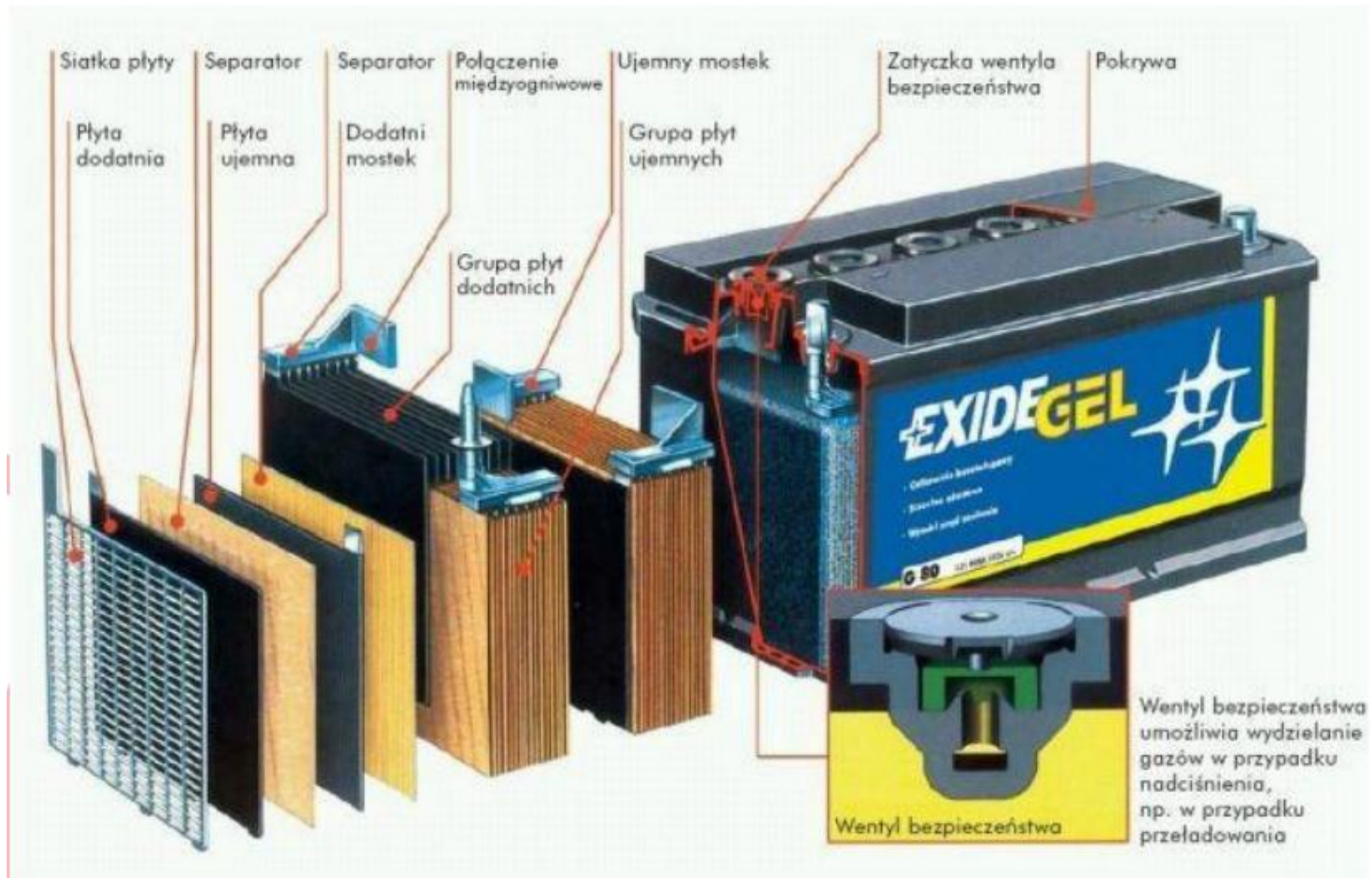


AGM - Absorbent Glass Mat

- Elektrolit znajduje się w macie z włókna szklanego
- Zapewniają stabilną pracę w różnych położeniach
- Odpowiednie to pracy buforowej
- Niższa rezystancja wewnętrzna
- Wysoka wydajność prądowa
- Wrażliwe na głębokie rozładowanie

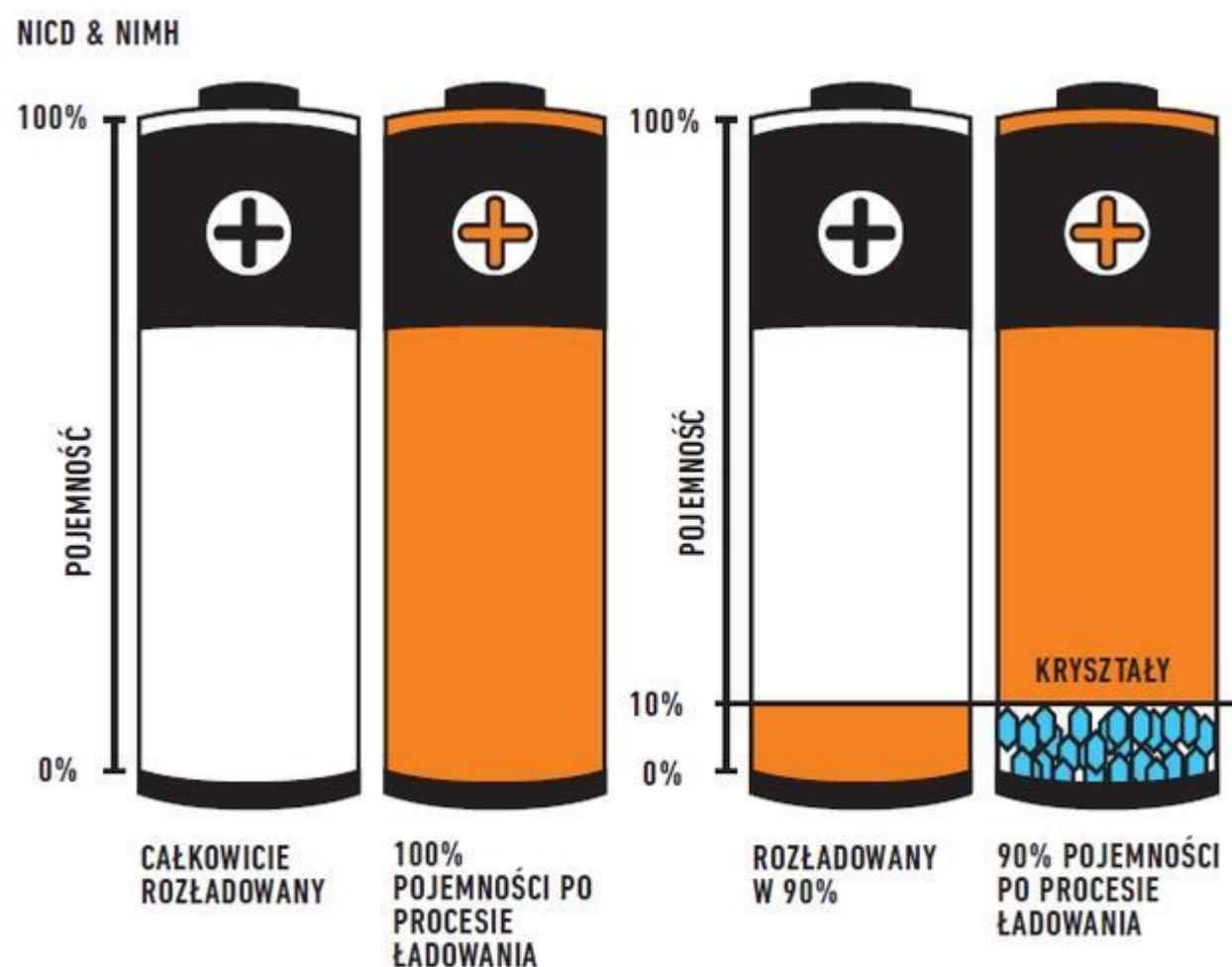


RODZAJE AKUMULATORÓW KWASOWO-OŁOWIOWE



RODZAJE AKUMULATORÓW niklowo-kadmowe (Ni-Cd)

- Duża wydajność prądowa
- Elektrolit alkaliczny (zasadowy)
- Nie lubi częściowego doładowywania - występuje efekt pamięci*
- Prawie całkowicie wyparte przez akumulatory Ni-MH, chociaż nadal używane do zasilania np. narzędzi
- Gęstość energii: 40-60 Wh/kg



RODZAJE AKUMULATORÓW niklowo-metalowo-wodorkowe (NiMH)

- Do produkcji nie wykorzystuje się toksycznego kadmu
- Anoda zbudowana z różnych metali (np. wanad, tytan, chrom)
- Zdecydowanie mniejszy wpływ efektu pamięci
- Zazwyczaj możliwe stosowanie zamienne z Ni-Cd
- Gęstość energii 70-110 Wh/kg

Główne obszary zastosowań akumulatorów NiMH:

- **Elektronika użytkowa:** Aparaty fotograficzne, lampy błyskowe, piloty zdalnego sterowania, zabawki, kontrolery do gier, latarki, odtwarzacze MP3, odbiorniki GPS.
- **Elektronarzędzia:** Wiertarki bezprzewodowe, wkrętaki akumulatorowe, piły szablaste, szlifierki kątowe.
- **Motoryzacja:** Napęd w samochodach hybrydowych (np. Toyota Prius), dzięki wysokiej trwałości.
- **Urządzenia domowe i medyczne:** Szczoteczki elektryczne, golarki, sprzęt medyczny, telefony bezprzewodowe.
- **Systemy specjalistyczne:** Oświetlenie awaryjne, ogniwa zasilające (pakiety akumulatorowe)

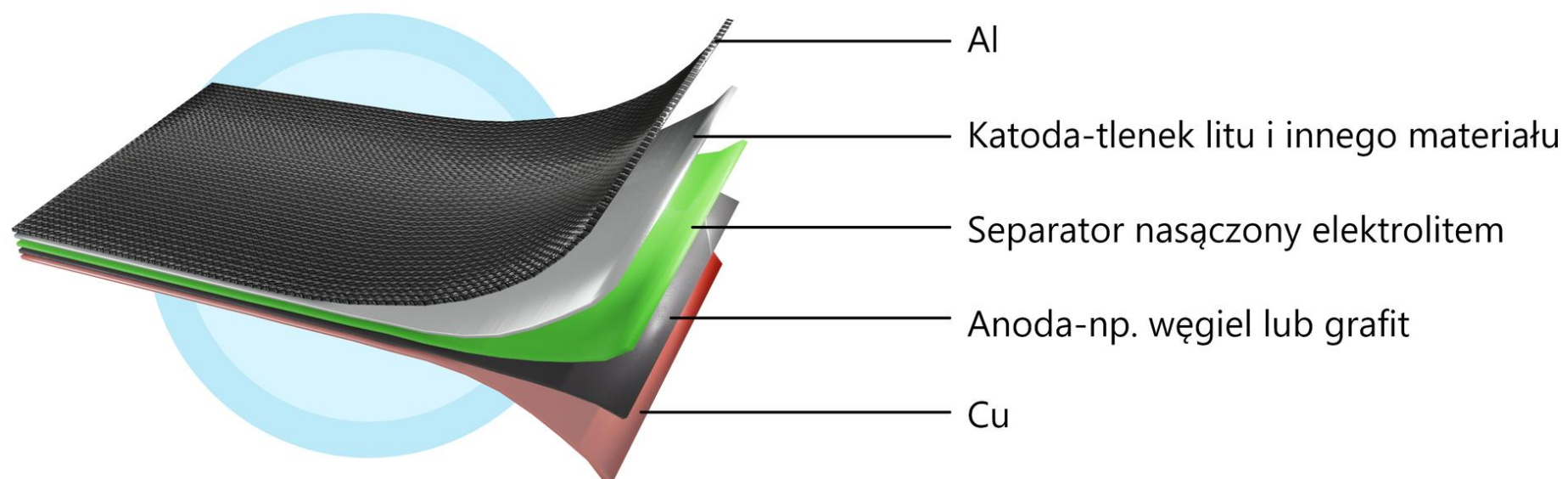
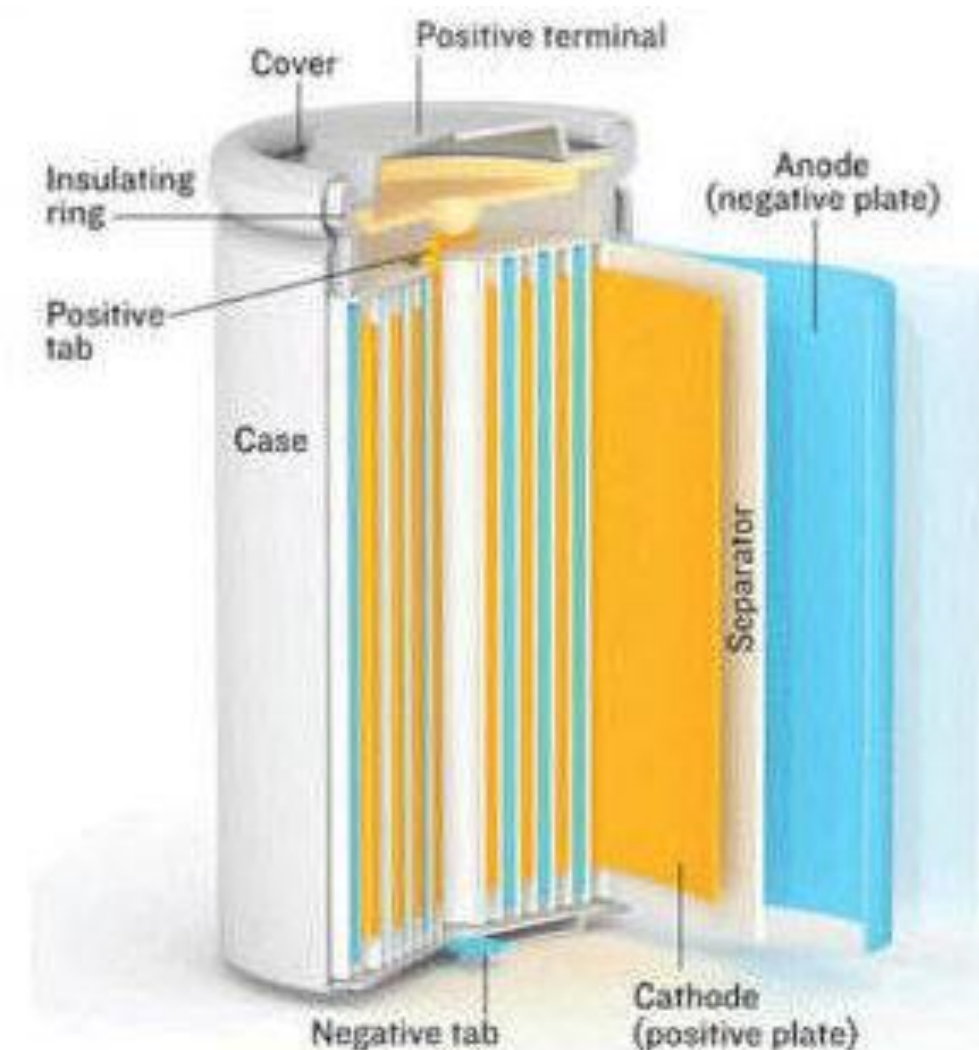
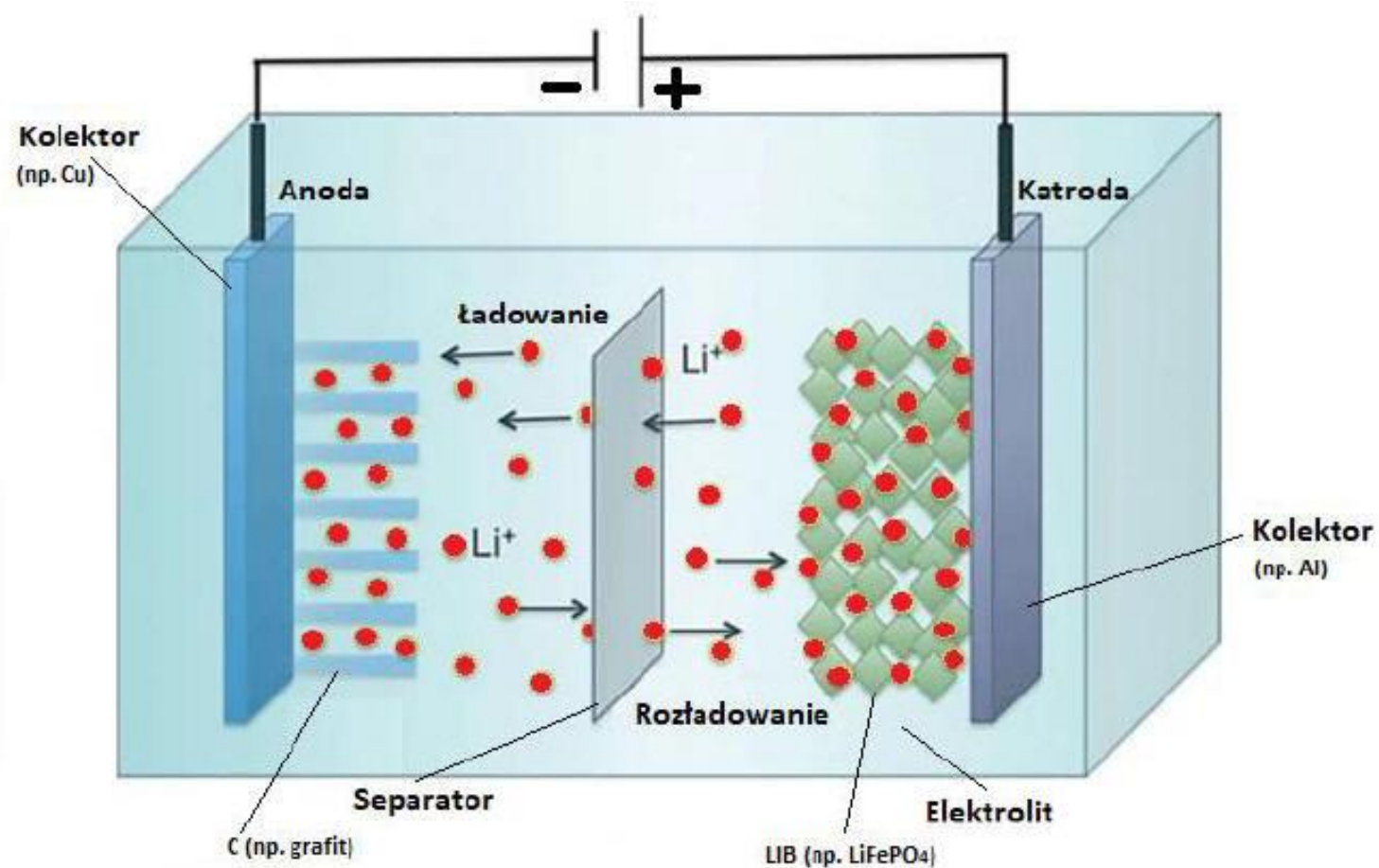


RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

- Różne technologie produkcji katody: LMO, Li-Air, LiFePO₄, NMC, NCA (Panasonic)
- Gęstość energii:
 - 130-200 Wh/kg (LiFePO₄)
 - 230-250 Wh/kg (NMC 811)
 - 250-320 Wh/kg (NCA 21700)[W niedalekiej przyszłości 400-500* Wh/kg]
- Wysoka wydajność prądowa: 10C, 20C
- Sprawność >90% przy prawidłowym użytkowaniu



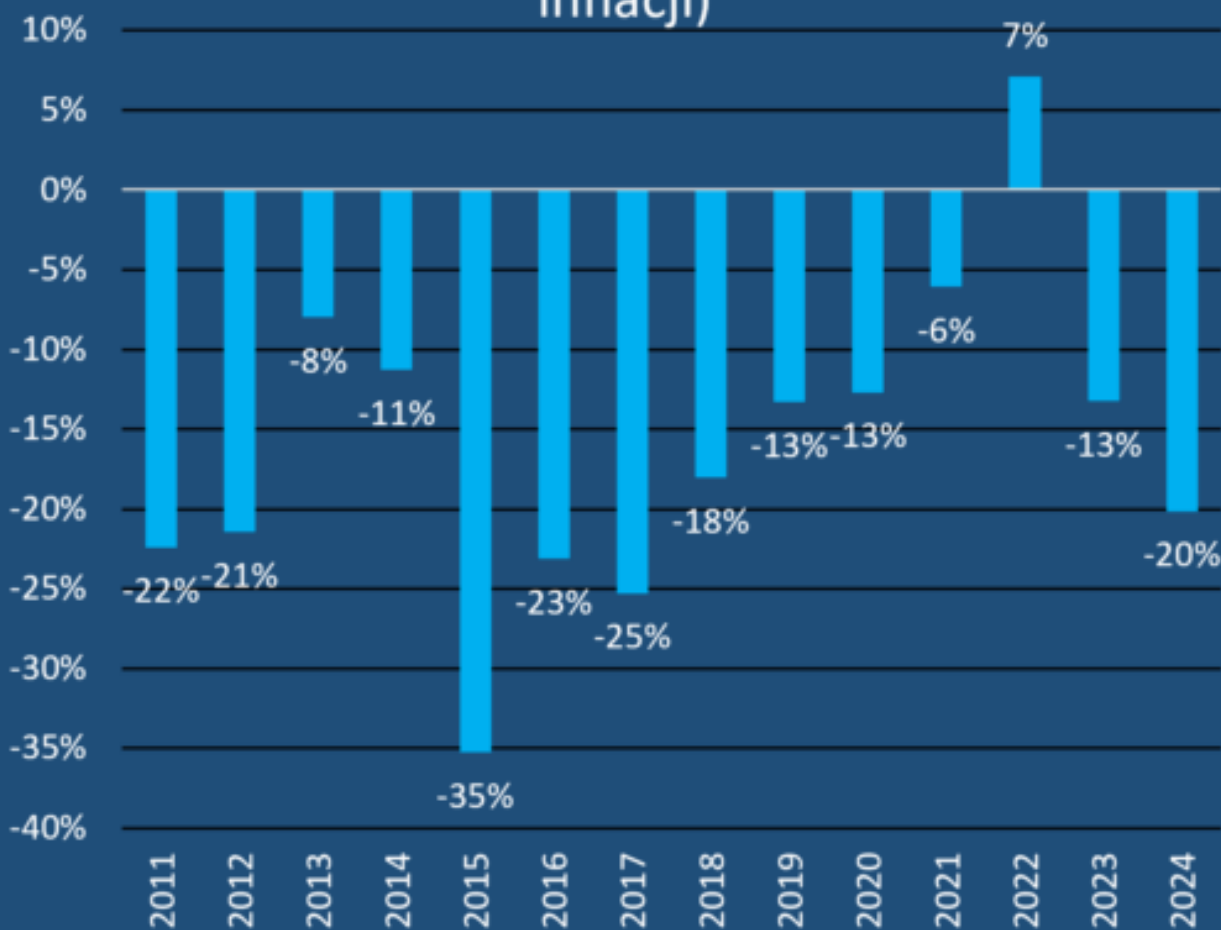
RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)



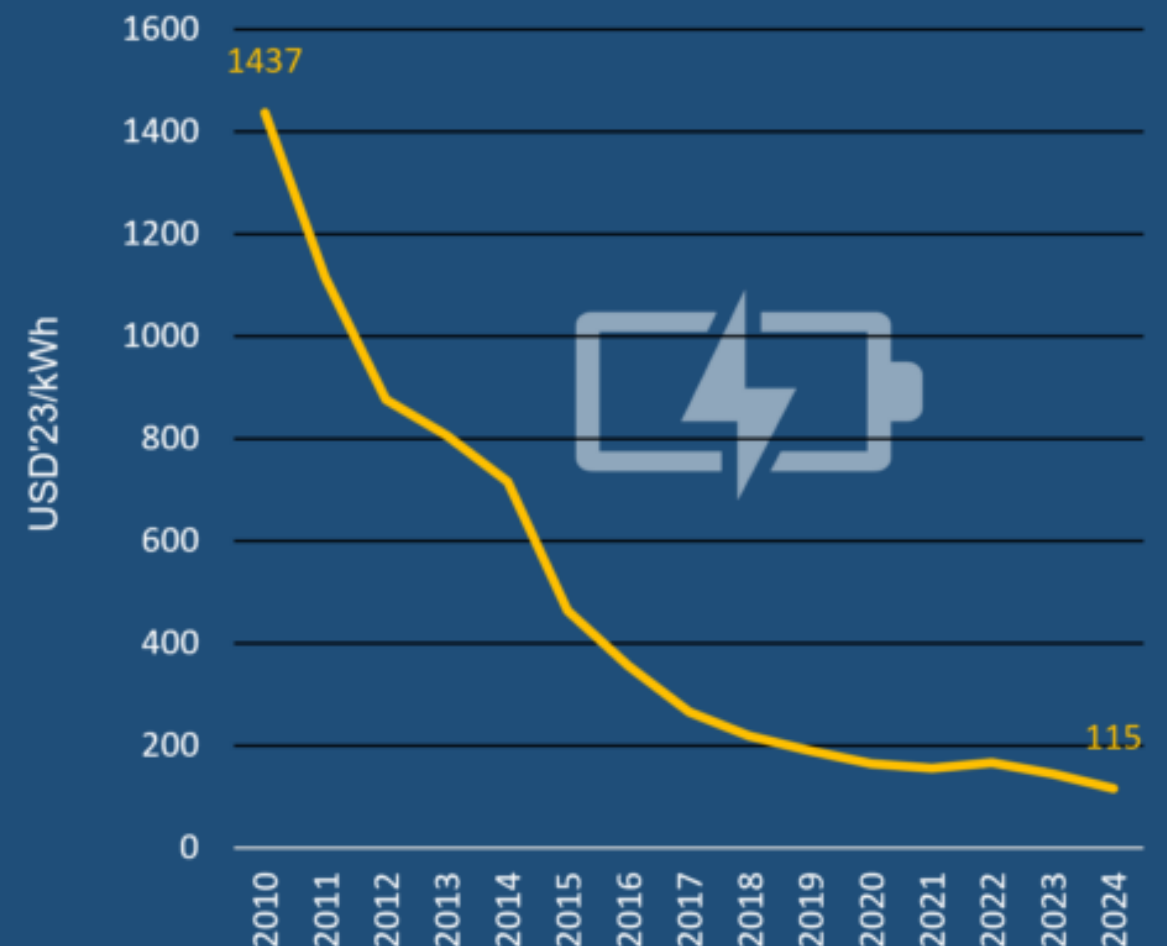
RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

Cen pakietów bateryjnych (samochodowych i stacjonarnych)

Spadek cen realnych (po uwzględnieniu inflacji)



Ceny pakietów bateryjnych



Dane: BNEF (średnia ważona wolumenem cena gotowych pakietów bateryjnych) | Marzec 2025

RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

Zalety 	Wady 
Wysoka gęstość energii (dużo energii w małej objętości)	Wysoki koszt produkcji
Niska masa w porównaniu do innych akumulatorów	Wrażliwość na wysoką temperaturę
Brak efektu pamięci	Ryzyko przegrzania i zapłonu (w skrajnych warunkach)
Niski poziom samorozładowania	Stopniowa degradacja (utrata pojemności z czasem)
Długa żywotność (wiele cykli ładowania)	Wymagają układów zabezpieczających (BMS)
Szybkie ładowanie	Wrażliwe na przeładowanie i głębokie rozładowanie
Wysoka sprawność energetyczna	Problemy z recyklingiem i wpływ na środowisko

RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

NMC (nikiel-kobalt-mangan) / NCA (nikiel-kobalt-glin)

Produkowane m.in. przez Panasonic/Tesla/LG. Charakteryzują się większą stabilnością pracy przy niższych temperaturach. Mają wysoką gęstość energii i małą masę, ale mniejszą żywotność niż LiFePO_4 . Najczęściej stosowane w pojazdach elektrycznych.

