

**Seminarium Energetyczne CC**  
**„Trajektorie transformacji energetyki – horyzont 2050”**

**RYNKOWA TRAJEKTORIA TRANSFORMACJI ENERGETYKI POLSKI**

**Jan Popczyk**  
**Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050**  
[www.ppte2050.pl](http://www.ppte2050.pl)

**Warszawa, 18 czerwca 2019**

**„3x3”**

## **FUNDAMENTALNE PODSTAWY TEORETYCZNE I PRAKTYKA TRANSFORMACYJNA**

porządek fundamentalny transformacji energetyki, nazwany umownie „3x3”, na który składają się: triplet paradygmatyczny, 3-etapowa (3-celowa) praktyczna transformacja oraz 3-płaszczyznowo (ekonomicznie, społecznie i przyrodniczo) uwarunkowane powszechne decyzje prosumenckie (decyzje mikroekonomiczne)

## **KRAJOWY BILANS ENERGETYCZNY 2050 W MODELU MONIZMU ELEKTRYCZNEGO OZE**

## **PIERWSZA UNIFIKACJA MAKRO- I MIKROEKONOMII MONIZMU ELEKTRYCZNEGO OZE**

**WYBRANE WYNIKI BADAŃ DLA WIRTUALNEGO MINISYSTEMU  
ELEKTROENERGETYCZNEGO (WME)**  
(roczna elektryczna energia napędowa netto WME ~ 140 GWh)

## **RÓG OBFITOŚCI**

systematyka zasobów z rogu obfitości

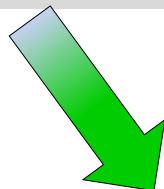
w środowisku cen krańcowych (cenotwórstwa czasu rzeczywistego) z pułapem cenowym (RB): ~ **13 tys. PLN/MWh** (DSM/DSR), ~ **10 tys. €** – RB/UE) i cenami dobowymi na rynku RDN (2018) istotnie wyższymi od przeciętnej w Europie (charakterystyczne ceny: **52 €/MWh** – Polska, **43-47 €/MWh** – ceny najniższe w Niemczech i Skandynawii; **61-65 €/MWh** – ceny najwyższe we Włoszech i w Wielkiej Brytanii)

**UNIJNA TRANSFORMACJA ENERGETYKI 2050**  
od energetyki paliw kopalnych do monizmu elektrycznego OZE  
(transformacyjne „równanie stanu” dla Polski)

**POLSKI BILANS ENERGETYCZNY 2019**  
(energetyka węgla, ropy i gazu)

---

energia chemiczna – 1100 TWh  
energia końcowa – 600 TWh



**MONIZM ELEKTRYCZNY OZE 2050**  
zaspakajanie usług energetycznych w środowisku  
źródeł elektrycznych OZE, technologii domu pasywnego i pompy ciepła (oraz  
grzejnictwa elektrycznego wysokotemperaturowego)  
i samochodu elektrycznego

---

energia (elektryczna) napędowa OZE (brutto/netto) – 200/175 TWh  
energia użyteczna – 205 TWh

## ENERGIA (ELEKTRYCZNA) NAPĘDOWA OZE (BRUTTO/NETTO), ENERGIA UŻYTECZNA

### **napędowa energia elektryczna OZE**

→ **netto:** 95 TWh (segment tradycyjnego użytkowania energii elektrycznej), 15 TWh (energia napędowa dla pomp ciepła w budownictwie), 65 TWh (energia napędowa dla potrzeb transportu samochodowego)

→ **brutto:** 200 TWh (energia netto + straty sieciowe i potrzeby własne wynoszące 25 TWh (wartość oszacowana ekspercko))

**energia użyteczna – 205 (95+45+65) TWh**

**PRZYKŁADY PROGNOZ ENERGETYCZNYCH DLA POLSKI  
opracowanych na początku lat 70. i 90. minionego wieku (PAN)  
porównanie prognoz z rzeczywistością**

**Tab. 2. Prognozy energetyczne i polityka energetyczna  
(emanacja ideologii i grup interesów)**

<b>Wielkość prognozowana</b>	<b>Prognozy 2000</b>	<b>Rzeczywistość 2016</b>
Elektryczna moc zapotrzebowana, GW	105	26
Wydobycie węgla kamiennego, mln ton	270	70
Zużycie węgla kamiennego, mln ton	240	70
Wydobycie/zużycie węgla brunatnego, mln ton	120	65
Import ropy naftowej, mln ton	90	25
Zużycie gazu ziemnego, mld m <sup>3</sup>	<p>Prognoza PAN nie obejmowała gazu ziemnego. Według prognoz rządowych z 1990 r. zapotrzebowanie miało wynosić w 2000 r. około 27 mld m<sup>3</sup>, a w 2010 r. około 40 mld m<sup>3</sup> (wariant wysoki rozwoju gospodarki. Rzeczywistość 2017, to około 15 mld m<sup>3</sup>.</p>	

## GDZIE JEST PROBLEM ?

Transformacja energetyczna 2050 przenosi punkt ciężkości zagadnień rozwojowych we współczesnej **elektroenergetyce** ze strony podażowej (produkcji energii elektrycznej w źródłach OZE) na stronę popytową (zapotrzebowania na napędową energię elektryczną OZE)

Dlatego

Coraz mniejszym wyzwaniem dla Polski jest zwiększenie rocznej produkcji energii elektrycznej OZE **z 12 TWh (produkcja brutto) w 2018 do 200 TWh w 2050**

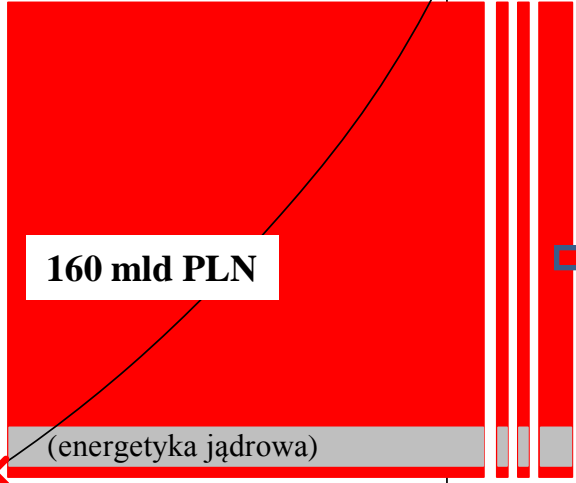
miks, który to umożliwi: [(5-10) ... (15-20) – 25 – 30 – 30] %, technologie:  $\mu$ EB 10-50 kW, EB 0,5-1 MW, EWL pojedyncze elektrownie 3,5 MW, PV 2-50 kW, *offshore* pojedyncze elektrownie 10-12 MW (farmy 0,5-1,2-2 GW), odpowiednio + zasoby akumulatorowe (litowo-jonowe akumulatory: w inteligentnej infrastrukturze, w odbiornikach AGD i w narzędziach, a przede wszystkim w samochodach elektrycznych; domowe – w instalacjach domowych – akumulatory kompozytowo-ołowiowe; istniejące krajowe elektrownie szczytowo-pompowe; wykorzystanie potencjalnych zasobów magazynowych Skandynawii, przede wszystkim norweskich – około 120 TWh – o które będzie konkurowała cała Europa Północna

Niesłabnącym wyzwaniem jest zmniejszenie energii końcowej netto z około **550 TWh** (energia elektryczna 130 TWh, ciepło 210 TWh, paliwa transportowe 210 TWh) w 2018 do energii użytecznej **205 TWh** w 2050

dla gospodarki lepsze (tańsze!!!) od bloków Ostrołęka i Turów (w budowie), od elektrowni wodnej w Siarzewie (w planach), od energetyki jądrowej (w propagandzie) są: istniejące UPS-y oraz dostępne na rynku akumulatory i wielka „rodzina” technologiczna źródeł silnikowych korzystających z transferów paliwowych (paliwa gazowe i płynne transportowe)

**PEP2040**

$$E_{ch} + E_j = 3000 \text{ TWh}$$



2100 ?

(2009) → → 2020, 2025, 2035, ???

**X** węgiel brunatny?

30 mld PLN

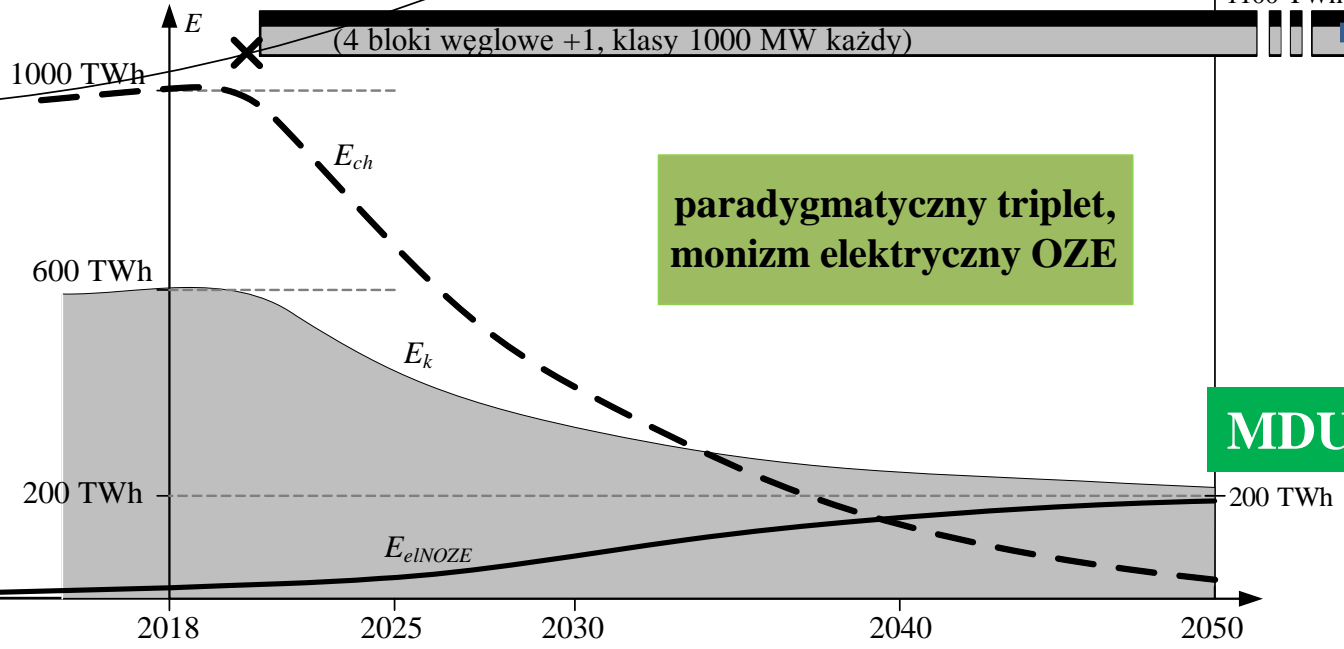
(4 bloki węglowe + 1, klasy 1000 MW każdy)

2100 ?

