IV Kongres Magazynowania Energii w Polsce

MIEJSCE MAGAZYNÓW ENERGII W USTROJOWEJ REFORMIE RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Jan Popczyk
Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050
www.ppte2050.pl

Warszawa, 11 września 2019

ŚRODOWISKO
(w którym osadzony jest temat)

TRANSFORMACJA ENERGETYKI
(ZA POMOCĄ REFORMY USTROJOWEJ RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ)
DO MONIZMU ELEKTRYCZNEGO OZE 2050

USTROJOWA REFORMA RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ (KONCEPCJA)
i
PROGRAM RESTRUKTURYZACJI ENERGETYKI PALIW KOPALNYCH

Ramy prawne
Unifikacja (postulat): mała (zasada TPA+, koniec 2020) i duża (Prawo elektryczne, koniec 2025)

Kamienie milowe (pakiety)
2020: działania kryzysowe (i pierwsza wersja programu restrukturyzacyjnego 2050)
2025: ustrojowa reforma rynku energii elektrycznej
2040: wygaszenie produkcji elektrowni węglowych
2050: transformacja rynkowa do monizmu elektrycznego OZE

TRANSFORMACJA ENERGETYKI DO MONIZMU ELEKTRYCZNEGO OZE

Fakt, że transformacja energetyki odbywa się (na świecie) w trybie przełomowym, mianowicie w środowisku innowacji przełomowych (obejmujących: koncepcje, technologie, rynki)

oznacza, że obecna energetyka WEK (cała) musi się dostosować do nowej, nie odwrotnie (podmioty zasiedziałe muszą ustąpić pretendentom)

Nową energetyką w horyzoncie 2050 jest monizm elektryczny OZE, kluczem do monizmu elektrycznego OZE są:

- **dwa rynki wschodzące energii elektrycznej: 1 i 2**
- **dekompozycja bezpieczeństwa elektroenergetycznego na rynku 1**
- **nowy sposób użytkowania energii elektrycznej (SUE)**
- **dwa „bezsieciowe" rynki energetyki prosumenckiej: 2xUEP (rynek urządzeń EP, rynek usług EP)**

USŁUGI SYSTEMOWE (REGULACYJNO-BILANSUJĄCE, i AWARYJNE) 2019 I DALEJ

RYNEK SCHODZACY WEK

(na całej infrastrukturze KSE)
regulacja częstotliwościowa (pierwotna i wtórna)
rynek bilansujący RB
zasoby: JWCD

RYNEK WSCHODZĄCY 1

(na infrastrukturze nN-SN)

RÓG OBFITOŚCI

układ UGZ
akumulator elektryczny
superkondensator
DSM/DSR (w modelu monizmu elektrycznego OZE)

zasobnik biogazu mikroelektrowni, elektrowni biogazowej
jaz małej elektrowni wodnej (przepływowej)

zasobnik mechaniczny (kinetyczny, potencjalny)
ogniwo paliwowe
zasobnik termodynamiczny (termodynamiczno-chemiczny)

SUE (nowy sposób użytkowania energii) !
2xUEP (rynek urządzeń EP, rynek usług EP) !

RYNEK WSCHODZĄCY 2

offshore

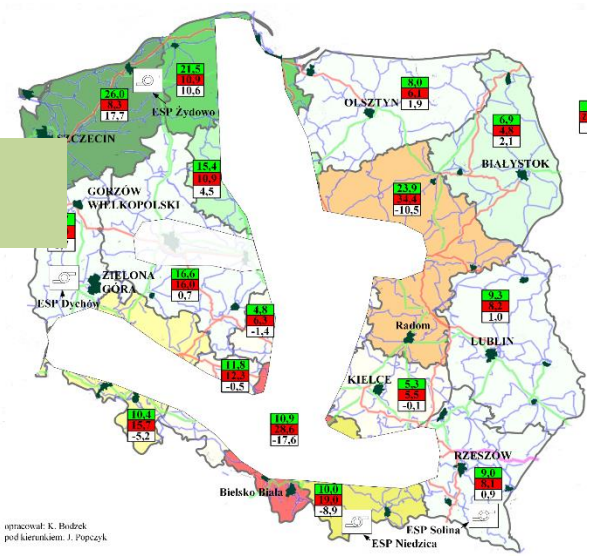
regulacja częstotliwościowa

norwesko-szwedzkie wodne zasoby magazynowe (120 TWh)

