
Europejski wymiar transformacji

Konrad Purchała

Konferencja SEP, 28-29 maja 2025, Poznań

www.pse.pl

| Wymiary transformacji

Wymiar rynku energii elektrycznej

Mechanizmy obrotu energią elektryczną

- **Rynek terminowy**
 - Dostawy w określonej przyszłości, np. BASE_Y2022
 - Różne typy kontraktów: base, peak, offpeak, Y, Q, M, itd.
 - **Pay-as-bid**
- **Kontrakty Over-the-Counter (OTC)**
 - Zawierane poza giełdą, bezpośrednio dostawca-odbiorca
 - **Ceny negocjowane**
- **Umowy PPA (power purchase agreements)**
 - Odmiana kontraktów OTC, zwykle dotyczą energii z OZE
 - **Ceny negocjowane**
- **Rynek Spot**
 - Rynek Day-Ahead, Intraday Auctions (**Pay-as-cleared**) i Intraday Continuous (**Pay-as-bid**).
 - Obecnie do 1h przed czasem dostawy, w przyszłości 30 min

Rynek to kluczowe narzędzie planowania

Mechanizmy rynkowe w rękach OSP

- **Rynek Bilansujący**
 - Rynek techniczny energii bilansującej, celem rozliczenia nieplanowego wytwarzania i poboru (tzw. niebilansowania)
 - **Pay-as-cleared** (w ogólnym przypadku)
- **Rynek Usług Systemowych**
 - Pozyskiwanie przez OSP usług systemowych: GWS, moc bierna, IZP (DSR w górę), itd.
 - W przyszłości także innych usług
 - **Ceny negocjowane** lub **Pay-as-cleared (jeśli przetargi)**
- **Rynek Mocy Bilansujących**
 - Pozyskiwanie przez OSP rezerw FCR, aFRR, mFRR i RR
 - **Pay-as-cleared (w Polsce)**
- **Rynek Mocy**
 - Płatność za zobowiązanie do bycia dostępnym na polecenie OSP
 - **Pay-as-cleared**

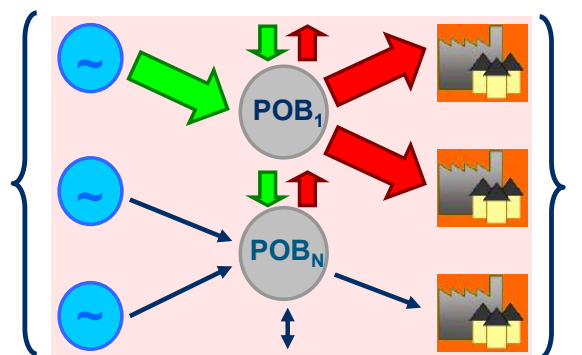
Wymiar rynku energii elektrycznej

Kluczowa rola POB w bilansowaniu KSE

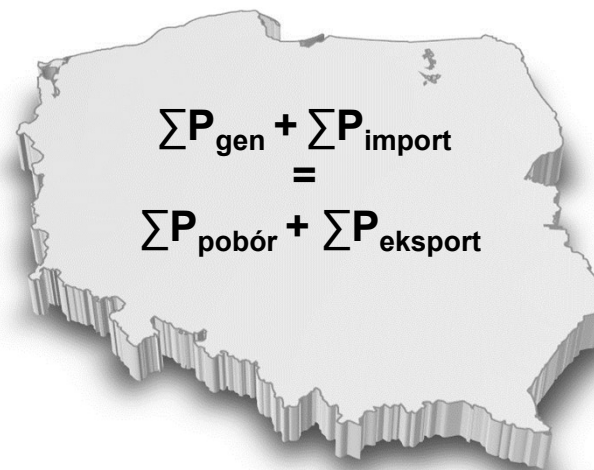
portfel POB

(energia per MTU – 15 min)

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{gen}} + \sum P_{\text{zakup}} \\ = \sum P_{\text{pobór}} + \sum P_{\text{sprzedaż}} \end{aligned}$$