+1100 TWh

2080 ?

(2006) →



paradygmatyczny triplet, monizm elektryczny OZE

**MDUE2050**

**TRANSFORMACJA ENERGETYKI 2050 ...**  
**... koncepcja transformacji oraz osadzenie w jej środowisku**  
**ustrojowego przesilenia kryzysowego w elektroenergetyce**  
**KONCEPCJA TRZECH ETAPÓW/CELÓW**

**Punkt wyjścia: cenowe kryzysowe przesilenie 2018**

**USTROJOWE PRZESILENIE KRYZYSOWE W ELEKTROENERGETYCE ZE SKUTKIEM**  
**W POSTACI PROGRAMU PONAD PODZIAŁAMI**

**wariant optymistyczny (pożądany)**

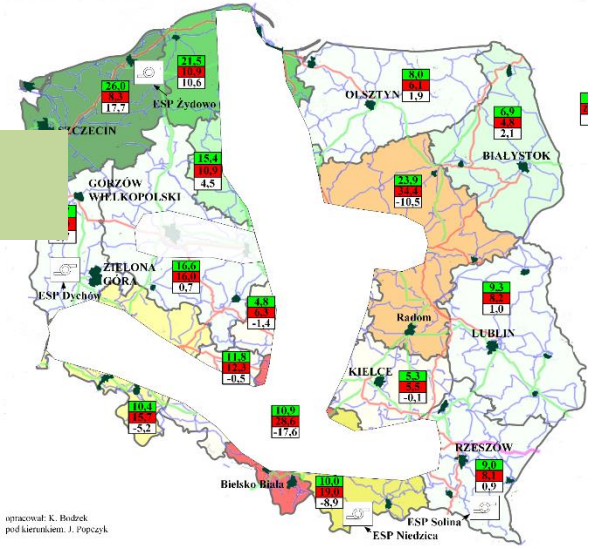
**KONCEPCJA TRZECH ETAPÓW/CELÓW**

- 1. 2019-2020** – spontaniczna budowa oddolnych kompetencji energetycznych w odpowiedzi na utratę zdolności zarządzania energetyką przez państwo (na brak koncepcji strategicznej i chaos decyzyjny)
- 2. Horyzont 2025** – zbudowanie konkurencyjnego rynku energii elektrycznej (eliminacja możliwości tworzenia nowych systemów wsparcia w całej energetyce)
- 3. Horyzont 2050** – rynkowe (za pomocą rynku, p.2) zbudowanie zeroemisyjnego systemu zaspakajania potrzeb energetycznych w modelu monizmu elektrycznego OZE (na obszarach wiejskich – horyzont 2040)



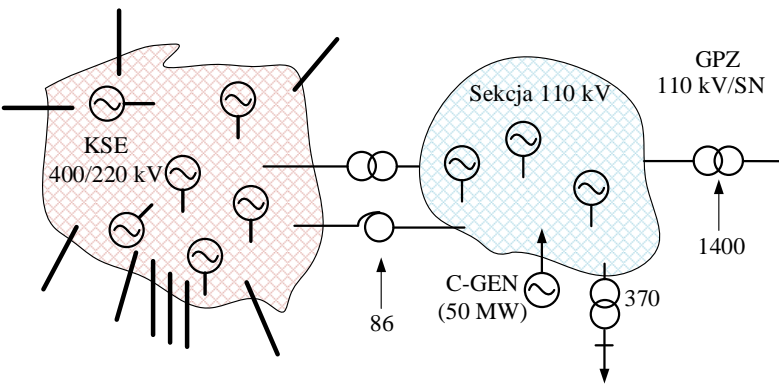
# POTENCJAŁ ENERGETYKI ROZPROSZONEJ I PROSUMENCKIEJ W POLSCE

## rynek wschodzący 1



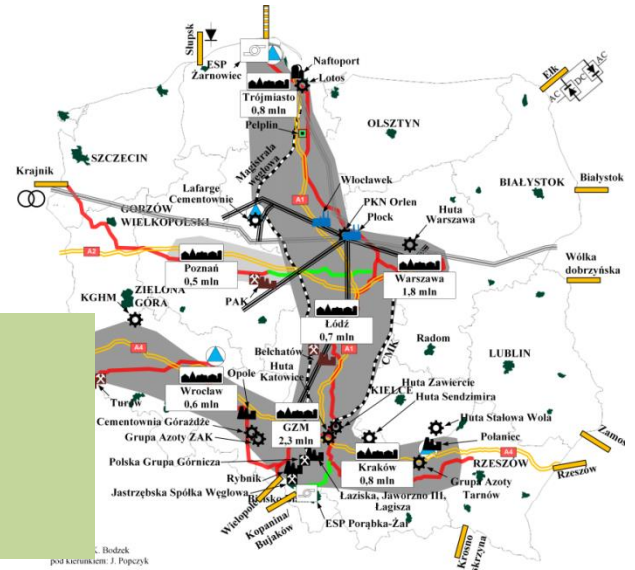
**100% EP/ER OZE w horyzoncie 2040**

## 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)**

**POTRZEBA ZWERYFIKOWANIA HIPOTEZY ROBOCZEJ:**  
**inteligentna elektryfikacja OZE (monizm elektryczny OZE)**  
**jest tańszy niż „zielony” wodór**

**pierwsza unifikacja makro- i mikro-ekonomii  
(modelu monizmu elektrycznego OZE)**

## **ZUŻYCIE PALIW (węgiel, ropa, gaz) 2050 wg PEP2040**

### **węgiel kamienny**

→ **(30+10) mln ton:** elektrownie kondensacyjne i elektrociepłownie, odpowiednio

### **ropa naftowa**

→ **26 mln ton**

### **gaz ziemny**

→ **22 mld m<sup>3</sup>**

# Polska 2050

## (unifikacja makroekonomiczna dwóch wariantów transformacyjnych)

**Tab. 3. Porównanie rocznych (2050) kosztów:  
koszt monizmu elektrycznego OZE vs koszt skutków polityki PEP2040  
(ceny stałe, poziom 2019)**

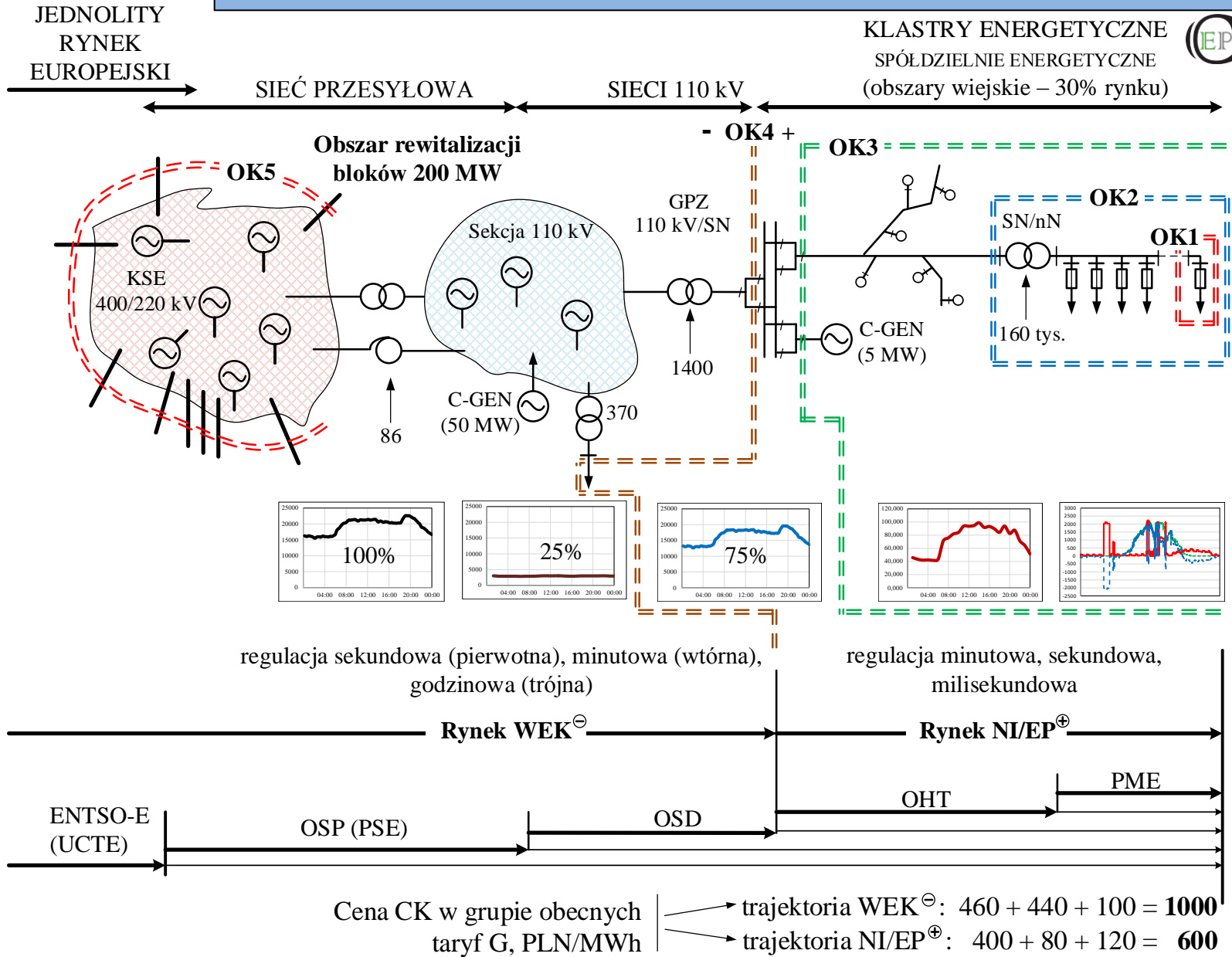
**pełne nakłady inwestycyjne po stronie podaźowej dla pierwszego cyklu inwestycyjnego  
monizmu elektrycznego OZE i jednostkowa amortyzacja 2050  
(energia elektryczna brutto 200 TWh)**