technologie wodorowe

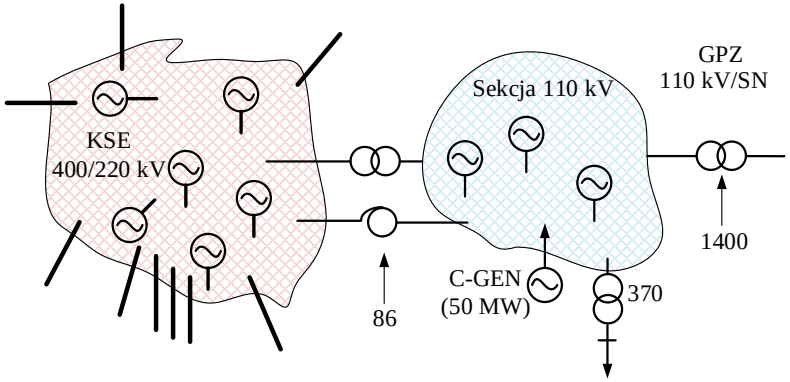
POTENCJAŁ ENERGETYKI ROZPROSZONEJ I PROSUMENCKIEJ W POLSCE

rynek wschodzący 1



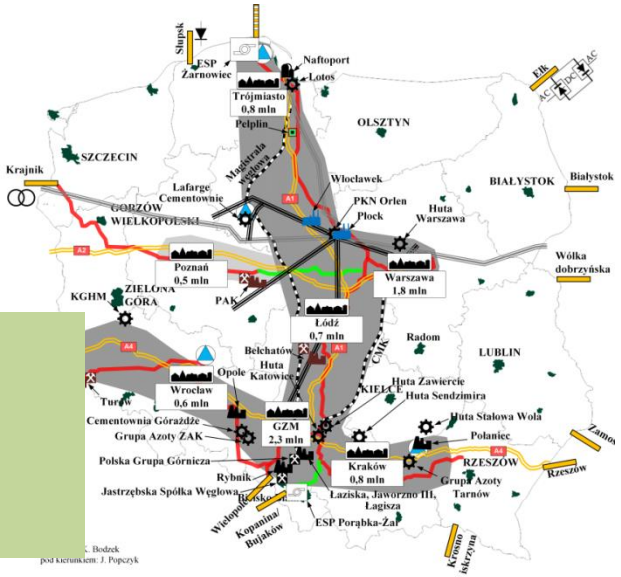
100% EP/ER OZE w horyzoncie 2040

rynek schodzący 1



transformacja energetyki

rynek wschodzący 2



struktura (w %) krajowego bilansu energii elektrycznej 2050

5%	µEB
(10-15)%	EB
(20-25)%	EW
30%	PV
30%	offshore

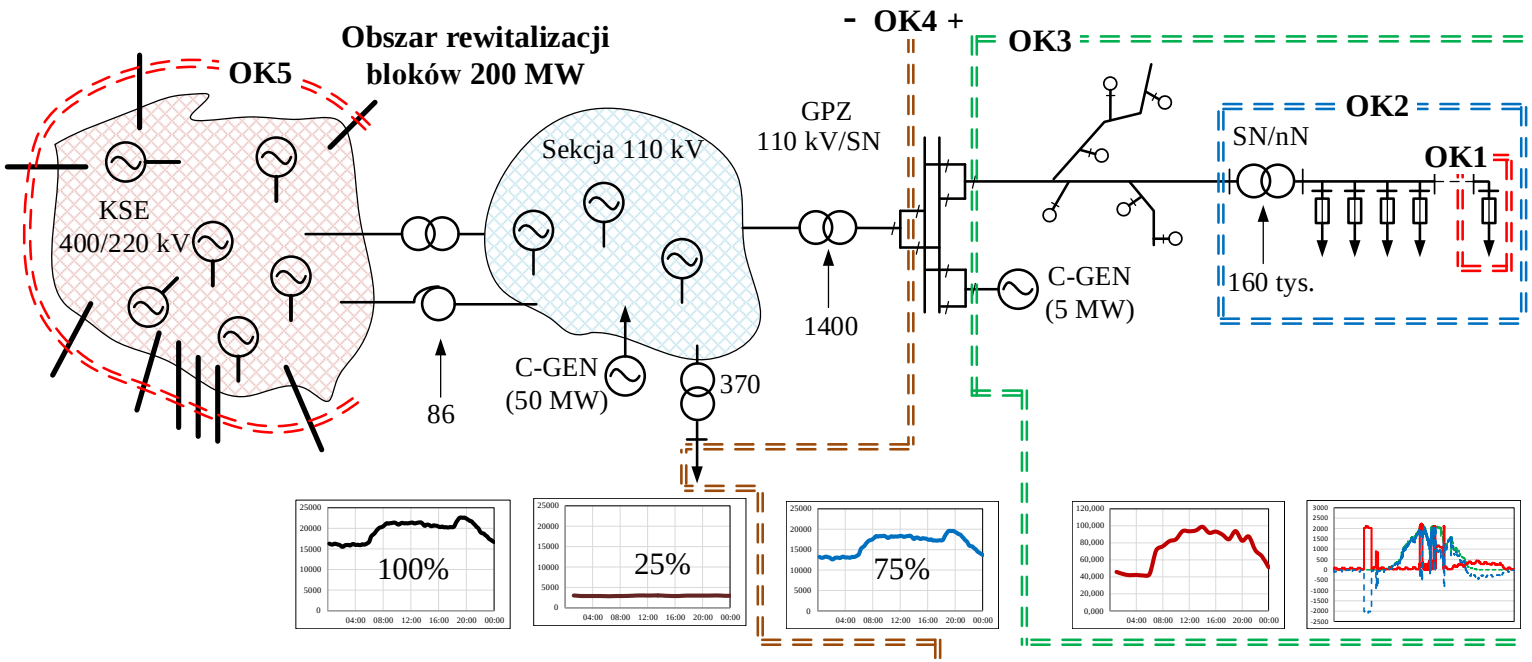
50% + 50% (EP/ER OZE + *offshore* w horyzoncie 2050

TRANSFORAMACJA POLSKIEJ ENERGETYKI – PUNKT WYJŚCIA

JEDNOLITY RYNEK EUROPEJSKI

KLASTRY ENERGETYCZNE
SPÓŁDZIELNIE ENERGETYCZNE
(obszary wiejskie – 30% rynku)

SIEĆ PRZESYŁOWA — SIECI 110 kV



regulacja sekundowa (pierwotna), minutowa (wtórna), godzinowa (trójna)

regulacja minutowa, sekundowa, milisekundowa

Rynek WEK⊖ — **Rynek NI/EP⊕**

ENTSO-E (UCTE) — OSP (PSE) — OSD — OHT — PME

Cena CK w grupie obecnych taryf G, PLN/MWh

- trajektoria WEK⊖: 460 + 440 + 100 = **1000**
- trajektoria NI/EP⊕: 400 + 80 + 120 = **600**

Powiaty (na obszarach wiejskich, poza grodzkimi): 314
Spółdzielnie mieszkaniowe (miasta): 4000