Litowo-żelazowo-fosforanowe (LiFePO_4)

Produkowane m.in. przez BYD/LG. Charakteryzują się większą stabilnością pracy przy wyższych temperaturach. Często wykorzystywane w popularnych magazynach energii. Do produkcji stosuje się mniej toksyczne materiały (np. nie jest wykorzystywany popularny kobalt).

Litowo-polimerowe (Li-Po lub Li-Poly)

Odmiana akumulatorów Li-Ion. Elektrolit w postaci ciekłej został zastąpiony elektrolitem stałym lub żelowym (np. gąbczasta struktura na bazie poliakrylonitrylu) co wpływa na podniesienie bezpieczeństwa.

Litowo-siarkowe (Li-S)

Odmiana akumulatorów Li-Ion. W ostatnim czasie ogłoszone zostały przełomowe udoskonalenia tej technologii, które podnoszą żywotność. Gęstość energii: 450-500 Wh/kg (teoretycznie dużo więcej).

RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

Next Generation Technological Roadmap

We are building the next-generation battery portfolio based on our world's leading technology.

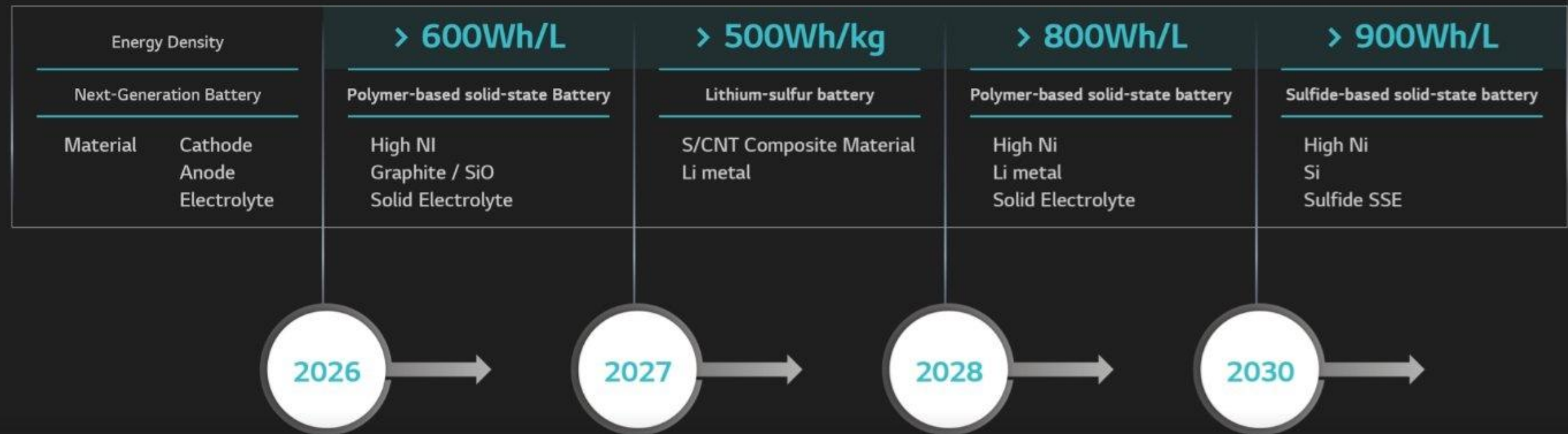
LG Energy Solution is building the next-generation battery portfolio optimized for market requirements based on proven technology and the industry's largest production capacity.

Lithium-sulfur Battery

Next-generation batteries that have the advantage of light weight and price competitiveness with lifecycle and performance technologies directed towards new aircraft markets.

Solid-state Battery

Developing both polymer-based and sulfide-based batteries.
Polymer-based solid-batteries with existing mass production processes are targeted for commercialization by 2026



RODZAJE AKUMULATORÓW litowo-jonowe (Li-Ion)

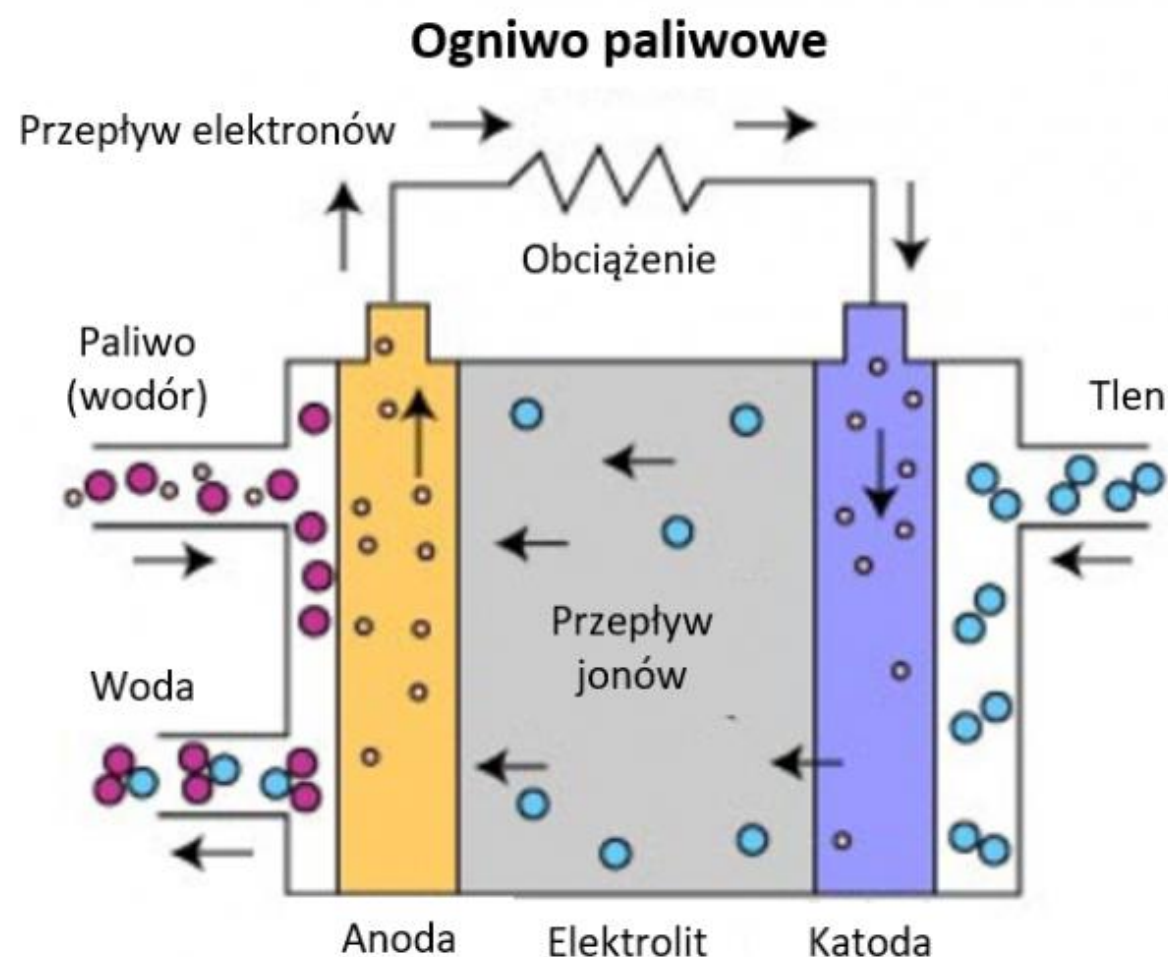
Cecha	Li-ion (NMC/NCA)	LiFePO ₄ (LFP)
Gęstość energii	Wysoka (więcej energii w mniejszej objętości)	Niższa
Żywotność (cykle)	500–1500 cykli	2000–5000+ cykli
Bezpieczeństwo	Niższe (większe ryzyko przegrzania)	Bardzo wysokie (stabilna chemia)
Stabilność termiczna	Wrażliwe na wysoką temperaturę	Bardzo odporne
Ryzyko zapłonu	Wyższe	Bardzo niskie
Koszt	Wyższy	Niższy (tańsze materiały)
Masa i rozmiar	Lżejsze i bardziej kompaktowe	Cięższe przy tej samej pojemności
Szybkość ładowania	Szybka	Szybka (często bardziej stabilna)
Napięcie nominalne ogniwa	ok. 3,6–3,7 V	ok. 3,2–3,3 V
Wpływ na środowisko	Zawiera kobalt i nikiel	Brak kobaltu – bardziej ekologiczne
Zastosowania typowe	Smartfony, laptopy, EV o dużym zasięgu	Magazyny energii, autobusy, instalacje PV

OGNIWA PALIWOWE

Ogniwo paliwowe

Pozwala na generację energii elektrycznej w procesie utleniania paliwa (zazwyczaj wodoru) dostarczanego do układu.

- Prawie od razu gotowe do pracy (brak procesu „ładowania”)
- Wysoka gęstość energii
- Zazwyczaj niewielka gęstość mocy
- Sprawność na poziomie około 50%
- Jako paliwo poza wodorem często stosuje się metan



RODZAJE AKUMULATORÓW - CYNKOWO-POWIETRZNE

Akumulatory cynkowo-powietrzne (Zn-Air)

Można określić je jako hybrydy łączące zalety ogniw paliwowych i akumulatorów.

ZALETY:

- Niska masa równoważna
- Wysoka gęstość energii (>900 Wh/kg)
- Niska toksyczność
- Niska korozyjność metalu
- Niskie koszty produkcji (zbliżone lub niższe od akumulatorów kwasowo-ołowiowych)
- 300x większe zasoby cynku w porównaniu do litu

WADY:

- Konieczność dalszego rozwoju katod powietrznych oraz anod cynkowych
- Niska sprawność i gęstość mocy elektrody powietrznej
- Niska żywotność elektrody cynkowej
(nierównomierne rozpuszczanie i osadzanie)

W przyszłości planowane jest zastępowanie akumulatorów litowo-jonowych w pojazdach elektrycznych przez akumulatory ZN-Air.

RODZAJE AKUMULATORÓW - CYNKOWO-POWIETRZNE



RODZAJE AKUMULATORÓW INNE

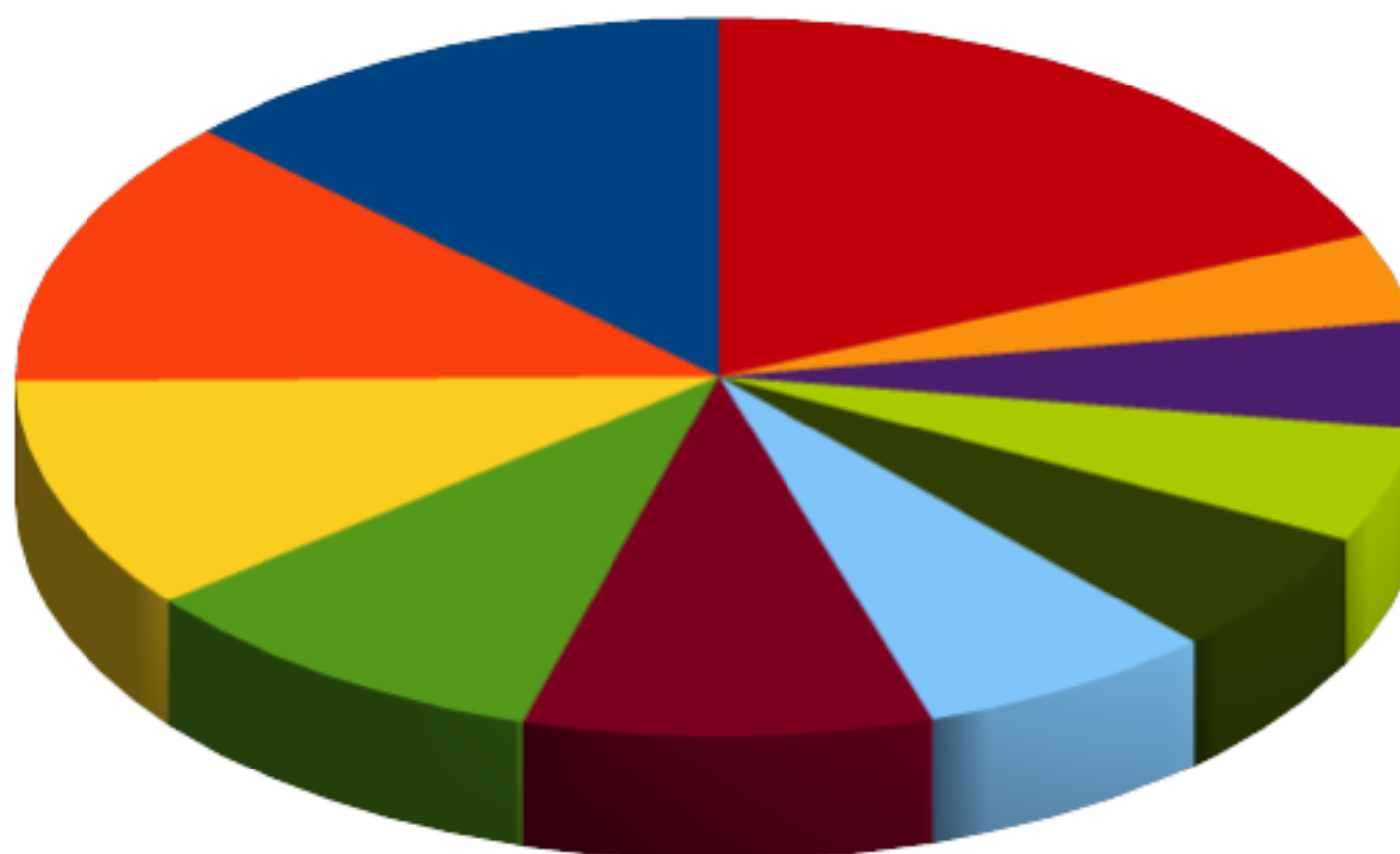
INNE AKUMULATORY

- Na-Ion – sodowo-jonowe (PYLONTECH)
- Sodowe Baterie Półprzewodnikowe
- K-Ion – potasowo-jonowe
- AgCd – srebrowo-kadmowe
- AgZn – srebrowo-cynkowe
- Al-Air – aluminiowo-powietrzne
- Fe-Air – żelazowo-powietrzne
- Li-Air – litowo-powietrzne
- LiS – litowo-siarkowe
- NaNi – sodowo-niklowe (temp. pracy ok. 245°C)
- NaS – sodowo-siarkowe (temp. pracy 300-350°C)
- NiCd – niklowo-kadmowe
- NiZn – niklowo-cynkowe
- NiFe – niklowo-żelazowe
- NiLi – niklowo-litowe
- Cienkowarstwowe
- Ceramiczne (LCB)
- Grafenowe
- RAM – ładowalne, alkaliczne akumulatory manganowe

NAJWIĘKSI PRODUCENCI

Dostawy magazynów energii do instalacji domowych

styczeń - wrzesień 2025 r

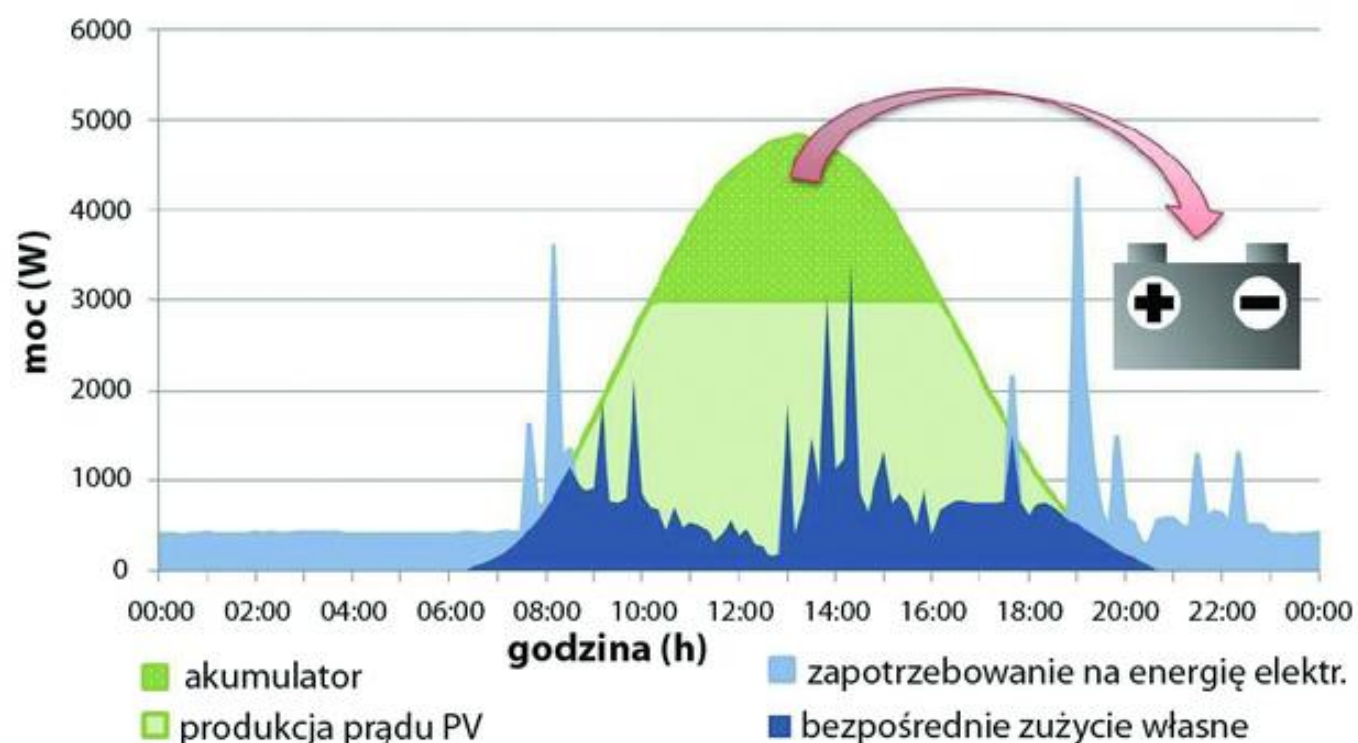
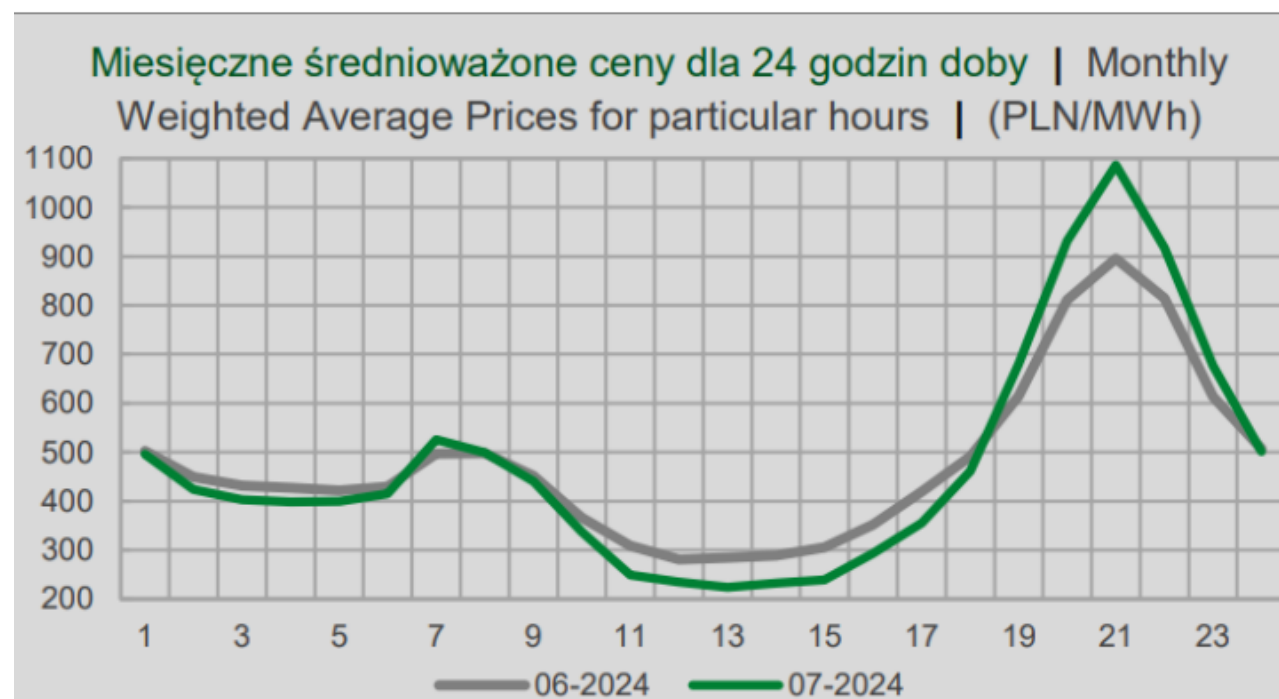


Tesla Huawei BYD Pylontech Deye Sungrow
Sigenergy Fox ESS Dyness SolaX Power Inni

Najwięksi producenci magazynów energii na świecie do instalacji domowych. Źródło: Infolink

ZALETY MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE

1. Dekarbonizacja, ograniczenia emisji CO₂
2. Przyspieszenie transformacji energetycznej - przekształcenie systemu energetycznego z centralnej produkcji energii na produkcję rozproszoną umożliwi w przyszłości znaczne ograniczenie kosztów przesyłu energii
3. Przesunięcie zużycia lub sprzedaży energii
 - OSD (Operator Sieci Dystrybucyjnej)
 - Dla właścicieli instalacji PV (net-billing)



ZALETY MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE

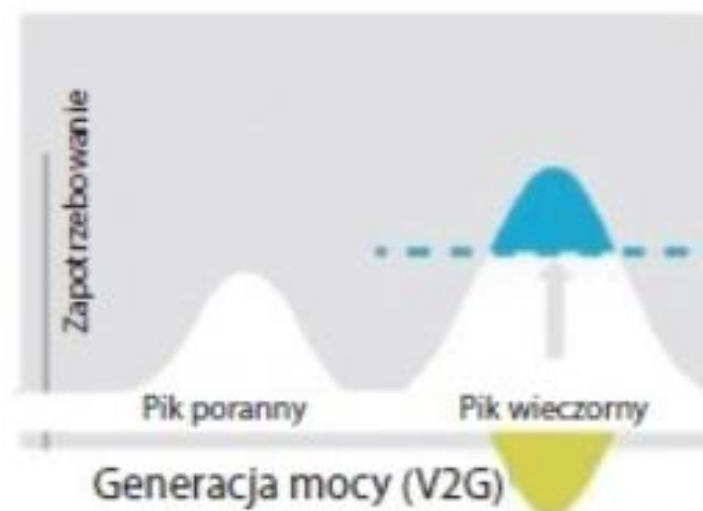
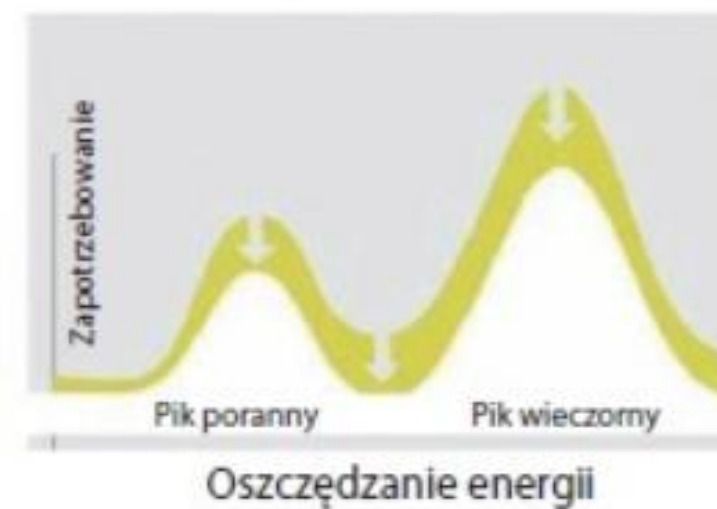
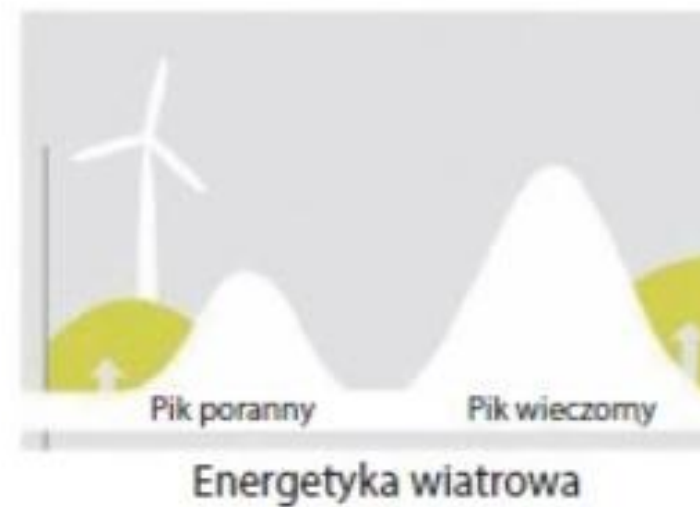
4. Oszczędności dla inwestorów
5. Efektywniejsze gospodarowanie wytworzoną energią
6. Pozytywny wpływ na stan sieci oraz obniżenie kosztów jej utrzymania
7. Możliwość przyłączania do sieci instalacji OZE o większej mocy
8. Zmniejszenie strat przesyłowych

