

Akademia Klimatycznego Działania (AKADE)



ELEKTROPROSUMERYZM

**wykład organizujący poznanie
transformacji energetyki w trybie innowacji przełomowej**

Jan Popczyk

26 sierpnia 2020

ELEKTROPROSUMERYZM

koncepcja i praktyka przyspieszania neutralności klimatycznej mechanizmami rynkowymi (za pomocą ekonomii krańcowej produktywności)

Ostona	poziom napięciowy autonomizacji (off grid)	liczba mieszkańców	roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej TWh	horyzont elektroprosumeryzmu (neutralności klimatycznej) rok
		-		
sołectwo	nN	12 mln (32%)	56 TWh (28%)	2035-2040
gmina, miasto do 50 tys. miesz.	nN-SN	7 mln (18%)	32 TWh (16%)	2040-2045
miasto 50 do 500 tys. miesz.	nN-SN-110 kV	11 mln (29%)	52 TWh (26%)	2045-2050
miasto > 500 tys. miesz. (+GZE)	nN-SN-110 kV, sieć wspomagana układami dosyłowymi offshore	8 mln (21%)	40 TWh (20%)	2050
trzy segmenty specjalne*	wewnętrzna sieć prosumencka + zewnętrzna sieć 110 kV (+ offshore)	-	20 TWh (10%)	2050

* wielki przemysł, główne magistrale kolejowe i autostrady, porty lotnicze i armatorzy

WSPÓŁCZESNA KORPORACYJNA ENERGETYKA PALIW KOPALNYCH – ta którą trzeba przetransformować do elektroprosumeryzmu (1)

paliwa kopalne

- **węgiel kamienny, brunatny**
- **ropa naftowa**
- **gaz: ziemny wysokometanowy, zaazotowany, łupkowy**
- **paliwa jądrowe (pierwiastki uran, pluton; uran uzyskuje się w wyniku przetwórstwa rud uranu, pluton otrzymuje się sztucznie)**

Współczesna korporacyjna energetyka paliw kopalnych (2/1)

systemy (infrastruktura techniczna)

- **elektroenergetyka** (systemy: krajowe – KSE, ..., kontynentalne – europejski, amerykańsko-kanadyjski, ..., trans-kontynentalne – rosyjski)
- **ropa naftowa: wydobywanie** (kopalnie) ropy naftowej, **infrastruktura surowcowa** przesyłowa/transportowa (rurociągi, transport morski), **przetwórstwo** (rafinerie, przemysł petrochemiczny), **infrastruktura produktowa** (transportowa: rurociągi, transport drogowy, transport kolejowy – magazynowa, zapasy strategiczne – dystrybucyjna, w postaci sieci stacji benzynowych)
- **ciepłownictwo: elektrociepłownie, ciepłownie – sieci ciepłownicze – źródła obiektowe ciepła (kogeneracyjne)**

Współczesna korporacyjna energetyka paliw kopalnych (2/2)

systemy (infrastruktura techniczna), cd.

- **gazownictwo: gaz ziemny wysokometanowy** (wydobycie/kopalnie, systemy gazociągów kontynentalnych i transkontynentalnych, magazyny strategiczne) – **gaz łupkowy** (pola wydobywcze gazu łupkowego, terminale eksportowe LNG, transport morski LNG, terminale importowe LNG regazyfikacyjne – **gaz zaazotowany** (wydobycie/kopalnie, gazociągi lokalne, lokalne sieci gazu zaazotowanego) – **sieci dystrybucyjne** (gazu wysokometanowego średniego i niskiego ciśnienia)
- **górnictwo węglowe: kopalnie węgla kamiennego** wraz z hałdami węgla zapasowego i infrastrukturą transportową (kolejową, morską, drogową) – **kopalnie węgla brunatnego** (z taśmociągowym transportem i składowiskami elektrownianymi)

Współczesna korporacyjna energetyka paliw kopalnych (3)

sektory energetyczne (struktury organizacyjne, korporacje, silosy)