Opracowanie: J. Popczyk
Opracowanie graficzne: M.Fice

KSE: 26.06.2019 – potężny sygnał rynkowy, analiza możliwa do przeprowadzenia przez czwórkowego studenta

import w godzinach 8:00-21:00 z mocą 2,0-2,7 GW

godzina 11:00-12:00 – najwyższy import (2,7 GW)
cena energii elektrycznej
RB (rynek bilansujący): 980 PLN/MWh
RDN (rynek dnia następnego): 420 PLN/MWh

koszt krańcowy widziany z perspektywy odbiorcy przyłączonego do sieci nN
opłata sieciowa, PLN/MWh: 200 (sieci: 400-220-110 kV – 40; SN – 60; nN – 100)
koszt z rynku RB, PLN/MWh: 980+200=1180, z podatkiem VAT i „usługami" ok. 1700
koszt z rynku RDN, PLN/MWh: 420+200=620, z podatkiem VAT i „usługami" ok. 1000

koszt godzinnego importu energii z perspektywy odbiorcy przyłączonego do sieci nN
RB: 900 MWh * 980 PLN/MWh = 0,9 mln PLN
RDN: 1800 MWh * 420 PLN/MWh = 0,8 mln PLN
Opłata sieciowa: 2700 MWh * 200 PLN/MWh =0,5 mln PLN
∑ 2,2 mln PLN

vs.

energia z dachowych źródeł PV (o mocy jednostkowej do 10 kW)
cena energii elektrycznej: 200:0,8 (WNM) = 250 PLN/MWh
koszt energii elektrycznej: 2700 MWh * 250 PLN/MWh = 0,7 mln PLN

PRETENDENCI

Co jest już przedmiotem rozmów ludzi (oczywiście, jeszcze daleko nie wszystkich) na ulicy w mieście, na drodze na wsi?

smog, zmiany klimatyczne, liczba samochodów (że w Warszawie jest nawet 750 samochodów na 1000 mieszkańców, a w Wiedniu, Berlinie, Paryżu, Londynie i Nowym Jorku tylko 250 … 350)

pasywny dom/budynek (pasywizacja budownictwa)

reelektryfikacja OZE,
czyli dachowe źródła PV, wiatraki na lądzie (pojedyncze elektrownie, farmy), wiatraki na morzu (farmy), źródła biogazowe (miroelektrownie, elektrownie) utylizacyjne i utylizacyjno-rolnicze (gospodarka obiegu zamkniętego, w tym produkcja nawozów)

elektryfikacji ciepłownictwa (pompa ciepła)

elektryfikacji transportu (samochód elektryczny)

Nowa struktura „podmiotowa” odpowiedzialności

Poziom odpowiedzialności	**Odpowiedzialność (przedmiotowa, podmiotowa)**
odbiorca	(-)
prosument	odpowiedzialność podstawowa (rynkowa)
gmina wiejska	założenia do planów zaspakajania potrzeb energetycznych gminy, odpowiedzialność (w tym przed sądem) za jakość powietrza (smog); energetyk gminny (status, zakres działania, odpowiedzialność – przedmiot regulacji gminnej)
miasto (metropolia)	„założenia” i „smog” tak jak w gminie (wiejskiej), odpowiedzialność za włączenie infrastruktury zaspakajania potrzeb energetycznych do zadań własnych na równi, z innymi krytycznymi zadaniami, w szczególności za jej integrację z gospodarką obiegu zamkniętego – rozwiązania szczegółowe są przedmiotem regulacji miejskich
województwo (UM)	odpowiedzialność za wykorzystanie transformacji energetycznej do budowy endogenicznej strategii własnego rozwoju – rozwiązania szczegółowe są przedmiotem regulacji wojewódzkich (podpowiedź: landy w Niemczech, stany w USA)
kraj (państwo)	rezygnacja z polityki energetycznej, zastąpienie ministerstwa energii PRMT, głęboka przebudowa URE
UE	realizacja unijnej polityki klimatycznej, realizacja jednolitego konkurencyjnego rynku energii elektrycznej
„zinstytucjonalizowany” świat	polityka klimatyczna (emisje CO_2), zaspakajanie potrzeb energetycznych lotnictwa (poziom globalny), system prądu elektrycznego (prąd przemienny, renesans prądu stałego)

Sektor MSP – trzecia siła napędowa transformacji energetyki

czas na nową generację sektora MSP
– dwie role sektora w transformacji energetyki

1. sektor MSP jako segment energetyki prosumenckiej o podwyższonym potencjale dyfuzji innowacji do procesu transformacyjnego energetyki

2. sektor MSP jako producent urządzeń (systemów) i dostawca usług dla potrzeb transformacji energetyki (ostatnia szansa pobudzenia innowacyjności całej polskiej gospodarki)

BILANSOWANIE ENERGII (i REGULACJA MOCY)

CZAS

Czas	Rynek schodzący WEK	Rynek wschodzący 1
milisekundy	(-)	superkondensatory akumulatory elektryczne przekształtniki energoelektroniczne sterowniki PLC
sekundy	regulacja pierwotna	
5 minut	górna granica regulacji wtórnej	rynek energii
15 minut	rynek bilansujący	
1 godzina	rynek energii	
stopnie zasilania	KSE	prosument
przerwy długotrwałe	awaryjne procedury przywracania zasilania	rynki 2xUEP

MIEJSCE AKUMULATORA W ŚWIETLE DEKOMPOZYCJI BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROENERGETYCZNEGO NA RYNKU 1

Odbiornik (źródło światła LED, czajnik, pralka, …)