Miks	udział		$P_{\Sigma}$	$N_{\Sigma}$	$A_{2050}$	$A_{jedn}$
	%	TWh	GW	mld PLN	mld PLN	PLN/(MWh-rok)
<b>μEB</b>	5	10	1,3	22	0,9	90
<b>EB</b>	10-15	20-30	2,5-3,7	32-48	1,3-1,9	65
<b>EWL</b>	20-25	40-50	13-16	60-74	2,4-3,0	60
<b>PV</b>	30	60	60	250	10	160
<b>EWM</b>	30	60	15	120	5	80
<b>Razem</b>	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 <sub>2</sub>			$A_{2050} + K_{2050}$
$N_{\Sigma} = 300, A_{2050} = 10$	węgiel → (10 + 10)	gaz → (33 + 5)	„ropa” → (130 + 8)	10 + (~ 200)

# TRANSFORMACJA POLSKIEJ ENERGETYKI – PUNKT WYJŚCIA



Opracowanie: J. Popczyk  
Opracowanie graficzne: M.Fice

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

## **PORÓWNANIE CEN ENERGII (ELEKTRYCZNEJ) 2050** **(unifikacja mikroekonomiczna wariantów transformacyjnych)**

**Tab. 4. Porównanie cen/kosztów jednostkowych energii elektrycznej:  
ceny/koszty na zdecentralizowanym rynku czasu rzeczywistego energii elektrycznej,  
czyli w środowisku tripletu paradygmatycznego**

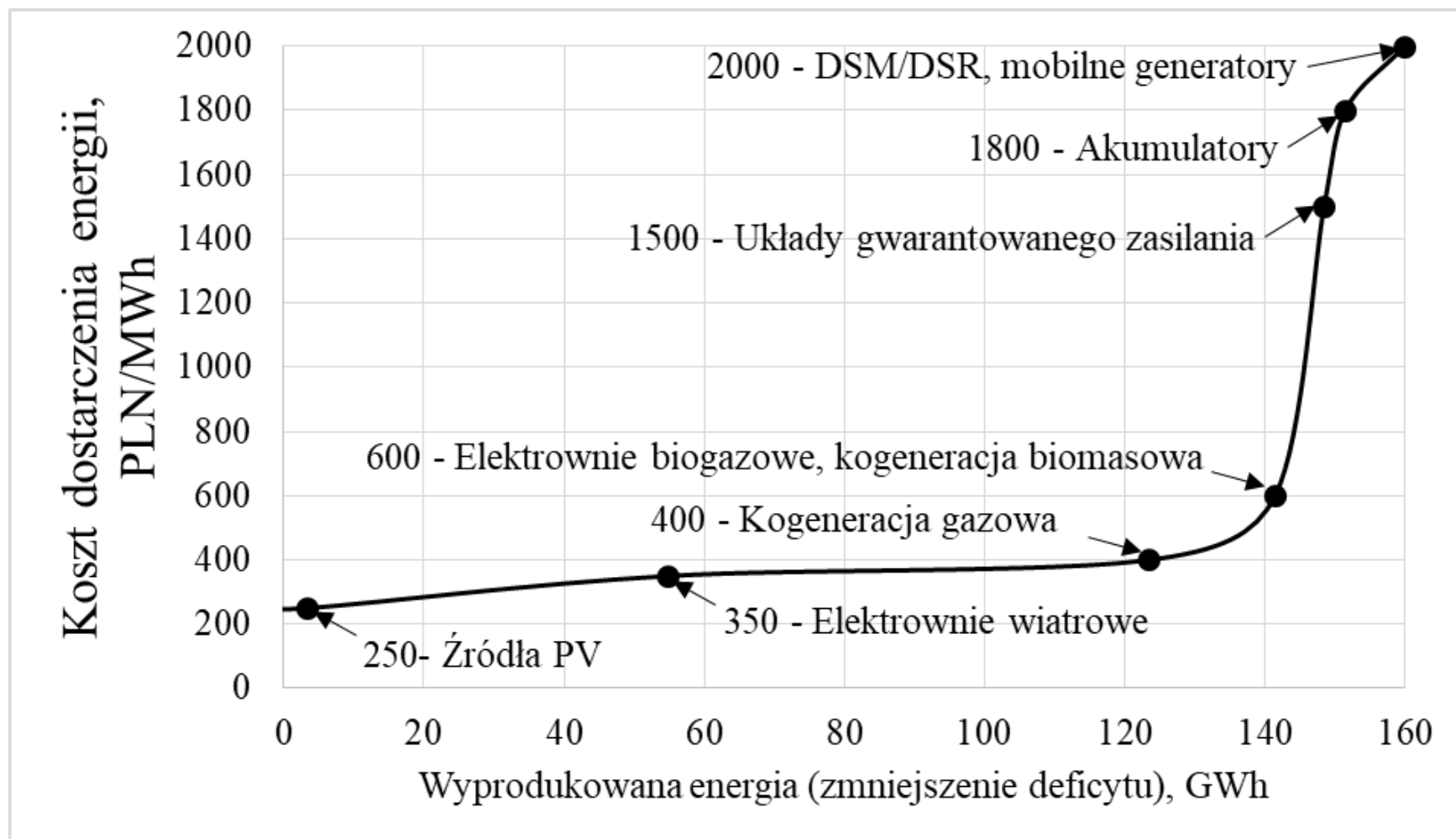
**vs**

**ceny/koszty w dominującym modelu elektroenergetyki WEK, ze zrealizowaną polityką PEP2040**

<b>Oslony (napięcia)</b>	<b>Cena* (bez subsydiowania skrótnego, podatków i paropodatków), PLN/MWh</b>	
	monizm elektryczny	PEP 2040
OK1 (przyłącze nN)	300	750
OK2 (stacja transformatorowa SN/nN)	300	650
OK3 (osłona wirtualna 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-ekspertskie)**

## koszty krańcowe dostarczenia energii





## **RYNEK CZASU RZECZYWISTEGO**

**(cen krańcowych odzwierciedlających wartość energii elektrycznej)**

**VS**

## **MODEL KOSZTOWY ELEKTROENERGETYKI (ENERGETYKI)**

**(z cenami przeciętnymi energii elektrycznej odzwierciedlającymi jej koszt)**

**Tab. 5. Ceny/koszty energii elektrycznej  
w środowisku krańcowej produktywności i krańcowego popytu  
(na zdecentralizowanym rynku czasu rzeczywistego energii elektrycznej)**

$\Delta E(x \div y), \%$	$C[\Delta E(x \div y)], \frac{PLN}{MWh}$	$E, \%$	$C(E) = \frac{1}{E} \int_0^E c(e)de, \frac{PLN}{MWh}$
(0 ÷ 40)	300	40	300
(40 ÷ 80)	350	80	325
(80 ÷ 90)	450	90	340
(90 ÷ 95)	1300	95	390
(95 ÷ 100)	1900	100	470

**pierwsza unifikacja rynku energii elektrycznej  
(siły sprawczej transformacji energetyki do monizmu  
elektrycznego OZE)**

## **DEKOMPOZYCJA POJĘCIA BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, DWIE PŁASZCZYZNY (podmiotowa i przedmiotowa I WYMIAR CZASOWY**

**Operatorzy odpowiadają za bezpieczeństwo infrastruktury KSE**

**Rynek odpowiada za adekwatność zaspokojenia potrzeb energetycznych każdego, kto je ma (w środowisku ustrojowej zasady pomocniczości)**

**Na pierwszej płaszczyźnie, podmiotowej, są operatorzy i prosumenci (także inne podmioty rynku: sprzedawcy, ...). Na drugiej płaszczyźnie, przedmiotowej, jest konkurencyjny rynek energii oraz bilansowanie energii i regulacja mocy (rozpatrywane w kategoriach usług systemowych, zastrzeżonych dotychczas dla operatora OSP)**

**W wymiarze czasowym chodzi o unifikację transformacji trzech etapach. Pierwszy etap, to lata 2019-2020 – okres oddolnych reaktywnych działań wywołanych kryzysem cenowym w elektroenergetyce. Dalej jest horyzont 2025 i wdrażanie w tym horyzoncie dojrzałego rynku energii elektrycznej zdolnego odpowiadać w sposób systemowy na sygnały cenowe. Wreszcie jest horyzont 2050, w którym funkcjonuje dojrzały rynek zdolny przetransformować całą energetykę do monizmu elektrycznego OZE**

## **DWA KRYTYCZNE SEGMENTY LISTY WĄTKÓW REGULACYJNO-PRAWNYCH WYMAGAJĄCYCH UNIFIKACJI METODOLOGICZNEJ**

### **Segment 1**

**1° - aukcje na rynku mocy, 2° - aukcje OZE, 3° - zdecentralizowany (od 2021) rynek bilansujący, 4° - obowiązująca unijna wymagalność taryf dynamicznych odbiorców, 5° - obowiązująca unijna wymagalność dostępu do platformy OIREE**

