
Wpływ OZE na pracę Krajowego Systemu Elektroenergetycznego

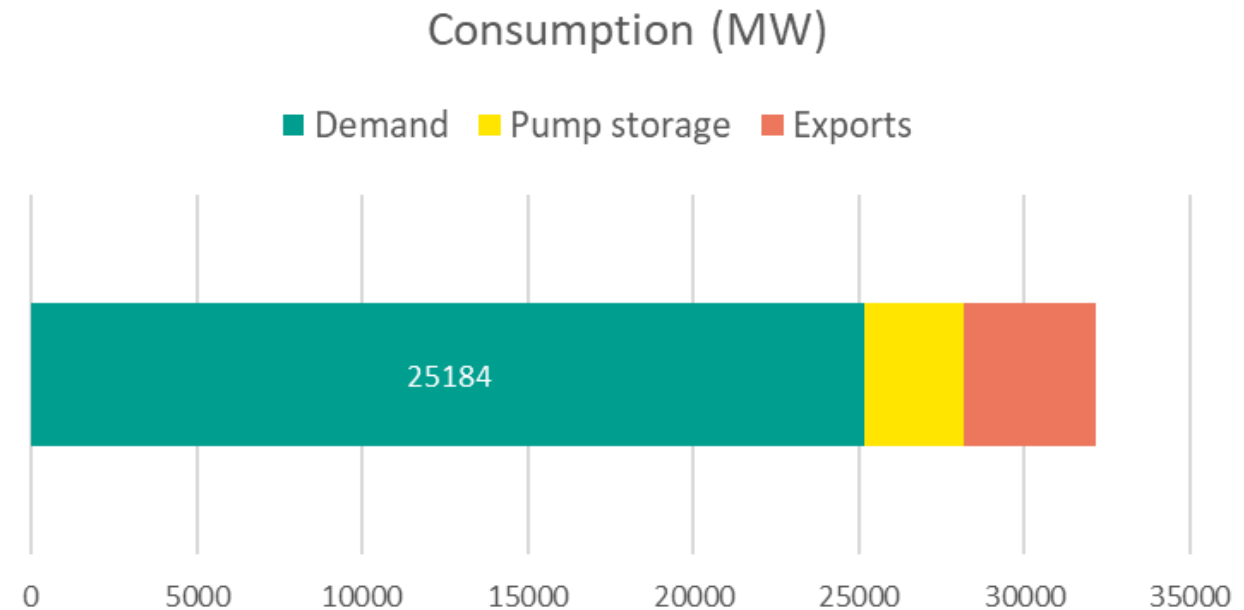
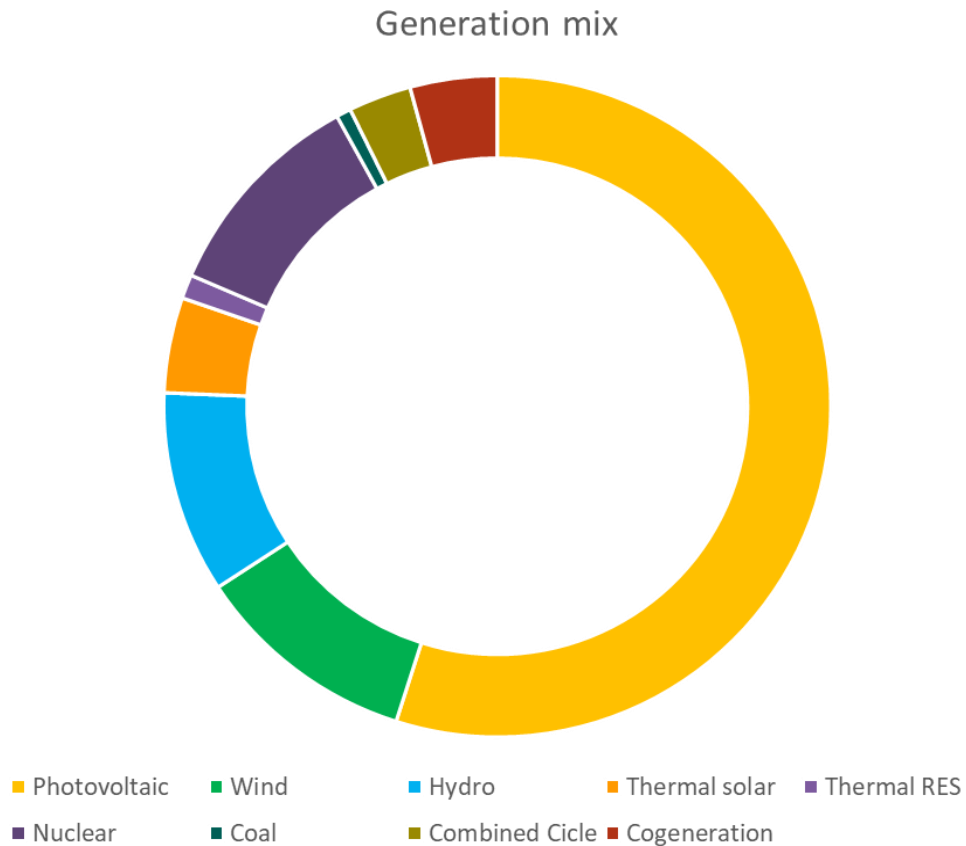
dr inż. Piotr Piechocki

Zielona Góra | 20 listopada 2025 r.