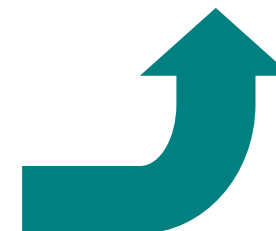
Bilans KSE



Obszar synchroniczny

$$\sum P_{\text{gen}} = \sum P_{\text{pobór}}$$

$$F = 50\text{Hz}$$



Wymiar rynku transgranicznego

- **W zakresie geograficznym, budowa rynku europejskiego została w zasadzie zakończona**
 - Rynek od Lizbony po Helsinki
- **Dalszy rozwój rynku UE to przede wszystkim:**
 - Przesuwanie handlu w stronę czasu rzeczywistego
 - Zwiększanie zdolności przesyłowych
 - Rozszerzenie w stronę krajów trzecich (w tym UA, UK)
 - Rynek mocy jako ważny segment rynku oraz jego regionalizacja

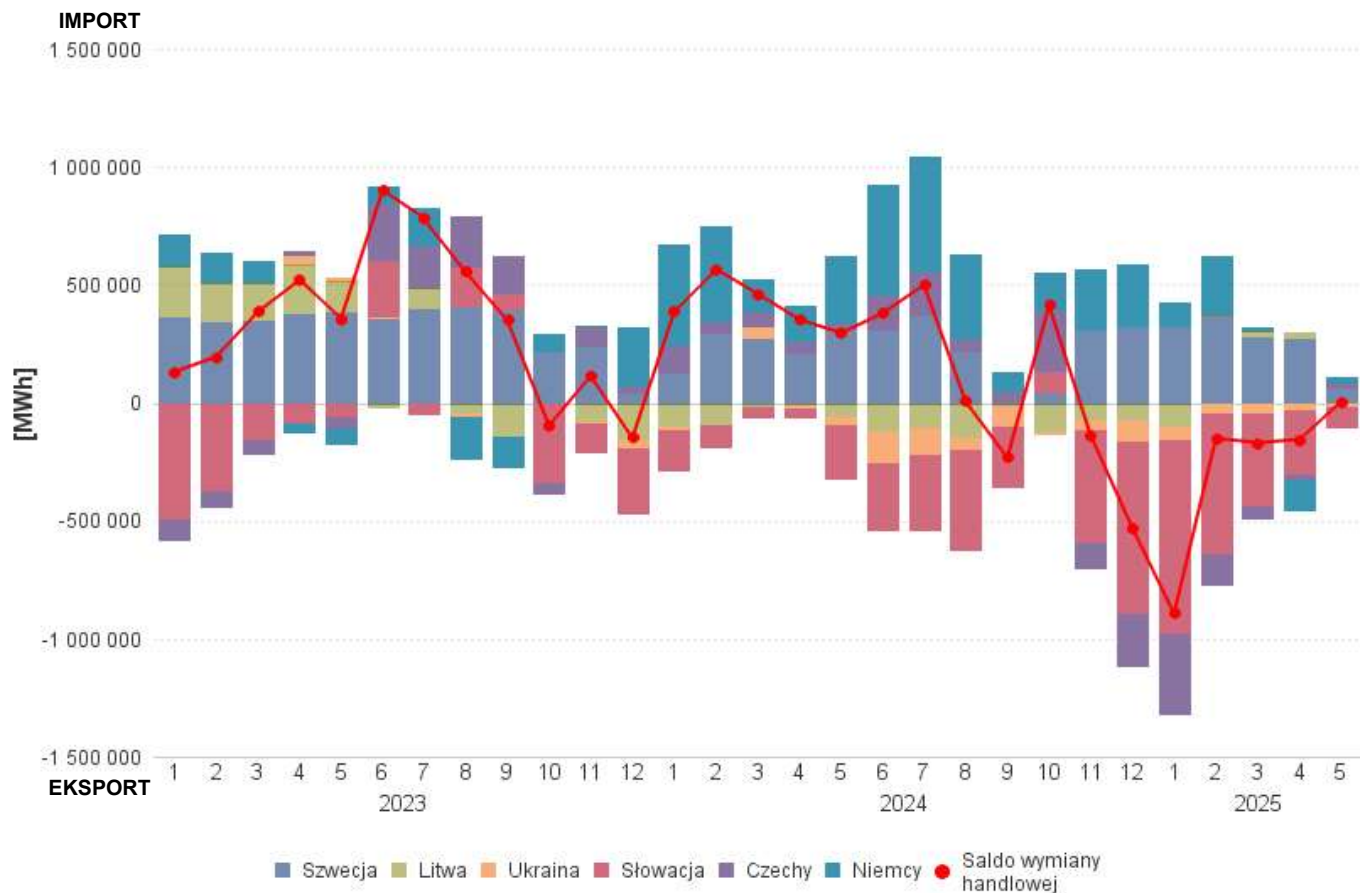
oraz szeroko rozumiana koordynacja i regionalizacja procesów...