WADY:

1. wysokie koszty inwestycyjne
2. straty wynikające ze sprawności urządzenia
3. wydajności procesów ładowania i rozładowania
4. Bezpieczeństwo pożarowe



FUNKCJE MAGAZYNÓW ENERGII W SIECI

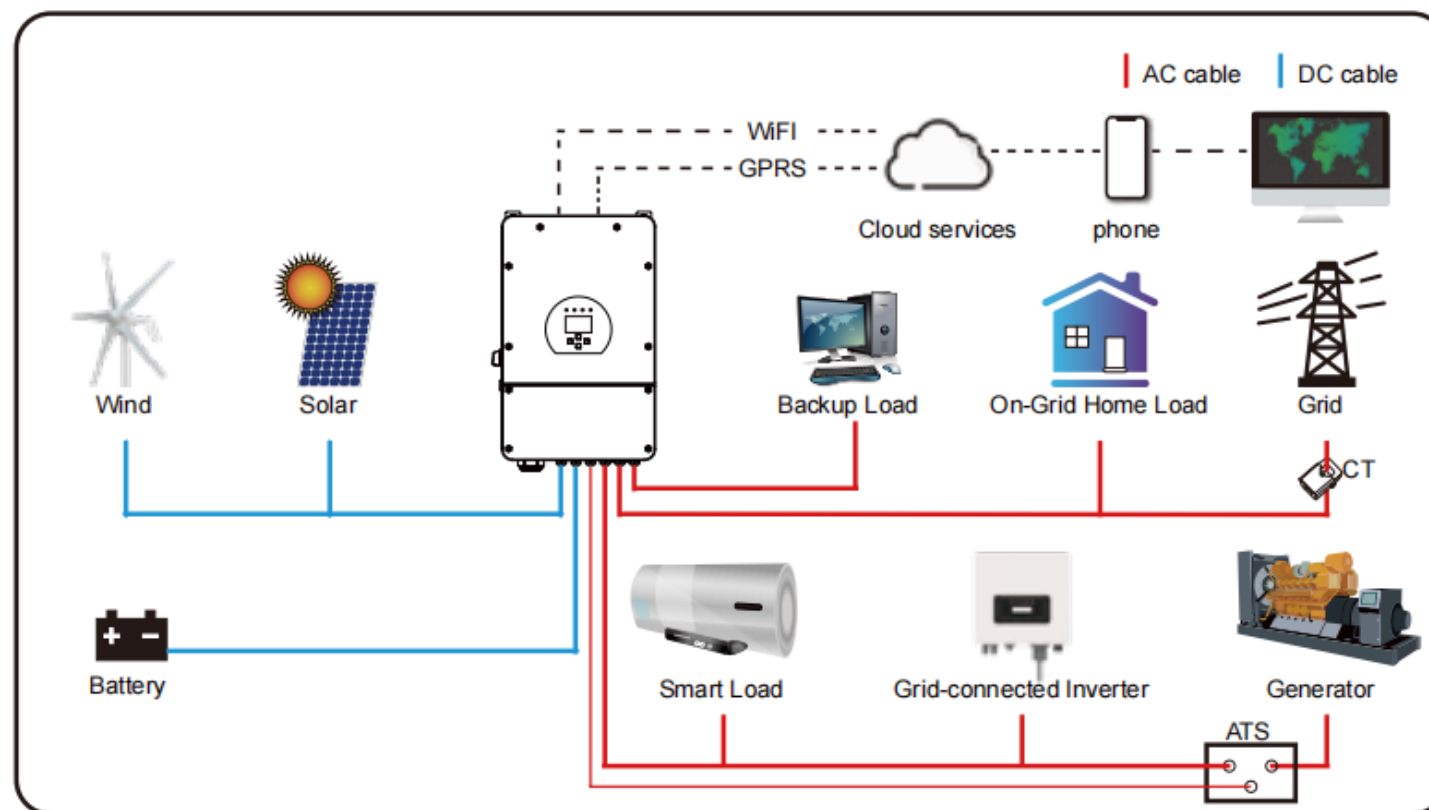


CELE MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE

1. Zmniejszenie oddziaływania systemów OZE na stan sieci elektroenergetycznych
 - Duże odległości między instalacją i transformatorem (stacją SN/nn)
 - Zbyt wiele mikroźródeł podłączonych do tej samej sieci nn
 - Przestarzałe linie zasilające – wysoka rezystancja i reaktancja wynikająca m.in. ze zbyt małych przekrojów przewodów
 - Brak zbilansowania energii w sieci nn i konieczność transformacji nadwyżki w stacji SN/nn celem oddania jej do sieci SN
 - Rozbudowa istniejących instalacji PV bez zgłoszenia do zakładu en.
2. Zmniejszenie oddziaływania systemów OZE na pracę elektrowni konwencjonalnych
 - Systemy OZE charakteryzują się:
 - Częstymi wahaniami generowanej mocy
 - Niemożliwością dokładnego prognozowania dziennej produkcji
3. Poprawa stabilności, wydajności i niezawodności sieci elektroenergetycznych
 - Lepsza responsywność sieci przy nagłych zmianach obciążenia
 - Zmniejszenie częstości występowania przerw w zasilaniu
 - Usprawnienie pokrycia szczytowego zapotrzebowania na energię
 - Ograniczenie kosztów rozbudowy i modernizacji sieci
 - Umożliwienie rozwoju sieci inteligentnych (Smart Grid)
 - Wspomaganie rozwoju nowych usług świadczonych poprzez sieć
 - Poprawa jakości energii (poprzez dostosowanie parametrów takich jak częstotliwość oraz napięcie np. podczas szybkich zmian obciążenia)

CELE MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE

4. Umożliwienie niezależności od zasilania z sieci energetycznej
- Pełna niezależność energetyczna (systemy off-grid)
 - Częściowa niezależność (systemy hybrydowe)



Nowelizacja ustawy Prawo Energetyczne

- Powszechna instalacja inteligentnego opomiarowania
- Stworzenie Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE)
- Zgłoszenie magazynu energii do OSD (moc <50kW)
- Wpis do rejestru magazynów energii (moc 50kW-10MW)
- Uzyskanie koncesji dla magazynu energii (moc >10MW)
- Ujednolicona definicja magazynu energii: „Instalacja umożliwiająca magazynowanie energii elektrycznej i wprowadzenie jej do sieci elektroenergetycznej”

CELE MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE

Potencjał do przyłączania źródeł OZE w perspektywie do 2030 r.

Szacunki PSE S.A. na 31.08.2025 na podstawie wydanych i uzgodnionych warunków przyłączenia



CELE MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE



Magazyn energii o pojemności 27MWh i mocy 6MW (1MW w akumulatorach litowo-jonowych i 5MW w akumulatorach kwasowo-ołowiowych), Bystra koło Pruszcza Gdańskiego, źródło: wnp.pl/energetyka

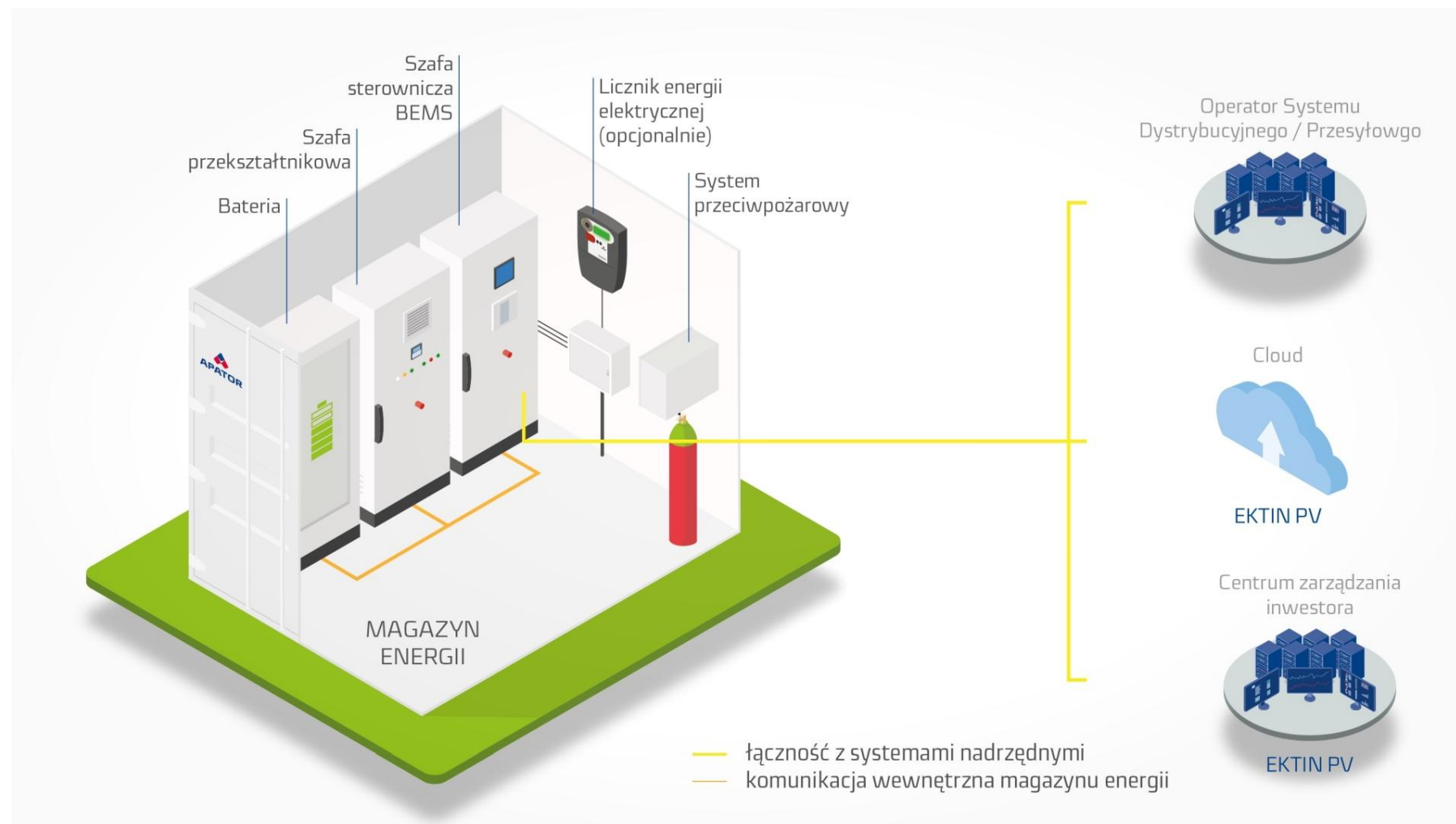
CELE MAGAZYNOWANIA ENERGII W POLSCE



Magazyn energii o pojemności 4,2MWh i mocy 2,1MW, Rzepedź na Podkarpaciu, źródło: PGE

ELEMENTY WIELKOSKALOWYCH MAGAZYNÓW ENERGII

- Akumulatory np. w technologii litowo-żelazowo-fosforanowe (LFP)
- System zarządzający pracą akumulatorów (Battery Management System, BMS)
- System zarządzający przepływem energii (Energy Management System, EMS)
- Systemy bezpieczeństwa np. systemy wykrywania dymu lub gazu
- System chłodzenia ogniw np. cieczą
- System wczesnego wykrywania awarii



PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

POJEMNOŚĆ

Zdolność ogniwa do przechowywania ładunku elektrycznego

- W przypadku klasycznych układów niskonapięciowych wyrażana jest w Ah (1Ah = 3600C)
- W przypadku nowoczesnych magazynów energii pojemność wyrażana jest w kWh

Aby przeliczyć Ah na kWh należy znać napięcie pracy akumulatora. Na przykład dla akumulatora 100Ah / 12V pojemność wyniesie: $100\text{Ah} \cdot 12\text{V} = 1200\text{Wh} = 1,2\text{kWh}$

Typ produktu	Force-H2-V2		
Technologia ogniw	Li-żelazo (LFP)		
Pojemność systemu akumulatorowego (kWh)	7.10	10.65	14.20
Napięcie systemu akumulatorowego	192	288	384
Pojemność systemu akumulatorowego (AH)	37 Ah		
Nazwa kontrolera akumulatorów	FC0500M-40S-V2		
Nazwa modułu akumulatorowego	FH9637M		
Ilość modułów akumulatorowych (szt.)	2	3	4

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

MOC (W, kW, MW)

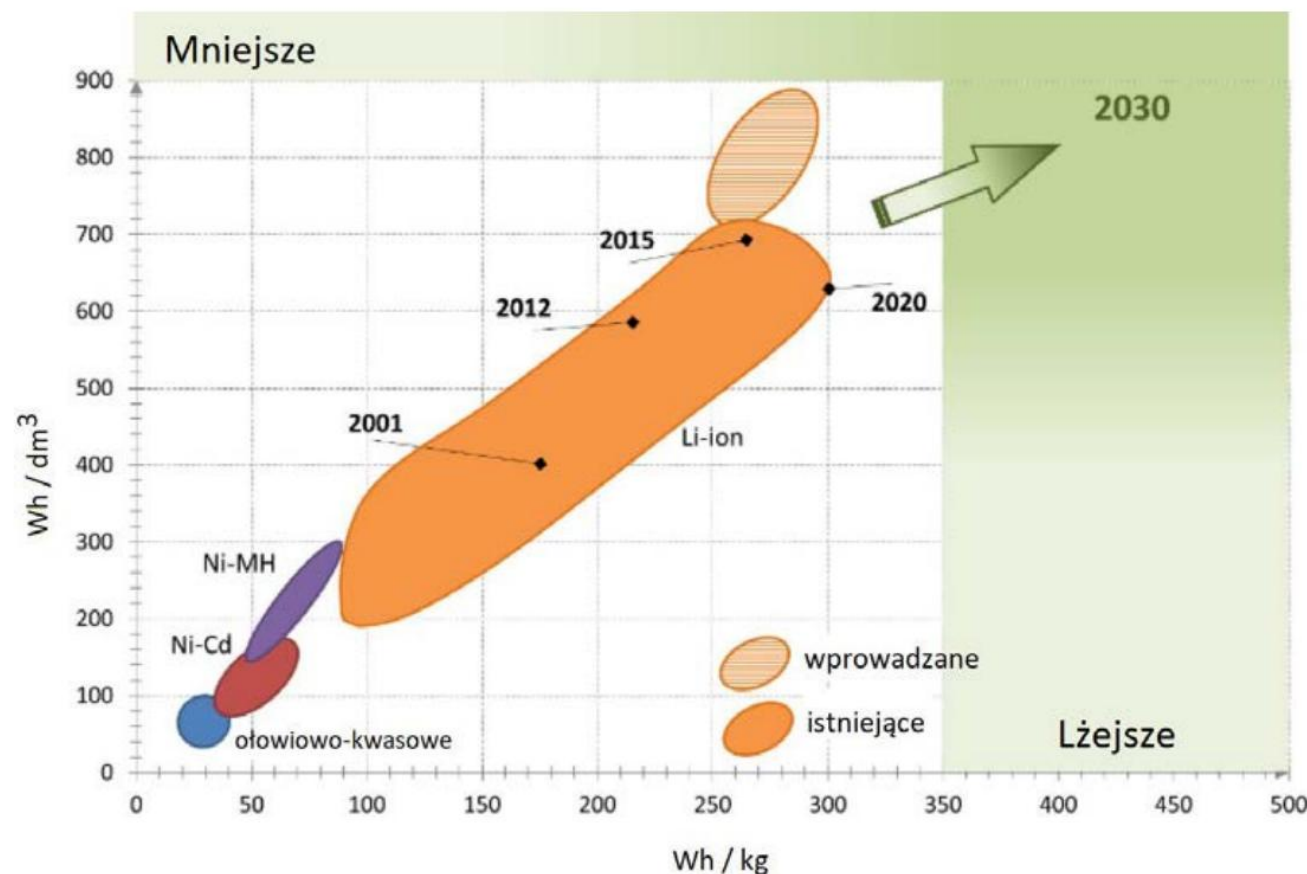
- Określa energię jaką w danym momencie pobiera lub oddaje magazyn energii.
- Każdy producent określa moc maksymalną, która w dużym stopniu charakteryzuje zdolności urządzenia do pracy w określonych warunkach.

Model	Tower Pro TP7	Tower Pro TP11	Tower Pro TP15	Tower Pro TP19	Tower Pro TP23
Wzór produktu					
Moduł akumulatora	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄
Ilość modułów akumulatora	2	3	4	5	6
Moc znamionowa	7.68 kWh	11.52 kWh	15.36 kWh	19.2 kWh	23.04 kWh
Energia użytkowa	7.296 kWh	10.944 kWh	14.592 kWh	18.24 kWh	21.888 kWh
Napięcie robocze	168~216V	252~324V	336~432V	420~540V	504~648V
Znamionowe napięcie	192V	288V	384V	480V	576V
Pojemność nominalna	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah
Maks. Moc ładowania i rozładowania ciągłego*	7.68 kW	11.52 kW	15.36 kW	19.2 kW	23.04 kW
Zalecany poziom rozładowania (DOD)	95%	95%	95%	95%	95%
Wymiary produktu [wys. x szer. x dł.] (mm)	587/310/788	587/310/1009	587/310/1230	587/310/1451	587/310/1672
Waga brutto [kg]	109.5	150	190.5	231	271.5
Zalecany prąd ładowania/rozładowania	0.5C(20A)				
Maksymalny prąd ładowania/rozładowania	1C(40A)				

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

GĘSTOŚĆ MOCY (W/kg lub W/m³)

- Określa moc, która zawarta jest w danej objętości lub masie urządzenia



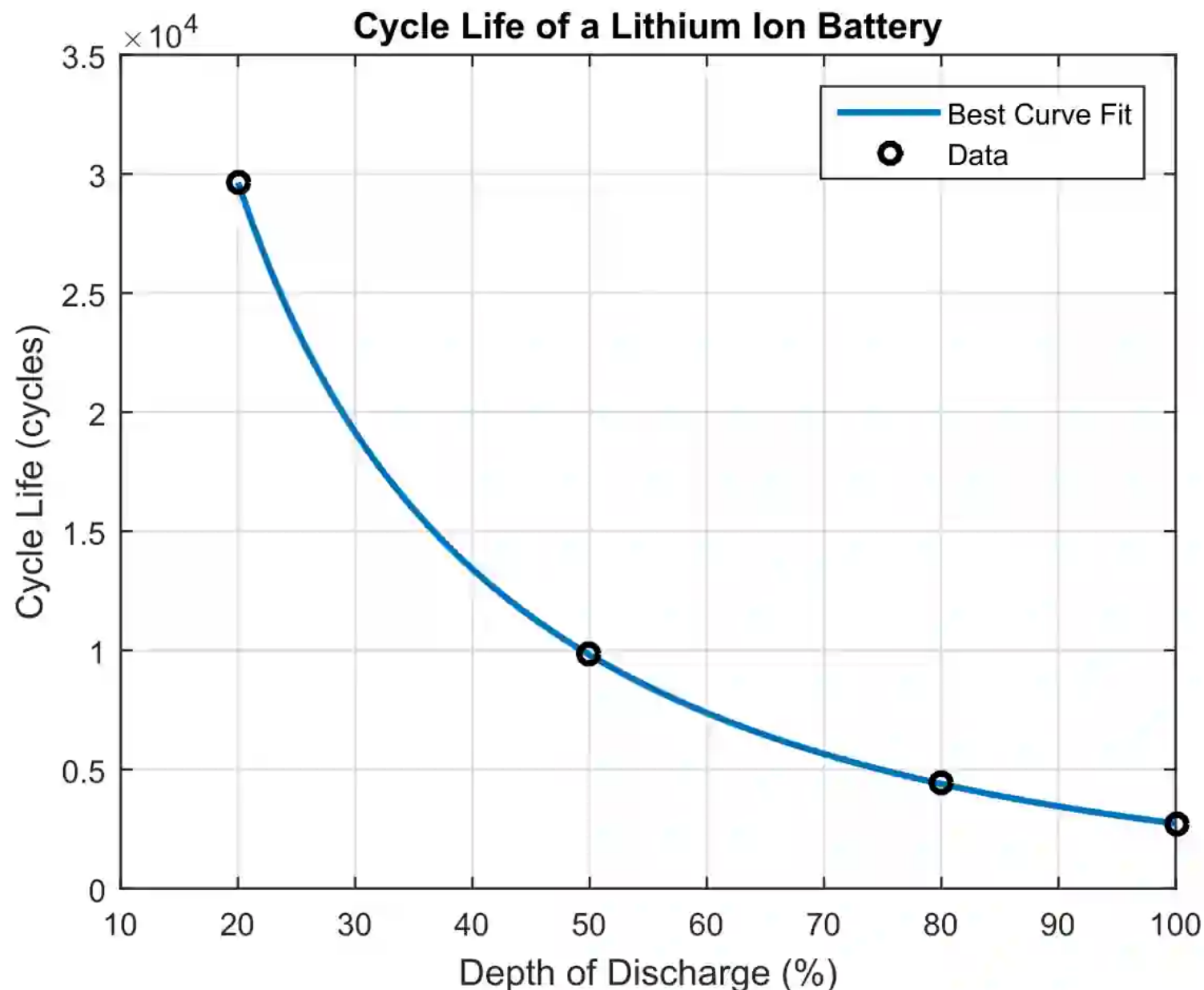
Tab. 1 Podstawowe charakterystyki superkondensatorów oraz akumulatorów

Parametr	Jednostka	Superkondensator	Akumulator kwasowo-ołowiowy	Akumulator litowo-jonowy
Napięcie	V	48–62	12-24	12-24
Minimalna temperatura pracy	°C	–40	–20	–20
Maksymalna temperatura pracy	°C	+70	+40	+45
Liczba cykli ładowania/rozładowania		>1 mln	300	10000
Żywotność	Lata	5–20	0,5–5	3–10
Gęstość energii	Wh/L	1–10	100–290	250–650
Gęstość mocy	W/L	1000–10000	100–1000	850–3000
Sprawność	%	98	70	80–90
Czas ładowania	C/x	>1500	1	<40
Czas rozładowania		Sekundy/minuty	Godziny	Godziny

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

GŁĘBOKOŚĆ ROZŁADOWANIA – DoD (Depth of Discharge)

- wartość rozładowania akumulatora w danym momencie np. DoD 35% oznacza, że akumulator został rozładowany o 35% swojej pojemności
- nominalny poziom rozładowania akumulatora podawany przez producenta np. DoD 80% oznacza, że akumulator w normalnych warunkach pracy może być rozładowywany o 80% swojej pojemności

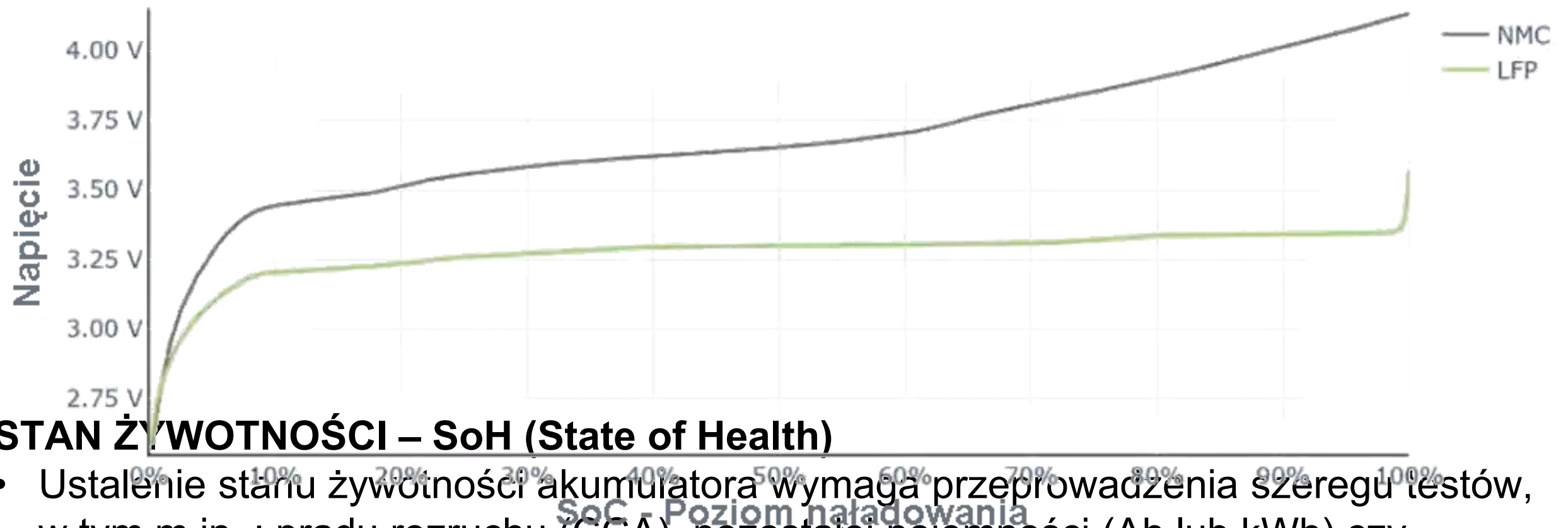


PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

STAN NAŁADOWANIA – SoC (State of Charge)

- wartość naładowania akumulatora w danym momencie np. SoC 35% oznacza, że akumulator jest naładowany do 35% swojej pojemności. Do sprawdzenia np. poprzez pomiar napięcia