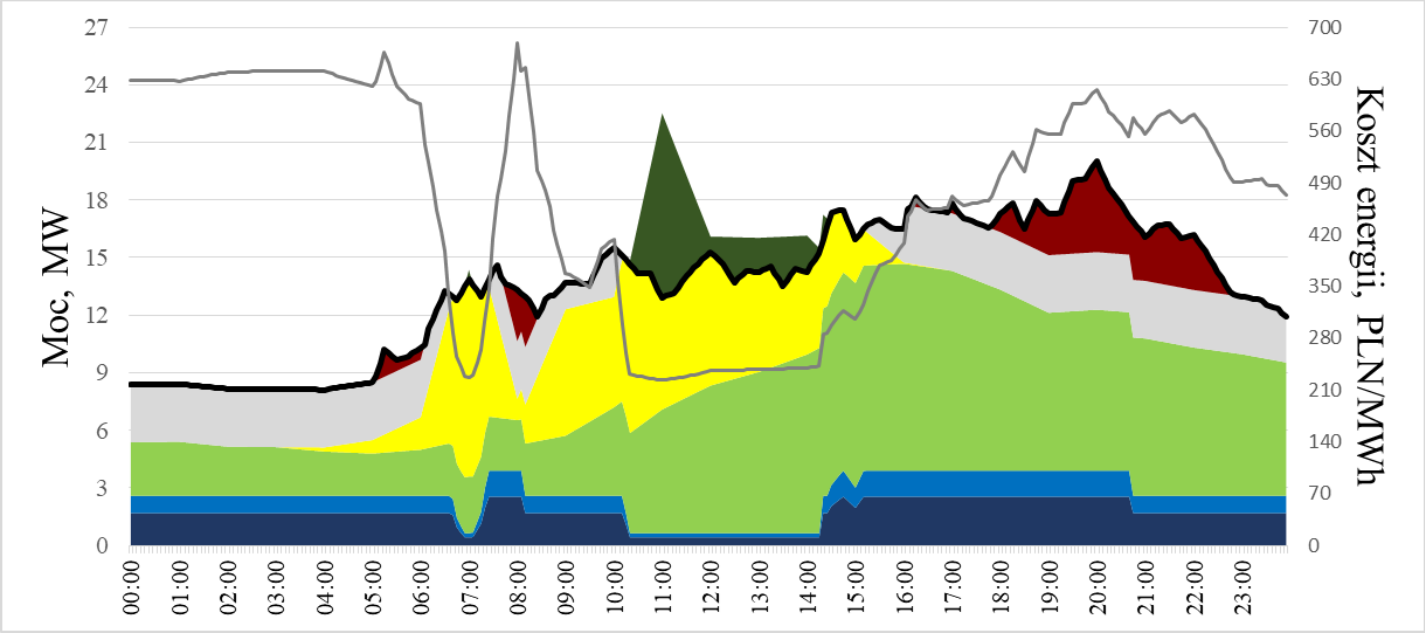
Instalacja EP (UGZ – dom jednorodzinny, budynek wielorodzinny, …)

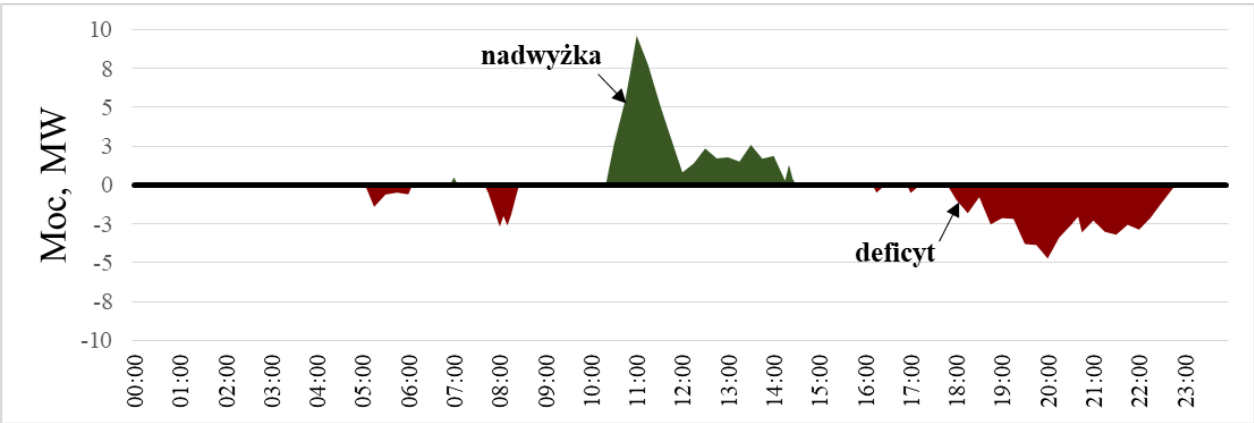
Terminal STD – węzłowy fizyczny (na osłonach OK1, OK2)

Platforma WSE – z kontrolą bilansu na terminalu wirtualnym platformy

STRUKTURA WYTWARZANIA KLASTRA (WSE) – HORYZONT 2040, MODEL MONIZMU ELEKTRYCZNEGO OZE I CENOTWÓRSTWA CZASU RZECZYWISTEGO (2040)