- **Dalszy rozwój rynku krajowego**
 - Rynek usług systemowych (bilansowanie, moc bierna, inercja)
 - Skuteczne egzekwowanie planów pracy od źródeł rozproszonych
 - Rozwój elastyczności i związanych z tym usług



Wymiar rynku transgranicznego

Wymiana międzysystemowa (handlowa)



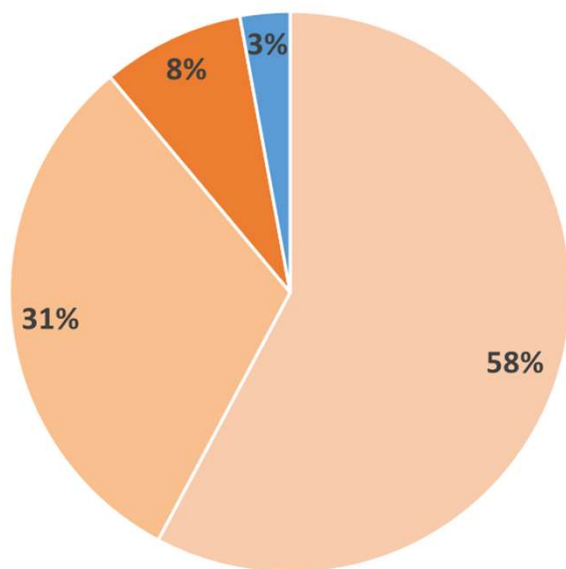
Data	Szwecja	Litwa	Ukraina	Słowacja	Czechy	Niemcy	Saldo wymiany handlowej
1	361 256	215 807	0	-494 949	-83 114	132 643	131 643
2	343 193	165 546	0	-374 325	-67 506	128 914	195 821
3	350 068	162 420	0	-160 743	-55 523	90 611	386 834
4	377 789	211 183	30 375	-86 217	23 994	-36 322	520 802
5	383 174	129 726	17 595	-62 161	-44 164	-68 213	355 957
6	356 089	-19 374	5 400	238 853	238 524	80 206	899 699
7	396 962	90 985	-800	-41 787	175 405	161 343	782 110
8	403 958	-48 501	-9 410	167 553	219 467	-176 344	556 723
9	387 126	-141 694	0	73 475	163 149	-128 601	353 455
10	211 145	1 270	-1 650	-338 574	-41 672	76 582	-92 899
11	235 944	-78 272	-7 668	-123 245	82 429	7 567	116 755
12	39 168	-155 046	-41 150	-268 359	26 254	253 314	-145 818
2023	3 845 872	534 051	-7 308	-1 470 481	637 245	521 702	4 061 080
1	122 976	-103 551	-15 834	-163 967	120 465	427 307	387 396
2	288 960	-94 254	-1 012	-90 483	50 925	411 318	565 453
3	270 113	-15 257	50 465	-46 196	62 193	139 493	460 810
4	203 867	-7 667	-14 256	-40 008	53 446	156 436	351 817
5	302 524	-58 018	-40 061	-224 687	31 440	284 968	296 166
6	308 574	-120 271	-138 328	-281 053	147 205	464 700	380 827
7	369 217	-109 872	-113 584	-315 895	182 247	490 438	502 551
8	214 344	-152 242	-48 255	-422 932	58 643	358 470	8 028
9	0	-17 741	-85 309	-252 953	42 296	84 472	-229 235
10	37 712	-119 856	-12 590	89 563	260 734	160 617	415 264
11	302 121	-74 679	-38 039	-483 282	-101 334	260 283	-134 930
12	316 466	-75 158	-91 765	-731 829	-212 540	267 510	-527 317
2024	2 736 872	-948 564	-548 568	-2 963 723	695 719	3 506 010	2 476 831
1	319 682	-100 507	-58 923	-818 542	-337 154	105 610	-889 834
2	366 568	11 163	-45 376	-598 454	-125 606	240 793	-150 913
3	278 188	27 484	-46 011	-390 485	-54 249	16 353	-169 470
4	268 115	29 693	-31 927	-273 302	-20 714	-126 572	-154 707
5	59 105	2 675	-17 550	-82 499	21 899	22 834	6 465
2025	1 291 659	-29 492	-199 787	-2 163 283	-515 824	259 017	-1 358 459