- **elektroenergetyka** (z infrastrukturą dostawczo-rynkową obejmującą integralnie usługi sieciowe i usługi systemowe regulacyjno-bilansujące)
- **sektor ropy naftowej i paliw transportowych** (z infrastrukturą rynkową)
- **ciepłownictwo: sieci ciepłownicze** (wraz z wielkoskalowymi źródłami ciepła), w Polsce połowa ciepłownictwa – **dystrybucja paliw** (dla potrzeb ciepłownictwa indywidualnego/obiektowego), w Polsce druga połowa ciepłownictwa
- **gazownictwo** (z infrastrukturą dostawczo-rynkową obejmującą integralnie usługi sieciowe wraz ze strategicznymi zapasami gazu)
- **górnictwo węgla kamiennego** (ze słabo rozwiniętą infrastrukturą rynkową)

Współczesna korporacyjna energetyka paliw kopalnych (4)

rynki końcowe

- **energii elektrycznej**
- **ciepła (sieciowego, paliw do produkcji ciepła w źródłach obiektowych)**
- **paliw transportowych (i niewielkiego rynku paliw płynnych dla potrzeb ciepłownictwa)**

WSPÓŁCZESNA KORPORACYJNA ENERGETYKA PALIW KOPALNYCH – ta którą trzeba przetransformować do elektroprosumerizmu (5)

problem metodologiczny (językowy)

czy da się przetransformować współczesną korporacyjną energetykę paliw kopalnych do neutralności klimatycznej?

w ścisłym sensie nie!

natomiast da się osiągnąć praktyczną neutralność klimatyczną poprzez praktyczne zastąpienie korporacyjnej energetyki paliw kopalnych elektroprosumeryzmem – to zastąpienie jest ważną częścią definicji transformacji energetyki w trybie innowacji przełomowej (TETIP)

PIERWSZY PRZEŁOM, mianowicie w dynamice transformacji TETIP (1)

Obecne roczne zużycie energii pierwotnej (węgiel, ropa, gaz, paliwa jądrowe) na świecie to 160 tys. TWh (bez paliw jądrowych – 100 tys. TWh). Całkowita produkcja energii elektrycznej brutto (z produkcją w źródłach OZE), to 25 tys. TWh (w tym w elektrowniach jądrowych 3 tys. TWh). Wartość rynków końcowych, to 5 bln USD, wartość światowego GDP (PKB), to 110 bln USD

W nowym świecie (zamieszkiwanym przez 7 mld ludzi) udział źródeł OZE w produkcji energii elektrycznej zbliża się do 30% (7 tys. TWh). Przy tym udział elektrowni wodnych wynosi 4 tys. TWh (15% światowej produkcji)

**PIERWSZY PRZEŁOM,
mianowicie w dynamice transformacji TETIP
(2)**

Moc elektrowni wiatrowych (łącznie z morskimi) zainstalowana na świecie osiągnęła poziom ponad 650 GW (mocy tej odpowiada produkcja roczna równa 2 tys. TWh). Moc źródeł PV osiągnęła 600 GW (ich roczna produkcja wynosi ponad 800 TWh)

Światowy roczny wzrost energetyki wiatrowej, to ponad 60 GW, słonecznej ponad 100 GW. Tylko te dwie technologie będą w kolejnych latach corocznie wypychać z rynków światowych 2% energii elektrycznej produkowanej w elektrowniach węglowych, gazowych i jądrowych. W Polsce przy „życzliwym” liczeniu można się doliczyć 0,8%. To marnie, jak na kraj pretendujący do światowej elity

PODSTAWY TEORETYCZNE

**triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego,
stanowiącego koncept teoretyczny elektroprosumeryzmu**

- 1. Paradygmat prosumencki (podstawa energetyki prosumenckiej)**
- 2. Paradygmat egzenergetyczny (podstawa do wyeliminowania paliw kopalnych)**
- 3. Paradygmat wirtualizacyjny (podstawa do handlu na rynku energii elektrycznej ponad systemem elektroenergetycznym)**

**Paradygmat egzergetyczny w świetle
równania na sprawność egzergetyczną
(J. Szargut: Termodynamika techniczna. Gliwice 2011)**

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

gdzie: $B_{uż}$ – użyteczna egzergia produktów użytecznych procesu, B_{sn} – egzergia surowców nieenergetycznych, $L_{uż}$, $E_{el uż}$ – 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 , $E_{el N}$ – praca napędowa, napędowa energia elektryczna, odpowiednio, $\Delta B_{źrN}$ – spadek egzergii zewnętrznego źródła ciepła napędowego