### **Segment 2**

**6° - deficyt mocy w KSE (domena OSP), 7° - deficyt sieciowych zdolności przyłączeniowych (domena operatorów OSD), 8° - przerwy awaryjne zasilania 1 (rozległe awarie sieciowe, domena OSD), 9° - przerwy awaryjne zasilania 2 (awarie pojedynczych układów sieciowych, domena OSD), 10° - przerwy planowe zasilania (odpowiedzialność OSD), 11° - opłata sieciowa (w tym *net metering*, system *roamingu* elektroenergetycznego), 12° - uwolnienie taryf (potrzebna redukcja patologicznej regulacji segmentu taryfowego G, z wielkim zakresem socjalizacji taryf za pomocą subsydiowania skróśnego „wewnętrzznego” jak i „zewnętrznego”; uwolnienie traf G miało nastąpić najpóźniej przed 2000 r.), 13° - handel sąsiedzki (klastrowy, spółdzielczy) o wielkim potencjale rozwojowym na obszarach wiejskich, ale również w miastach (spółdzielnie/wspólnoty mieszkaniowe), 14° - zmiana systemu regulacji rynku energii elektrycznej (z *ex ante*, czyli z regulacji takiej jaką obecnie realizuje Prezes URE na regulację *ex post*, czyli taką jaką jest obecnie właściwa dla Urzędu Konkurencji i Ochrony Konsumentów).**

# JAKOŚCIOWO-ILOŚCIOWE TESTOWANIE

## dwóch wariantów transformacji polskiej energetyki w horyzoncie 2050

(w środowisku funkcji wykładniczych oraz wyników liczbowych przedstawionych w tab. 3,4,5)

Skumulowana różnica kosztów zaspakajania potrzeb energetycznych między wariantami monizmu elektrycznego OZE i PEP2040, wynosi – w całym okresie, od stanu A (2020) do stanu B (2050) – ponad **2 bln PLN**, na rzecz pierwszego wariantu. Mimo, że jest to oszacowanie bardzo grube (bo środowisko funkcji wykładniczych ma wiele ograniczeń w kontekście tego oszacowania) i musi być ciągle weryfikowane, to jednak jest tak wyraziste, że bardzo silnie uprawnia hipotezę o racjonalności transformacji energetycznej do monizmu elektrycznego OZE. Trzy szczegółowe czynniki racjonalizujące tę hipotezę są następujące:

1. Roczna **10-procentowa** dynamika wzrostu rynku wytwórczego wschodzącego 1 energii elektrycznej (z poziomu 12 TWh w 2019 r.) oraz budowa jednej farmy *offshore* na rynku wschodzącym 2 o mocy 1,4 GW co 3 lata są wystarczające do wyprodukowania potrzebnej w 2050 r. (w modelu monizmu elektrycznego OZE) energii elektrycznej brutto wynoszącej 200 TWh (energii napędowej 175 TWh).
2. Wielkość obecnego rocznego rynku budowy nowych mieszkań (w jednej połowie w domach jednorodzinnych, a w drugiej w budownictwie wielorodzinnym), wynosząca około **150 tys. mieszkań**, w powiązaniu z hipotezą o racjonalności głębokiej rewitalizacji połowy istniejącej zasobów mieszkaniowych (a zasoby te, to 6 mln domów jednorodzinnych i drugie 6 mln mieszkań w budynkach wielorodzinnych) uprawdopodobnia w bardzo wysokim stopniu praktyczną możliwość pasywizacji całego budownictwa mieszkaniowego i elektryfikacji ciepłownictwa w zakresie potrzeb grzewczych oraz produkcji ciepłej wody użytkowej; podkreśla się przy tym, że ilościowy potencjał wzrostowy zasobów mieszkaniowych jest już bardzo niewielki.
3. **Półmilionowy** roczny rynek sprzedaży nowych samochodów racjonalizuje hipotezę, że pełna elektryfikacja transportu samochodowego w horyzoncie 2050 jest bardzo racjonalna (liczba samochodów w 2019 r., to około 20 mln i jest to liczba, która nie ma już <sup>21</sup> praktycznego potencjału wzrostowego).

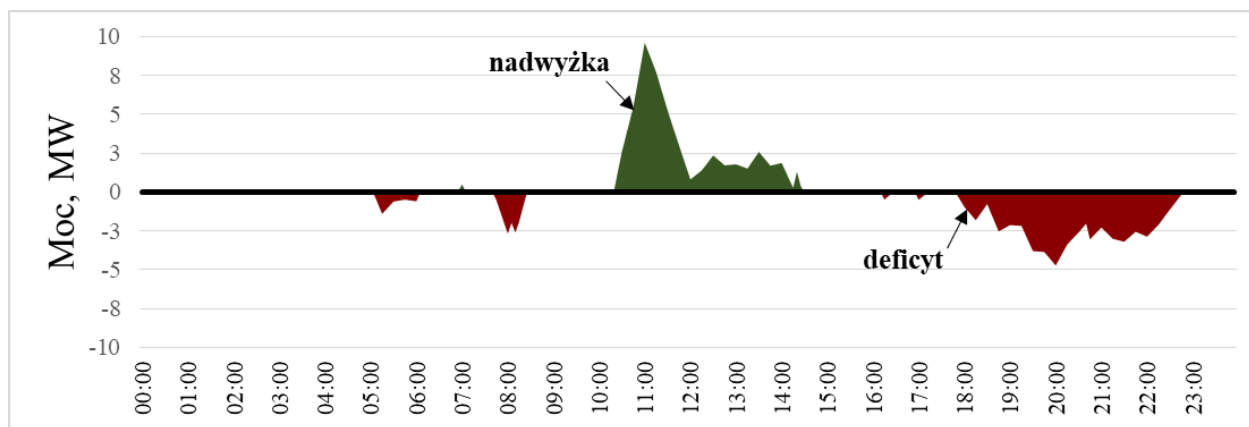
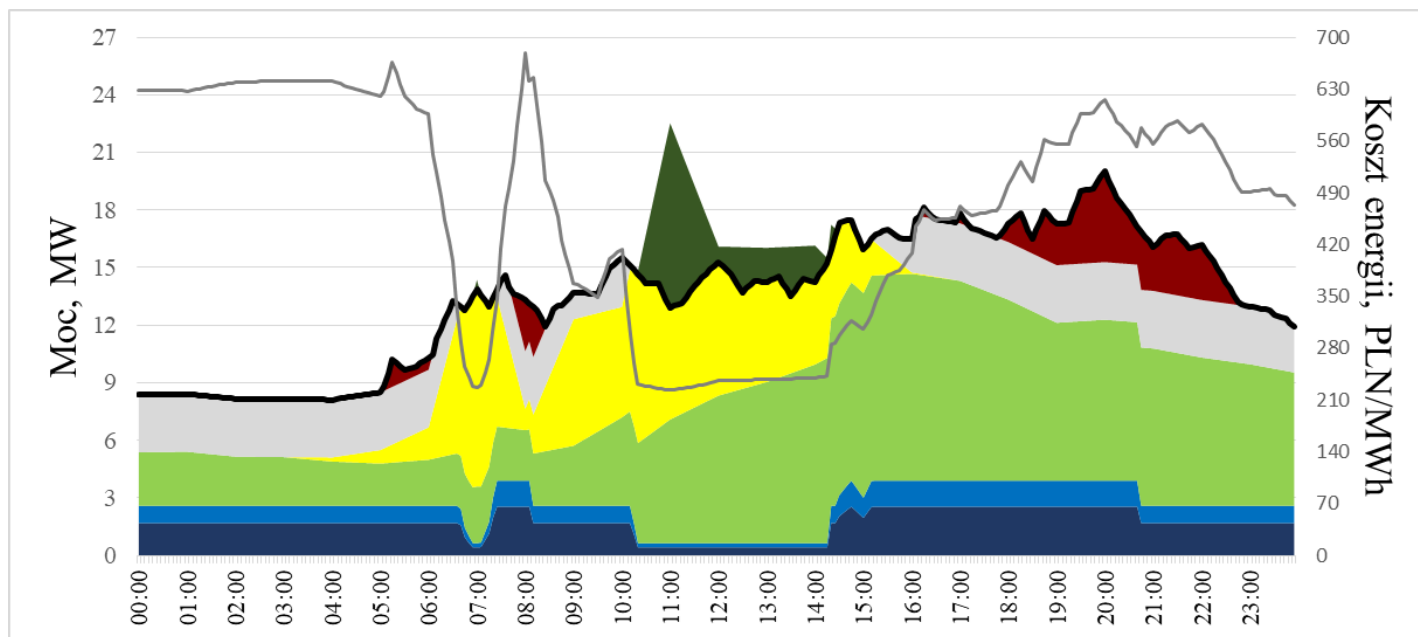
# **ISTOTA PIERWSZEJ UNIFIKACJI RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