Wymiar zmiany paradygmatu zasilania KSE

93% źródeł OZE jest przyłączonych do sieci OSD

Moc zainstalowana PV - stan na 28.02.2025

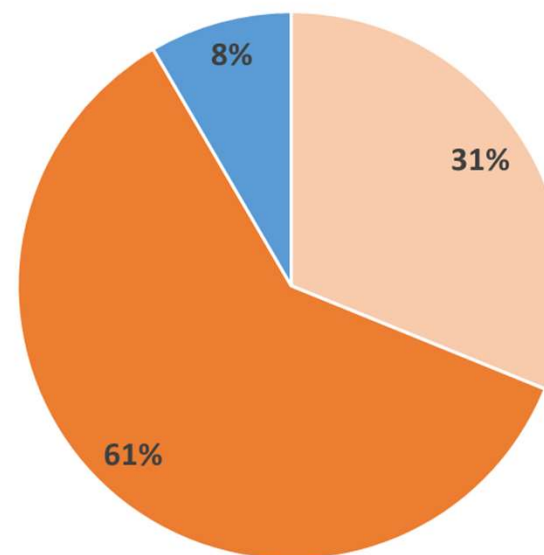
(22 074 MW)



■ PV w sieci NN
■ PV w sieci SN
■ PV w sieci 110 kV w OSD
■ PV w sieci OSP

Moc zainstalowana FW - stan na 1.04.2025

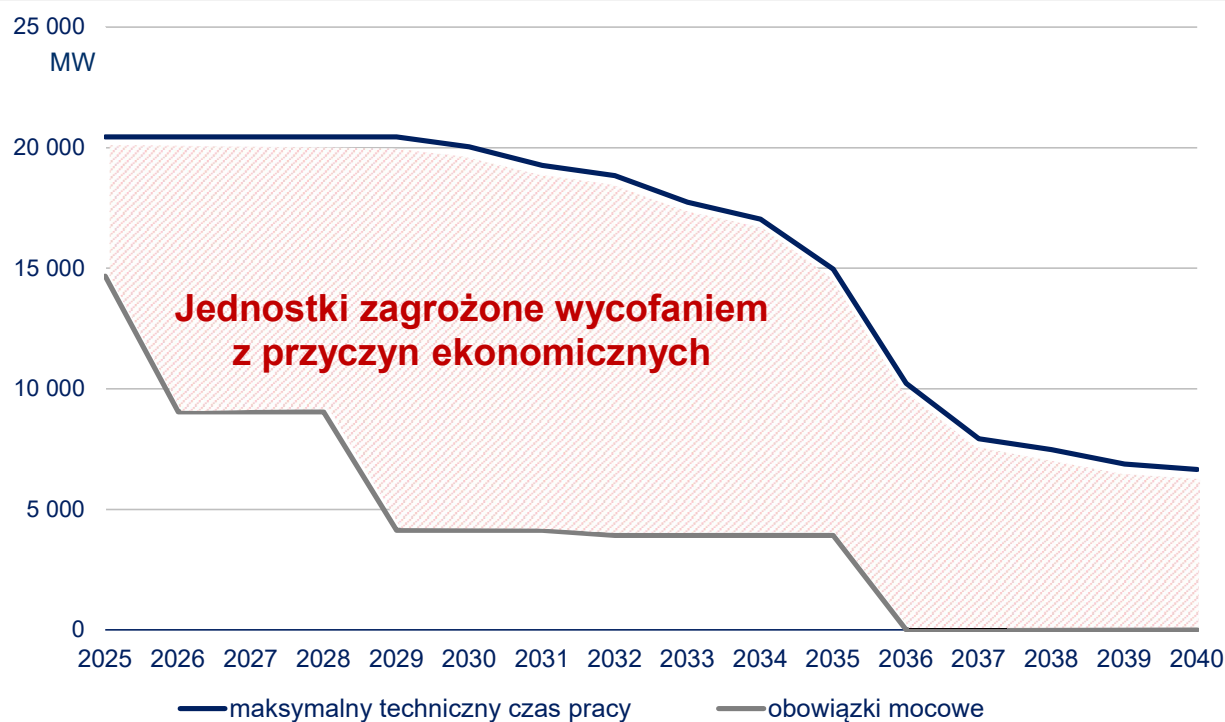
(10 868 MW)