7 kwiecień – duża zmienność produkcji w źródłach OZE, małe niezbilansowanie





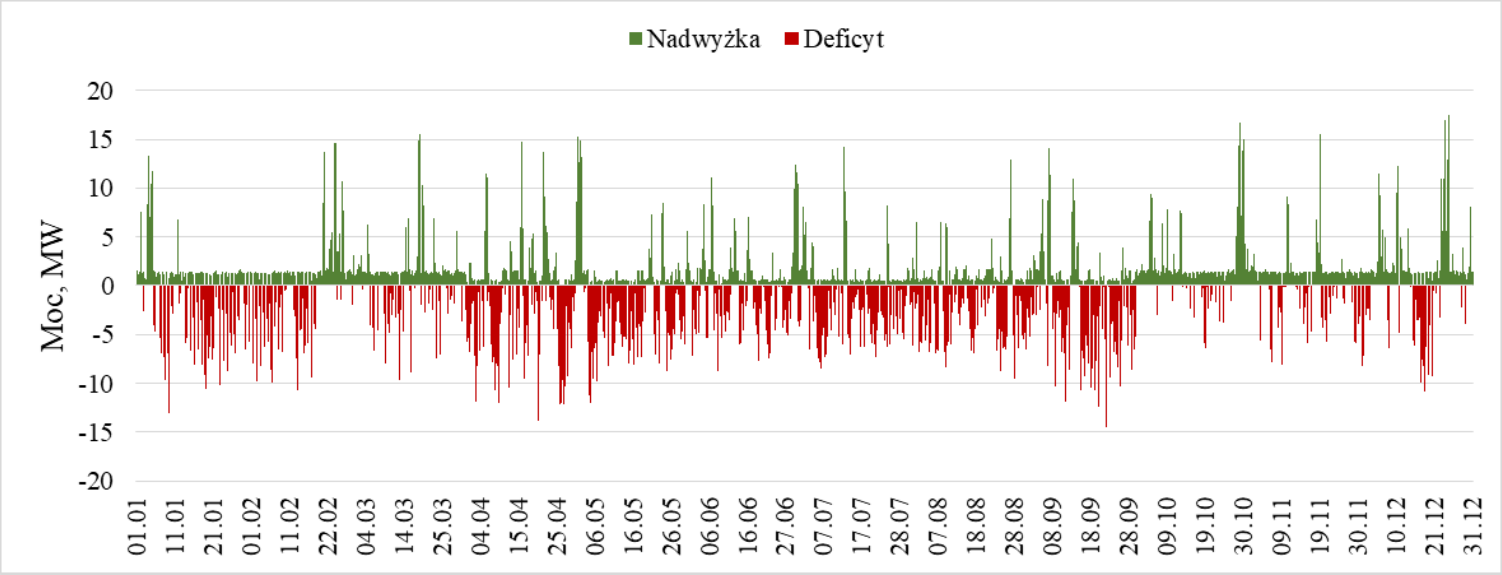
- Nadwyżka
- Deficyt
- UPS
- Agregaty kogeneracyjne
- Źródła PV
- Elektrownie wiatrowe
- Mikro el. biogazowe z zasobnikiem
- El. biogazowe z zasobnikiem
- Zapotrzebowanie
- Koszt energii

bilans mocy na osłonie OK3 (podstawa do wystawienia oferty na osłonie)

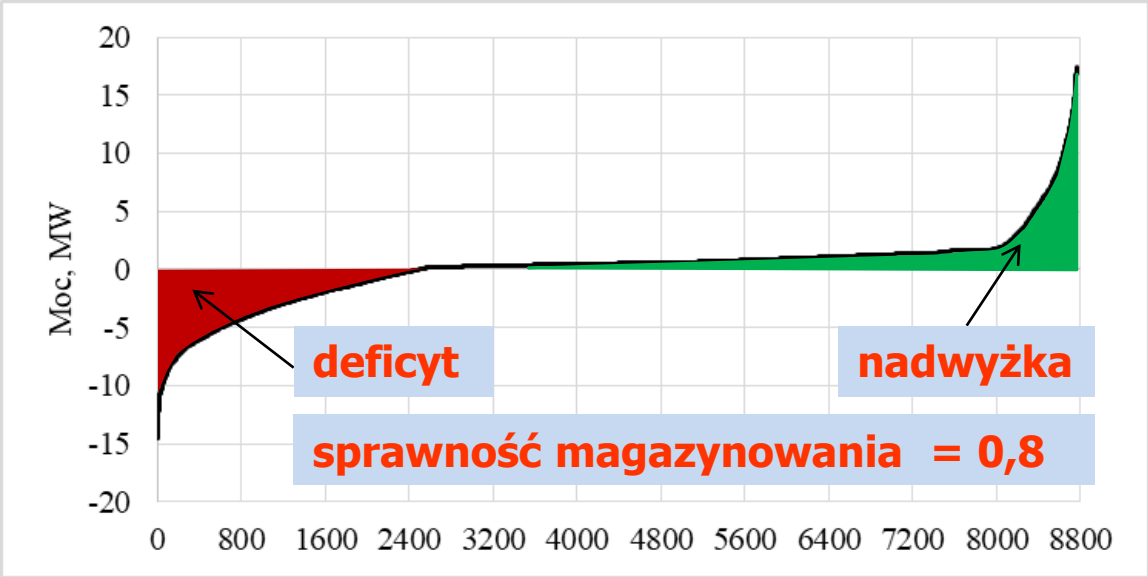
opracował: K. Bodzek
pod kierunkiem: J. Popczyk

PROFIL (5-MINUTOWY) NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

profil niezbilansowania (5-minutowego)