**Terminal STD (zasada TPA+)  
i samouczenie się rynków energii elektrycznej**

**WYNIKI BADAŃ DLA PRZYKŁADOWEGO SYSTEMU WME**  
**(roczne zużycie energii ~ 140 GWh)**

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

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

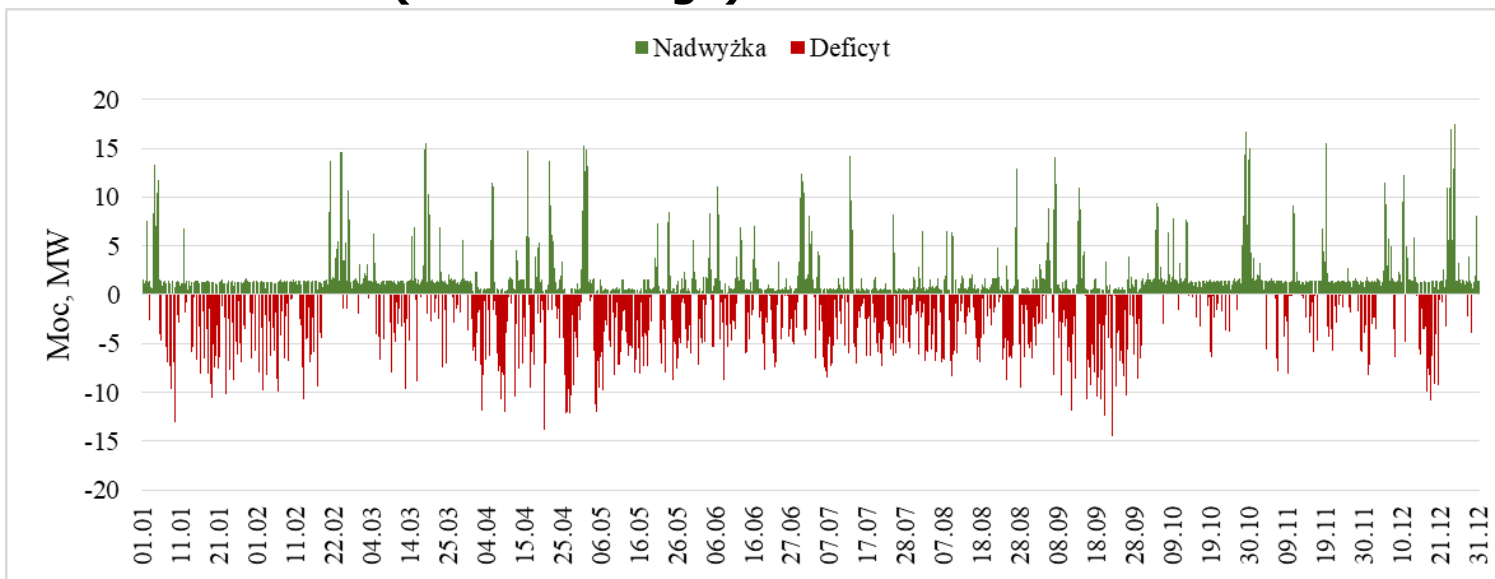


- Nadwyżka
- Deficyt
- UPS
- Agregaty kogeneracyjne
- Źródła PV
- Elektrownie wiatrowe
- Mikro el. biogazowe z zasobnikiem
- El. biogazowe z zasobnikiem
- Zapotrzebowanie
- Koszt energii