www.pse.pl

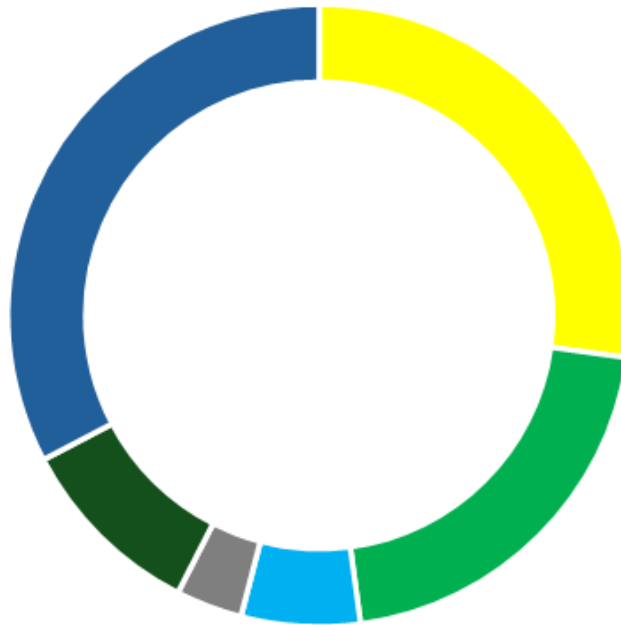
| Blackout w Hiszpanii i Portugalii

Rodzaj generacji w Hiszpanii przed wystąpieniem awarii



| Rodzaj generacji w Portugalii przed wystąpieniem awarii

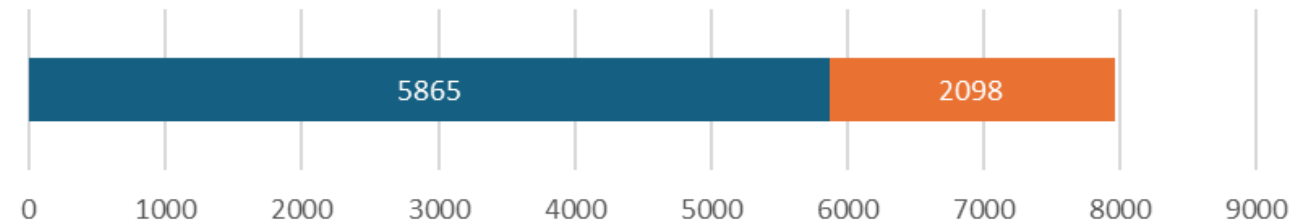
Generation mix



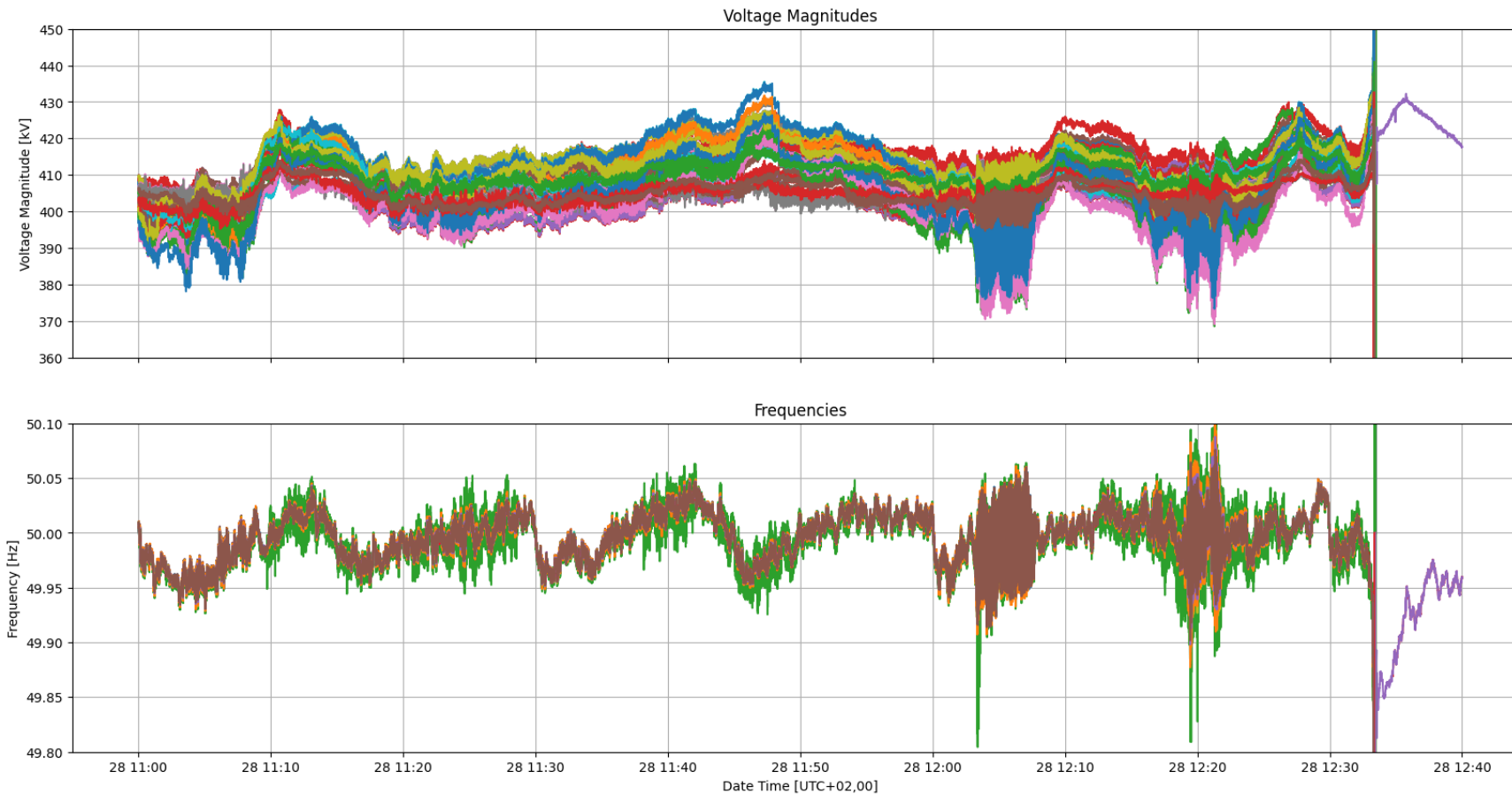
■ Photovoltaic ■ Wind ■ Hydro ■ Combined Cycle ■ Cogeneration and others ■ Import

Consumption (MW)