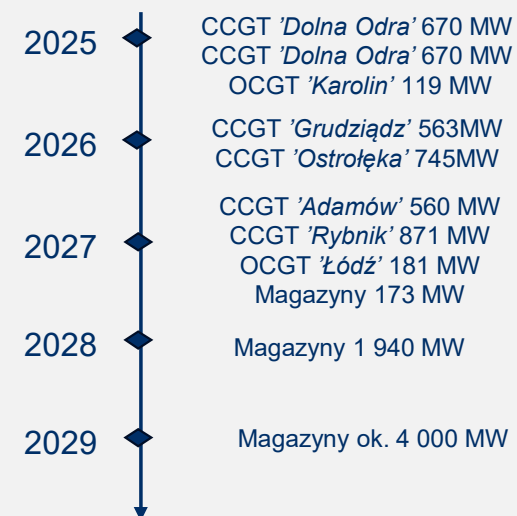
■ FW w sieci SN/nn
■ FW w sieci 110 kV OSD
■ FW w sieci OSP

Wymiar zmieniającego się miski energetycznego

Scenariusze dla istniejących bloków węglowych



Nowe jednostki wytwórcze zakontraktowane na rynku mocy



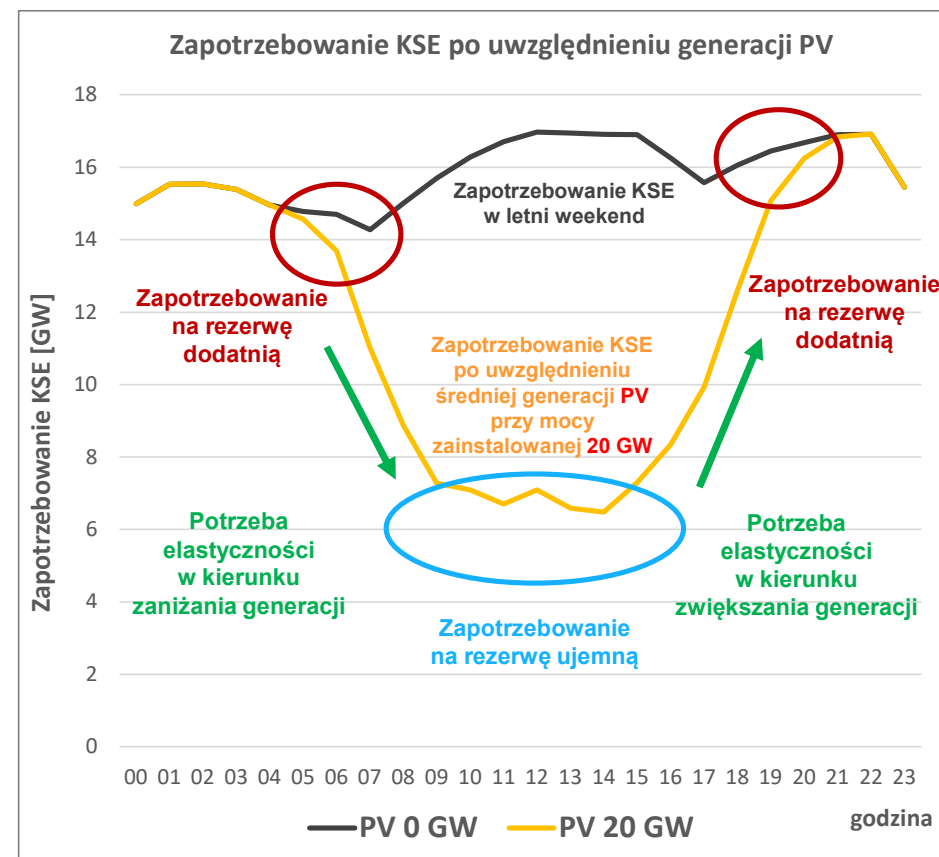
Kluczowe wyzwania transformacji

Kluczowe wyzwania transformacji

Wysoka zmienność warunków pracy KSE

- Moc źródeł OZE to dziś ok. 30 GW, z czego ok. 93% w sieci OSD
- Produkcja źródeł OZE często przekracza 10 GW
 - Dotychczasowy rekord chwilowy to 16 GW
 - Na poziomie doby OZE pokrywa często ponad 40% zapotrzebowania
 - W skali roku OZE pokrywa obecnie niemal 30% zapotrzebowania (27% w 2024)