Zależność SoC od napięcia



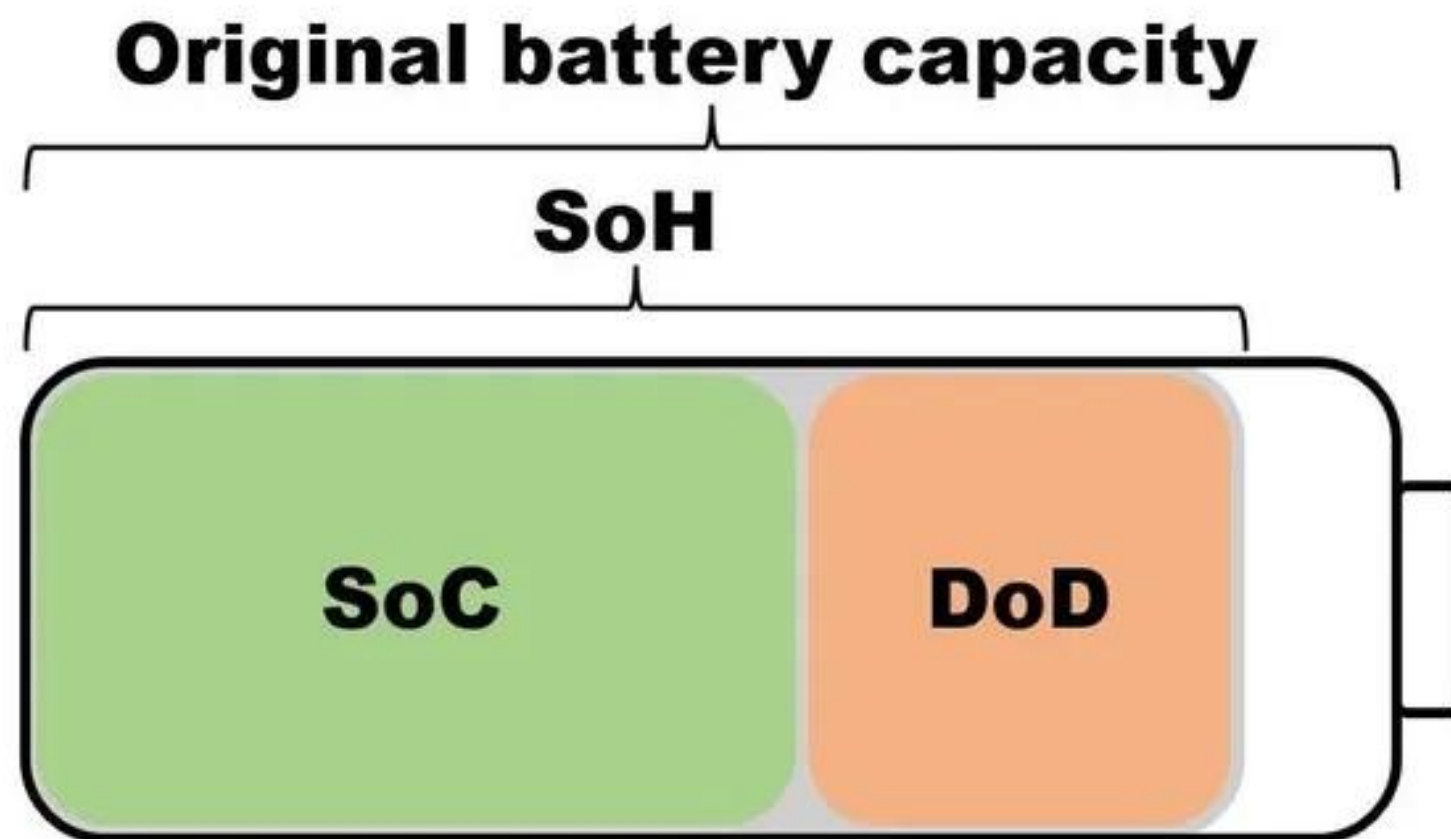
STAN ŻYWOTNOŚCI – SoH (State of Health)

- Ustalenie stanu żywotności akumulatora wymaga przeprowadzenia szeregu testów, w tym m.in. : prądu rozruchu (CCA), pozostałej pojemności (Ah lub kWh) czy zdolność przyjmowania ładunku (CA). Im niższe SoH tym akumulator wolniej się ładuje, szybciej się rozładowuje oraz ma zmniejszoną pojemność.

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

STAN ŻYWOTNOŚCI – SoH (State of Health)

- Ustalenie stanu żywotności akumulatora wymaga przeprowadzenia szeregu testów, w tym m.in. : prądu rozruchu (CCA), pozostałej pojemności (Ah lub kWh) czy zdolność przyjmowania ładunku (CA). Im niższe SoH tym akumulator wolniej się ładuje, szybciej się rozładowuje oraz ma zmniejszoną pojemność.



- Ilość cykli ładowania w trakcie eksploatacji
- Warunki pracy m.in. temperatura
- Natężenie prądu w trakcie ładowania/rozładowania
- Głębokość rozładowania (DoD)

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

POZOSTAŁE PARAMETRY

- Modułowa budowa i skalowalność Jeśli podczas eksploatacji planowana jest rozbudowa systemu magazynowania to należy zwrócić uwagę na możliwości rozbudowy już na etapie doboru urządzeń. Niektórzy producenci z przyczyn technicznych ograniczają czas na rozbudowanie systemu np. do 2 lat od daty zakupu.
- Zastosowana technologia magazynowania energii
- Wymiary i waga urządzenia
- Dyspozycyjność
- Reakcja na długotrwałe przerwy w ładowaniu (samorozładowanie)
- Napięcie pracy (V)
 - magazyny niskonapięciowe (LV) np. 48V
 - magazyny wysokonapięciowe (HV)
- **GWARANCJA**
 - Na produkt (wady ukryte) np. 10 lat lub ≥ 6000 cykli (25°C , 90%DOD)
 - Na wydajność np. 60% pierwotnej pojemności po 10 latach użytkowania (1 cykl dziennie)
- **Minimalna Wydajność Energetyczna (MWE)** - Minimalna, gwarantowana przez producenta ilość energii elektrycznej, która może być zmagazynowana przez urządzenie, np. 34150kWh.
- **Ilość cykli ładowania** – częstotliwość wykonywania cykli ładowanie/rozładowanie ma wpływ na czas, w którym przekroczona zostanie gwarantowana MWE.

PODSTAWOWE PARAMETRY MAGAZYNÓW ENERGII

POZOSTAŁE PARAMETRY

- **Stopień ochrony IP** – określa wytrzymałość urządzenia na przedostawanie się do wnętrza cząstek stałych i wody np. IP21, IP55,
- **Prąd rozruchowy** (w przypadku akumulatorów samochodowych) Określa szczytowe natężenie prądu możliwe do wygenerowania przez akumulator w określonych warunkach środowiskowych (np. -18°C),
- **Funkcje kontrolno-pomiarowe**
 - Liczba mierzonych parametrów pracy urządzenia m.in. Graniczna temperatura ogniwa, minimalne i maksymalne napięcie w układzie
 - Zakres i sposób analizowania danych
 - Sposób prezentacji wyników
 - Osobna, dedykowana aplikacja
- **Funkcje komunikacyjne**
 - Komunikacja z falownikiem
 - Komunikacja z Internetem
 - Komunikacja z innymi urządzeniami podłączonymi do sieci (Smart Grid)

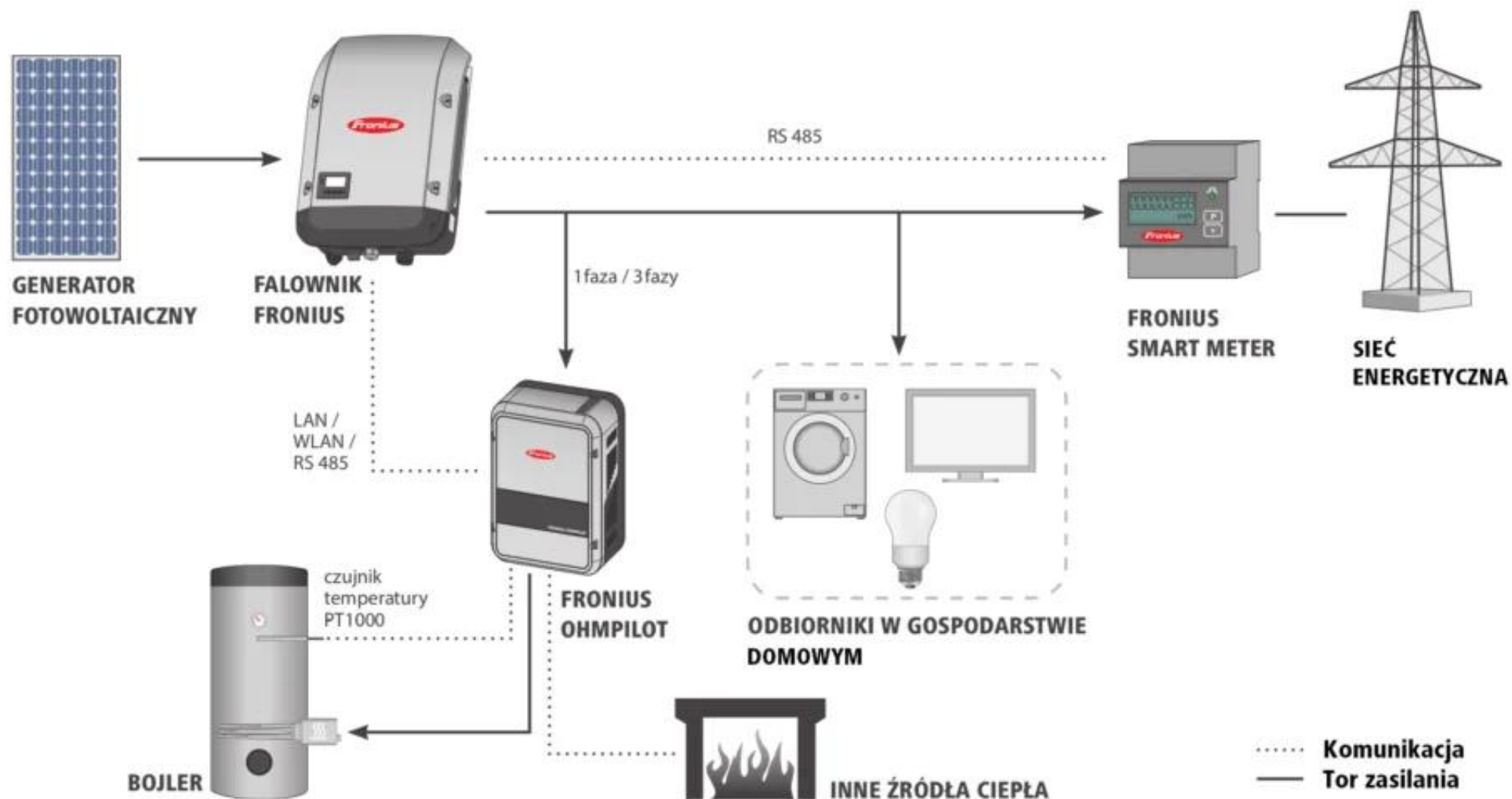
Podstawowe parametry	FORCE H1 (336V74AH)
Moduł baterii	FH48074
Napięcie modułu baterii(Vdc)	48
Pojemność modułu baterii(Ah)	74
Ilość modułów baterii(Opcja)	3~7 Pcs
Pojemność systemu baterii(kWh)	24.86
Napięcie systemu baterii (V)	336
Wymiar(W*D*H cm)	600*380*1380
Waga (kg)	259
Głębokość rozładowania	90%
Prąd ładowania&Rozładowania (ciągły /max. A)	37/40
Komunikacja	CAN,Modbus
Stopień ochrony	IP55
Temperatura pracy(℃)	0-50
Temperatura składowania(℃)	-20-60
Żywotność	15 ⁺ lat(25 ℃/77F)
Poziom autentykacji	UL/IEC62619/IEC62477/ IEC62040/CE/UN38.3

SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem ciepła

- Magazyn ciepła służy do gromadzenia i przechowywania ciepła. Zgromadzona energia może być wykorzystywana na bieżąco (grzanie CWU/CO) lub ciepło zgromadzone w sezonie letnim jest wykorzystane podczas sezonu grzewczego.
- Nadprodukcja energii elektrycznej z systemu PV może zostać:
 - przekształcona na ciepło, które następnie jest magazynowane
 - zasilać urządzenia służące do pozyskiwania ciepła np. grzałki elektryczne, pompy ciepła

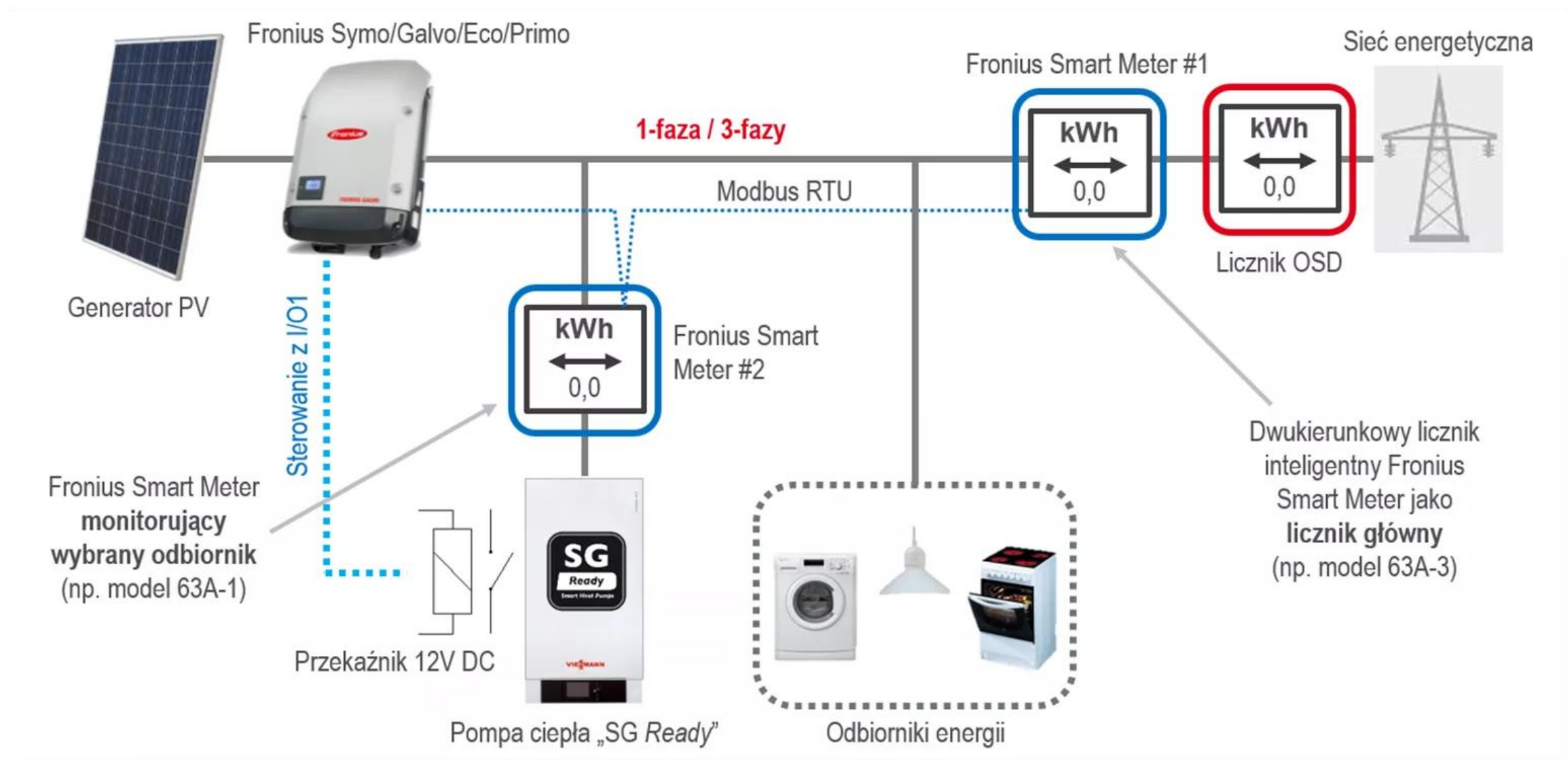
SCHEMAT POŁĄCZEŃ



SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z pompą ciepła

- grzanie CWU – nadwyżka energii z systemu PV może zostać wykorzystana do podgrzewania wody użytkowej (całorocznie lub poza sezonem grzewczym).
- Grzanie CO – nadwyżka energii z systemu PV może zostać wykorzystana do podgrzewania wody w systemie centralnego ogrzewania (szczególnie w miesiącach jesiennych i wiosennych).



SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem energii elektrycznej

SYSTEMY WYSPOWE (OFF-GRID)- systemy autonomiczne, które pracują poza siecią dystrybucyjną.

Zastosowanie:

- Zapewnienie energii mieszkańcom najuboższych krajów (obecnie na świecie do stałego źródła energii elektrycznej nie ma dostępu >2mld ludzi)
- Infrastruktura telekomunikacyjna
- Pomoc humanitarna
- Oświetlenie uliczne
- Systemy alarmowe
- Zasilanie awaryjne
- Domki letniskowe, działki rekreacyjne, łodzie, kampery
- Najczęściej stosowane akumulatory: żelowe, AGM, Li-ion, LiFePO4
- OFF-GRID zazwyczaj pracuje na napięciu 12V, 24V, 48V

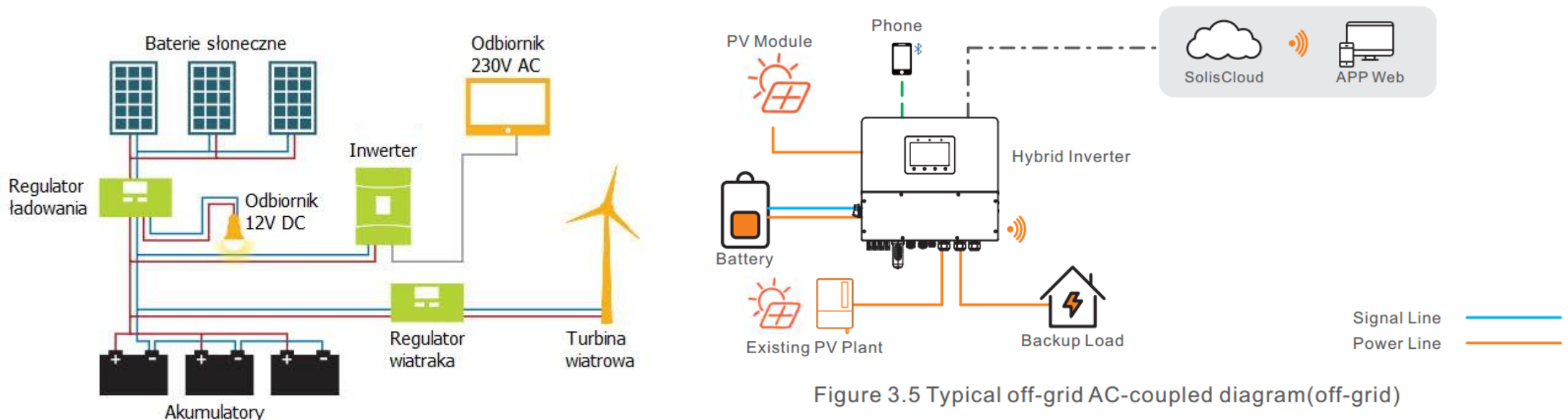


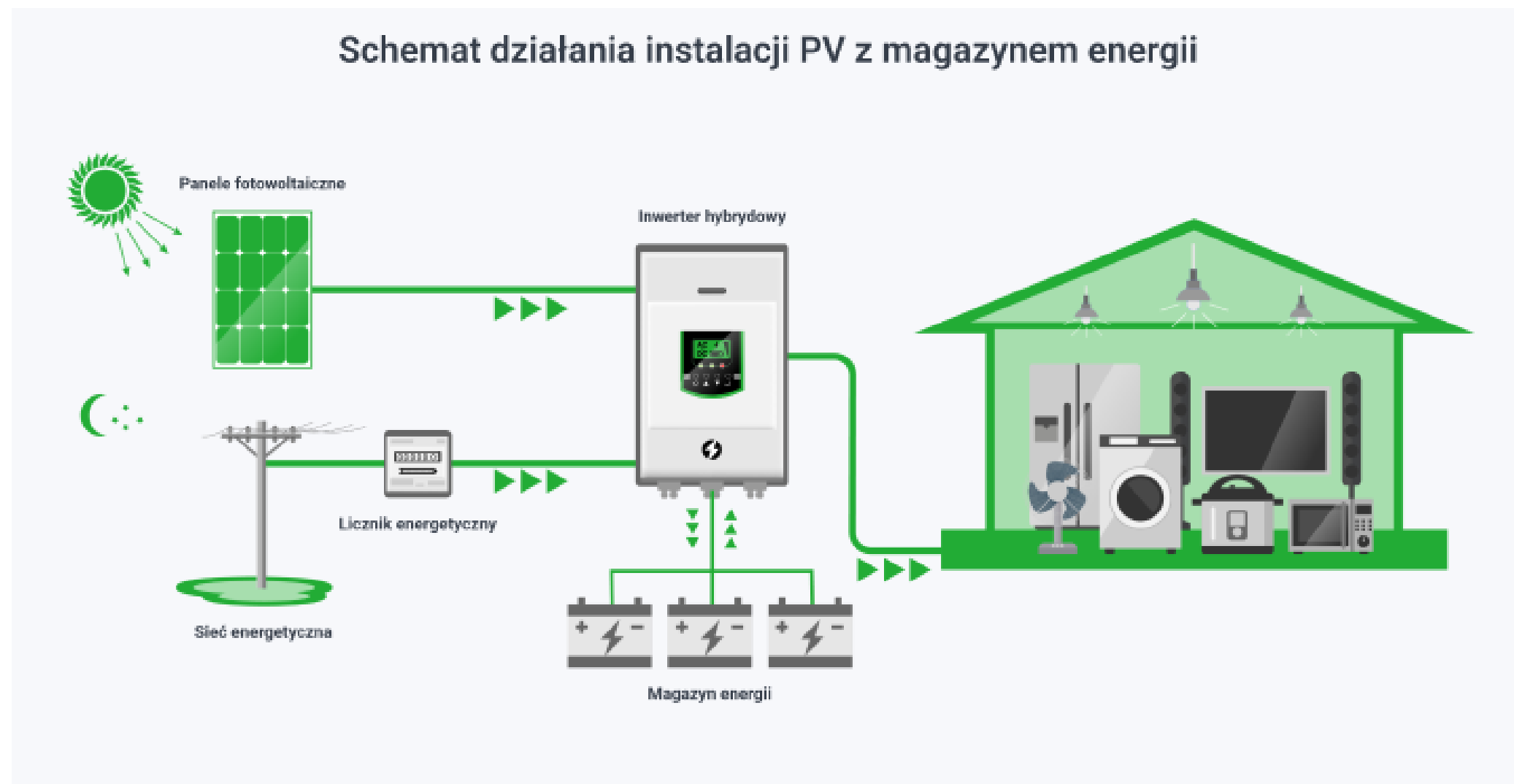
Figure 3.5 Typical off-grid AC-coupled diagram(off-grid)

SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem energii elektrycznej

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - Do magazynowania energii stosowane są zarówno niskonapięciowe, jak i wysokonapięciowe akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion) oraz różne ich warianty (w zależności od producenta np. LiFePO₄, Li-Poly).

- Falowniki może posiadać jedno lub dwa złącza AC. Jedno do pracy w trybie EPS, a drugie do podłączenia do sieci.
- Złącze EPS (Emergency Power Supply) – wyprowadzenie zasilania awaryjnego z akumulator. Istotna jest moc oraz ilość faz,
- UPS (Uninterruptible Power Supply) - zasilanie bezprzerwowe (do 10ms).