■ Demand ■ Pump storage

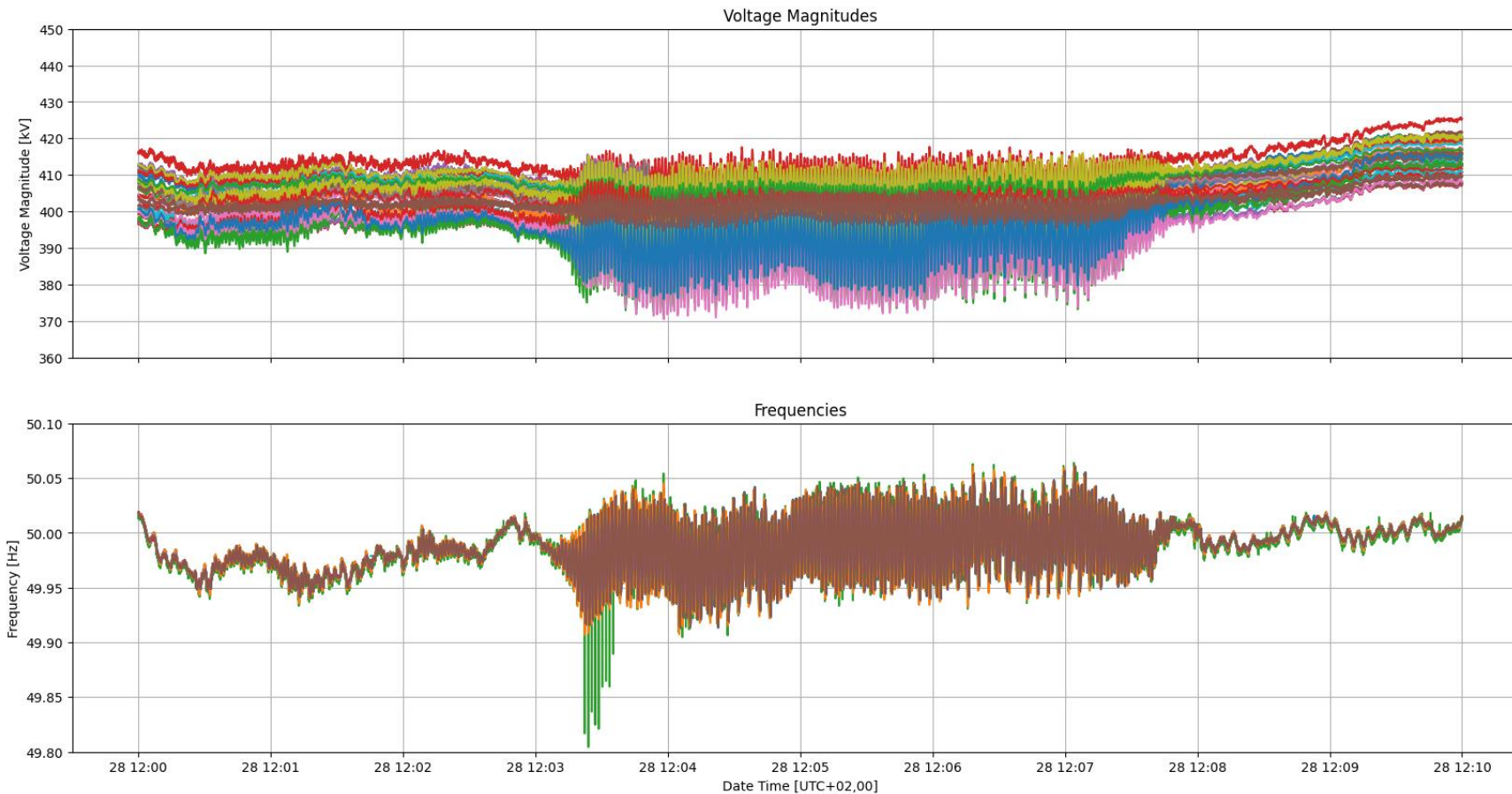


Napięcia i częstotliwość



- Wahania napięcia od 370 kV do 430 kV

Napięcia i częstotliwość



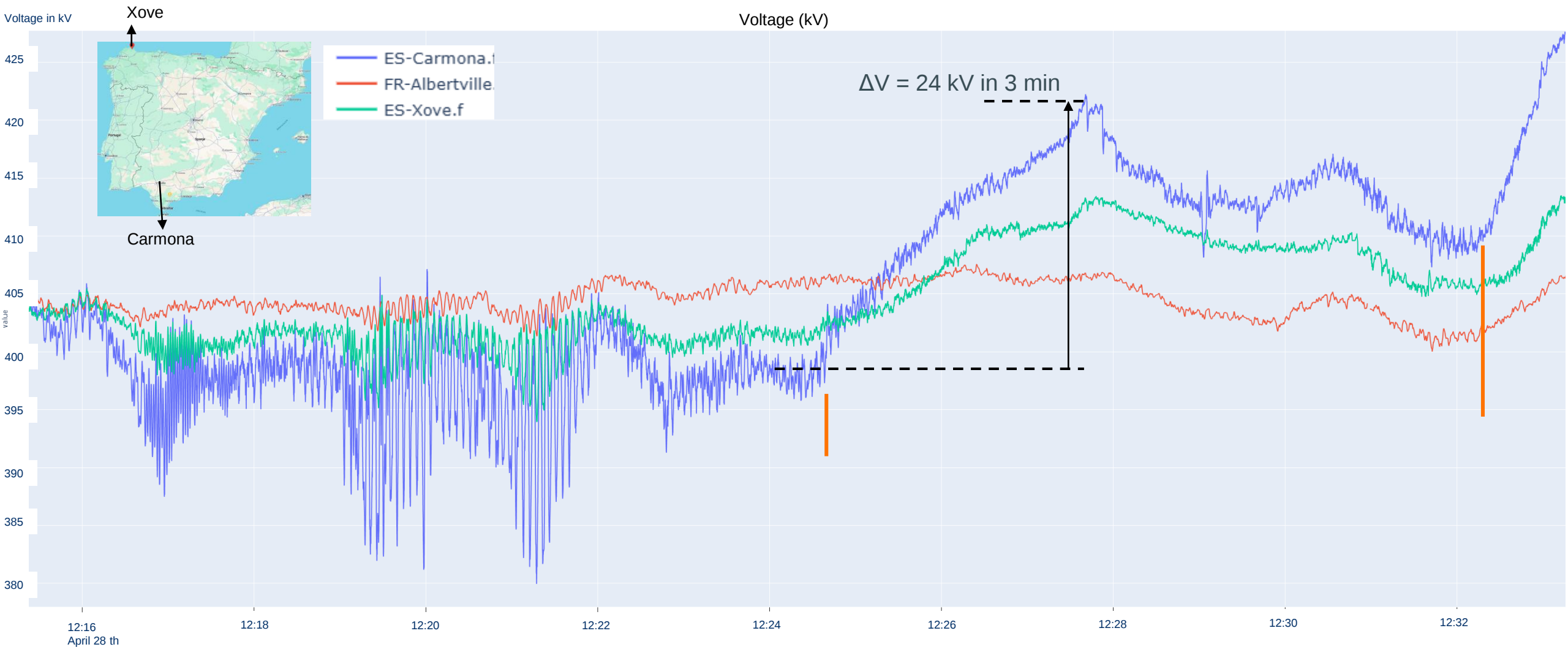
- Oscylacje częstotliwości: 0.64 Hz
- Oscylacje amplitudy: ~100 mHz
- Czas trwania: ~5 min

Napięcia i częstotliwość



- Oscylacje częstotliwości: 0,21 Hz
- Oscylacje amplitudy: ~100 mHz
- Czas trwania: ~6 min