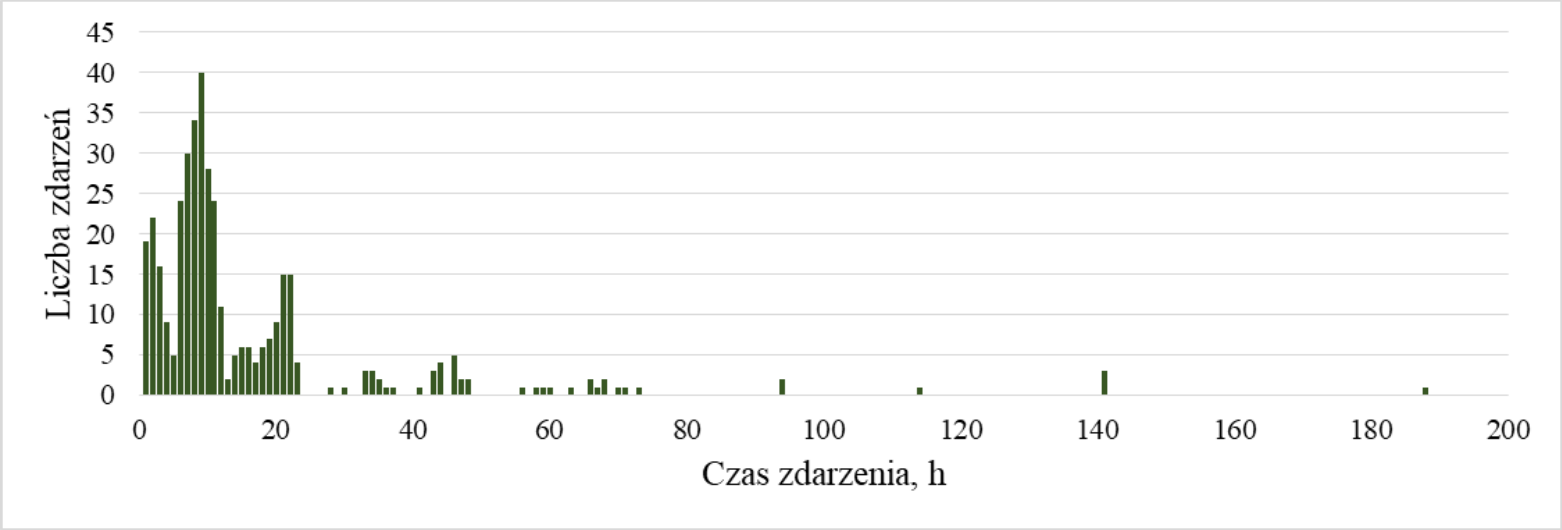
charakterystyka uporządkowana salda (5-minutowego)



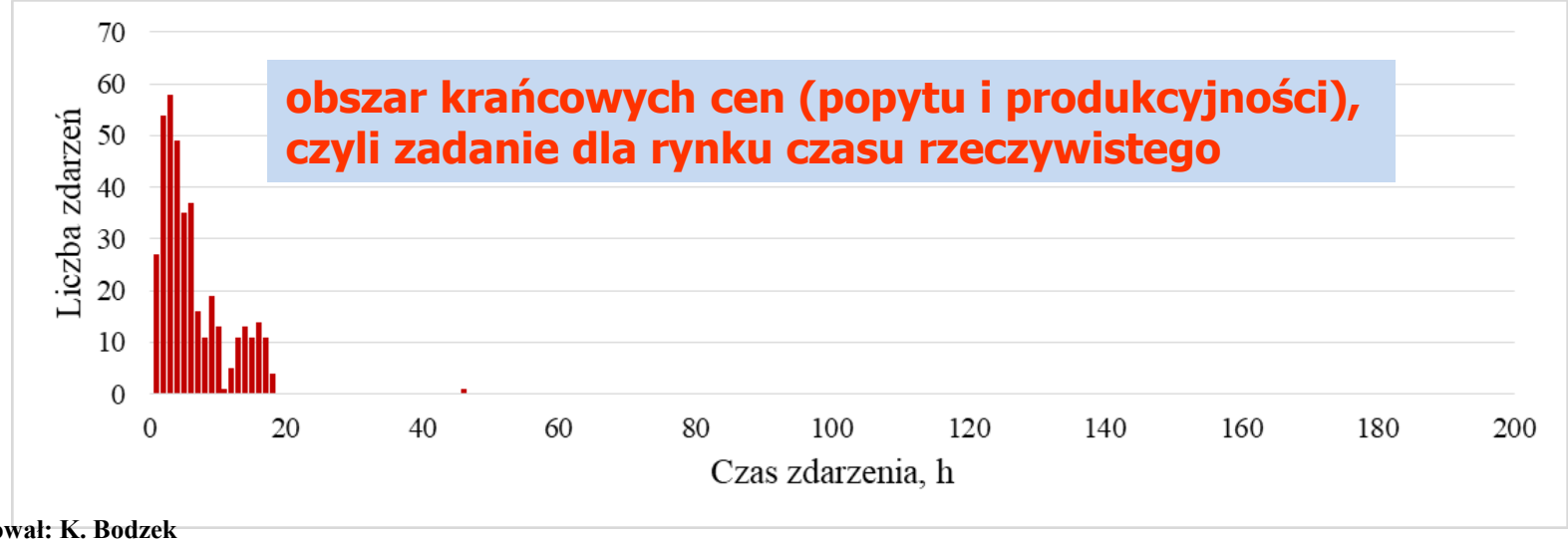
opracował: K. Bodzek
pod kierunkiem: J. Popczyk