- Moc źródeł JWCD to obecnie ok. 27 GW (40% całości mocy w KSE)
 - Moc JWCD jest już obecnie mniejsza niż OZE!
- Rozproszony charakter wytwarzania oznacza, iż wytwórcy i dostawy energii muszą przejąć na siebie obowiązek przygotowywania Programów Pracy swoich zasobów wytwórczych oraz bilansowanie handlowe KSE
- Nowe zasady funkcjonowania rynku bilansującego od 14 czerwca 2024 mają motywować uczestników rynku do dostosowywania Programów Pracy i produkcji energii elektrycznej do potrzeb odbiorców
- Nieplanowa produkcja energii elektrycznej bez zawartych kontraktów oraz nieplanowy jej pobór zakłócają bilansowanie KSE i powinny być penalizowane

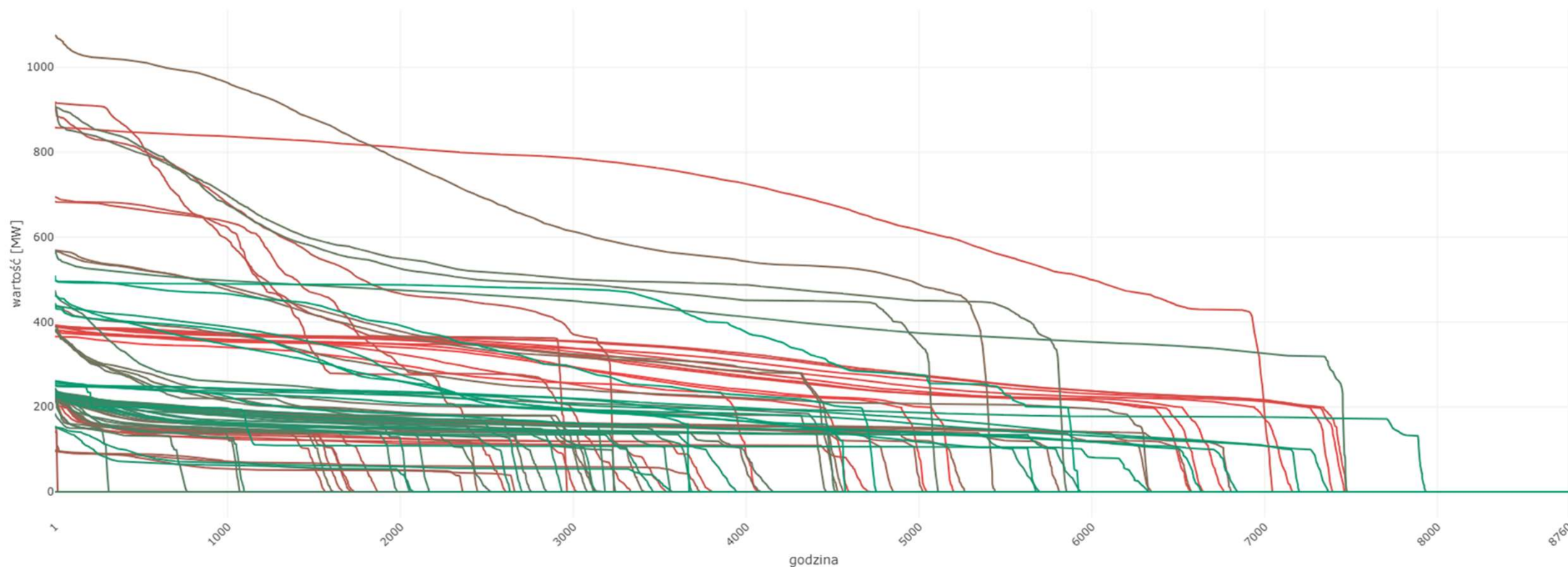
[1/4]