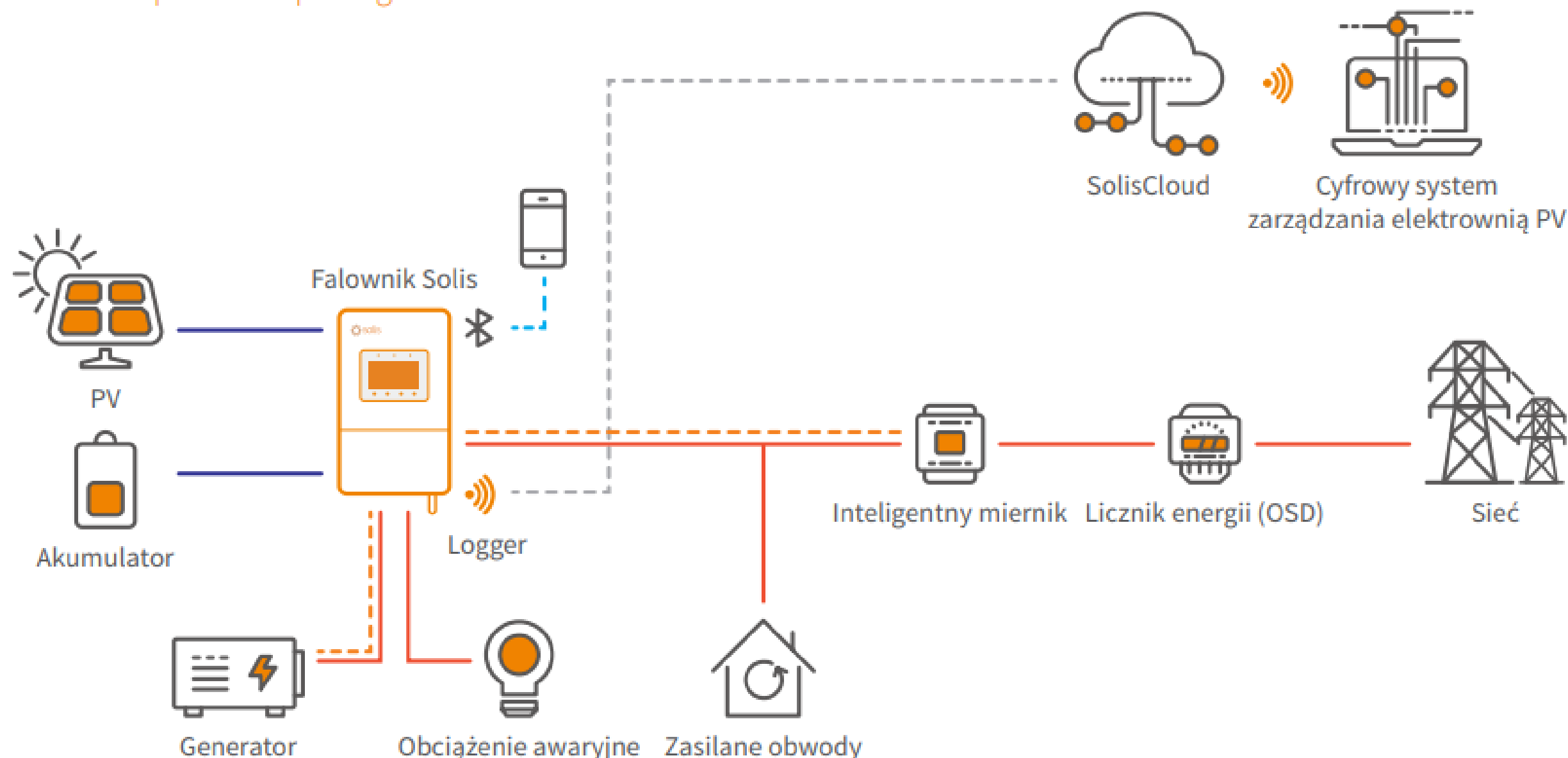


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem energii elektrycznej SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID)

Rozwiązanie do magazynowania energii w budynkach mieszkalnych

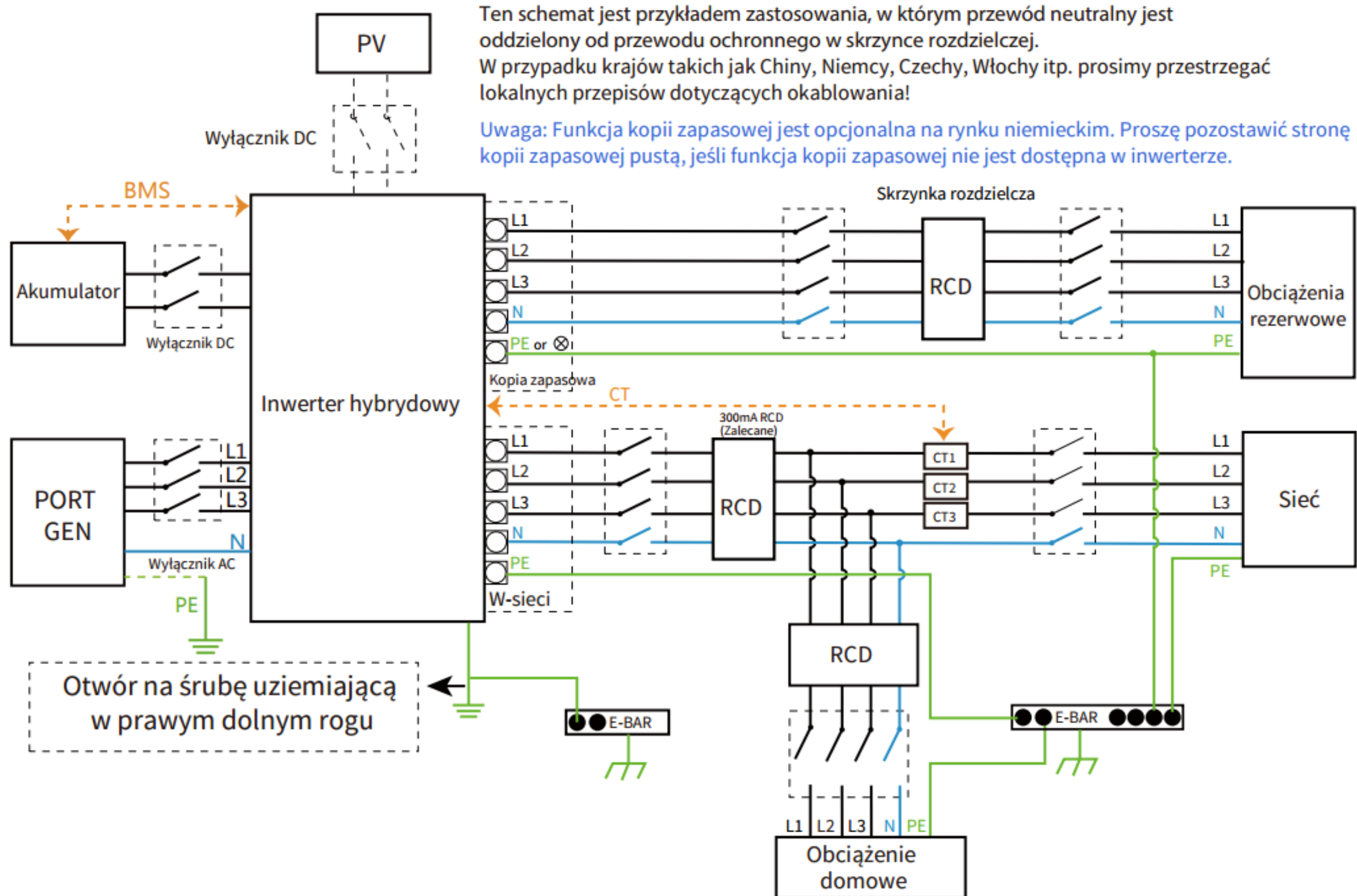
Generator po stronie portu generatora



DC — AC — Internet - - - Bluetooth - - - Kabel komunikacyjny RS485 - - - Komunikacja •••

SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem energii elektrycznej SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID)

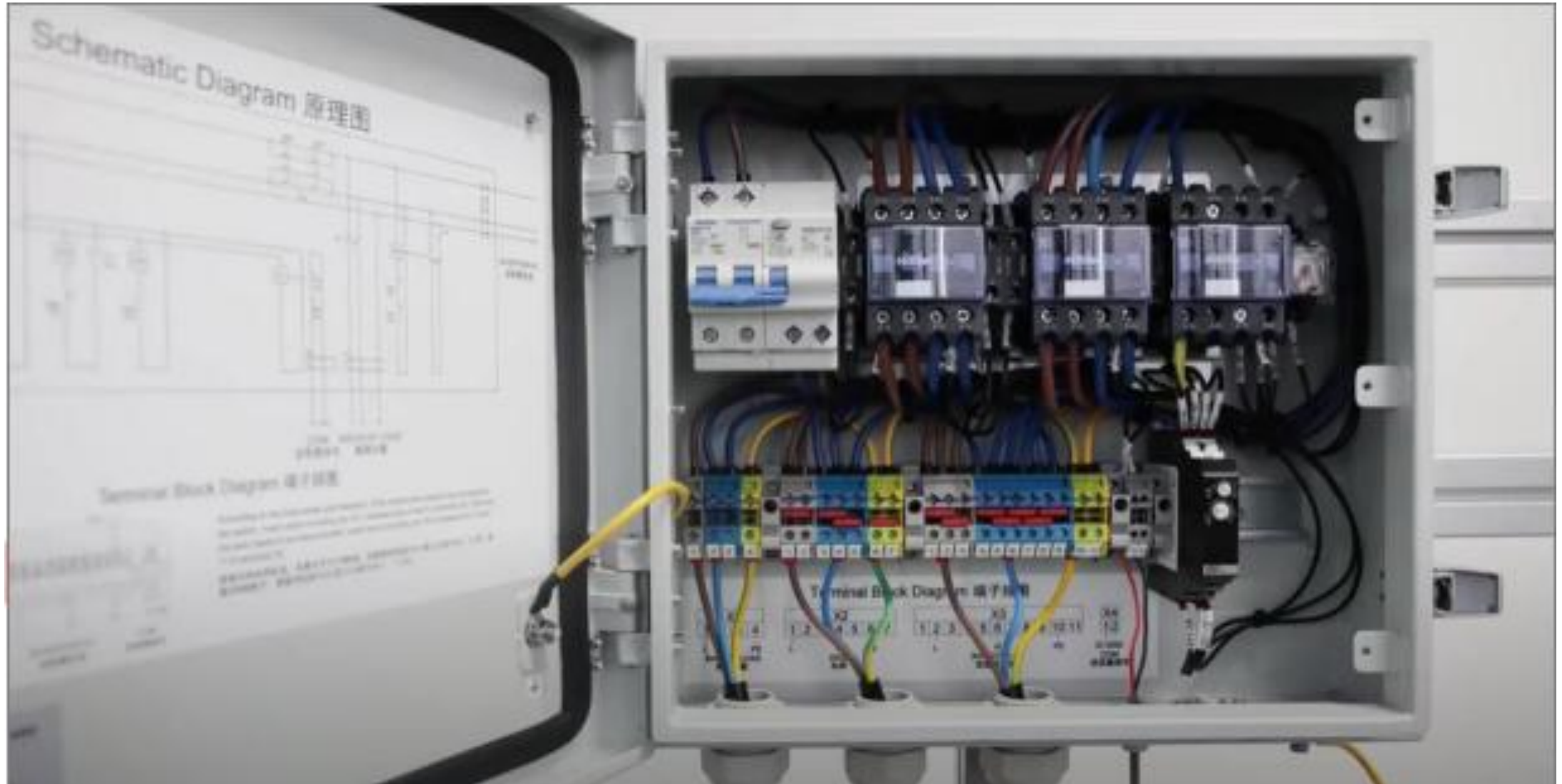


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

Współpraca systemu PV z magazynem energii elektrycznej

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID)

HUAWEI Backup BOX

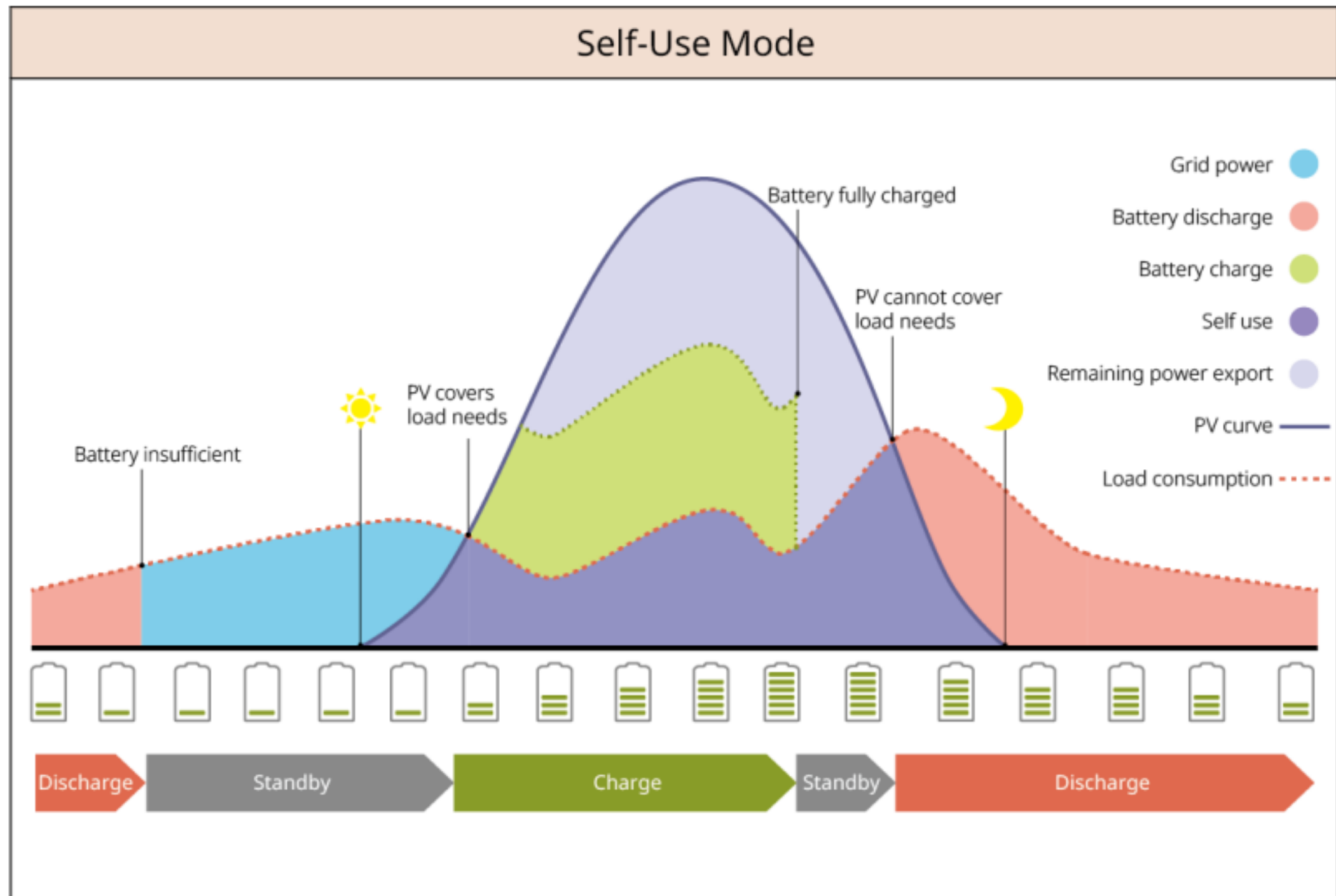


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Autokonsumpcja

Podstawowy tryb pracy systemu. Generacja PV w pierwszej kolejności zasila obciążenie, nadmiar energii ładuje baterię, a pozostała energia jest sprzedawana do sieci. Gdy generacja PV nie zaspokaja zapotrzebowania obciążenia, bateria zasila obciążenie; gdy energia baterii również nie zaspokaja zapotrzebowania obciążenia, sieć zasila obciążenie

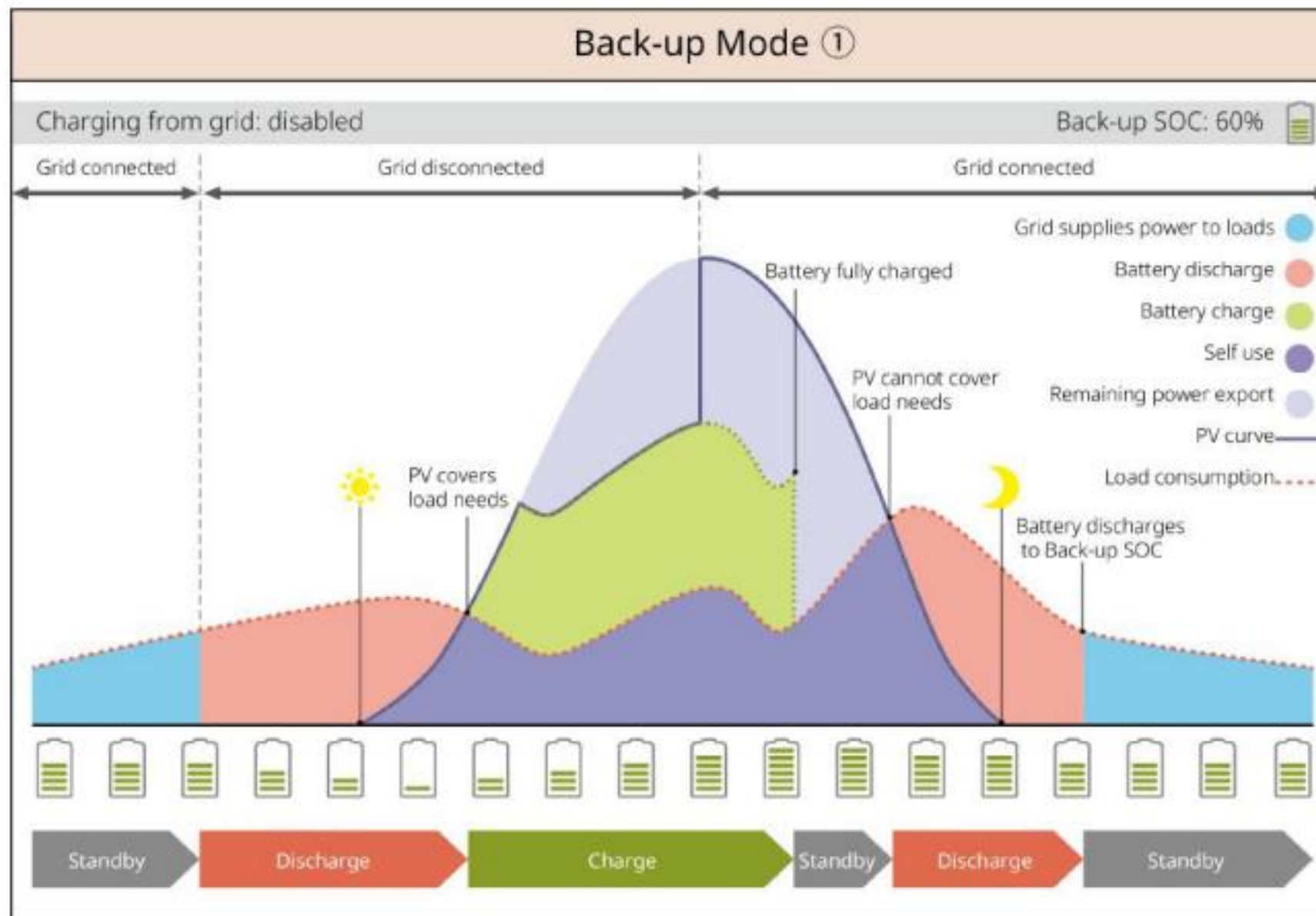


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Tryb awaryjny

- Zalecany do użytku w regionach z niestabilną siecią.
- Gdy sieć jest wyłączona, falownik przechodzi w tryb pracy poza siecią, bateria rozładowuje się, aby zasilać obciążenie i zapewnić ciągłość zasilania obciążenia awaryjnego; gdy sieć zostanie przywrócona, falownik przełącza się na tryb pracy w sieci.
- Aby zapewnić, że SOC baterii jest wystarczające do utrzymania normalnej pracy systemu poza siecią, podczas pracy systemu w sieci, bateria jest ładowana za pomocą PV lub kupowania energii z sieci do SOC zasilania awaryjnego. Jeśli konieczne jest ładowanie baterii poprzez kupowanie energii z sieci, upewnij się, że spełnia to lokalne wymagania prawne sieci.

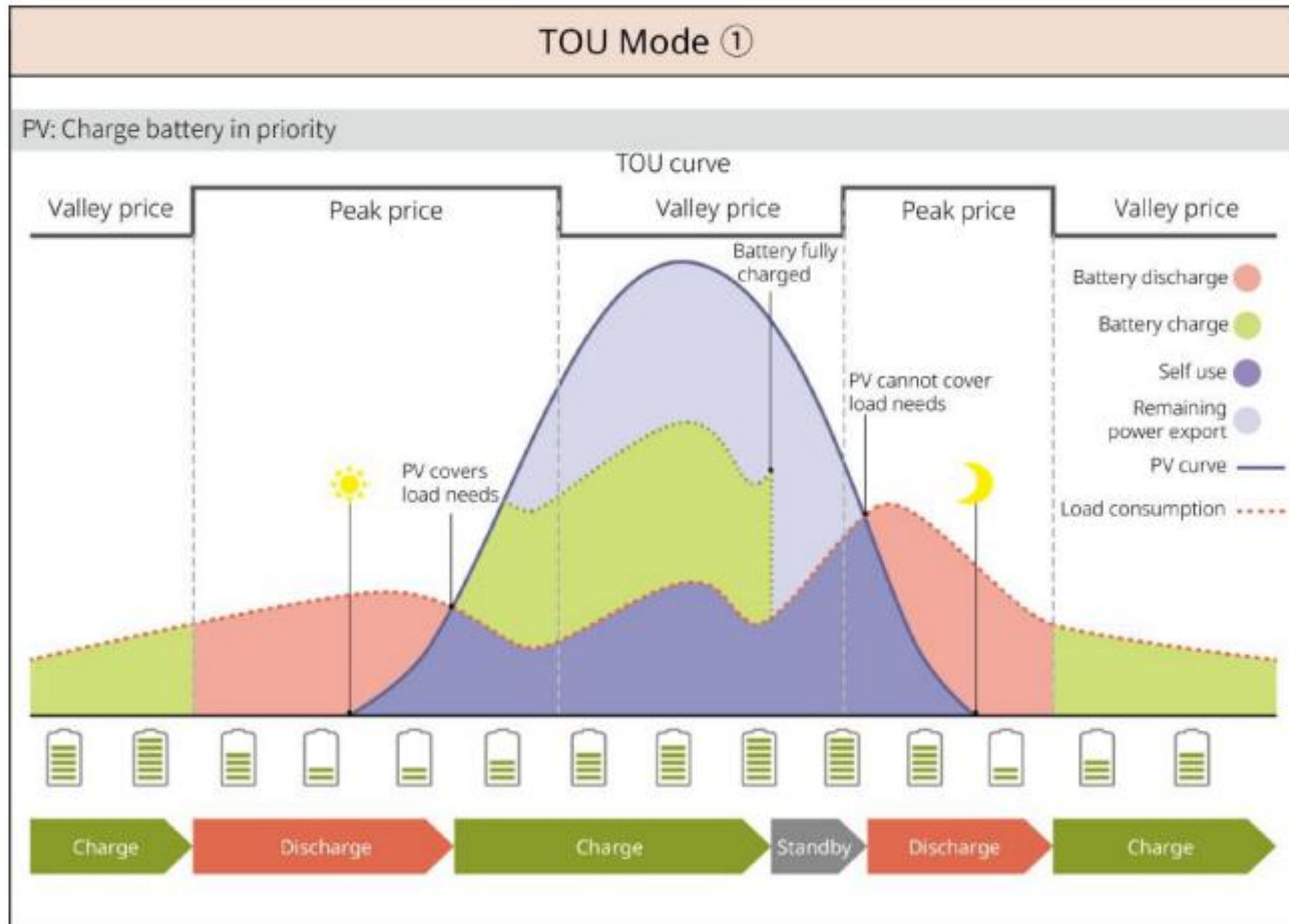


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Tryb TOU

- Przy spełnieniu lokalnych przepisów prawnych, na podstawie różnic w cenach energii w szczycie i dolinie sieci, ustawia się różne okresy czasu na kupowanie i sprzedawanie energii.
- Na przykład: w okresie doliny cen energii, ustaw baterię w tryb ładowania, ładuj ją kupując energię z sieci; w okresie szczytu cen energii, ustaw baterię w tryb rozładowywania, zasilaj obciążenie przez baterię.

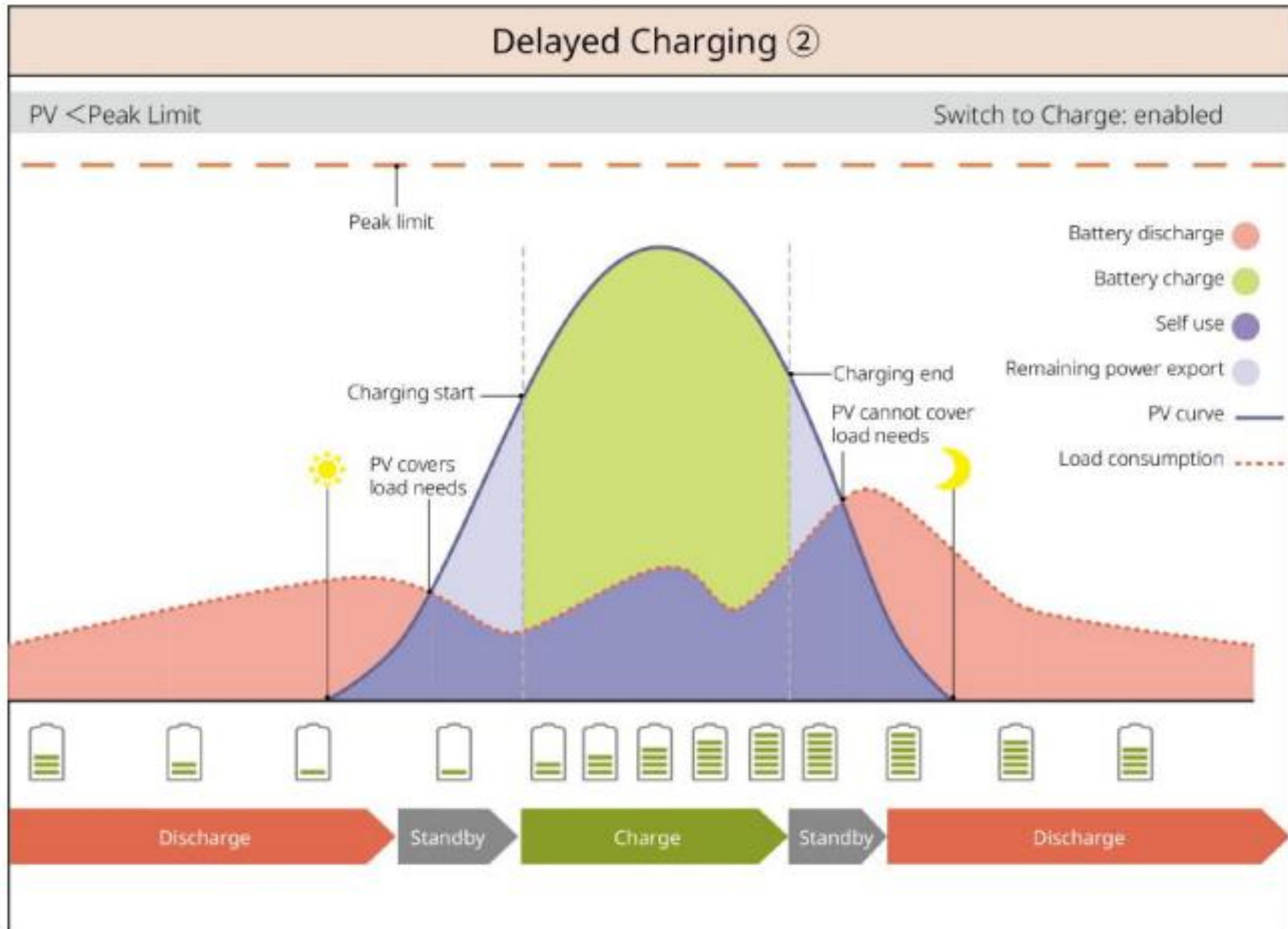


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Tryb opóźnionego ładowania

- Odpowiedni dla regionów z ograniczeniami mocy wyjściowej przyłączenia do sieci.
- Ustawienie limitu mocy szczytowej pozwala wykorzystać nadwyżkę generacji fotowoltaicznej ponad limit przyłączenia do sieci do ładowania baterii; lub ustawienie okresu ładowania PV, w którym wykorzystuje się generację fotowoltaiczną do ładowania baterii.