Wartości napięć w Hiszpanii przed awarią



Odstawienia źródeł wytwórczych

12:33:16

≈720 MW

Fotowoltaika i inne
- inwertery przestały
zamieniać prąd stały na
prąd zmienny

12:33:17

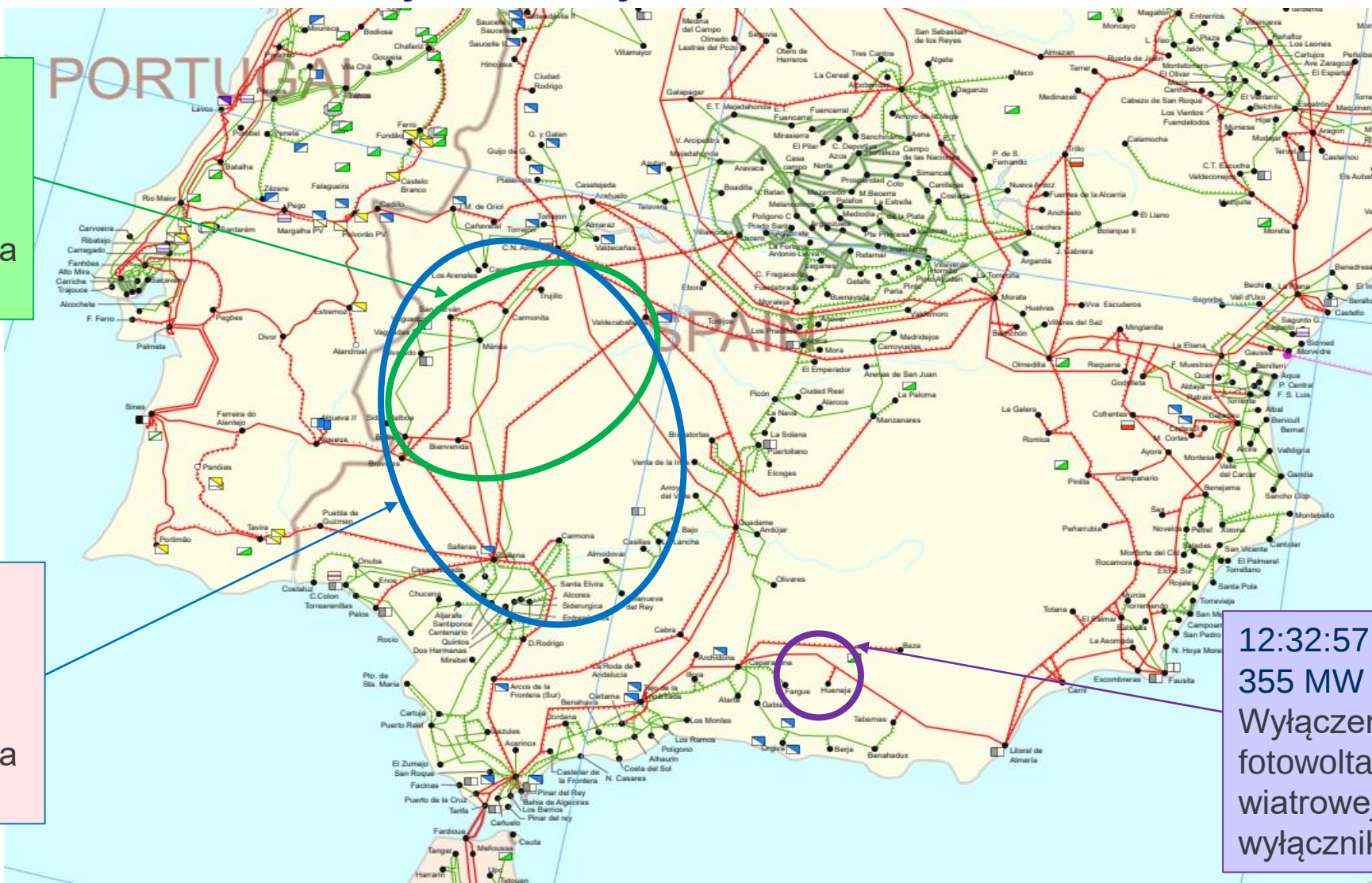
≈1100 MW

Fotowoltaika i inne