Kluczowe wyzwania transformacji [2/4]

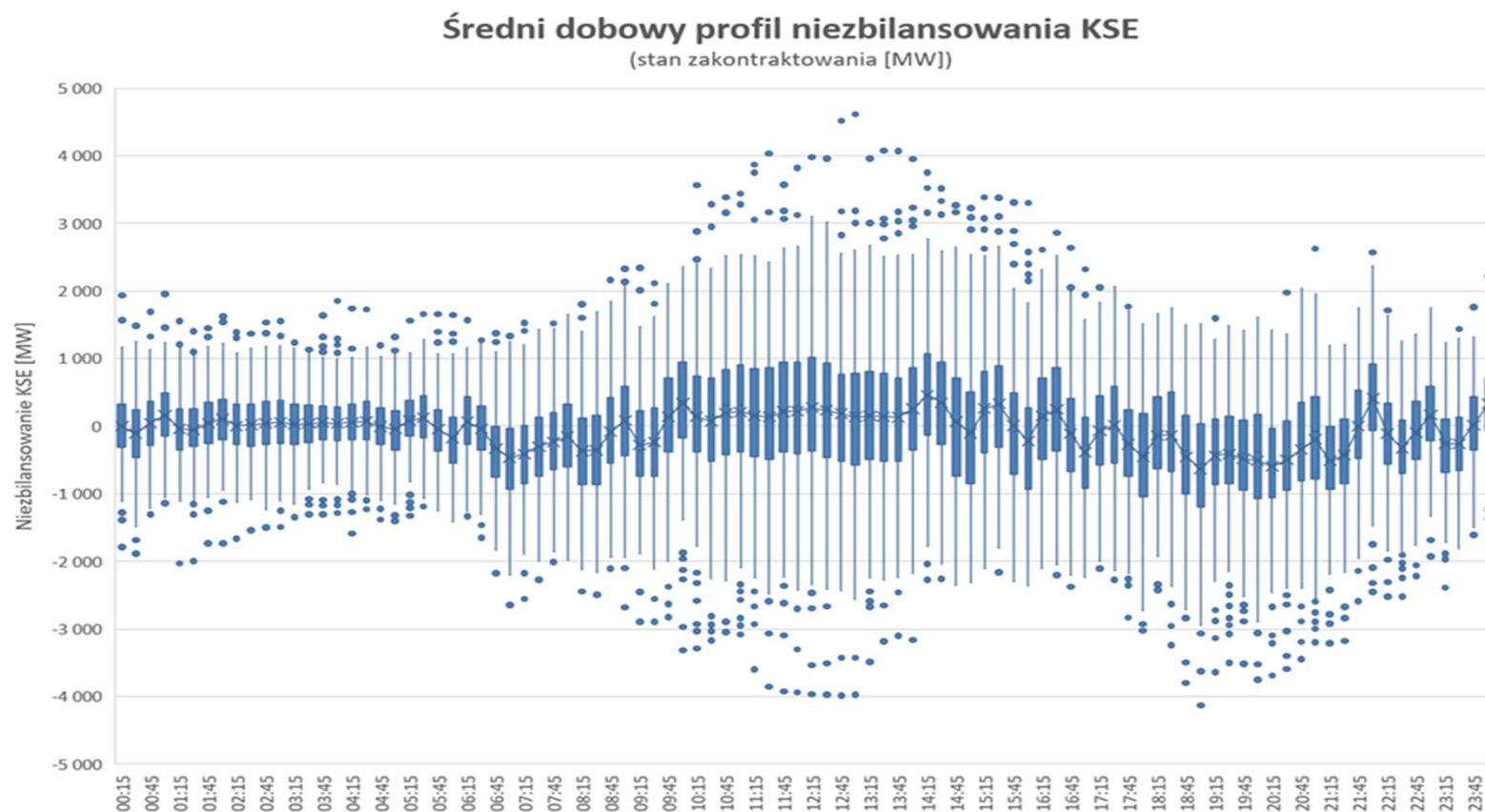
Trudne reżimy pracy bloków systemowych: dużo uruchomień, niska produkcja energii