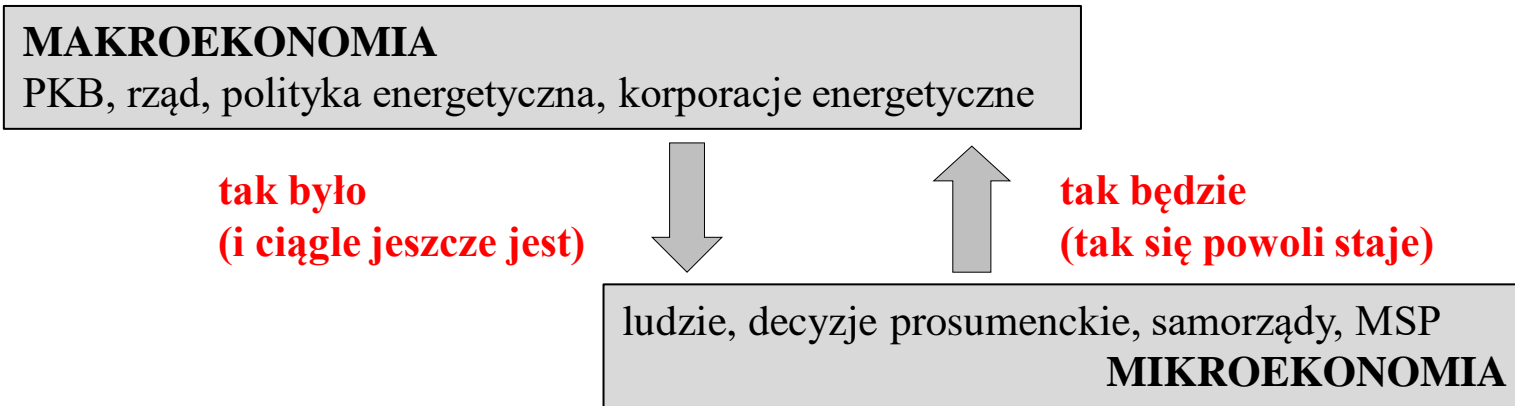
WSPÓŁCZYNNIKI TRANSFORMACYJNE

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)	(-)	1
ciepło	grzewcze, CG	ludność, mieszkalnictwo	kWh/m ²	$\frac{E_{PH}}{E_g} \cdot \frac{1}{COP}$	$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = 0,1$
	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
dalego potrzebne są dwa dalsze paradygmaty**

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



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

„Specyficzny” *market coupling* w postaci transostonowych 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+).

ELEKTROPROSUMERYZM

definicja, heurystyki krajowe

DEFINICJA, cz. I

(W koncepcji) Jest to nowy dział gospodarki, w Polsce w postaci czterech rynków elektroprosumeryzmu: 1° - rynku wschodzącego 1 energii elektrycznej funkcjonującego na elektroenergetycznej infrastrukturze sieciowej niskiego napięcia, średniego napięcia i 110 kV z przyłączonymi do niej źródłami OZE, 2° - rynku wschodzącego bezsieciowego urządzeń – produkowanych w fabrykach, ale też w małych i średnich zakładach wytwórczych, zdolnych reagować na potrzeby rynku lokalnego, 3° - rynku bezsieciowego usług – deweloperskich, projektowych, serwisowych, innych, 4° - rynku wschodzącego 2 energii elektrycznej produkowanej przez morskie farmy elektrowni wiatrowych (ten rynek jest poza zasięgiem lokalnych przedsiębiorców, ale też poza potrzebami miasta o liczbie mieszkańców poniżej 500 tys. Kluczowe znaczenie ma fakt, że jest to dział gospodarki – patrząc na jego lokalny charakter, ale jednocześnie globalny zasięg – zastępujący całą globalną energetykę paliw kopalnych