- inwertery przestały
zamieniać prąd stały na
prąd zmienny

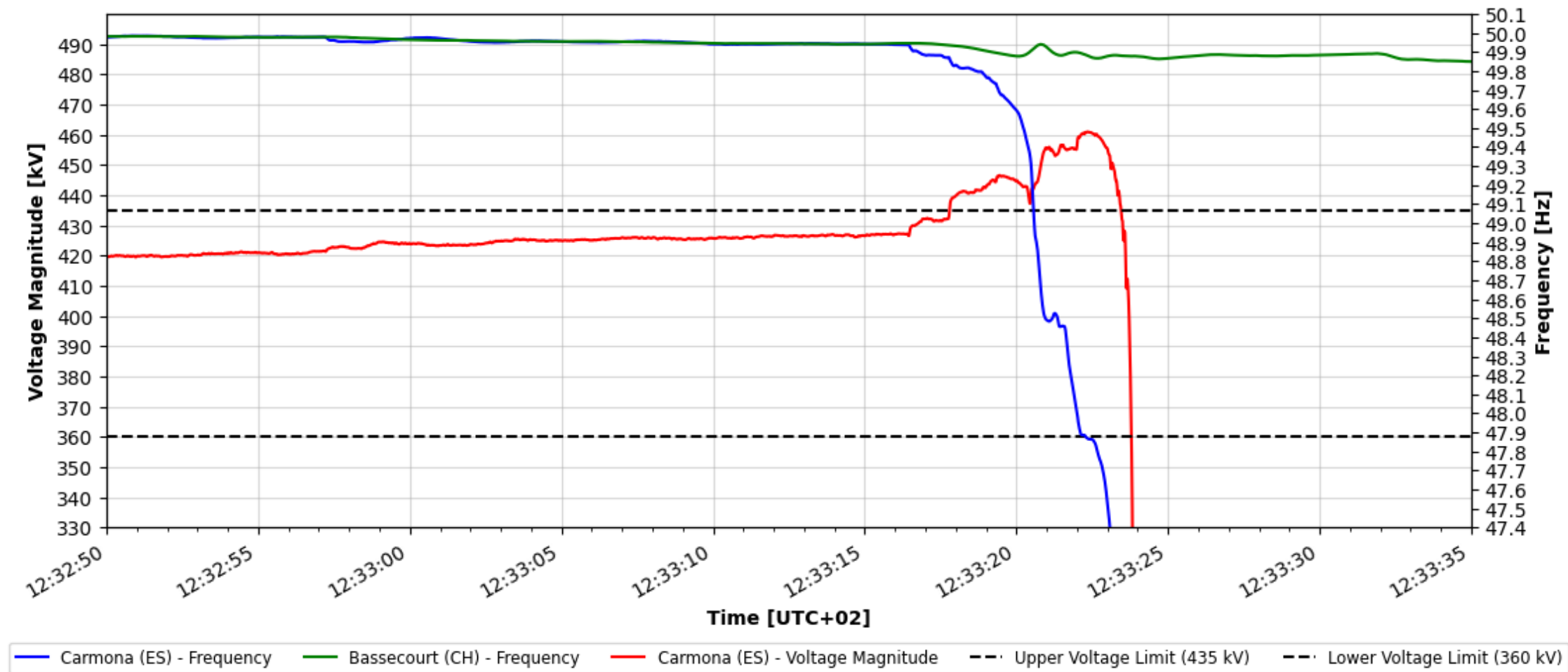
12:32:57

355 MW

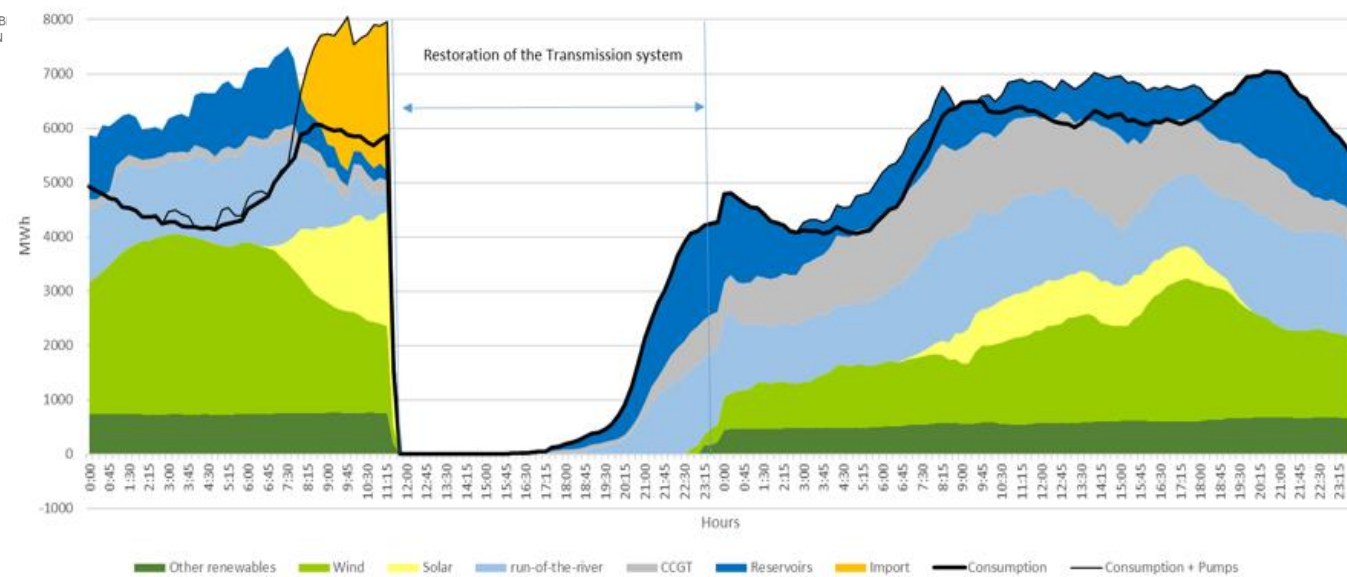
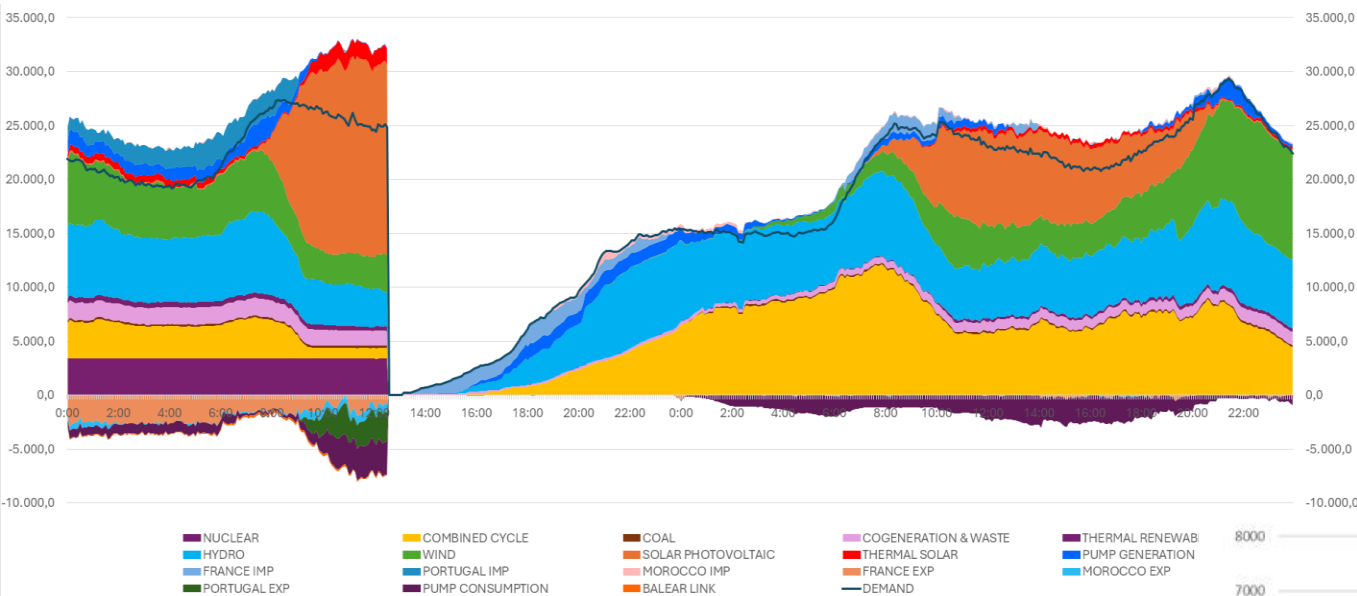
Wyłączenie generacji
fotowoltaicznej i
wiatrowej za pomocą
wyłączników