Wykres uporządkowany obciążenia w roku 2024



Kluczowe wyzwania transformacji [3/4]

Bardzo słaba jakość bilansowania portfeli handlowych przez uczestników rynku



Kluczowe wyzwania transformacji

Koordynacja OSP-OSD

[4/4]

Planowanie koordynacyjne pracy sieci OSD

- Uzyskiwanie wiedzy o przyszłych stanach pracy sieci (generacja i zapotrzebowanie)
- Zapewnienie wymaganej jakości planów pracy źródeł nJWCD
- Realizacja usług elastyczności, weryfikacja ofert RB
- Minimalizacja redukcji nierynkowych, przy jednoczesnej automatyzacji w przypadku braku możliwości jej uniknięcia

Opomiarowanie w SCADA wszystkich zasobów przyłączonych do sieci OSD

- Bezpośrednio moduły B, C i D, ale także prosumenci (!!!)
- Zapewnienie dwukierunkowej wymiany danych OSP ↔ OSD w czasie rzeczywistym

Sterowanie zasobami przyłączonymi do sieci OSD

- Sterowanie w czasie rzeczywistym (z oddziaływaniem na bieżąco na wszystkie źródła, w tym OZE i prosumentów)
- Sterowanie **bezpośrednie (SCADA)** oraz **pośrednie** (operatorzy źródeł i wyspecjalizowani agregatorzy)
- Sterowanie mikroinstalacji i instalacji prosumenckich (10-50 kW, ≤10 kW)

Aktywne wykorzystanie zasobów w sieci OSD do zarządzania KSE (grid forming)

- Aktywne uczestnictwo w RB – pozyskanie energii i mocy bilansujących
- Aktywne wykorzystanie zasobów w sieci OSD do zarządzania ograniczeniami w sieci OSP
- Koordynacja działań między OSP i OSD w obszarze zarządzania napięciami i mocą bierną
- Koordynacja nastaw urządzeń elektroniki mocy (inwerterów PV/FW, magazynów BESS, itd.)

Dziękuję za uwagę



Dr inż. Konrad Purchała

Wiceprezes Zarządu PSE S.A.

- ▶ Absolwent wydziału elektrycznego Politechniki Warszawskiej oraz studiów doktoranckich na Uniwersytecie K.U. Leuven w Belgii.
- ▶ W PSE pracuje od 2009 r. (m.in. na stanowiskach dyrektora Biura Rozwoju Rynku Energii, wicedyrektora Departamentu Współpracy Międzynarodowej, dyrektora Departamentu Zarządzania Systemem).
- ▶ Podczas pracy w PSE dwukrotnie pełnił funkcję przewodniczącego Komitetu Rynku, funkcjonującego w ramach stowarzyszenia europejskich operatorów systemów przesyłowych ENTSO-E.
- ▶ Wcześniej pracował jako konsultant w obszarze rynków energii w Tractebel Engineering, Power System Consulting, gdzie pełnił funkcje kierownicze w dużych europejskich projektach badawczo-rozwojowych w obszarze energetyki.

Poznań, 28 - 29 maja 2025 r.