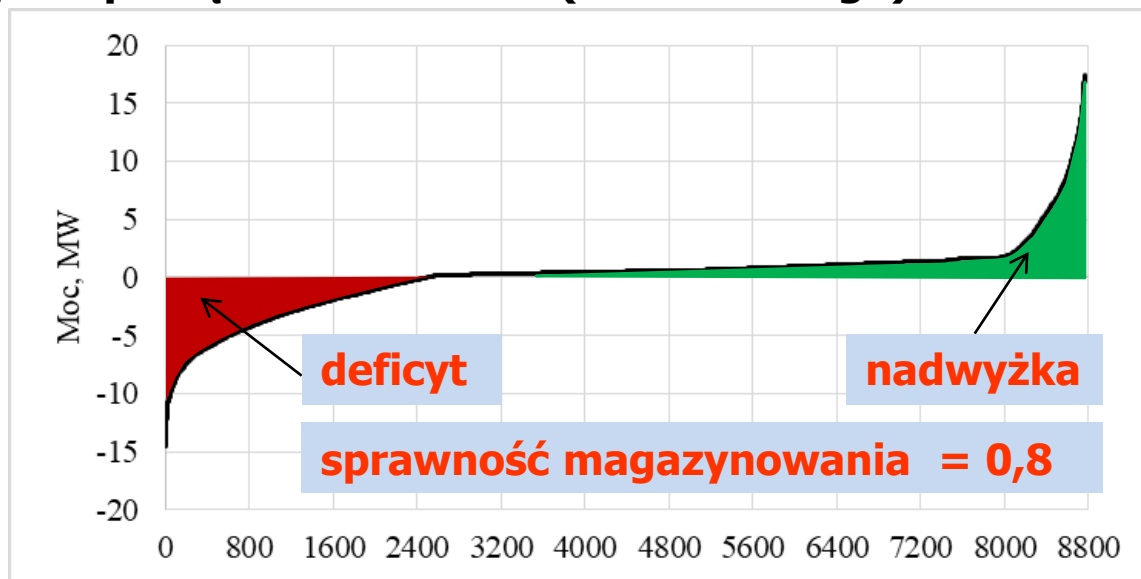


# PROFIL (5-MINUTOWY) NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

## profil niezbilansowania (5-minutowego)

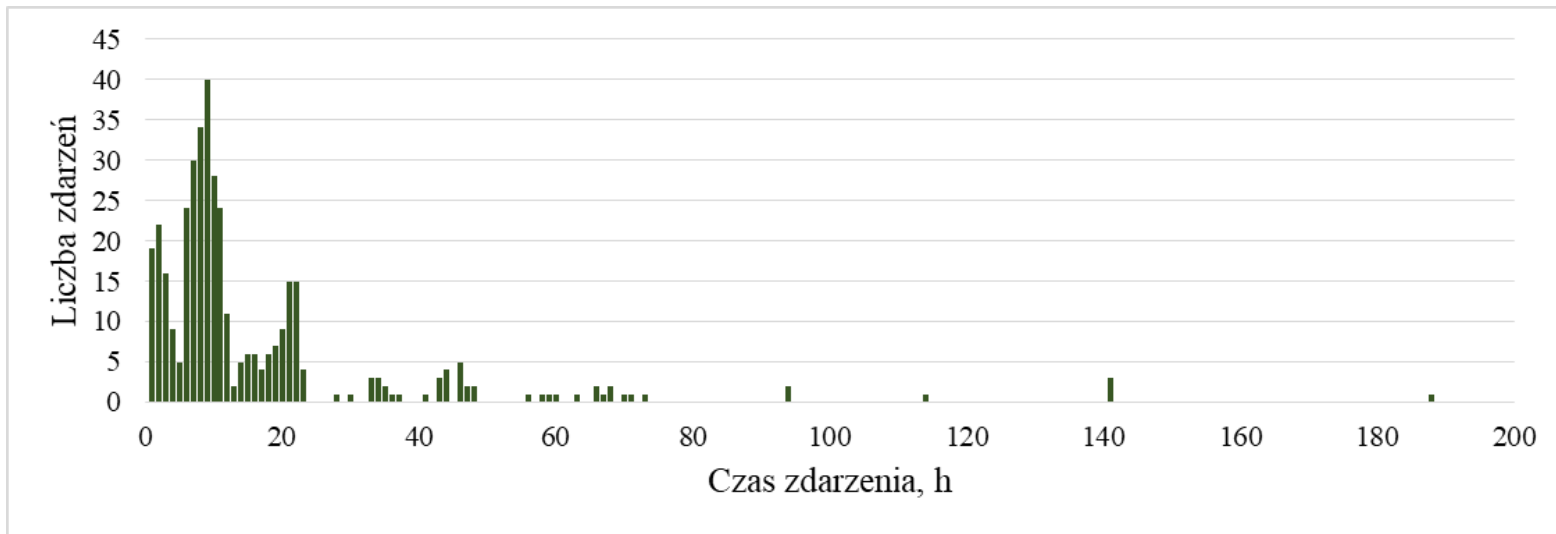


## charakterystyka uporządkowana salda (5-minutowego)

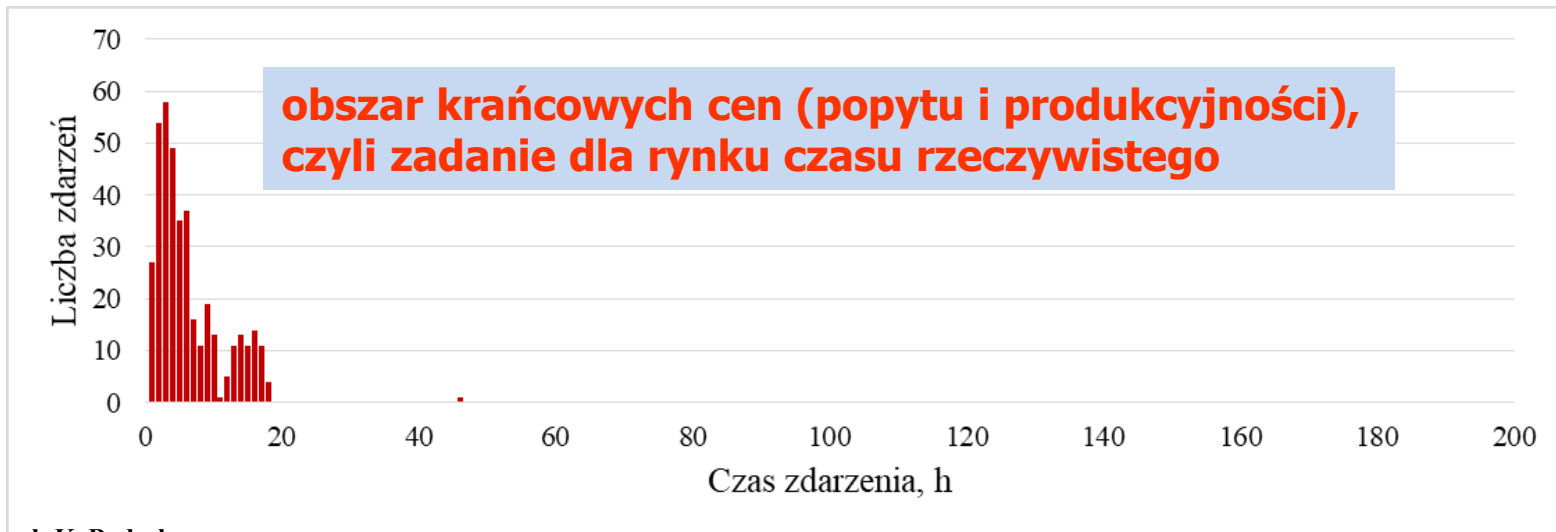


# CHARAKTERYSTYKA PROFILU NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

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

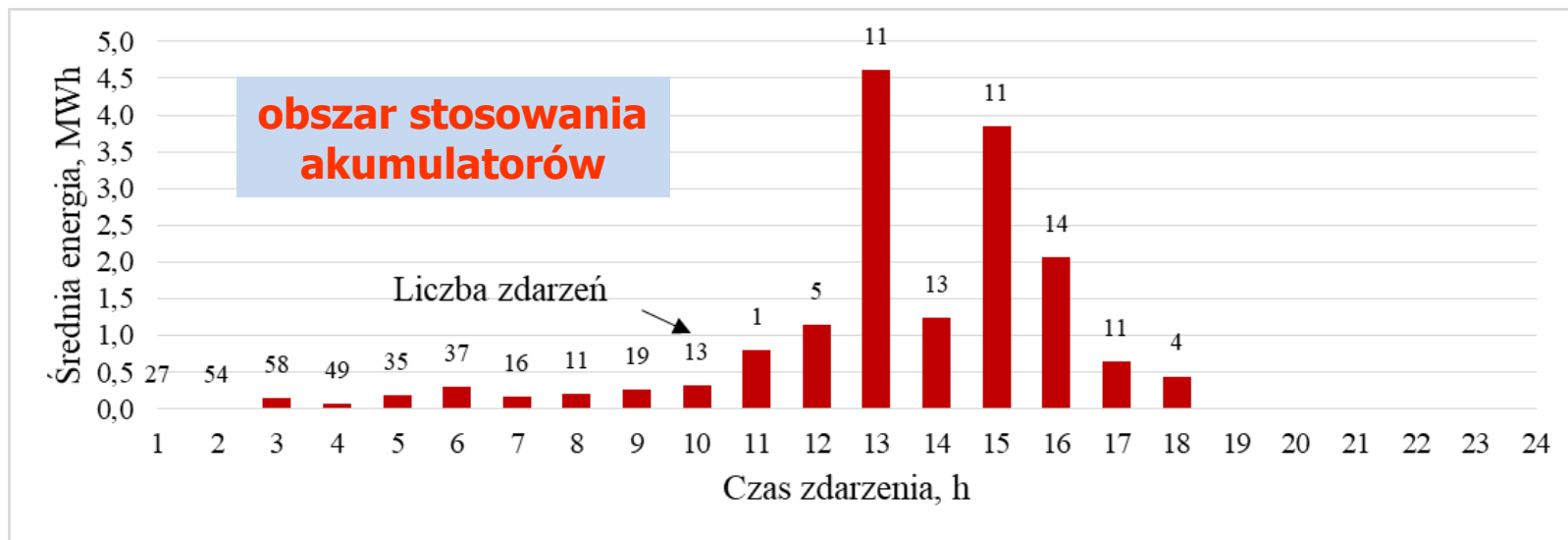


## czas i liczba godzin z saldem („pakietowym”) ujemnym

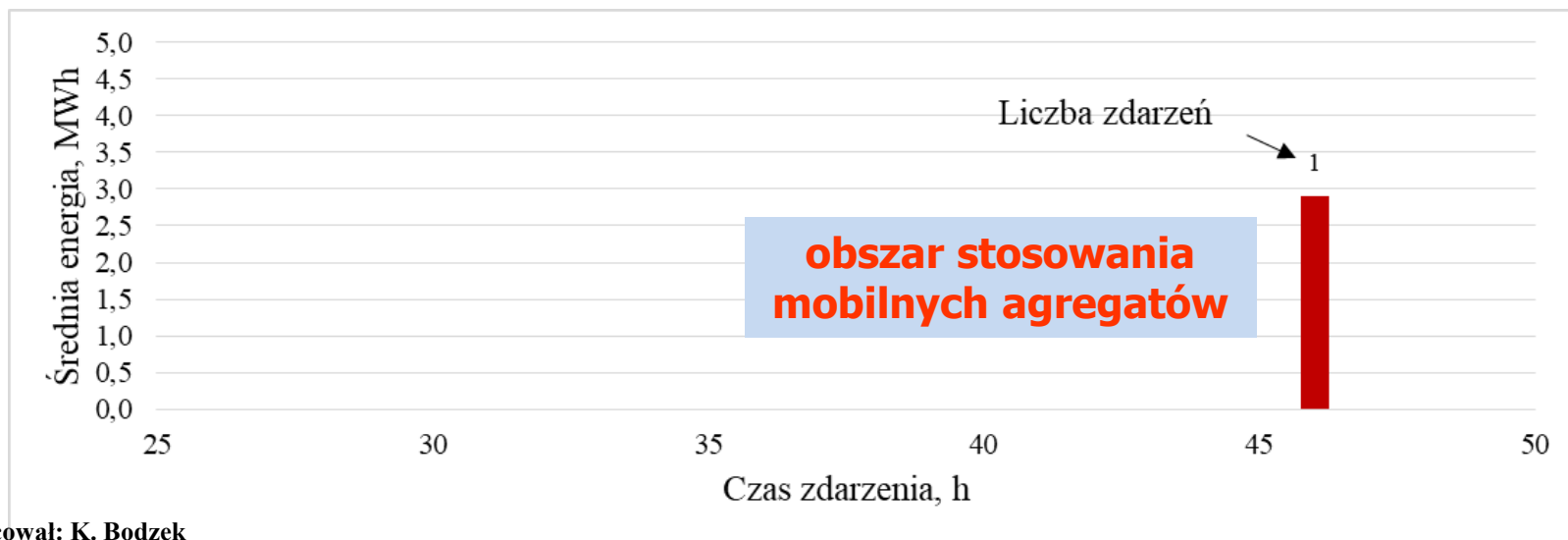


# CHARAKTERYSTYKA PROFILU NIEZBILANSOWANIA KLASTRA (WME)

## średnia energia w deficytach (do 24 h)



## średnia energia w deficytach (powyżej 24 h)



**POTRZEBA POGŁĘBIONEJ NEGATYWNEJ WERYFIKACJI  
POWSZECHNEJ CIĄGLE (!!!) HIPOTEZY ROBOCZEJ:  
„bilansowanie zapotrzebowania na energię elektryczną  
za pomocą źródeł OZE jest obecnie jeszcze **niemożliwe**”**

## **RÓG OBFITOŚCI**

**decyzje mikroekonomiczne prosumentów  
i podmiotów rynkowych uwarunkowane technologicznie,  
ekonomicznie i środowiskowo**

## **PRODUKTY „DOSTĘPNE NA ALLEGRO”**

### **Początek listy**

- 1. Źródło światła LED z akumulatorem jedno-ogniowym**
  - 2. Router OZE z akumulatorem (kwasowo-ołowiowym, litowo-jonowym)**
  - 3. Źródło PV (dachowe)**
  - 4. Mikrowiatrak („ogródkowy, dachowy”)**
  - 5. Źródło PV z routerem OZE**
  - 6. Źródło PV z routerem OZE i z akumulatorem**
  - 7. Mobilny agregat prądotwórczy 0,5 MW**
- ... i wiele, wiele innych**

**ROZWIĄZANIA SYSTEMOWE DO ZASTOSOWANIA PRZEZ  
PROSUMENTÓW, SAMORZĄDY (ZADANIA WŁASNE),  
PRZEDSIĘBIORCÓW MMSP (NIEZALEŻNI INWESTORZY),  
zasoby potrzebne do realizacji rozwiązań dostępne na rynku**

## **Dom jednorodzinny**

więcej: [Prosumencki model domu jedn ... Popczyk J., K. Bodzek K., Fice M., Piłśniak A., Sztymelski K., Wojcicki R..pdf](#)

## **Spółdzielnia energetyczna przy spółdzielni mieszkaniowej (wspólnocie mieszkaniowej), nowy model biznesowy dewelopera mieszkaniowego**

więcej: [Spółdzielnia energetyczna przy spółdzielni mieszk. ... Popczyk J., Bodzek K., Szczecinski W., Wesołowski T..pdf](#)

## **Spółdzielnia energetyczna we wsi z gospodarstwem średnio-towarowym (z mikro-elektrownią biogazową klasy 10-50 kW**

więcej: [Prosumencki model mikrosystemu z uEB na rynku wsch ... Popczyk J., Bodzek K., Fice M., Wereszczyński D..pdf](#)

## **Wirtualny minisystem elektroenergetyczny (klaster energetyczny)**

więcej: [Wirtualny Minisystem Elektroenergetyczny Wielkopolska Południowa \(SBU\). Popczyk J., Grześkowiak J., Bodzek K..pdf](#)

## **BLOCKCHAIN i INNE** **(na rynku wschodzącym energii elektrycznej 1)**

**Pytanie retoryczne: czy da się zablokować w środowisku kryzysowym:**

- 1. Smart kontrakty niezależnych inwestorów**
  - 2. Sieciowe inwestycje samorządowe**
  - 3. Sieciowe inwestycje deweloperskie**
- ... i wiele, wiele innych**



## **SYSTEMATYKA/RANKING POTENCJALNYCH ZASOBÓW Z ROGU OBFITOŚCI**

<b>zasoby – ranking</b>	
<b>uśpione bezinwestycyjne</b>	
	<b>wynikające z pasywności (braku wiedzy) odbiorców</b>
	<b>możliwe do pobudzenia przez „naprawę” błędnych regulacji</b>
	<b>możliwe do pobudzenia przez rozszerzenie istniejących dobrych regulacji</b>
<b>niskonakładowe możliwe do pobudzenia za pomocą konkurencji</b>	
<b>blokowane przez grupy interesów, niemożliwe do wykorzystania bez ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej</b>	