Wartości napięć i częstotliwości w Hiszpanii

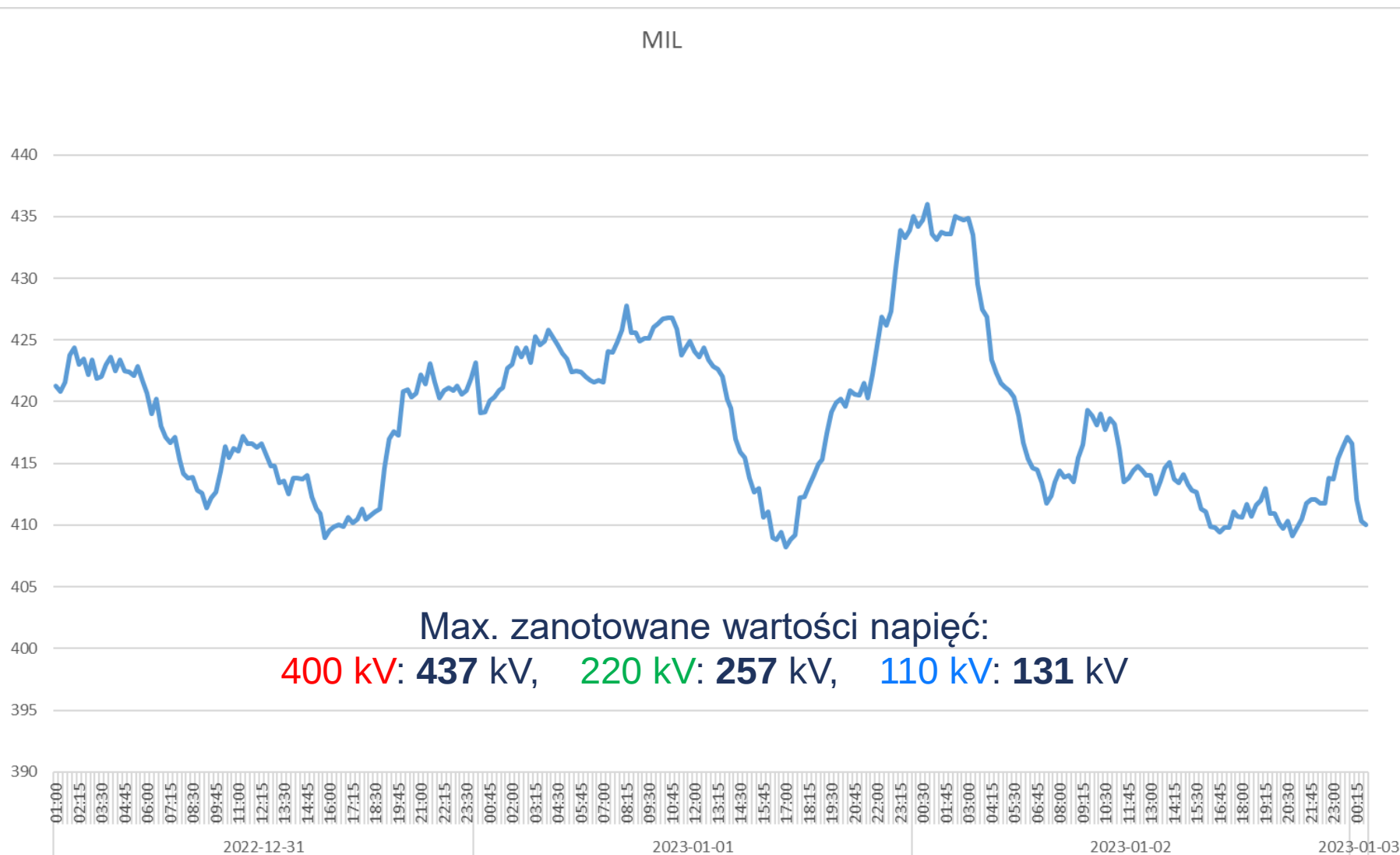


Odbudowa po awarii



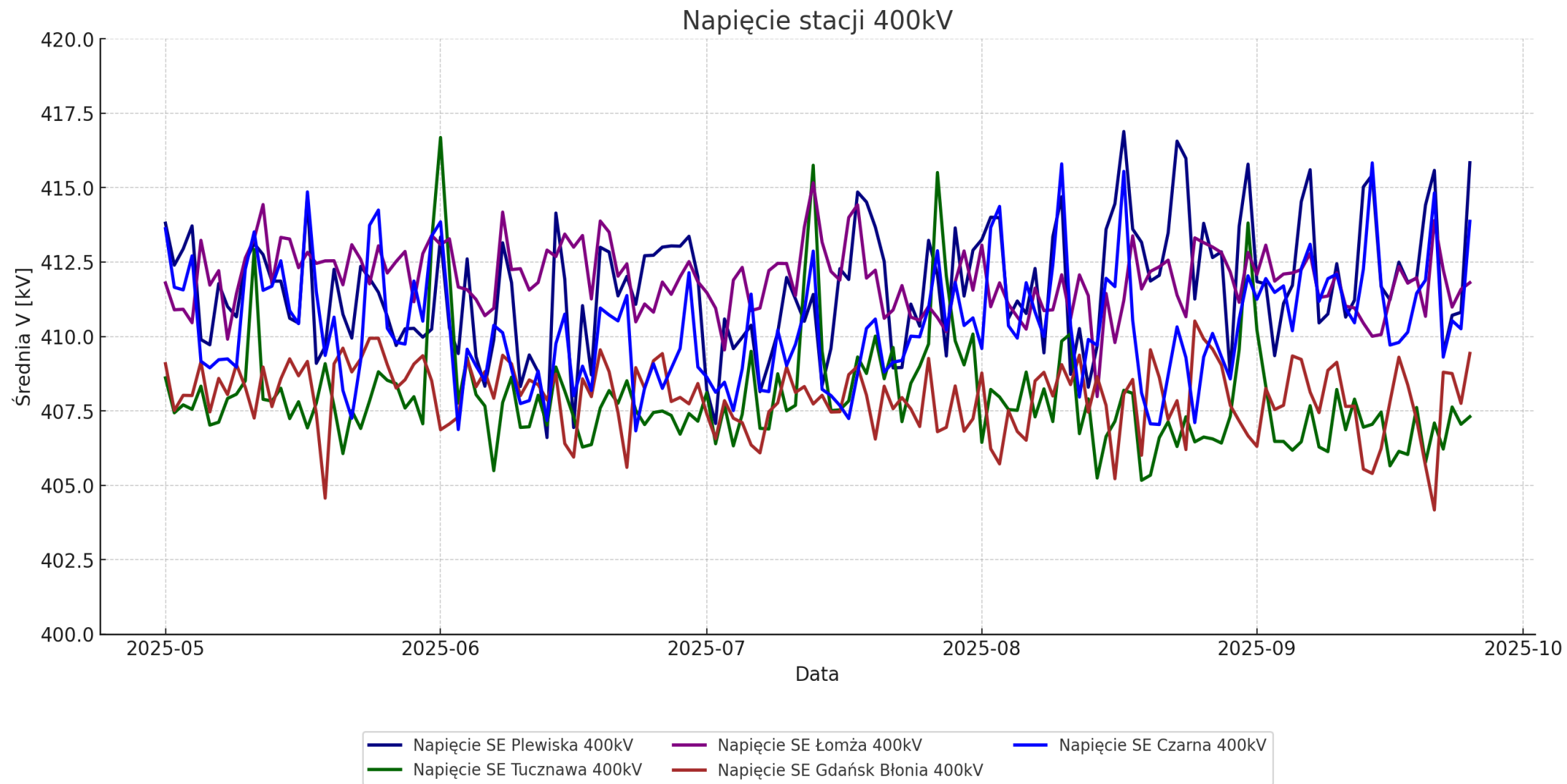
| Regulacja napięć w Polsce – w kontekście działań w Hiszpanii i Portugalii po awarii

Napięcia w Polsce – przełom roku 2022/2023

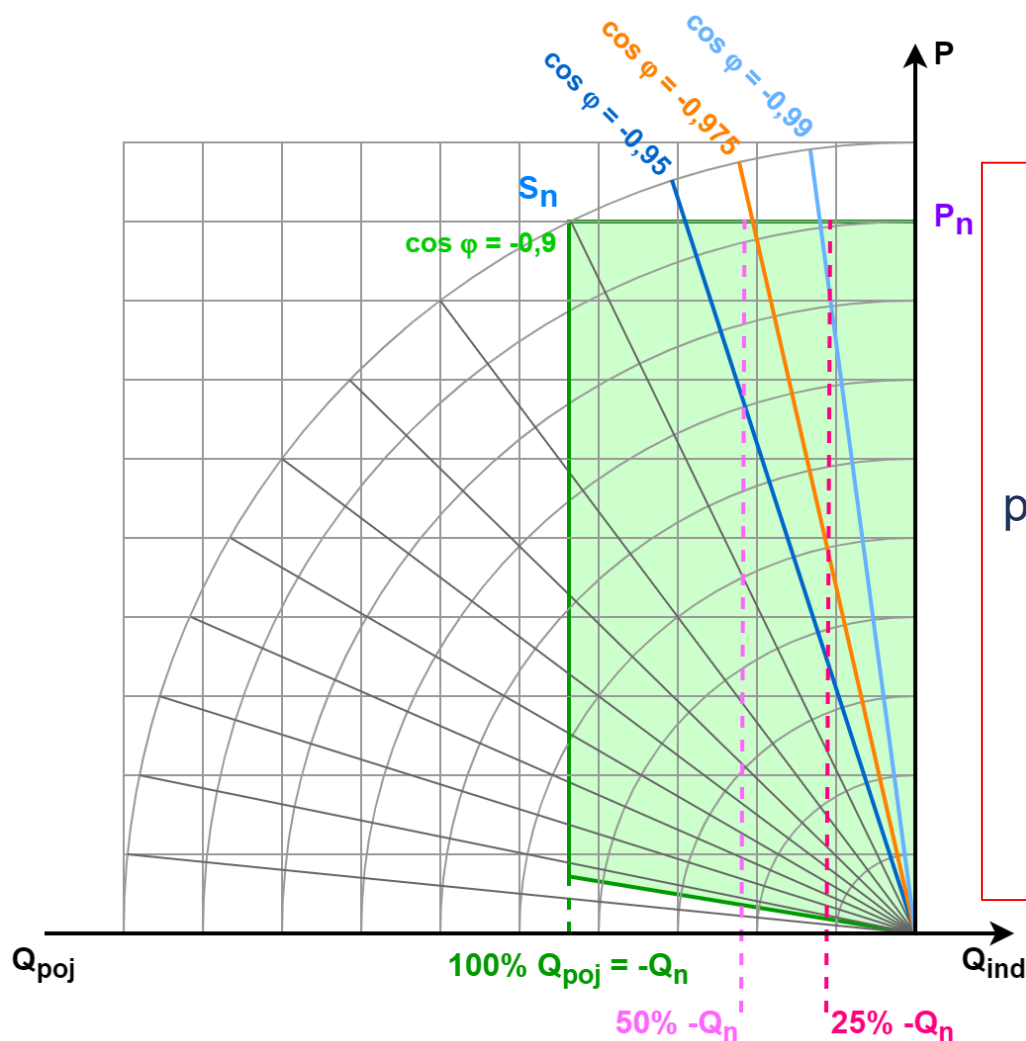


- Generacja wiatrowa: ~7 GW
- Zainstalowa moc w źródłach fotowoltaicznych w połowie 2023 roku: ~13 GW (realna generacja w szczycie rzędu ok. 7-8 GW)