DEFINICJA, cz. II

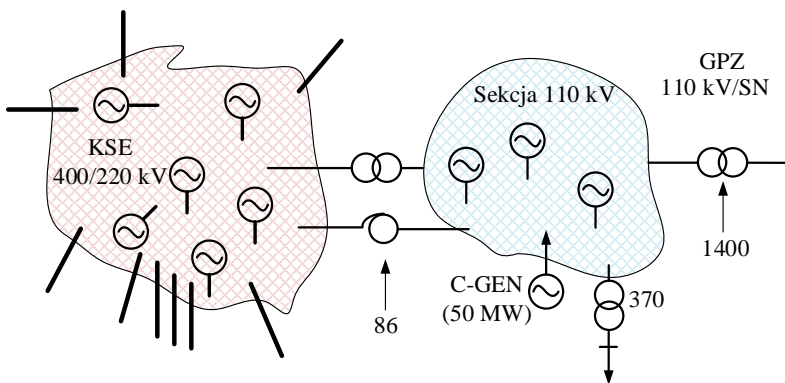
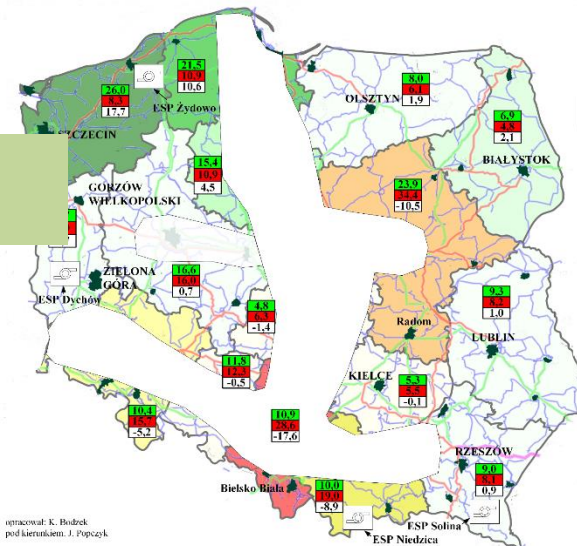
Inaczej, elektroprosumeryzmu jest działem gospodarki zastępującym trzy fundamentalne obecnie rynki końcowe energii: 1° - energii elektrycznej – produkowanej na świecie w elektrowniach węglowych, jądrowych i gazowych, a w Polsce w 80% w elektrowniach węglowych – i dostarczanej do odbiorców końcowych za pomocą całkowicie scentralizowanych systemów elektroenergetycznych kontynentalnych i krajowych, 2° - ciepła: grzewczego i do produkcji ciepłej wody użytkowej w budownictwie mieszkaniowym, ciepła dla potrzeb całego sektora usług, ciepła dla przemysłu, w tym dla procesów przemysłowych, produkowanego w Polsce w 50% w sieciowych systemach ciepłowniczych (polskie systemy ciepłownicze należą do największych i najbardziej nieefektywnych w Europie i na świecie) zasilanych przede wszystkim ze źródeł węglowych i gazowych oraz w 50% ze źródeł indywidualnych (pieców i kotłów węglowych nie spełniających na ogół wymagań środowiskowych) oraz kotłów gazowych, 3° - paliw transportowych (sprzedawanych w stacjach paliwowych)

POTENCJAŁ ENERGETYKI ROZPROSZONEJ I PROSUMENCKIEJ W POLSCE (bilanse cd.)

rynek wschodzący 1

100% EP/ER OZE
w horyzoncie 2040

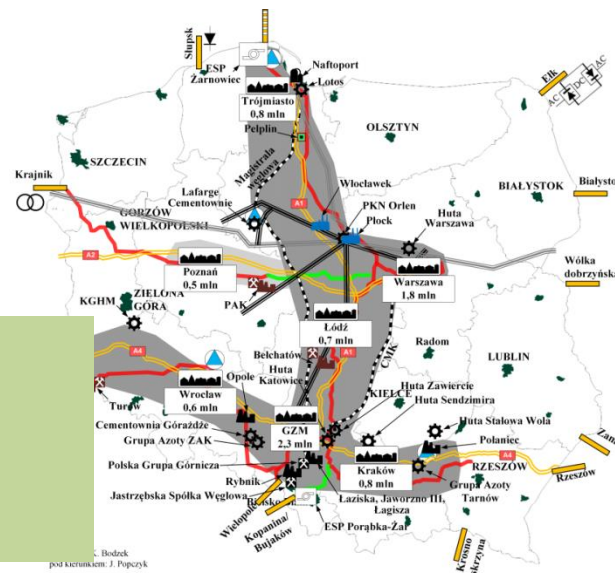
rynek schodzący WEK (JWCD, nJWCD)



transformacja
energetyki

rynek wschodzący 2

struktura (w %) krajowego bilansu energii elektrycznej 2050



5%	GOZ
5%	μEB
10%	EB
30%	EW
30%	PV
20%	offshore

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

DLACZEGO I KIEDY ELEKTROPROSUMERYZM?