**WĘZŁOWE ROZWIĄZANIA USTROJOWEJ REFORMY RYNKU  
ENERGII ELEKTRYCZNEJ**  
**(przede wszystkim w ujęciu przedmiotowym)**

# NOWA DYNAMIKA INTERAKCJI STRUKTURY PODMIOTOWEJ I PRZEDMIOTOWEJ RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

## rozwińnięcie

**bezpieczeństwo energetyczne,  
polityka energetyczna  
i struktura podmiotowa WEK  
oraz jej kosztowe finansowanie**

**systemy wsparcia grup interesów  
politycznych (np. blokowanie cen  
przed wyborami) i biznesowych**

od



do

**struktura przedmiotowa  
ryнку energii elektrycznej**

**otwarty, konkurencyjny  
rynek zaspakajania potrzeb  
energetycznych w modelu  
monizmu elektrycznego OZE**

# **KATALOG ROZWIĄZAŃ**

## **propozycja wywoławcza**

- 1. Regulacja częstotliwościowa w koncepcji 2025 jest domeną rynku schodzącego (jednostki JWCD); sposób zastąpienia tej regulacji w horyzoncie 2050 jest sprawą otwartą**
- 2. Rynek bilansujący (zastępujący obecny rynek usług systemowych) w koncepcji 2025 jest 2-stopniowym koncesjonowanym rynkiem energii czasu rzeczywistego (5-minutowym): podstawowym na rynku wschodzącym 1 zarządzanym przez operatorów OSD(SN) oraz „egzekucyjnym” na osłonie OK4, czyli na rynku schodzącym zarządzanym przez operatora OSP(110-220-400 kV). Rynek ten obejmuje „nierozróżnialne” prawnie zasoby, którymi są: źródła (wszystkie, nie tylko bilansujące), systemy DSM/DSR (w infrastrukturze prosumenckiej i w instalacjach odbiorczych) oraz zasobniki energii elektrycznej (w infrastrukturze prosumenckiej, w instalacjach odbiorczych, a także zintegrowane systemowo ze źródłami)**
- 3. Opłaty sieciowe na rynku wschodzącym 1 (ustalane na podstawie zasady znaczka pocztowego) są w koncepcji 2025 wliczane do ceny wytwórcy (ceny jednoskładnikowej energii elektrycznej przesyłanej przez sieć)**
- 4. Na rynku wschodzącym 1 obowiązuje w koncepcji 2025 zasada dostępu do sieci TPA+ (dostęp przez certyfikowany inteligentny sieciowy terminal dostępowy)**
- 5. W koncepcji 2025 rozliczenia na rynku wschodzącym 1 (z wejściem na ten rynek za pomocą certyfikowanego inteligentnego sieciowego terminala dostępowego) zapewnia koncesjonowany operator OIREE (niezależny operator pomiarowy). Operator OIREE jest platformą informatyczną obsługującą segment rynkowy TPA+. Alternatywą dla operatora OIREE są smart kontrakty blockchain**
- 6. Operator OIREE zapewnia przełączanie indywidualne podmiotów rynkowych (wytwórcy, odbiorcy, prosumenci) zawierających umowy bilateralne w segmencie TPA+ w trybie czasowym asynchronicznym (pakietowym)**

**załącznik 1**  
**PODSTAWY FUNDAMENTALNE**

# PODSTAWOWY APARAT POJĘCIOWY

cztery pytania związane z tytułem i autorskie odpowiedzi

<b>TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA:</b> czym jest ?	przejściem do <b>monizmu elektrycznego</b>
<b>paradygmatyczny triplet:</b> jakie paradygmaty go tworzą ?	<b>prosumencki, egzergetyczny, wirtualizacyjny</b>
<b>mapa:</b> z czym jest ona utożsamiana ? (jest to zarazem pytanie o siłę napędową transformacji)	z <b>architekturą nowego rynku energii elektrycznej (z ustrojową reformą rynku energii elektrycznej)</b>
<b>trajektoria:</b> które bilanse energetyczne tworzą krytyczny zbiór bilansów (w kontekście zarządzania trajektorią transformacyjną: $A \rightarrow B$ )	<b>energia pierwotna</b> (paliw kopalnych, chemiczna i jądrowa) <b>energia końcowa</b> (na trzech rynkach: elektrycznym, ciepła i paliw transportowych) <b>energia użyteczna</b> (zaspakajająca wszystkie potrzeby energetyczne, uwzględniająca egzergię surowców nieenergetycznych) <b>energia napędowa</b> (w tendencji elektryczna OZE, o najwyższej egzergii, porównywalnej z egzergią energii kinetycznej)

## („TWARDY”) PARADYGMAT EGZERGETYCZNY (2)

**Punkt wyjścia do sformułowania paradygmatu:**

**równanie na sprawność egzergetyczną**

**(J. Szargut: Termodynamika techniczna. Gliwice 2011)**

$$\eta_B = \frac{B_{uż} - B_{sn} + L_{uż} + E_{eluż} + \Delta B_{źruż} + \Delta B_{uuż}}{B_N + L_N + E_{elN} + \Delta B_{źrN}}$$

**gdzie:**  $B_{uż}$  – użyteczna egzergia produktów użytecznych procesu,  $B_{sn}$  – egzergia surowców nieenergetycznych,  $L_{uż}$ ,  $E_{eluż}$  – użyteczna praca, użyteczna energia elektryczna uzyskana w procesie,  $\Delta B_{źruż}$  – przyrost egzergii zewnętrznych źródeł ciepła, których ogrzewanie lub ochładzanie jest zadaniem procesu,  $\Delta B_{uuż}$  – użyteczny przyrost egzergii układu,  $B_N$  – egzergia substancji napędowych (paliw),  $L_N$ ,  $E_{elN}$  – praca napędowa, napędowa energia elektryczna, odpowiednio,  $\Delta B_{źrN}$  – spadek egzergii zewnętrznego źródła ciepła napędowego

# WSPÓŁCZYNNIKI TRANSFORMACYJNE

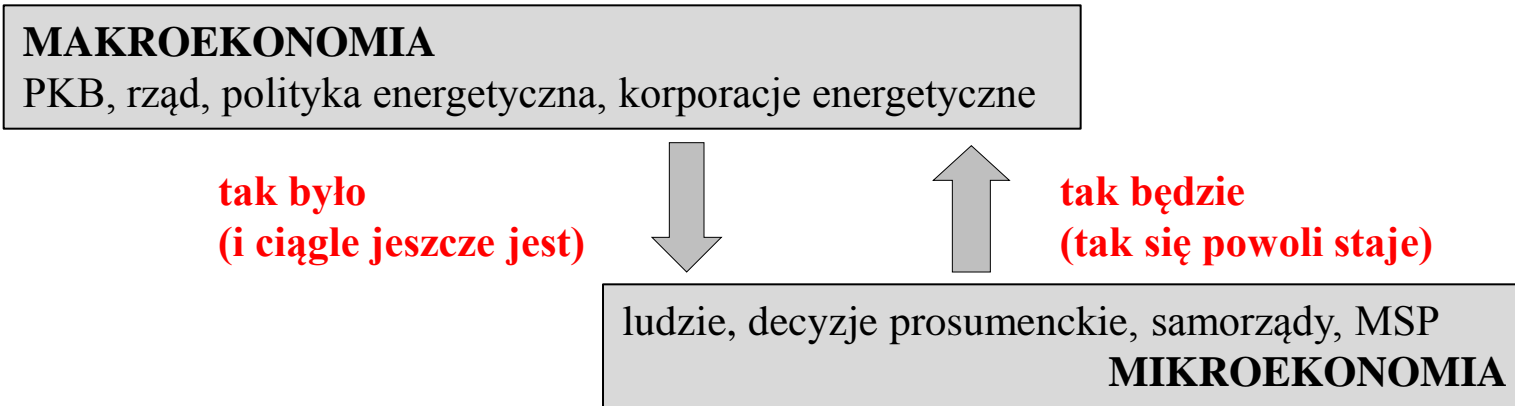
obecnej energii końcowej  $E_k$ , w energię/egzergię użyteczną  $E/B_{uż}$   
**(monizm elektryczny)**

Rynek energetyczny		„czynnik” napędowy	jednostka „wiążąca”	oszacowanie	
				wzór	liczbowe
energia elektryczna		ludność, gospodarka	kWh/(os., PKB)	(-)	<b>1</b>
ciepło	grzewcze, CG	ludność, mieszkalnictwo	kWh/m <sup>2</sup>	$\frac{E_{PH}}{E_g} \cdot \frac{1}{COP}$	$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = 0,1$
	CWU	ludność	kWh/os.	$\frac{1}{COP}$	$\frac{1}{3} = 0,3$
transport		ludność, transport	kWh/sam.	$\frac{\eta_s}{\eta_{EV}}$	$\frac{0,2}{0,6} = 0,3$

**W paradygmacie egzergetycznym (w równaniu na sprawność egzergetyczną)  
brakuje inwestycji,  
a ogólnie środowiska społeczno-ekonomicznego  
**Dlatego potrzebne są dwa dalsze paradygmaty****



# („EKLEKTYCZNY/MIĘKKI”) PARADYGMAT PROSUMENCKI (1)



# („EKLEKTYCZNY/MIĘKKI”) PARADYGMAT WIRTUALIZACYJNY (3)

„Specyficzny” *market coupling* w postaci transsłonowych platform handlowych między schodzącym rynkiem energii elektrycznej oraz rynkami wschodzącymi 1 i 2

**1. Bezpośrednie nawiązanie do systemu ERO z przeszłości działającego na miedzianej płycie i na kosztach zmiennych wytwarzania:**