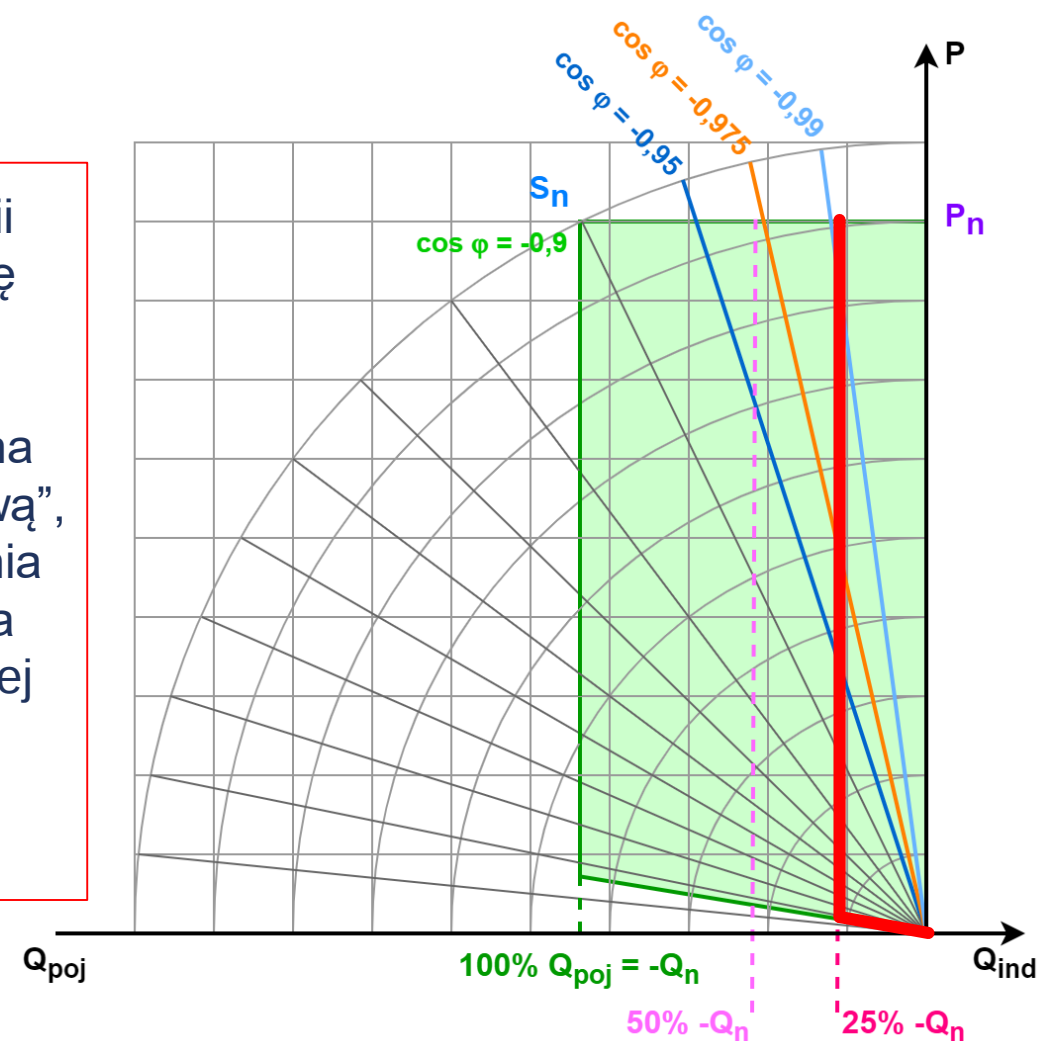
Napięcia w Polsce – rok 2025



Działania dyspozytorskie – po 11 czerwca 2023



Hiszpania po awarii
zatwierdziła zmianę
obowiązujących
charakterystyk i
przeszła trójkątnej na
prostokątną/"trumnową",
celem uniezależnienia
mocy biernej źródła
OZE od generowanej
mocy czynnej
(warunków
pogodowych)



| Działania dyspozytorskie – po 11 czerwca 2023

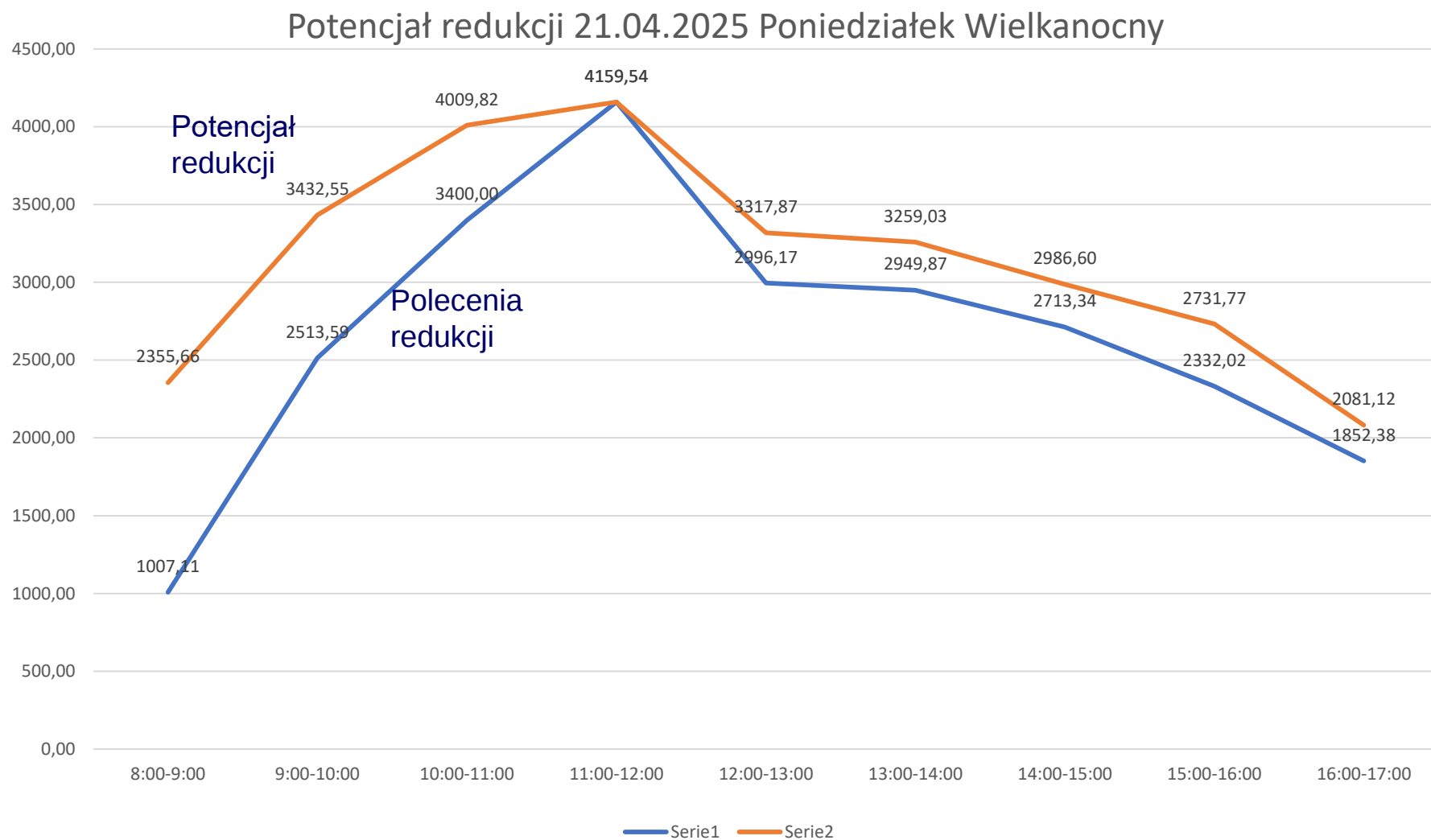
- ⌚ W ODM Poznań wykonano analizy ogólnokrajowe nad procesem stabilizacji napięcia – od stycznia do marca 2023
- ⌚ Przed weekendem majowym w 2023 roku wprowadzono w porozumieniu Enea Operator regulację farm wiatrowych za pomocą stałej mocy Q na obszarze Enea Operator Oddział Szczecin.
- ⌚ Od 11 czerwca 2023 w porozumieniu z Enea Operator ODM Poznań wprowadził w obszarze stabilizację napięcia tworząc zupełnie nowe zasady dyscypliny napięciowej (117 kV na szynach 110 kV w stacjach PSE):