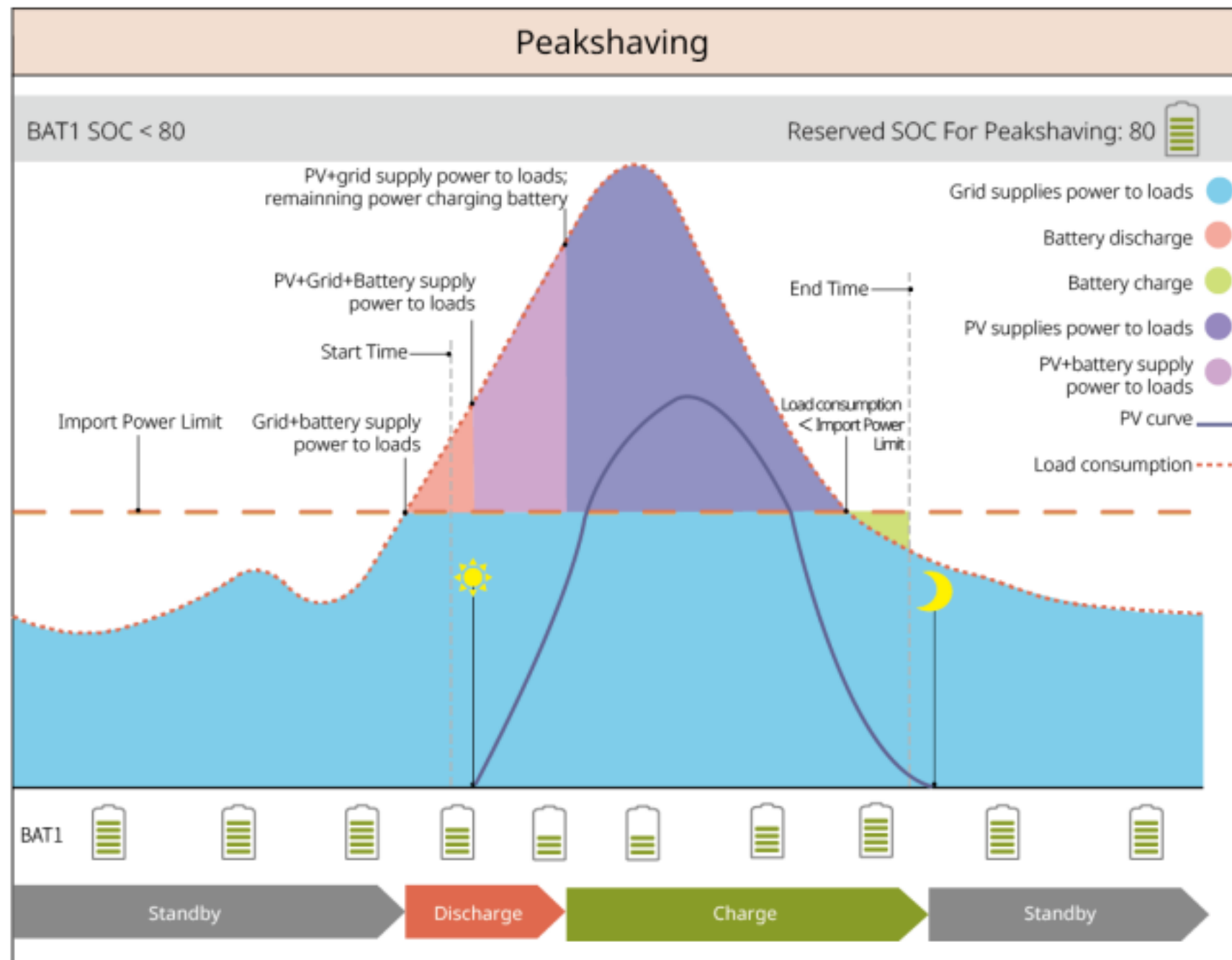


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Tryb zarządzania zapotrzebowaniem

- Głównie stosowany w scenariuszach przemysłowych i komercyjnych.
- Gdy całkowita moc pobierana przez obciążenie przekracza przydział energii w krótkim czasie, można wykorzystać rozładowanie baterii, aby zmniejszyć zużycie energii przekraczające przydział.
- Gdy SOC baterii jest niższe niż zarezerwowane SOC do zarządzania zapotrzebowaniem, system kupuje energię z sieci na podstawie okresu czasu, zużycia energii przez obciążenie oraz limitu szczytowego kupowania energii

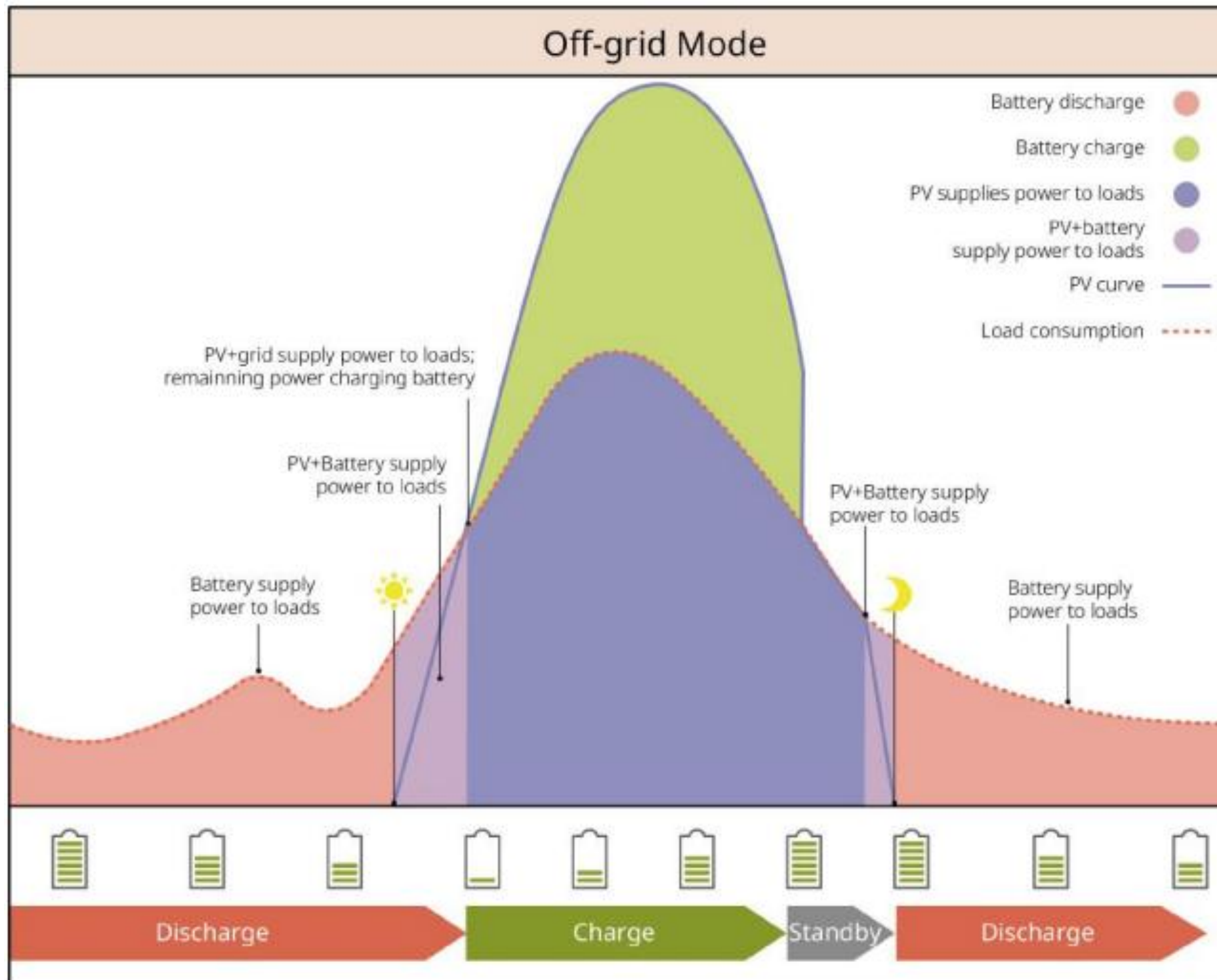


SYSTEMY PV WSPÓŁPRACUJĄCE Z MAGAZYNAMI ENERGII

SYSTEMY HYBRYDOWE (ON-GRID) - TRYBY PRACY

Tryb poza siecią

- Gdy sieć jest wyłączona, falownik przechodzi w tryb pracy poza siecią.
- W ciągu dnia generacja PV w pierwszej kolejności zasila obciążenie, nadmiar energii ładuje baterię.
- W nocy bateria rozładowuje się, aby zasilać obciążenie i zapewnić ciągłość zasilania obciążenia awaryjnego.



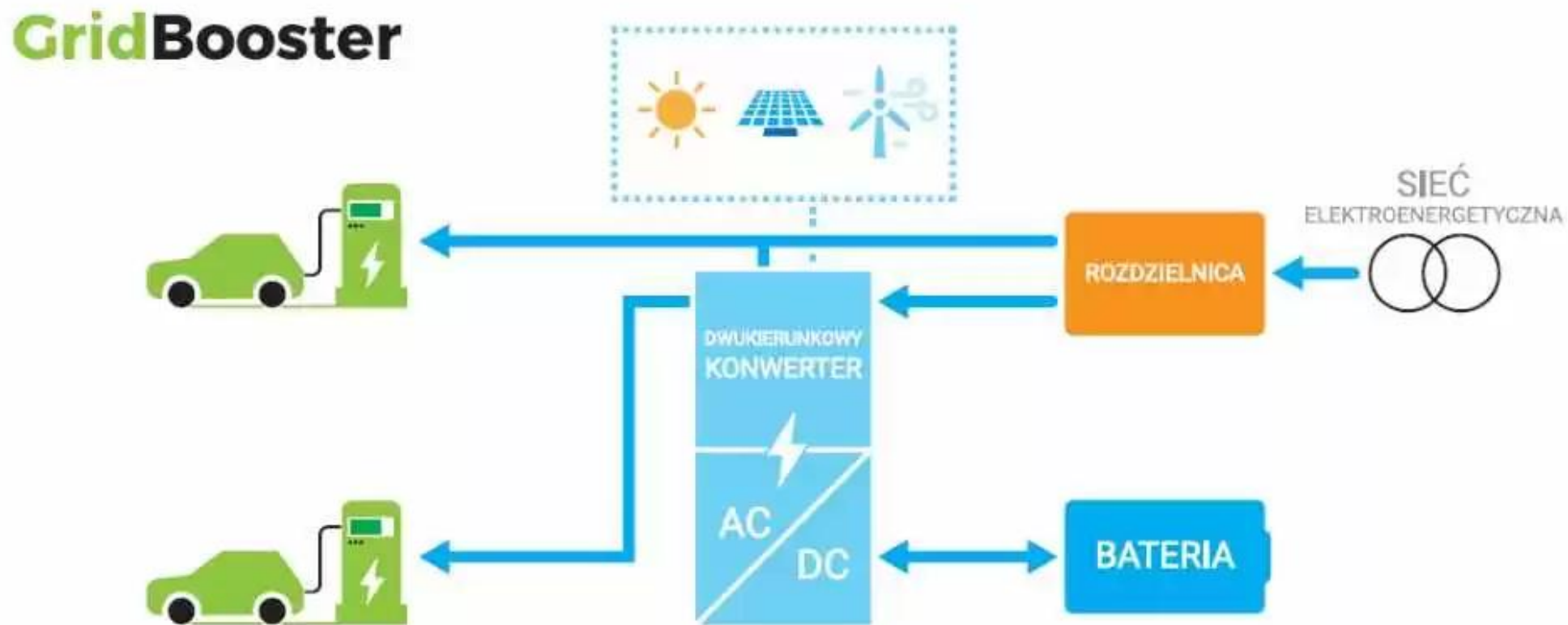
SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY JAKO MAGAZYN ENERGII

Podstawowe rozwiązania:

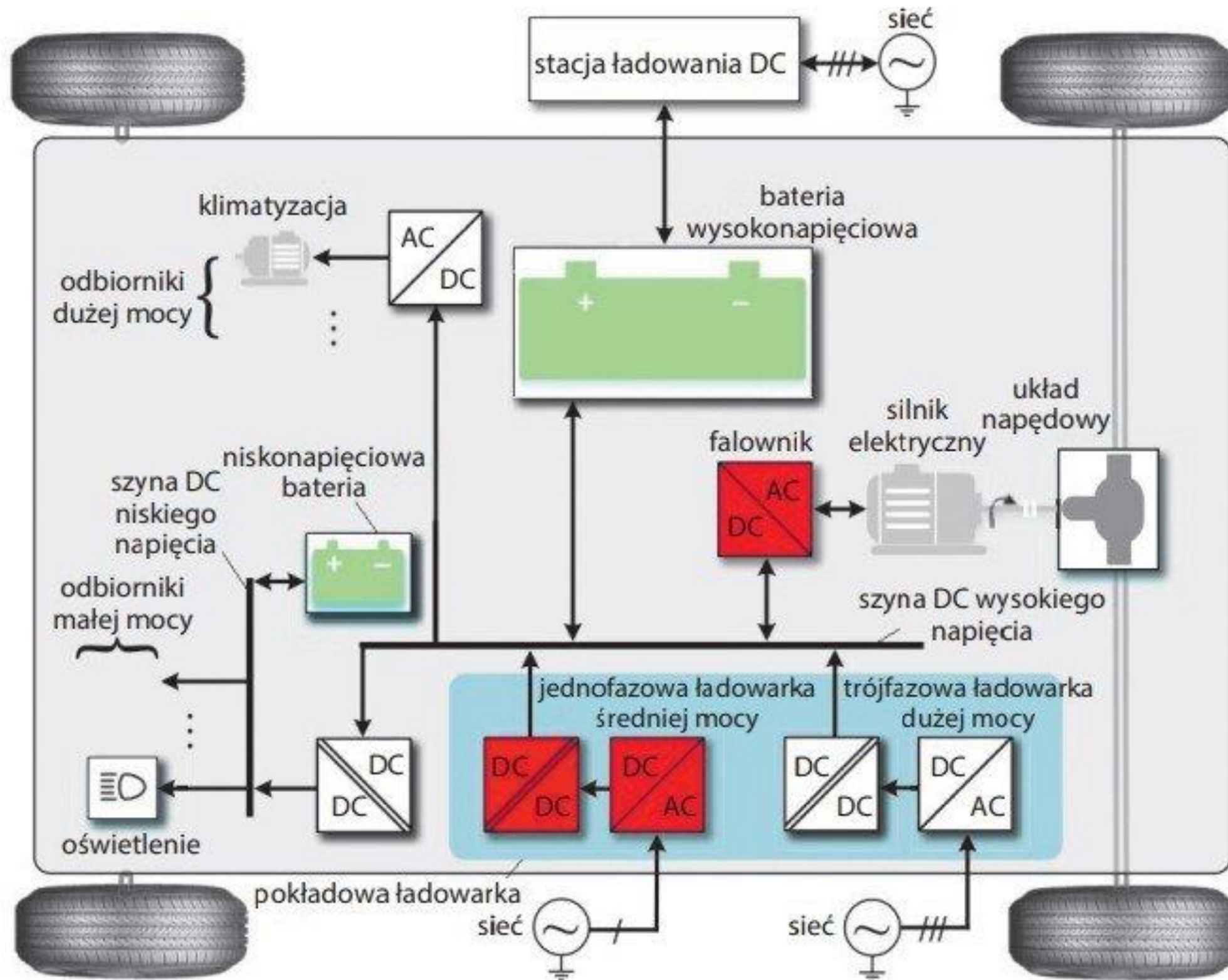
1. Zasilanie poprzez zewnętrzną przetwornicę podłączoną do gniazda zapalniczki (12V)
2. Zasilanie przez wbudowane gniazdo 230V (1-2kW)
3. V2L (Vehicle-to-Load) (do kilku kW) Zasilanie odbywa się poprzez przejściówkę lub wbudowane gniazdo.

Technologie przyszłości V2H

(Vehicle-to-Home) / V2G (Vehicle-to-Grid) Automatyczne ładowanie/rozładowanie poprzez ładowarkę dwukierunkową. Pojazd musi posiadać złącze kompatybilne z ładowarką np. Wallbox Quasar V2G (złącza CHAdeMO, CCS)



SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY JAKO MAGAZYN ENERGII

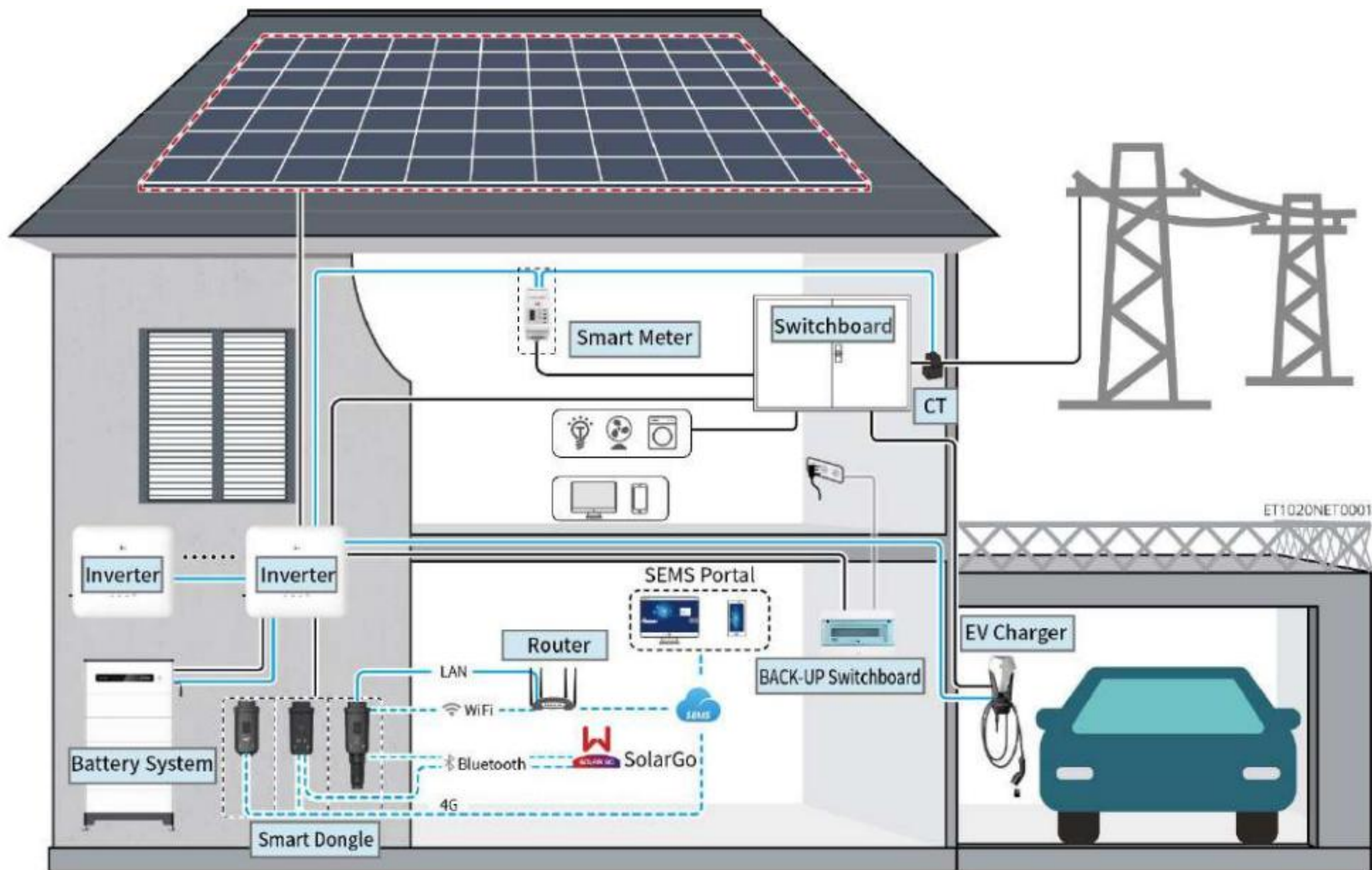


SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY JAKO MAGAZYN ENERGII



<https://polska-energia.com/>

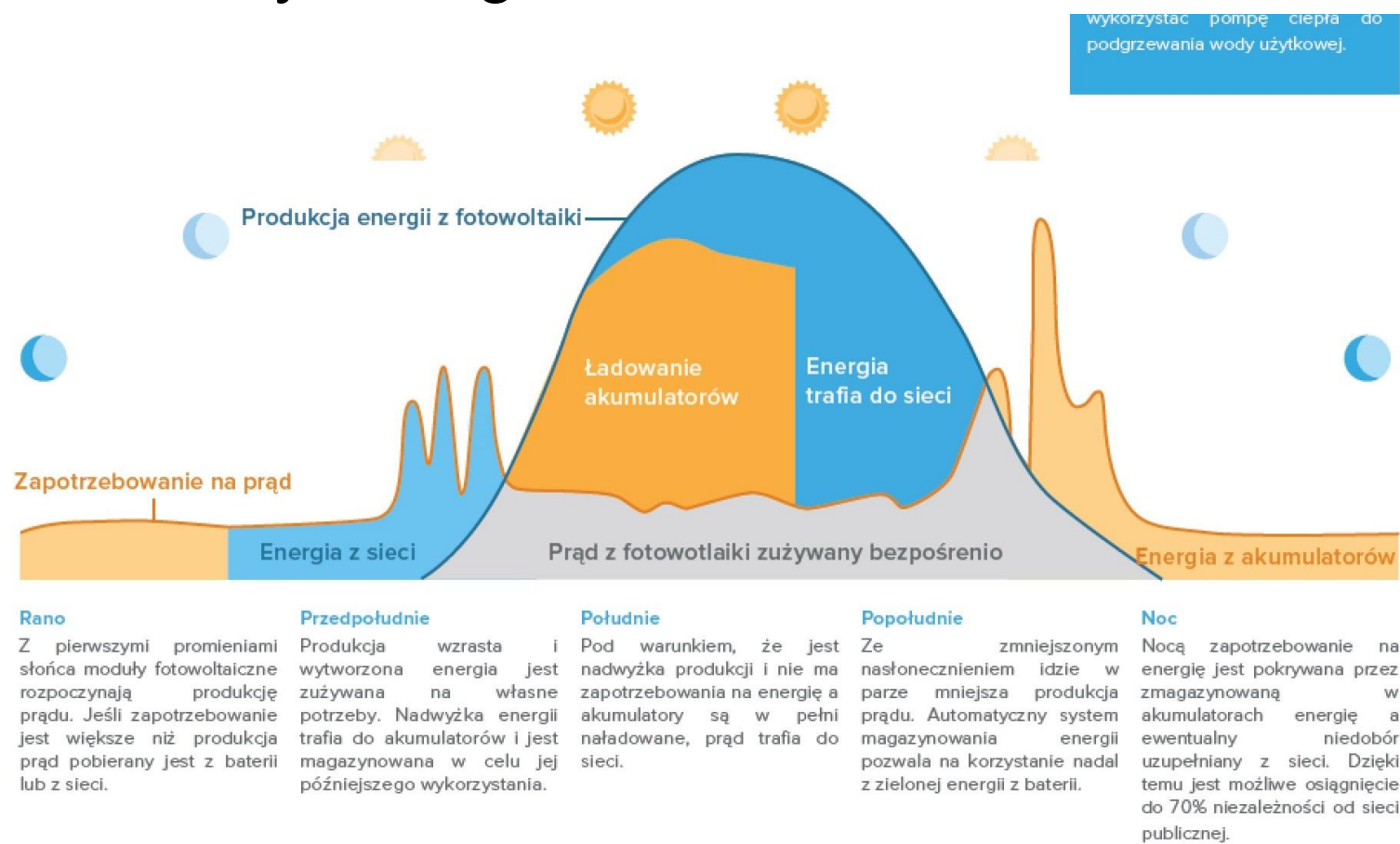
SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY JAKO MAGAZYN ENERGII



DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

Najważniejsze parametry doboru:

- Cena (brutto) – od 1800zł do 5500zł za 1kWh,
- **Kompatybilność z wybranym falownikiem,**
- Sprawność – zazwyczaj 85-98%,
- **Pojemność całkowita** – zależna od potrzeb inwestora, istotna jest możliwość rozbudowy magazynu o kolejne moduły bateryjne,
- **Pojemność użyteczna** – zazwyczaj 80-95% pojemności całkowitej,
- Gwarancja – zazwyczaj 5-10 lat lub 3000-10000 cykli ładowania,
- Stopień IP - zazwyczaj od 21 do 66,
- Zabezpieczenia – system gaszenia,



DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

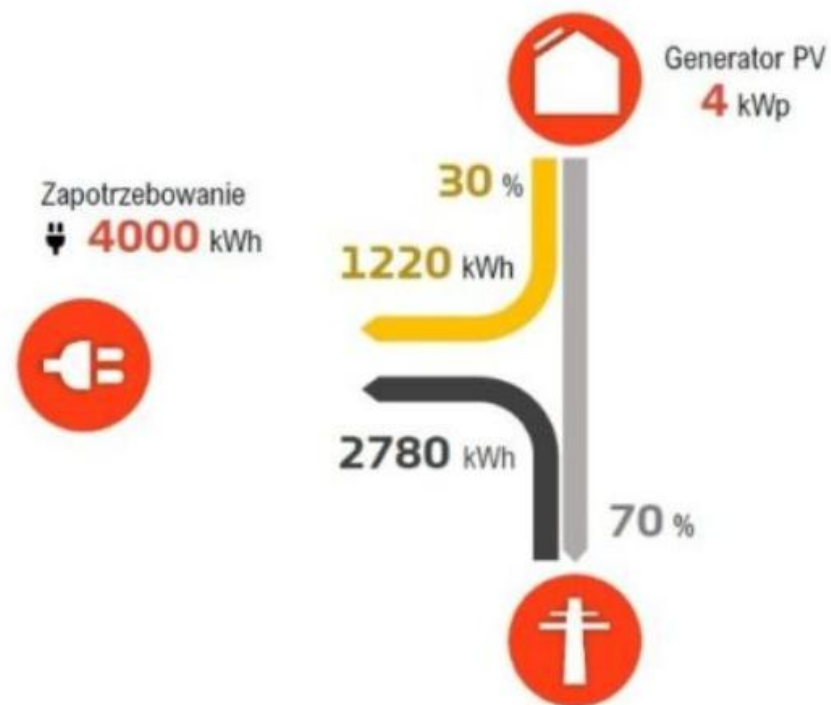
Typ obiektu	Wzór orientacyjny	Zakres typowy
Dom jednorodzinny	1–1,5 kWh na 1 kWp PV	5–20 kWh
Mała firma / biuro	0,8–1,2 kWh na 1 kWp PV	15–50 kWh
Przemysł lekki	0,8–1,3 kWh na 1 kWp PV + audyt	50–300 kWh
Duży zakład przemysłowy	Na podstawie audytu	300–2000+ kWh
Elektrownie fotowoltaiczne	Do wymogów inwestora	1000+ kWh