CHARAKTERYSTYKA PROFILU NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

czas i liczba godzin z saldem („pakietowym”) dodatnim



czas i liczba godzin z saldem („pakietowym”) ujemnym

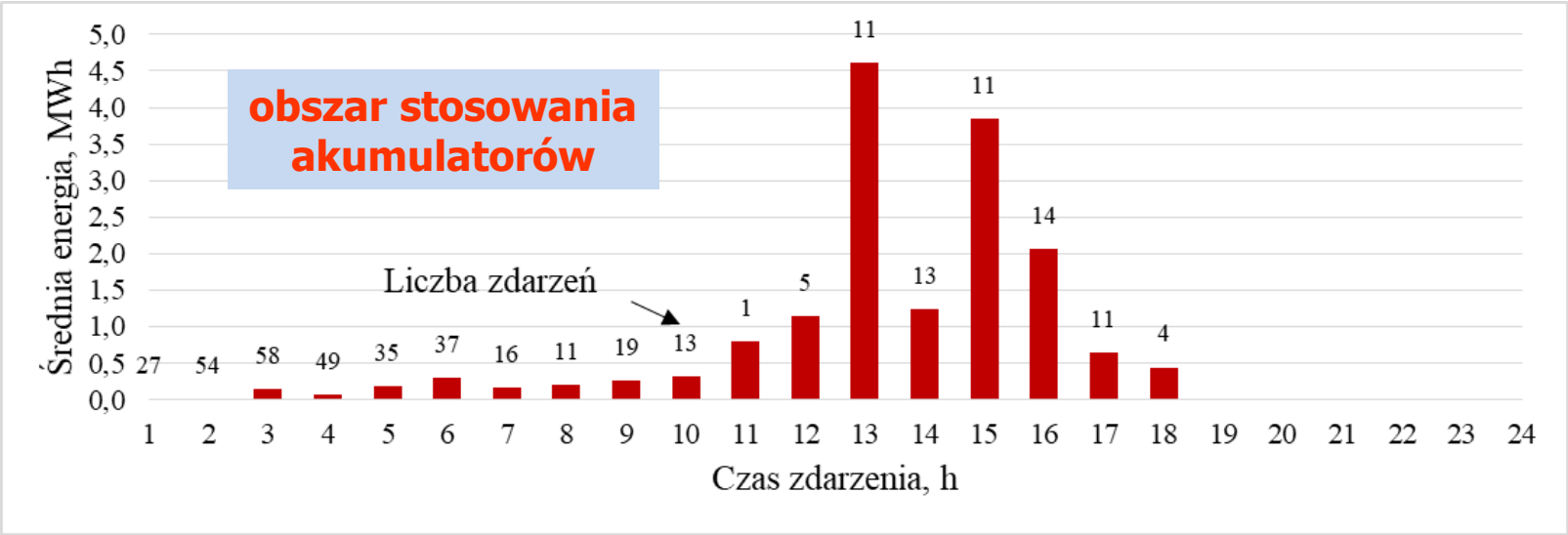


obszar krańcowych cen (popytu i produkcyjności), czyli zadanie dla rynku czasu rzeczywistego

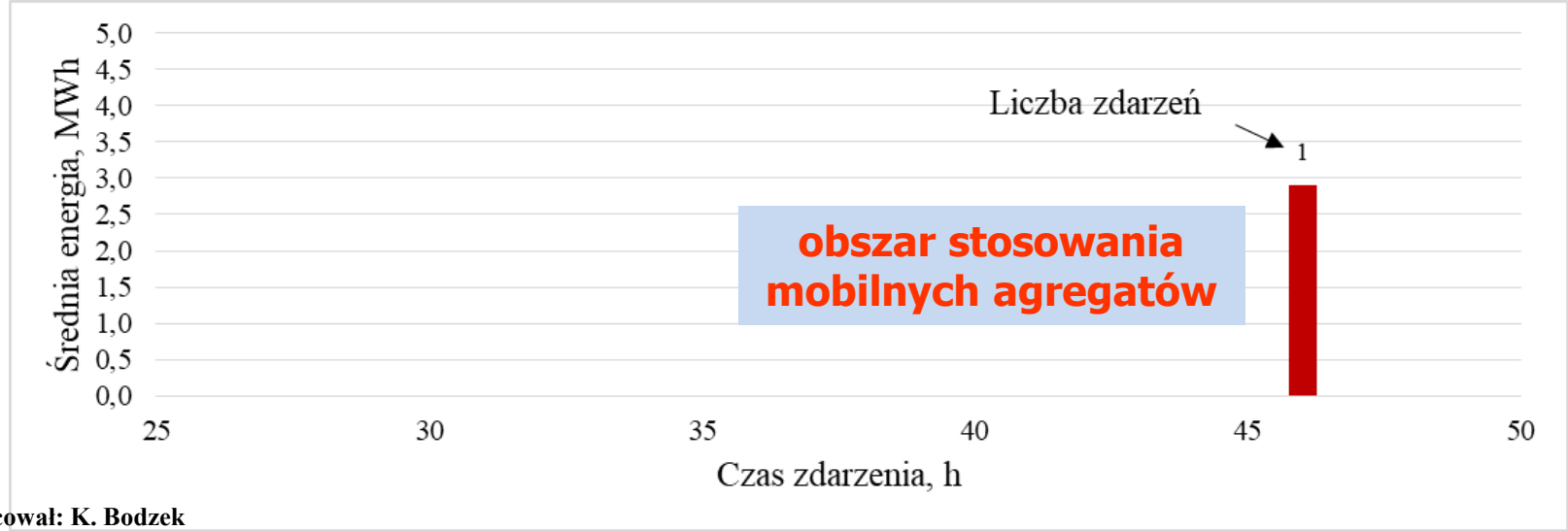
opracował: K. Bodzek
pod kierunkiem: J. Popczyk

CHARAKTERYSTYKA PROFILU NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

średnia energia w deficytach (do 24 h)