(1)

- 1. Dlatego elektroprosumeryzm, bo zapewnia 3-krotnie wyższą wydajność energetyczną względem rynków końcowych (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) energetyki paliw kopalnych WEK (wielkoskalowa energetyka korporacyjna) w Polsce (na świecie obecnie ta krotność jest z dużym prawdopodobieństwem podobna), a 6-krotnie wyższą względem rynków energii chemicznej energetyki paliw kopalnych WEK w Polsce, i podobnej na świecie, ale względem rynków energii chemicznej i jądrowej**
- 2. Dlatego, bo ma wielki potencjał: 1° - przyspieszenia procesu przekształcania gospodarki w bardziej bezpieczną energetycznie, intensyfikującą wykorzystanie zasobów endogenicznych, 3° - nowocześniejszą z szybko rozwijającą się inteligentną infrastrukturą elektroprosumeryzmu**

DLACZEGO I KIEDY ELEKTROPROSUMERYZM?

(2)

- 3. Przede wszystkim jednak dlatego, bo umożliwia przyspieszenie dojścia do neutralności klimatycznej z uwagi na to że:**
- 1° - prowadzi do szybkiej obniżki kosztów zaspakajania potrzeb energetycznych ludności i całej gospodarki, 2° - pobudzenia korzystnych zmian społecznych (trzy fale elektroprosumeryzmu: prosumentów, pretendentów-innowatorów oraz pretendenta zbiorowego uosabiającego społeczeństwo), dających szansę na autograniczenie się społeczeństw w rabunkowej eksploatacji zasobów naturalnych**

JAKA KOLEJNOŚĆ DZIAŁAŃ OBOWIĄDUJE W TRANSFORMACJI DO EKETROPROSUMERYZMU ?

fundamentalny ranking strategicznych działań w transformacji do elektroprosumeryzmu jest następujący:

1 - pasywizacja budynków (zasobów mieszkaniowych)

- 5-krotne zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło grzewcze

2 - elektryfikacja ciepłownictwa

- 3-krotnie mniejsza energia napędowa pomp ciepła w porównaniu z zapotrzebowaniem na ciepło grzewcze

3 - elektryfikacja transportu

- 3-krotnie wyższa sprawność samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem z silnikiem spalinowym

4 - reelektryfikacja OZE

- tylko o 20% wyższe zapotrzebowanie na energię elektryczną

SZACUNKOWE DANE ROCZNE (2017), w mld PLN,
obrazujące wymiar makroekonomiczny WEK w Polsce

ENERGETYKA WEK					
Rynki końcowe (z podatkami i parapodatkami)	~180	paliwa transportowe		energia elektryczna	ciepło
		100		48	30
Import	>75	paliwa			
		ropa	gaz	węgiel	biomasa ¹
		45	15	3	0,6
		dobry inwestycyjne			
		elektroenergetyka (głównie bloki węglowe)	gazownictwo	sektor paliw transportowych	
		5	3	3	
		<i>know how</i> (usługi konsultingowe) – b.d.			
Podatki, parapodatki,	~80	akcyza – 36 (dominujący udział paliw transportowych)			
		VAT – 38 (dominujący udział ludności)			
		CO₂ – 6 (dominujący udział energetyki węglowej)			
Ukryte dopłaty	5	górnictwo węgla kamiennego – 5 (dominujący udział)			
MAKROEKONOMIA KRAJU					
PKB – 2000, zadłużenie – 1000, budżet-wydatki – 400, deficyt budżetowy – 40, osiągalne przychody ludności – 700					

POLSKI BILANS ENERGETYCZNY 2019

(energetyka węgla, ropy i gazu)

energia chemiczna – 1100 TWh

energia końcowa – 600 TWh

HEURYSTYKI BILANSOWE

zaspakajanie usług energetycznych w środowisku
elektroprosumeryzmu OZE 2050

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

energia użyteczna – 205 TWh

miks po reelektryfikacji OZE

	energia, %	moc, GW
GOZ	5	1,2
μEB	5	1,2
EB	10	2,5
EWL	30	16
PV	30	60
EWM	20	8

potencjał redukcji rynku energii elektrycznej

130 TWh → 95 TWh

cieplny potencjał pasywizacji budownictwa

160 TWh_c → 30 TWh_c

potencjał elektryfikacji ciepłownictwa

(30+30) TWh_c → 20 TWh

elektryfikacja transportu

200 TWh_{ch} → 60 TWh

HEURYSTYKI EKONOMICZNE (1)