Wzór precyzyjny uniwersalny (dla każdego przypadku)

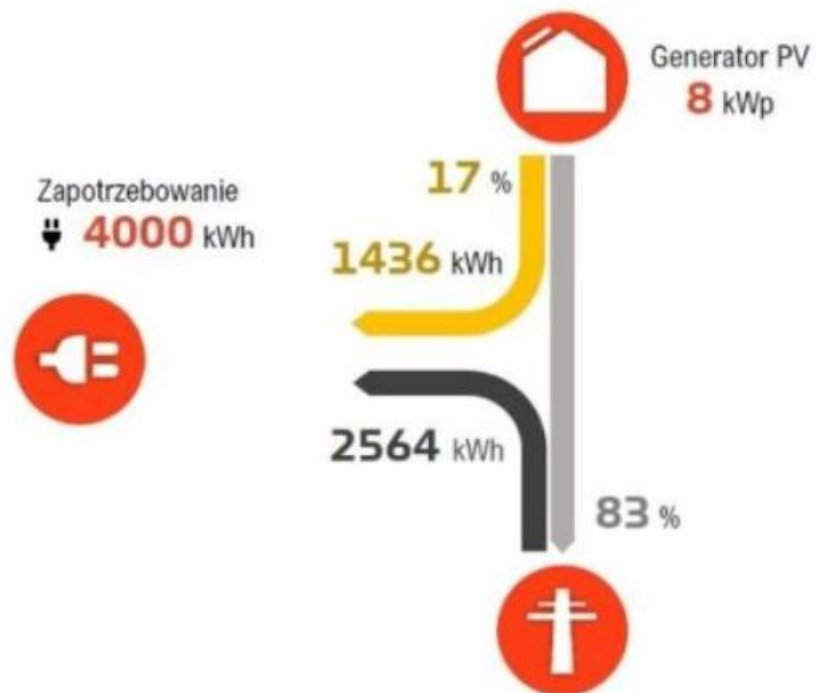
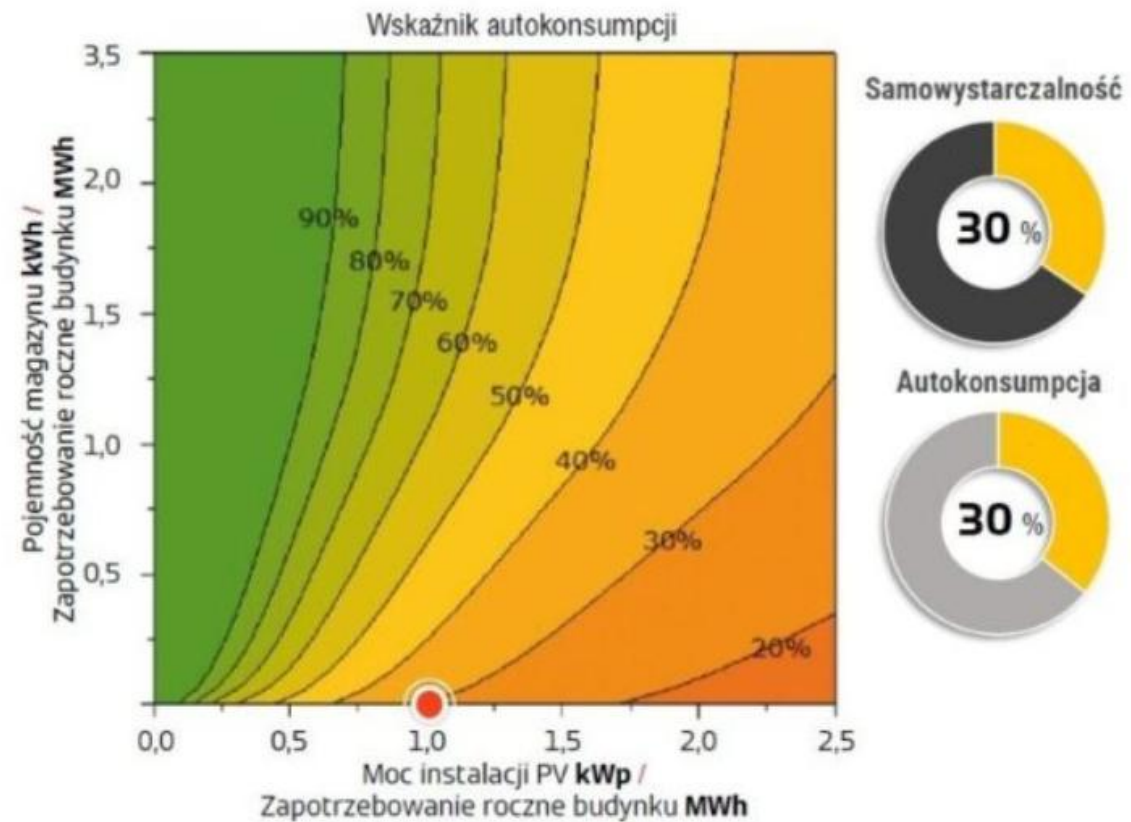
$$E = \frac{E_d * K}{DoD * \eta} [kWh] \quad E = \frac{10 * 1,1}{0,95 * 0,92} = 12,58 [kWh]$$

- **Ed** - Energia do zmagazynowania = średnia dzienna nadwyżka PV (produkcja w dzień – zużycie w dzień) lub wieczorne/nocne zużycie, które chcesz pokryć z baterii
- **K** - Współczynnik bezpieczeństwa = 1,10–1,30 (degradacja 10–20 lat + zapas)
- **DoD** = Depth of Discharge = 0,90–1,00 (dla LiFePO4 praktycznie 95–100 %)
- **η** = sprawność = 0,92–0,95 (ładowanie + rozładowanie)

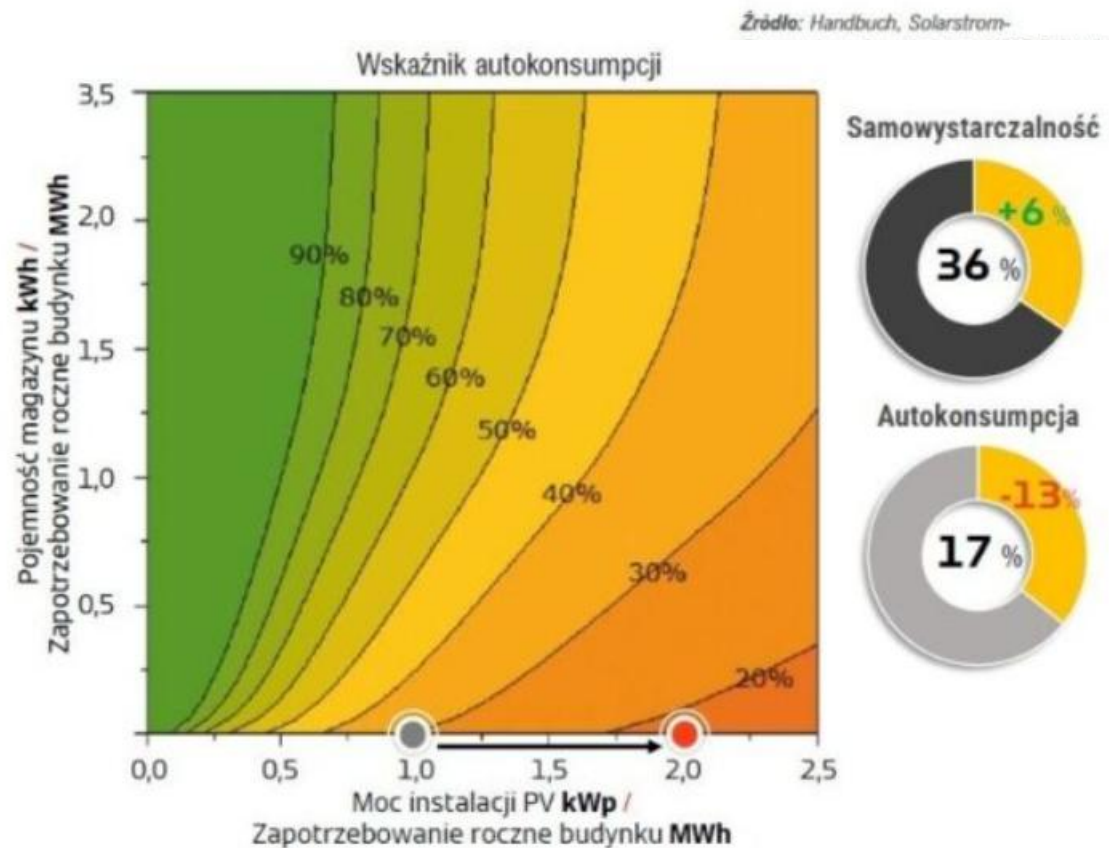
DOBÓR MAGAZYNU ENERGII – DO ZAPOTRZEBOWANIA



VIESSMANN

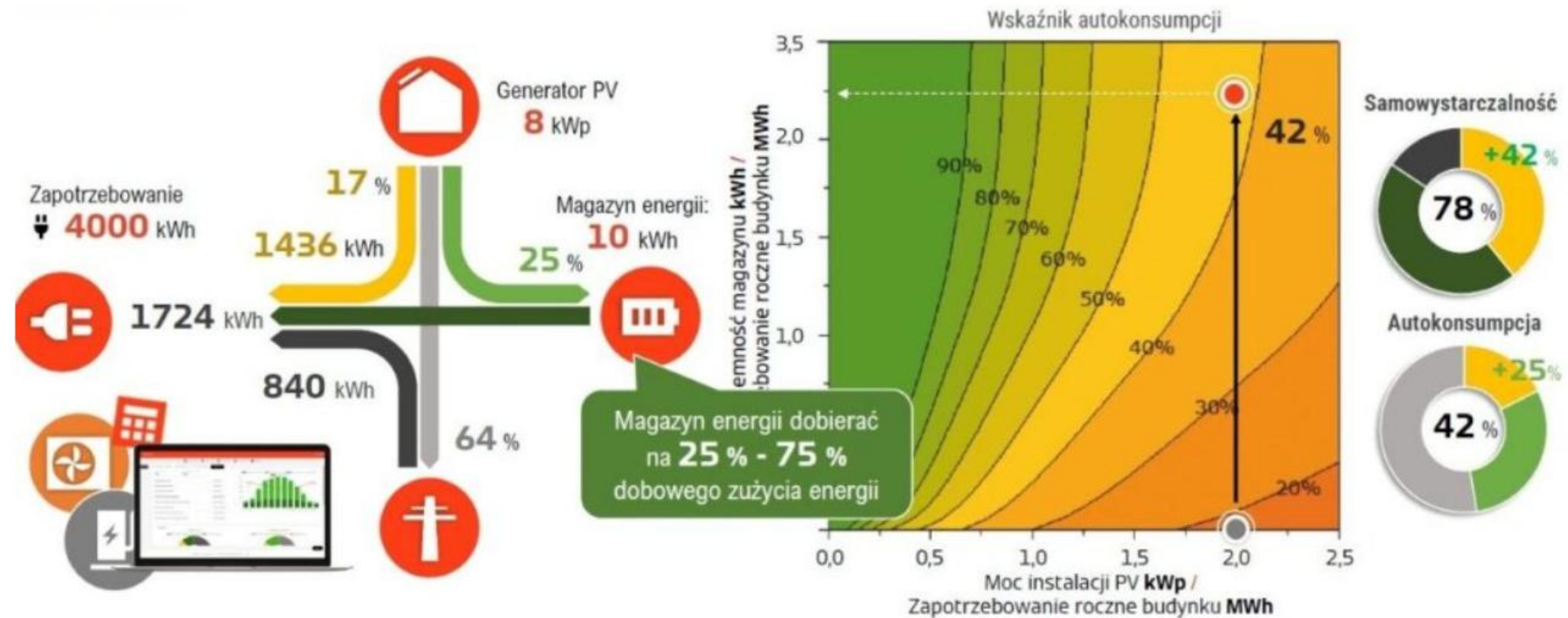


VIESSMANN

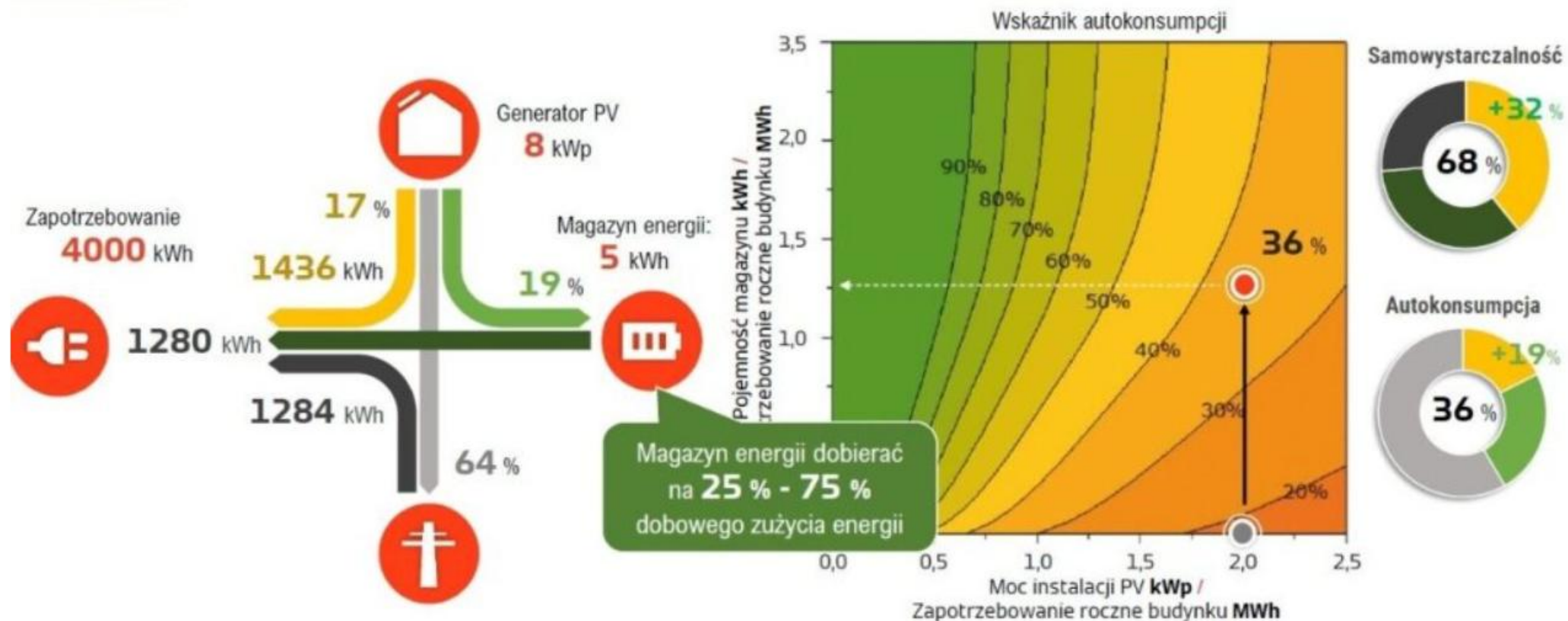


Źródło: Handbuch, Solarstrom-Eigenverbrauch optimieren, VESE Schweiz

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII – DO ZAPOTRZEBOWANIA



VIESSMANN



VIESSMANN

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII



Instalacja fotowoltaiczna:

- 24 x moduł fotowoltaiczny Longi Solar LR5-54HPB-405M Full Black
- 1 x falownik hybrydowy GOODWE GW10K-ET PLUS
- 1 x konstrukcja wsporcza do dachu skośnego pokrytego dachówką płaską

Magazyn energii:

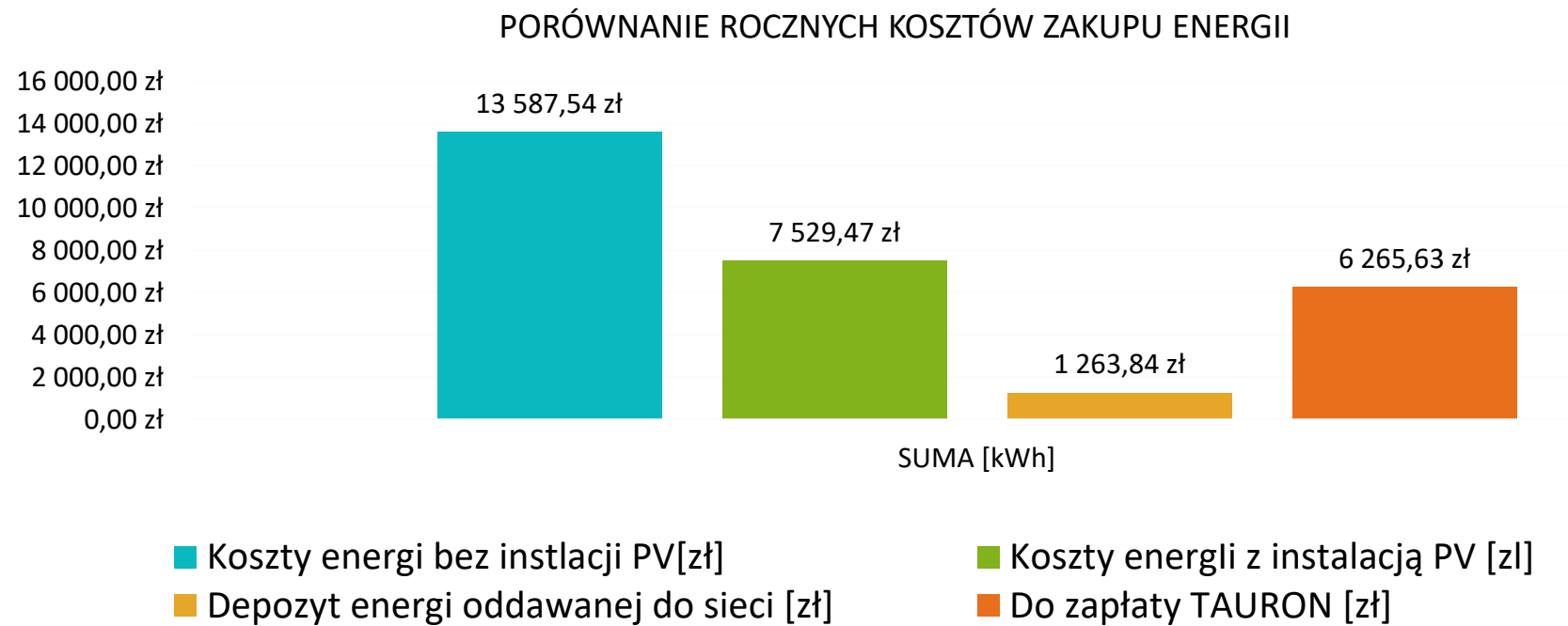
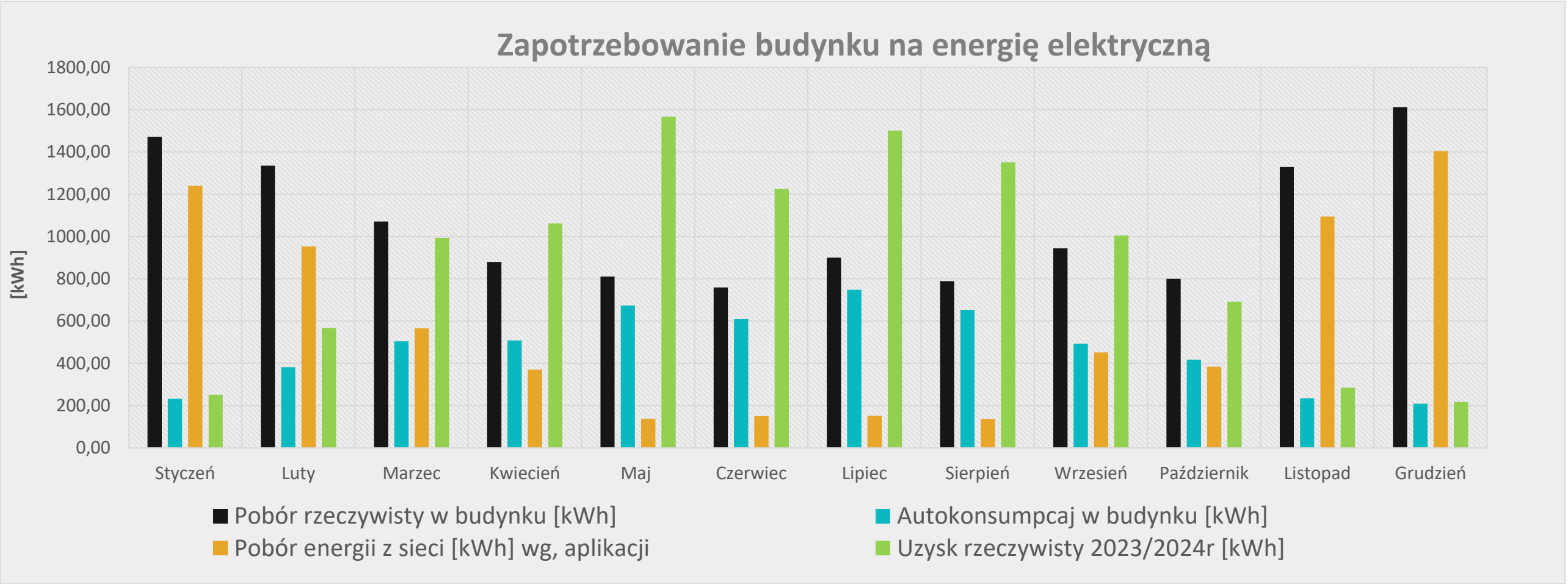
- 1 x falownik hybrydowy GOODWE GW10K-ET PLUS
- 1 x magazyn energii PYLONTECH FORCE H2 7,1 kWh

Podstawowe parametry instalacji:

- Moc modułów fotowoltaicznych: 9,72 kWp
- Moc falownika fotowoltaicznego: 10 kW
- Moc falownika bateryjnego: 10 kW
- Pojemność magazynu: 7,1 kWh
- Szacowana produkcja energii z projektu: 9015 kWh

ROK 2025	Uzysk projektowany [kWh]	Uzysk rzeczywisty 2023/2024r [kWh]	Różnica w uzyskach [%]	Pobór energii z sieci [kWh] wg, aplikacji	Autokonsumpcja w budynku [kWh]	Energia oddana do sieci [kWh] wg aplikacji	Pobór rzeczywisty w budynku [kWh]
Styczeń	228,61	251,70	10,1%	1239,92	231,78	19,92	1471,70
Luty	394,30	567,00	43,8%	953,41	381,36	185,64	1334,77
Marzec	726,93	993,40	36,7%	565,64	504,86	488,54	1070,50
Kwiecień	1038,70	1061,20	2,2%	370,86	508,48	552,72	879,34
Maj	1193,89	1567,40	31,3%	136,57	673,37	894,03	809,94
Czerwiec	1246,05	1225,50	-1,6%	149,32	609,29	616,21	758,61
Lipiec	1233,99	1501,40	21,7%	151,24	748,55	752,85	899,79
Sierpień	1092,22	1351,20	23,7%	135,53	652,18	699,02	787,71
Wrzesień	836,55	1005,40	20,2%	451,55	492,73	512,67	944,28
Październik	540,75	691,30	27,8%	384,27	416,28	275,02	800,55
Listopad	286,52	284,40	-0,7%	1094,47	234,38	50,02	1328,85
Grudzień	196,28	217,20	10,7%	1404,11	208,49	8,71	1612,60
Średnia roczna	751,23	893,09	x	x	471,81	421,28	1058,22
SUMA [kWh]	9014,79	10717,10	18,9%	7036,89	5661,75	5055,35	12698,64

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII



PRODUKCJA	10717,10 kWh	100%
AUTO-KONSUMPCJA	5661,75 kWh	52,8%
ENERGIA ODDANA	5055,35 kWh	47,2%

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII



Falowniki/Inwertery:	GW10K-ET-20
Faza:	3
Bateria:	LX D5.0-10
Pojemność netto:	15 kWh
Typ baterii:	Wysokonapięciowy fosforan litowo-żelazowy
Rodzaj pakietu:	3-fazowe, Akumulator wysokonapięciowy, Dom jednorodzinny



Zestaw magazyn energii
Dyness Tower T14
Falownik SOLIS S6-EH3P12K-H-EU

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

1) Niskonapięciowe systemy magazynowania energii

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	Seria falownika					
			ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
GOODWE	SECU-A	SECU-A5.4L	●	●	●	●	●	
	Lynx Home U	LX U5.4-L ^{*1}	●	●	●	●	●	●
		LX U5.4-20 ^{*2}	●	●	●	●	●	●
		LX U5.0-30 ^{*4}				●	●	●
	Lynx Home A	LX A5.0-10 ^{*3}				●	●	●
		LX A5.0-30 ^{*5}				●	●	●
ES/EM/SBP/BP: *1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 11 lub nowszej. *2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 11 lub nowszej. ES G2/SBP G2: *2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 02 lub nowszej. *3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej. *4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej. *5. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej. ES uniq 8~12K: *4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej. *5. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej.								
Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
BYD	Seria Battery-Box Pro ^{*1}	-	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box Res ^{*1}	-	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box LV ^{*2}	-	●	●	●	●	●	
	Battery-Box Premium LVL ^{*2}	LVL 15.4	●	●	●	●	●	
	Seria Battery-Box Premium LVS ^{*2}	-	●	●	●	●	●	
	BatteryBox LV5.0 ^{*3}	LV5.0				●	●	●
ES/EM/SBP/BP: *1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 00 lub nowszej. *2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej. ES G2/SBP G2: *3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 09 lub nowszej. ES uniq 8~12K: *3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.								
Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
LG	Seria RESU LV	RESU 3.3 ^{*1}	●	●		●	●	
		RESU 6.5 ^{*1}	●	●	●	●	●	
		RESU 10 ^{*1}	●	●	●	●	●	
		RESU 12 ^{*2}	●	●	●	●	●	
		RESU 13 ^{*2}	●	●	●	●	●	
		RESU 6.4 EX ^{*1}	●	●	●	●	●	
ES/EM/SBP: *1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 00 lub nowszej. *2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej.								
Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ES	EM	SBP	ES G2	SBP G2	ES Uniq
PYLON	Seria US2000 ^{*1}	US2000	●	●	●	●	●	
	Seria US3000 ^{*2}	US3000	●	●	●	●	●	
	Seria US2000C ^{*1}	US2000C	●	●	●	●	●	
	Seria US3000C ^{*2}	US3000C	●	●	●	●	●	
	Seria Force L1 ^{*2}	Force-L1	●	●	●	●	●	
	Seria Force L2 ^{*2}	Force-L2	●	●	●	●	●	
	Seria US5000 ^{*3}	US5000				●	●	

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

2) Wysokonapięciowe systemy magazynowania energii

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	Seria falownika						
			ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
LG	Seria RESU FLEX ^{*1}	FLEX 8.6	●						
		FLEX 12.9	●						
		FLEX 17.2	●						
	Seria RESU Type-R	RESU10H_Type-R					●		
	Seria RESU Prime ^{*2}	RESU10H Prime					●		
		RESU16H Prime					●		

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)

** W tym seria EH: EH PLUS

ET/EH/BT/BH/EHB:

*1. Kompatybilne tylko z serią ET PLUS+. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 23 lub nowszej.