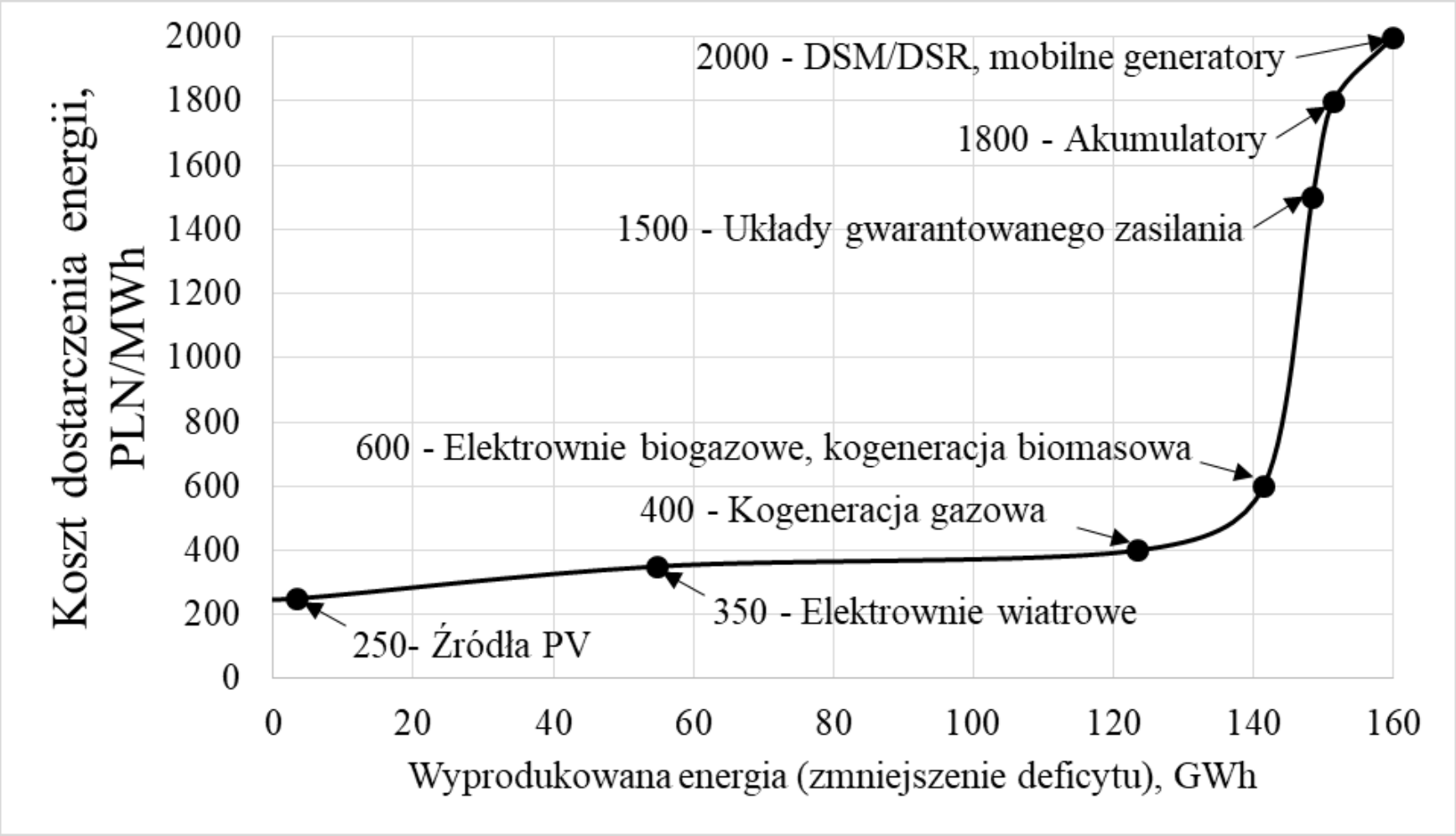
średnia energia w deficytach (powyżej 24 h)



opracował: K. Bodzek
pod kierunkiem: J. Popczyk

CHARAKTERYSTYKA KOSZTÓW DOSTARCZENIA ENERGII DLA WME – 2025

koszty krańcowe dostarczenia energii elektrycznej
(krzywe kosztów dla Polski i GZM są podobne do krzywej kosztów dla WME)



opracował: K. Bodzek
pod kierunkiem: J. Popczyk

Polska 2050
(unifikacja makroekonomiczna dwóch wariantów transformacyjnych)

Tab. 1. Porównanie rocznych (2050) kosztów:
koszt monizmu elektrycznego OZE vs koszt skutków polityki PEP2040
(ceny stałe, poziom 2019)

pełne nakłady inwestycyjne po stronie podażowej dla pierwszego cyklu inwestycyjnego monizmu elektrycznego OZE i jednostkowa amortyzacja 2050 (energia elektryczna brutto 200 TWh)						
Miks	**udział**		P_Σ	N_Σ	A_{2050}	A_{jedn}
	%	**TWh**	**GW**	**mld PLN**	**mld PLN**	**PLN/(MWh·rok)**
μEB	5	10	1,3	22	0,9	90
EB	10-15	20-30	2,5-3,7	32-48	1,3-1,9	65
EWL	20-25	40-50	13-16	60-74	2,4-3,0	60
PV	30	60	60	250	10	160
EWM	30	60	15	120	5	80
Razem	100	200	(-)	500	20	100

vs nakłady inwestycyjne w energetykę jądrową (9 GW) i jednostkowa amortyzacja, łącznie z kosztami paliw kopalnych w elektroenergetyce, ciepłownictwie i transporcie w 2050 (w mld PLN) wynikające z polityki PEP2040				
energetyka jądrowa	koszty paliw + uprawnienia do emisji CO_2			$A_{2050} + K_{2050}$
N_Σ = 300, A_{2050} = 10	węgiel → (10 + 10)	gaz → (33 + 5)	„ropa” → (130 + 8)	10 + (~ 200)

PORÓWNANIE CEN ENERGII (ELEKTRYCZNEJ) 2050
unifikacja mikroekonomiczna wariantów transformacyjnych

Tab. 2. Porównanie cen/kosztów jednostkowych energii elektrycznej: ceny/koszty na zdecentralizowanym rynku czasu rzeczywistego energii elektrycznej, czyli w środowisku tripletu paradygmatycznego vs ceny/koszty w dominującym modelu elektroenergetyki WEK, ze zrealizowaną polityką PEP2040

Osłony (napięcia)	**Cena* (bez subsydiowania skrośnego, podatków i parapodatków), PLN/MWh**	
	monizm elektryczny	PEP 2040
OK1 (przyłącze nN)	300	750
OK2 (stacja transformatorowa SN/nN)	300	650
OK3 (osłona wrtualna SN)	300	600
OK4 (GPZ 110/SN)	250	550
OK5 (połączenia transgraniczne)	200	250

*** Opłata sieciowa zgodna z postulowaną zasadą dostępu do sieci TPA+ (za rzeczywiste wykorzystanie sieci), ceny stałe – poziom 2019, grube oszacowania analityczno-eksperckie)**