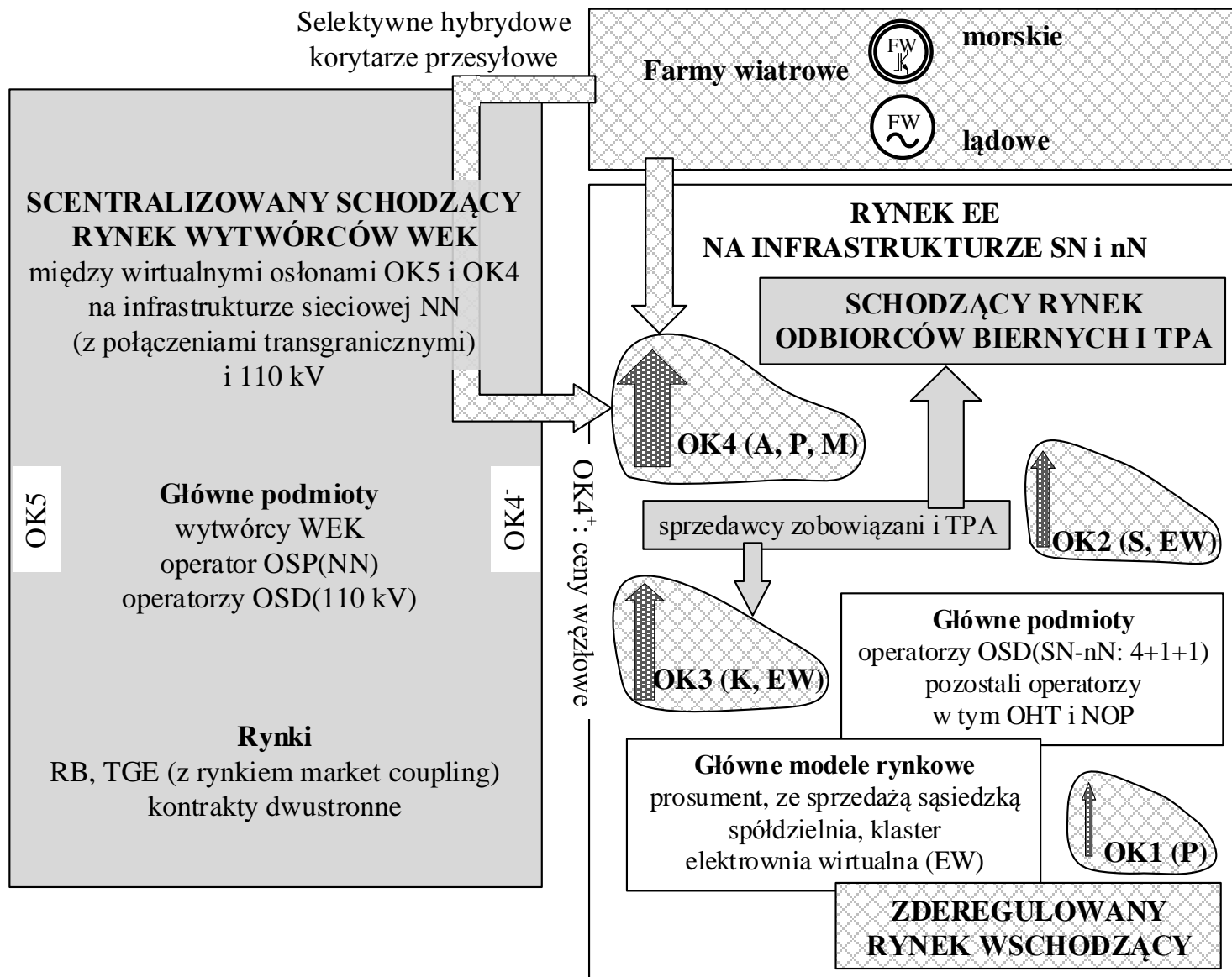
$$K(P_G) = \sum_{i=1}^{n_G} k_i(P_{Gi})$$

gdzie:  $K(P_G)$  – całkowity koszt zmiennych wytwarzania energii elektrycznej we wszystkich źródłach pracujących w systemie elektroenergetycznym,  $k_i$  – nieliniowa charakterystyka/funkcja określająca koszt zmiennych wytwarzania energii elektrycznej w źródle  $i$ ,  $P_{Gi}$  – moc generowana przez źródło  $i$ ,  $i$  – liczba źródeł pracujących w systemie.

**2. Wyjście (przyszłość, ale niedaleka) na „maszynową” platformę transakcji rynkowych koordynowanych/redukowanych przez inteligentną infrastrukturę systemu ograniczeń sieciowych (sieciowe terminale dostępne, zasada TPA+).**

# ARCHITEKTURA RYNKU ENERGII

## RYNEK EE W PROCESIE TRANSFORMACJI ENERGETYKI W HORYZONCIE 2050



**załącznik 2**  
**ŚRODOWISKO SPOŁECZNO-POLITYCZNE**

# NOWA STRUKTURYZACJA ENERGETYKI I ROZLEGŁEGO OTOCZENIA

## energetyka WEK

-----  
elektroenergetyka + górnictwo  
sektor paliw płynnych  
gazownictwo  
ciepłownictwo

odbiornicy → klienci → nabywcy

polityka energetyczna

grupy interesów

subsidiaryzm

-----  
gmina → powiat → miasto → metropolia → województwo →  
→ kraj → UE → świat (zinstytucjonalizowany)

energetyka EP  
zaspakajanie potrzeb energetycznych

-----  
**ludność:** domy jednorodzinne (nN),  
budownictwo wielorodzinne (nN, SN)  
**samorządy:** gminy, miasta (nN, SN, GPZ-ty)  
**MMSP** (nN, SN)  
**wielki przemysł** (370 GPZ-ów)

# 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 (aglomeracja)	„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, likwidacja Ministerstwa Energii, głęboka przebudowa URE, ogłoszenie doktryny energetycznej, powołanie PRMTE
UE	realizacja unijnej polityki klimatycznej, realizacja jednolitego konkurencyjnego rynku energii elektrycznej
„zinstytucjonalizowany” świat	polityka klimatyczna (emisje CO <sub>2</sub> ), zaspakajanie potrzeb energetycznych lotnictwa (poziom globalny), system prądu elektrycznego (prąd przemienny, renesans prądu stałego)

# NOWA STRUKTURA PODMIOTOWO-PRZEDMIOTOWA BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROENERGETYCZNEGO I ENERGETYCZNEGO W CAŁOŚCI (W MODELU MONIZMU ELEKTRYCZNEGO)

<b>Podział administracyjny, segmentacja prosumencka</b>		<b>Podstawa i gwarant bezpieczeństwa lub współodpowiedzialny za środowisko, w którym to bezpieczeństwo się realizuje</b>
<b>PODZIAŁ ADMINISTRACYJNY – PRZESTRZENNE ZAGOSPODAROWANIE KRAJU</b>		
<b>Kraj</b>	<b>KSE w systemie UCTE (UCPTE) – rząd (URE), PSE</b>	
<b>Województwo</b>	<b>OK4 w KSE – samorząd (urząd marszałkowski) w środowisku rynków RS i RW1, ewentualnie RW2</b>	
<b>Wielka struktura osadnicza</b> (metropolia, aglomeracja, miasto powyżej 500 tys. mieszkańców)	<b>OK4 W KSE – samorząd (zarząd metropolii, prezydent miasta) w środowisku rynków RS i RW1, ewentualnie RW2</b>	
<b>Powiat</b>	<b>OK4 – klaster energii w środowisku rynków RS i RW1</b>	
<b>Gmina wiejska, wiejsko-miejska</b>	<b>OK4 – samorząd (wójt, burmistrz) w środowisku rynków RS i RW1</b>	
<b>Mikro struktura osadnicza (wieś, kolonia)</b>	<b>OK2 – spółdzielnia energetyczna w środowisku rynków RS i RW1</b>	
<b>PROSUMENCI</b>		
<b>Ludność</b>	<b>dom jednorodzinny</b>	<b>OK1 – właściciel domu w środowisku rynków RS i RW1</b>
	<b>budynek wielorodzinny</b>	<b>OK1, OK2 – właściciel mieszkania, spółdzielnia/wspólnota mieszkaniowa, deweloper w środowisku rynków RS i RW1</b>
<b>MMSP</b>		<b>OK1, OK2 – przedsiębiorcy w środowisku rynków RS i RW1</b>
<b>Samorząd – zadania własne</b>		<b>OK1, OK2 – samorzady w środowisku rynków RS i RW1</b>
<b>Wielki przemysł</b>		<b>Hybrydowe układy dosyłowe AC-DC – zarządy w środowisku rynków RS i RW2</b>
<b>Krajowa infrastruktura</b>	<b>magistrale PKP</b>	<b>Hybrydowe układy dosyłowe AC-DC – PKP Energetyka, zarządcy autostrad w środowisku rynków RS i RW2</b>
	<b>autostrady</b>	

**RS, RW1, RW2 – rynki energii elektrycznej: schodzący i wschodzące 1 oraz 2, odpowiednio**

**załącznik 3**  
**PRAKTYCZNE SKUTKI TRANSFORMACJI ENERGETYKI**

# PRAKTYCZNE SKUTKI TRANSFORMACJI ENERGETYKI (w długotrwałej/fundamentalnej optyce elektryka)

stan <i>A</i> (2018/2020)	szczegółowy aspekt transformacji	stan <i>B</i> (2050)
<b>energetyka „termodynamiczna”</b> (spalanie paliw kopalnych i technologie jądrowe oraz procesy ciepłe)	<b>zmiana metody energetyki</b>	<b>energetyka „elektrotechniczna”</b> (energoelektronika, renesans prądu stałego, technologie informatyczne)
<b>trzy rynki końcowe</b> (energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych)	<b>pasywizacja budownictwa, elektryfikacja ciepłownictwa i transportu, re-elektryfikacja i elektryfikacja pierwotna OZE</b>	<b>monizm elektryczny</b> (jedyność energii elektrycznej jako energii napędowej zaspakajającej wszystkie potrzeby energetyczne)
dominacja <b>modeli korporacyjnych</b> ogólnie i <b>cen przeciętnych</b> na rynku końcowym energii elektrycznej	<b>zmiana modeli ekonomicznych</b>	<b>rynki energii elektrycznej</b> czasu rzeczywistego (cen krańcowych) oraz <b>rynki prosumenckie dóbr inwestycyjnych i usług monizmu elektrycznego</b>
<b>górnictwo</b> węglowe, naftowe, gazowe, paliw jądrowych – <b>przemysł przetwórstwa ropy naftowej</b> , przemysł produkcji paliw jądrowych – <b>elektroenergetyka, gazownictwo, ciepłownictwo</b> )	<b>zmiana modeli biznesowych</b>	<b>przemysł elektrotechniczny</b> (maszyn i urządzeń elektrycznych) + przemysł ICT, sieciowe modele adekwatne do właściwości zdecentralizowanych <b>rynków usług monizmu elektrycznego</b>
<b>redukcja CO<sub>2</sub></b> (energetyka bezemisyjna)	<b>relacje: polityka klimatyczna, polityka energetyczna, rynek (konkurencja)</b>	masowo pobudzona innowacyjność <b>technologiczna i społeczno-biznesowa</b>



**Temat jest dedykowany przez autora do krytycznej dyskusji w szerokim środowisku inżynierów elektryków, elektroenergetyków i energetyków; prawników; ekonomistów; socjologów; przyrodników**