*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 20 lub nowszej oraz DSP w wersji 02 lub nowszej.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
PYLON	Seria Powercube H1 ^{*1}	POWERCUBE-H1-48	●	●	●	●			
	Seria Force H1 ^{*2}	Force-H1	●	●	●	●		●	
	Seria Force H2 ^{*3}	Force-H2	●	●	●	●		●	
	Seria Force H3 ^{*4}	Force-H3	●	●	●	●		●	

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)

** W tym seria EH: EH PLUS

ET/EH/BT/BH:

*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 07 lub nowszej. Prosimy pamiętać, że napięcie nominalne serii POWERCUBE-H1-48 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatorów dla falowników GoodWe. Maksymalnie 8 jednostek w przypadku serii EH/BH i 11 jednostek w przypadku serii ET/BT.

*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej.

*3. Gdy 4-modułowy FORCE-H1 ma napięcie poniżej normy, napięcie baterii będzie niższe niż 180V, dlatego wymagane jest co najmniej 5 modułów, aby dopasować się do ET.

*4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej.

*5. Gdy 2 moduły FORCE-H2 mają napięcie poniżej normy, napięcie baterii spadnie poniżej 180V, dlatego wymagane jest co najmniej 3 moduły baterii, aby dopasować się do ET.

*6. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 14 lub nowszej. Należy pamiętać, że napięcie znamionowe serii Force H3 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatora falowników GoodWe. Maksymalnie 4 jednostki dla EH/BH i 5 jednostek dla ET/BT.

ET G2:

*7. Należy pamiętać, że napięcie znamionowe serii Force H3 musi mieścić się w zakresie napięcia akumulatora falowników GoodWe. Maksymalnie 6 jednostek dla ET G2.

Marka akumulatora	Seria akumulatora	Model akumulatora	ET (5-10kW)*	EH**	BT	BH	EHB	ET G2	ET (40~50KW)
DYNESS	Seria Tower ^{*1}	Tower T7		●		●		●	
		Tower T10	●	●	●	●		●	
		Tower T14	●	●	●	●		●	
		Tower T17	●		●			●	
		Tower T21						●	
	Seria Tower Pro ^{*2}	Tower Pro TP7						●	
		Tower Pro TP11	●		●			●	
		Tower Pro TP15	●		●			●	
		Tower Pro TP19	●		●			●	
		Tower Pro TP23						●	
	Power Rack-HV4F	Power Rack-HV4F-11s							●
	STACK100 ^{*3}	STACK100							●

*. Obejmuje serie ET: ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)

** W tym seria EH: EH PLUS

ET/EH/BT/BH:

*1. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.

*2. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 10 lub nowszej.

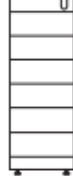
ET G2:

*3. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 01 lub nowszej.

*4. Warunkiem kompatybilności jest oprogramowanie sprzętowe ARM w wersji 01 lub nowszej.

ET 40~50K

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

Model	Tower Pro TP7	Tower Pro TP11	Tower Pro TP15	Tower Pro TP19	Tower Pro TP23
Wzór produktu					
Moduł akumulatora	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄
Ilość modułów akumulatora	2	3	4	5	6
Moc znamionowa	7.68 kWh	11.52 kWh	15.36 kWh	19.2 kWh	23.04 kWh
Energia użytkowa	7.296 kWh	10.944 kWh	14.592 kWh	18.24 kWh	21.888 kWh
Napięcie robocze	168~216V	252~324V	336~432V	420~540V	504~648V
Znamionowe napięcie	192V	288V	384V	480V	576V
Pojemność nominalna	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah	40Ah
Maks. Moc ładowania i rozładowania ciągłego*	7.68 kW	11.52 kW	15.36 kW	19.2 kW	23.04 kW
Zalecany poziom rozładowania (DOD)	95%	95%	95%	95%	95%
Wymiary produktu [wys. x szer. x dł.] (mm)	587/310/788	587/310/1009	587/310/1230	587/310/1451	587/310/1672
Waga brutto [kg]	109.5	150	190.5	231	271.5
Zalecany prąd ładowania/rozładowania	0.5C(20A)				
Maksymalny prąd ładowania/rozładowania	1C(40A)				
Zakres temperatur ładowania	0~55°C/-20~55°C (z funkcją ogrzewania)				
Zakres temperatur rozładowania	-10~55°C/-20~55°C (z funkcją ogrzewania)				
Komunikacja	CAN/RS485/RS232				
Okres trwałości**	≥8000 cykli				
Stopień ochrony	IP55				
Gwarancja	10 ans				
Funkcja ogrzewania	Ogrzewanie PI (opcjonalnie)				
Funkcja przeciwpożarowa	Gaśnica aerozolowa				
Funkcja zdalnej aktualizacji OTA	Wbudowana				
Nazwa modułu akumulatora	HV9640				
Rozbudowa	Maks. 12 Tower Pro można podłączyć równolegle				
Certyfikaty	IEC62619/IEC63056/IEC62477/IEC62040/CE-EMC/VDE2510-50				
Kompatybilne falowniki	KOSTAL/Ingeteam/Solis/GoodWe/Growatt/Solplanet/SAJ/DEYE/Hoymiles/SOLINTEG/Kaco ect.				

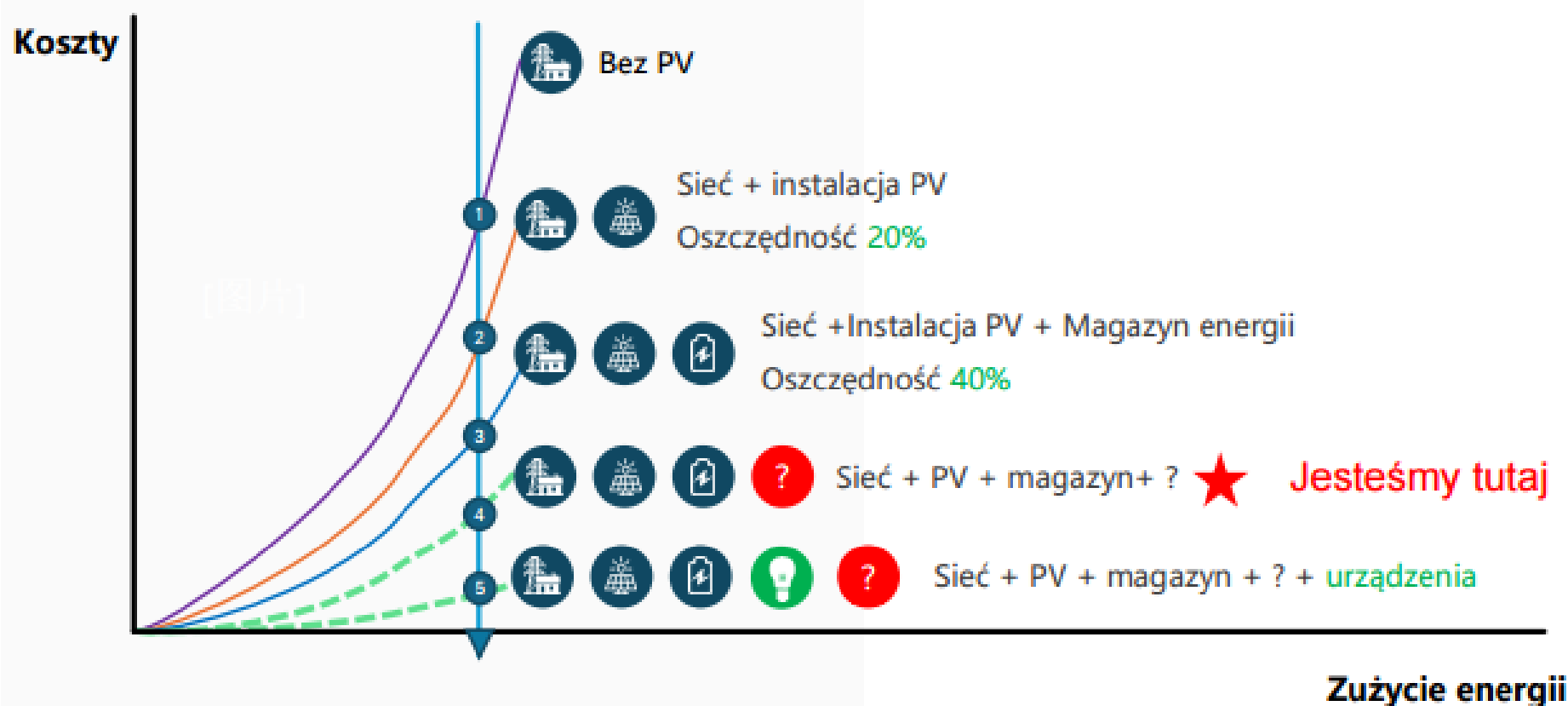
* Maksymalna moc rozładowania/ładowania ciągłego podczas komunikacji z falownikiem wynosi 1 C

** Warunki testowe: ładowanie/rozładowywanie Q,2 C, @25 °C, 95% DOD

DOBÓR MAGAZYNU ENERGII

No.	Inverter Brand		Type	Tower Pro				
				TP-7	TP-10	TP-14	TP-17	TP-21
1		Afore	AF3K~9.6K-DH	✓	✓	✓		
			AF3K~30K-TH	✓	✓	✓	✓	
2		ATESS	HPS 5000/7500/10000TLS			✓	✓	✓
			HPS 30/50/100/120/150				✓	
3		Autarco	S2.LH 5K~10K	✓	✓	✓	✓	
			LH5K~10K-MII	✓	✓	✓	✓	
4		Bluesun	BSE12KHINA	✓	✓			
5		DEYE	SUN-5K~20K-SG01HP3-EU-AM2	✓	✓	✓	✓	
			SUN-25~50K-SG01HP3-EU-BM3/4	✓	✓	✓	✓	✓
6		DUNEXT	NI HV3.0~6.0	✓	✓	✓		
			DN3H 6~10KTL	✓	✓	✓	✓	✓
7		Ecactus	WH-SPA-3.6/5.0H	✓	✓	✓		
			WH-SHC-362~602	✓	✓	✓		
8		GoodWe	GW5K~10K-ET Including ET Series:ET PLUS+, ET PLUS+ (16A)		✓	✓	✓	
			BT(5K~10K)		✓	✓	✓	
			EH(3K~6K)	✓	✓	✓		
			BH(3K~6K)	✓	✓	✓		
			EHB	✓	✓	✓		
			GW40~50K-ET-10		✓	✓	✓	
			GW6~15K-ET-20	✓	✓	✓	✓	
			GW15~30K-ET		✓	✓	✓	✓

KIERUNKI ROZWOJU DOMOWYCH MAGAZYNÓW ENERGII



3 kluczowe algorytmy

- Prognoza produkcji
- Prognoza zużycia
- Inteligentne planowanie

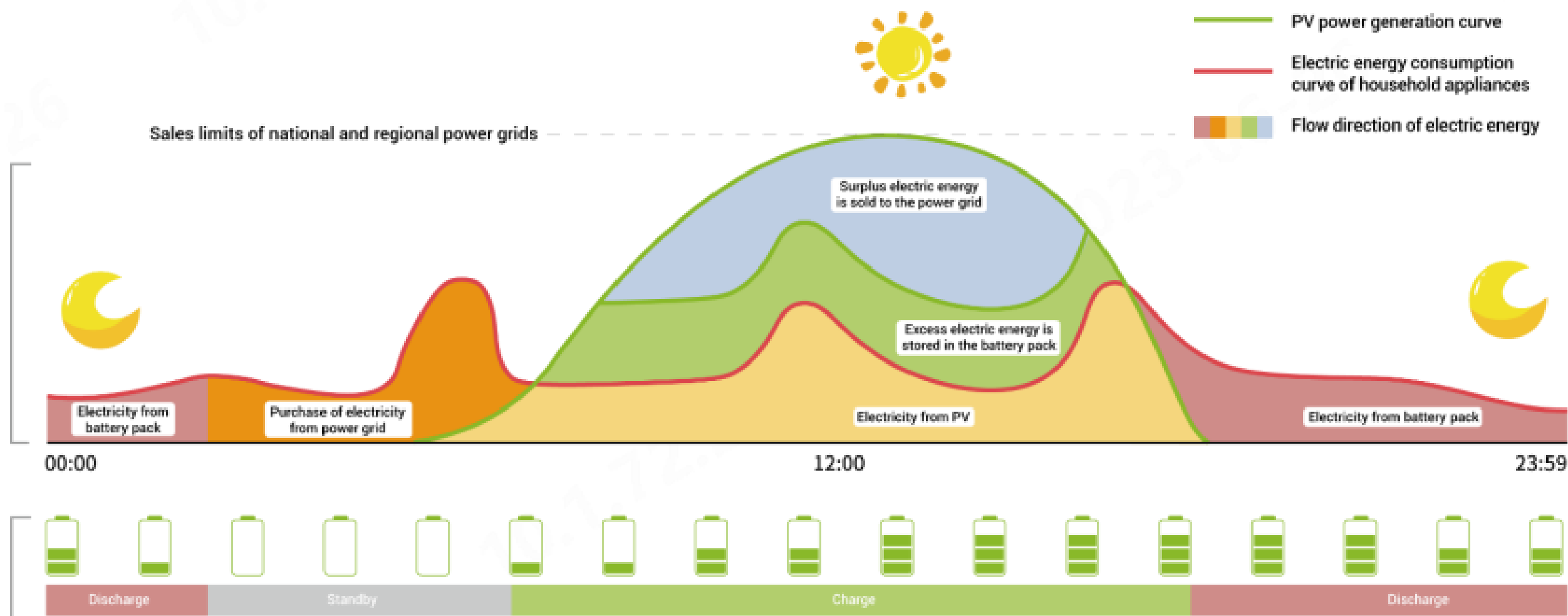


Źródło: materiały SAJ

KIERUNKI ROZWOJU DOMOWYCH MAGAZYNÓW ENERGII

Tryb Sigen AI

Poprzez rejestrowanie nawyków użytkowników w zakresie szczytów i spadków zużycia energii oraz lokalnych cen energii elektrycznej przez pewien okres czasu, tryb Sigen AI może dostosować inteligentne rozwiązania elektryczne, aby zmaksymalizować oszczędności dla klientów.



SYSTEMY ZARZĄDZANIA ENERGIAŁ - HEMS/EMS

HEMS (ang. home energy management system)

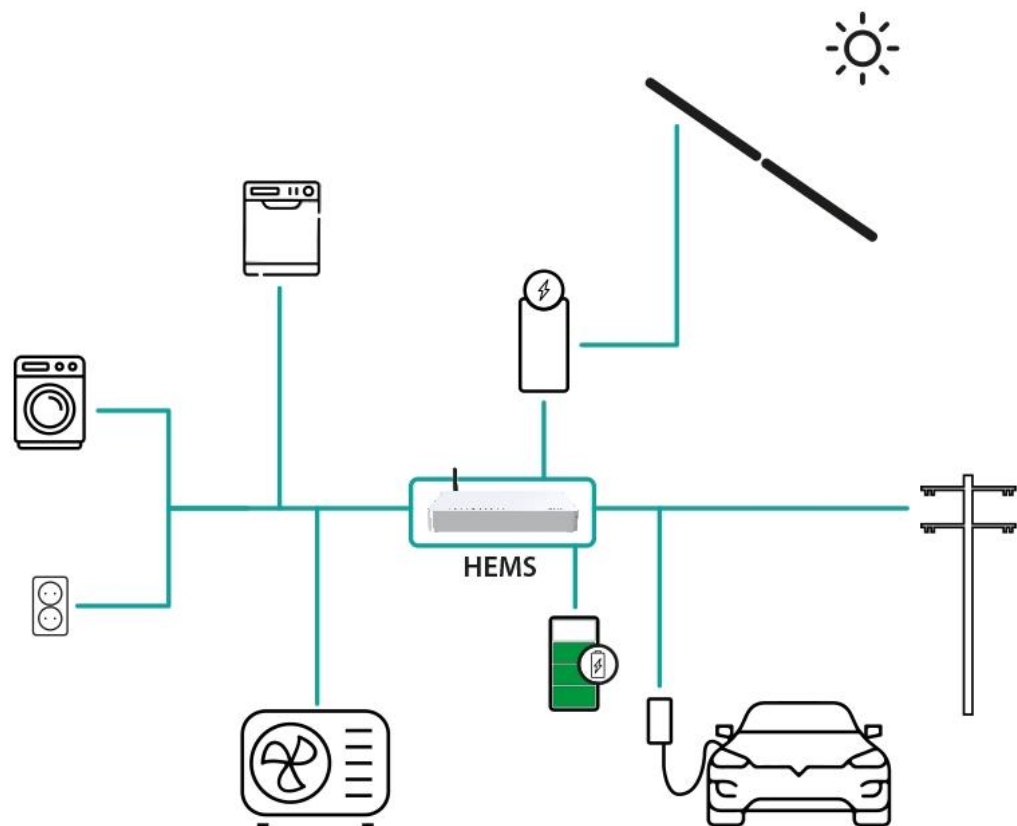
System zarządzania energią w budynku - optymalizacja zużycia energii elektrycznej, ciepła i chłodu.

EMS (ang. energy management system)

System zarządzania przepływem energii pomiędzy systemem PV, magazynem energii, odbiornikami i siecią energetyczną.

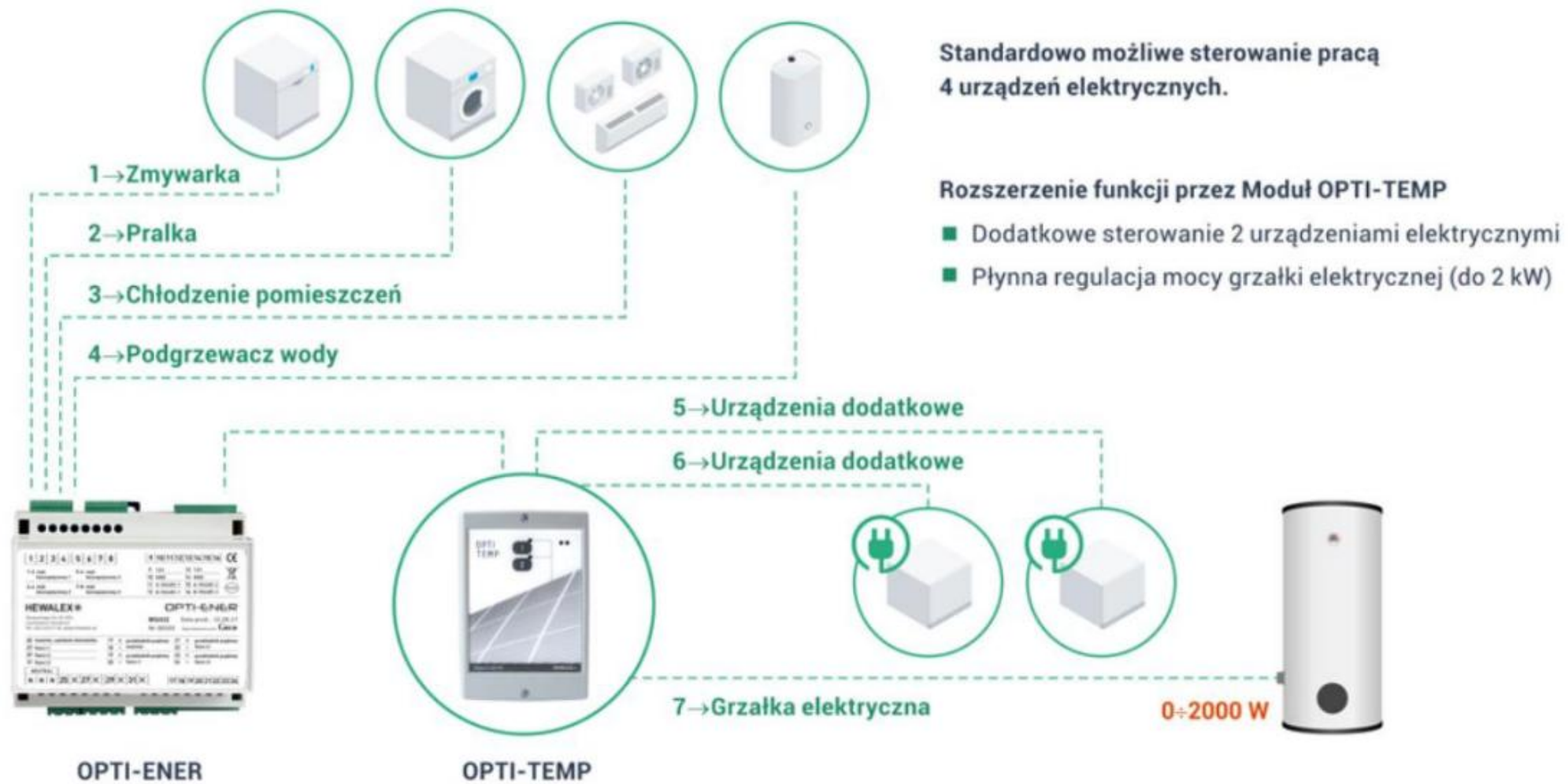
Przykładowe tryby pracy:

- bezpośrednie pokrycie potrzeb elektrycznych obiektu
- magazynowanie energii elektrycznej
- magazynowanie ciepła
- pokrycie potrzeb chłodniczych
- oddanie nadmiaru produkowanej energii do sieci energetycznej

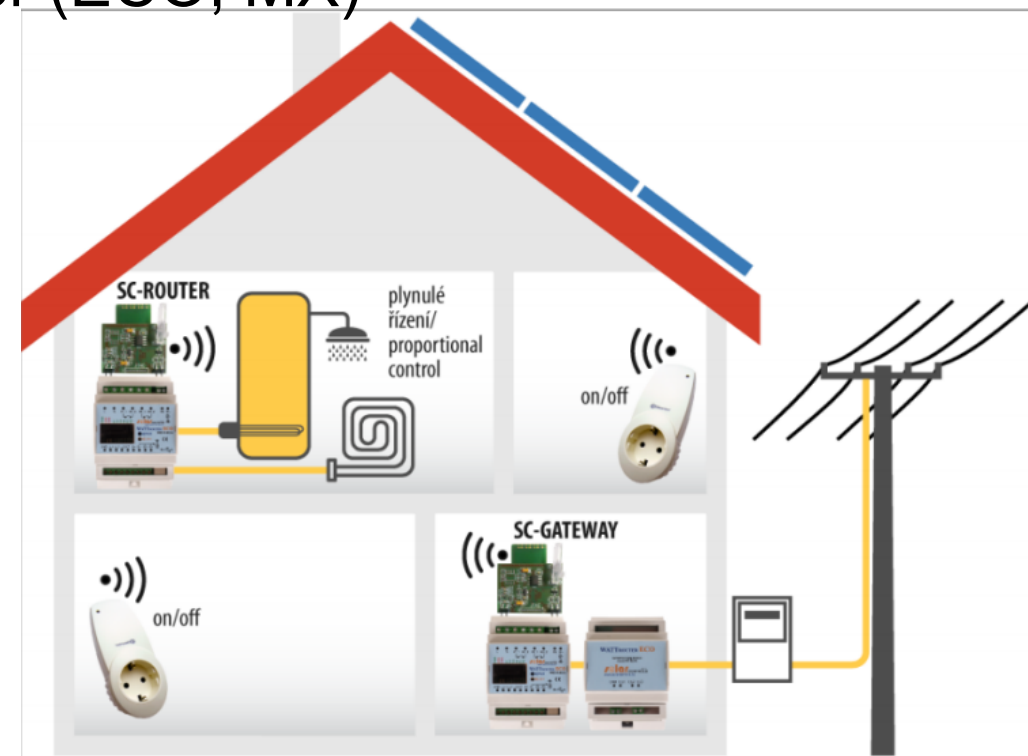


SYSTEMY ZARZĄDZANIA ENERGIĄ - HEMS/EMS

OPTI-ENER / OPTI-TEMP



WATTrouter (ECO, MX)



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Prezentacja powstała na podstawie:

- „Praktyczny Poradnik Instalatora” Atum Sp z o.o.
Tytko R., Góralczyk I. „Fotowoltaika. Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne.” Kraków 2015
- Szymański B. „Instalacje fotowoltaiczne” Wydanie III, Kraków 2014
- Materiały NCN - <https://ncn.gov.pl>
<https://web.facebook.com/januszpv/>
- Solaris18.blogspot.pl
- Karty katalogowe producentów systemów fotowoltaicznych
- <https://instsani.pl>
- elektro.info.pl Wybrane metody magazynowania energii elektrycznej i ich zastosowanie w systemie elektroenergetycznym