	min	max	min	max	min	max
Stan normalny		118,5		243,0		418,0
Stan regulacji	117,5	121,0	241,0	245,0	415,0	420,0

- ⌚ Od stycznia 2024 powyższa dyscyplina napięciowa obowiązuje w całym kraju
- ⌚ Wykorzystanie do stabilizacji napięć:
 - ⌚ **układów ARNE/ARST,**
 - ⌚ **kontroli mocy biernej w źródłach OZE oraz elektrociepłowniach,**
 - ⌚ **utrzymanie napięć w rozdzielniach 110 kV na poziomie ok. 117 kV**
 - ⌚ **wykorzystanie charakterystyki statycznej regulacji napięcia w źródłach OZE, gdzie jest to możliwe z nastawą 115 +/- 1 kV**

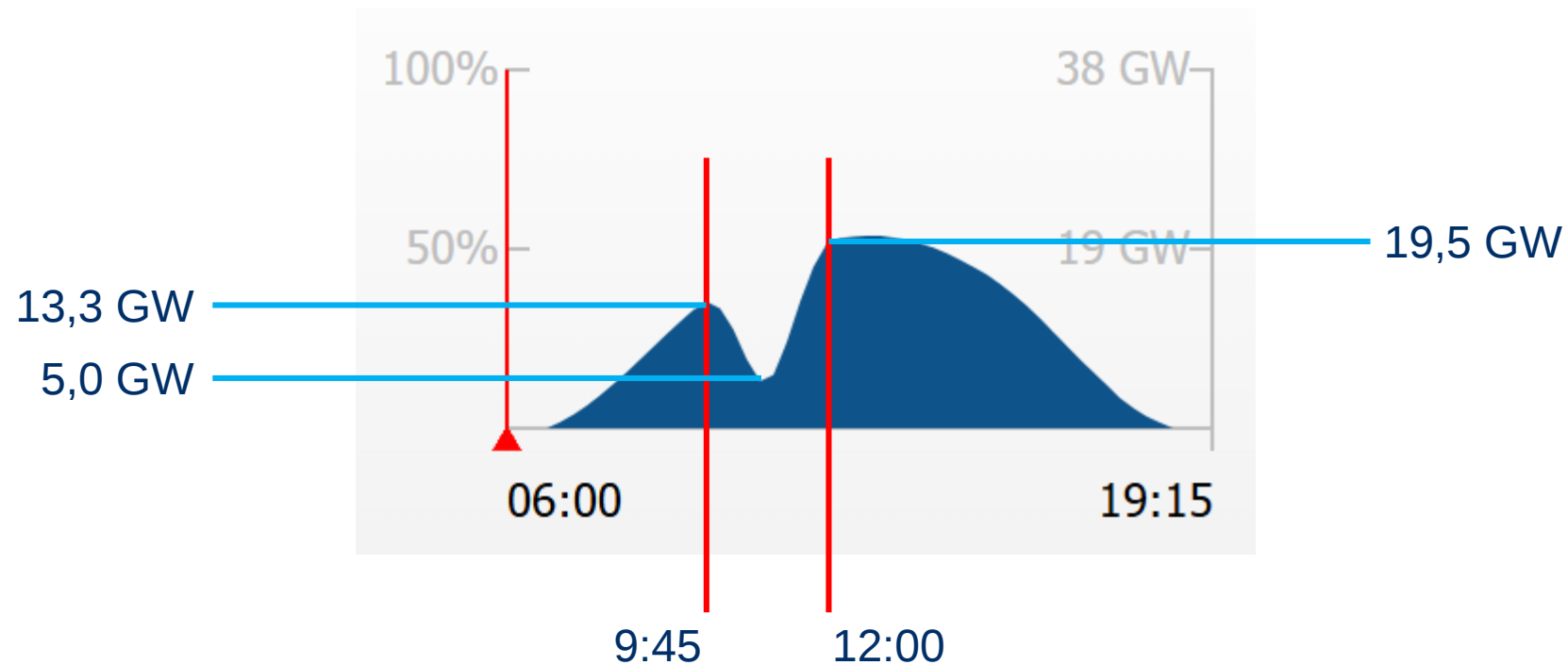
| Bilansowanie OZE|

Redukcje nierynkowe – potencjał OZE



| Sytuacje szczególne

| Zaćmienie słońca 20 marca 2015 roku



Zaćmienie słońca 11 sierpnia 2026 roku

Państwo	PV na koniec 2015 [GW]	PV na połowę 2025 [GW]
Niemcy	~39	~80–85
Hiszpania	~6	~30–32
Włochy	~18	~40
Francja	~7	~22
Niderlandy	~2	~24
Polska	~0,2	~24
Rumunia	~1,3	~3,5
Belgia	~2	~6
Węgry	~0,1	~6,2
SUMA	~75	~236–243



| Wnioski

| Wnioski

- ⊕ W zakresie mocy biernej i regulacji napięcia – w Polsce jest dobrze od początku roku 2024. OSP we współpracy z OSD (przede wszystkim ENEA Operator) wykonały i wykonują na tę rzecz pracę cały czas dołączając nowe powstające kolejne źródła do procesu regulacji napięć.
- ⊕ W zakresie mocy czynnej – mamy problem w dni o obniżonym zapotrzebowaniu i może skończyć się konieczność wprowadzenia ograniczeń dla wytwórców/odbiorców jednocześnie z uwagi na duży potencjał fotowoltaiki (~12 GW) na poziomie nN.
- ⊕ Inercja – nowe wyzwanie..

Dziękuję za uwagę

dr inż. Piotr Piechocki

Zielona Góra | 20 listopada 2025 r.