**Tablica heurystyki kosztowej (w cenach stałych)
stanu końcowego B(2050), po transformacji TETIP**

Wartość rynków końcowych: energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych 2019 (z podatkami i parapodatkami)	200 mld PLN
Koszt energii elektrycznej napędowej produkowanej w źródłach OZE w elektroprosumeryźmie 2050, po transformacji A→B(TETIP)	40 mld PLN
Wartość rynków końcowych 2050, wariant PEP2040 (projekt)	200 mld PLN

HEURYSTKI EKONOMICZNE (2)

**Tablica heurystyk trajektorii A(2020)→B(2050
transformacji TETIP (w cenach stałych)**

Skumulowana (2020-2050) nadwyżka	2 bln PLN
Nakłady inwestycyjne na reelektryfikację OZE	750 mld PLN
Pasywizacja budownictwa i elektryfikacja ciepłownictwa	(500+350) mld PLN
Elektryfikacja transportu	200 mld PLN
Na „sprawiedliwą” transformację pozostaje	200 mld PLN

Jakie oddolne działania są potrzebne dla pobudzenia trzech kolejnych fal elektroprosumeryzmu ?

- 1. Sojusz samorządów, prosumentów (odbiorców energii), sektora MMSP i sektora NGO w ramach oddolnych działań**
- 2. Opracowanie (w miarę możliwości) oddolnego programu dojścia do elektroprosumeryzmu w trzech segmentach sieciowych: nN (sołectwa) – nN-SN (gminy, miasta do 50 tys. mieszkańców – nN-SN-110 kV (miasta 50 do 500 tys. mieszkańców)**
- 3. Presja oddolna na pilne ukierunkowanie szkolnictwa zawodowego, ale także wyższego na potrzeby trzech rynków elektroprosumeryzmu (ryнку wschodzącego energii elektrycznej 1 oraz dwóch bezsieciowych rynków urzędzeń i usług)**

Ostry kryzys relacji międzyludzkich, dramatyczny kryzys w górnictwie i głęboki kryzys w elektroenergetyce, kryzys klimatyczny oraz progresywne właściwości elektroprosumeryzmu wręcz zapraszają do działań na rzecz zmian. Jedną z inicjatyw jest Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050, www.ppte2050.pl , w szczególności realizowana aktualnie przebudowa mająca na celu jej dostosowanie do dynamiki zachodzących zmian (kolejny slajd pokazuje kierunek tej przebudowy na przykładzie projektowanej strony startowej PPTe2050)

POWSZECHNA PLATFORMA TRANSFORMACYJNA ENERGETYKI

transformacja w trybie innowacji przełomowej

pięć platform elektroprosumeryzmu



wiedzy



edukacji

trzy fale



prosumencka

pretendenta
innowatorapretendenta
zbiorowego

WCZEŚNIEJSZE ZASOBY PPTE2050 (zamrożone: sierpień 2020)

elektroprosumeryzm - to na wiedzy zbudowana praktyka,
elektroprosumeryzm - to praktyka, która żąda edukacji,
elektroprosumeryzm - to edukacja, która rodzi fale.

Pierwsza fala, prosumencka już niesie Kowalskiego do elektroprosumeryzmu. Druga fala - pretendenta-innowatora, dopiero wzbierająca - ma siłę aby donieść tam w horyzoncie 2040 stutysięczne miasto, z otaczającym je powiatem, też stutysięcznym. Trzecia, w postaci pretendenta zbiorowego, wystarczy aby w horyzoncie 2050 uwolnić od paliw kopalnych Warszawę i cały kraj. Wtedy elektroprosumeryzm stanie się podręcznikowym banałem, a platforma PPTE2050 (po kolejnych zmianach nazwy) będzie zdolna mierzyć się z unifikacją nowych obszarów. Tych nigdy w wielkiej przestrzeni społecznej nie zabraknie.

Jan Popczyk, lipiec 2020

Wyszukiwarka:

Wyszukaj według:

Autora

Fraza:

Szukaj

Nawigacja ▾

Ostatnio dodane ▾

Archiwum ▾

Załącznik 1

bilans energetyczny świata

Bilans energetyczny – świat (1)
(2013 ... 2015, okres „przełomu” w dynamice)
(liczba ludności: 7 mld; liczba samochodów: 1,1 mld)

Roczne zużycie paliw kopalnych, na cele energetyczne ⁽¹⁾				
	węgiel kamienny	węgiel brunatny	ropa	gaz
Jednostki naturalne	7 mld ton	1 mld ton	4 mld ton	2 bln m ³
Wartość (giełdowa), mld \$	380 ⁽²⁾	35 ⁽³⁾	1300 ⁽²⁾	320–600 ⁽⁴⁾
Energia chemiczna, tys. TWh	35	2,2	45	20
Emisja CO ₂ ⁽⁵⁾ , mld ton	15	1	9	4
Energia końcowa ⁽⁶⁾ , tys. TWh	10 _e + 5 _c (energia el. + ciepło)	0,7 _e (energia el.)	38 _t + 3 _e + 1 _c (energia na „kołach”)	6 _e + 5 _c (energia el. + ciepło)
Roczna produkcja energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, to 3 tys. TWh				
Roczna produkcja energii w źródłach OZE, tys. TWh				
wodne	wiatrowe	PV	biomasa przetworzona (biopaliwa gazowe, płynne)	biomasa stała (nieprzetworzona)
4 _e	1 _e	0,3 _e	(0,03 _e + 0,03 _c) _{Niemcy} + (0,6 _t) _{USA+Brazylia} ⁽⁷⁾	5 _c ⁽⁸⁾

Bilans energetyczny – świat (2), objaśnienia

(1) W szczególności bez zużycia węgla kamiennego i gazu ziemnego na cele procesowe (koksownictwo, przemysł chemiczny, ...).

(2) przyjęto (2015) jednostkowe ceny giełdowe: węgiel kamienny – 55 \$/t, ropa – 330 \$/t (45 \$/baryłka); gaz 160 \$/(tys. m³); ⁽³⁾ do oszacowania wartości węgla brunatnego, który nie jest notowany na giełdach, przyjęto praktyczną regułę, zgodnie z którą cena jednostki energii chemicznej w węglu brunatnym jest równa 0,7 ceny jednostki energii chemicznej w węglu kamiennym.

(3) do oszacowania wartości węgla brunatnego, który nie jest notowany na giełdach, przyjęto praktyczną regułę, zgodnie z którą cena jednostki energii chemicznej w węglu brunatnym jest równa 0,7 ceny jednostki energii chemicznej w węglu kamiennym.

Tab. 1. Bilans energetyczny – świat (3), objaśnienia, cd.

(4) wartość rynku gazu, który praktycznie jeszcze nie podlega pełnej wycenie giełdowej (choć specyficzne formy wyceny giełdowej, globalnej w przypadku gazu płynnego oraz lokalnej w postaci habów gazu sieciowego, są już stosowane) oszacowano w postaci przedziału: dolna wartość przedziału jest związana z krótkotrwałym mechanizmem rynkowym, który ukształtował się w USA pod wpływem boomu gazu łupkowego (boom ten spowodował zrównanie się cen energii chemicznej w gazie i w węglu kamiennym), górna wartość jest z kolei charakterystyczna dla reguły, która obowiązywała przez dziesięciolecia w dostawach sieciowych rosyjskiego gazu ziemnego do Europy i polegała na indeksowaniu (z 9-cio miesięcznym opóźnieniem) cen gazu w kontraktach długoterminowych *take or pay* cenami giełdowymi ropy naftowej.

Tab. 1. Bilans energetyczny – świat (4), objaśnienia, cd.

(5) oszacowania wykonane przy założeniu spalania stechiometrycznego.

(6) przez energię końcową rozumie się tak określaną/nazwaną energię w terminologii dyrektywy 2009/28 (energia elektryczna i ciepło brutto, energia chemiczna paliwa w transporcie).

(7) w oszacowaniu uwzględniono dane dla trzech światowych liderów w zaawansowanych technologiach energetycznego wykorzystania biomasy (poza spalaniem nieprzetworzonej biomasy drzewnej oraz innej stałej), mianowicie dla Niemiec (produkcja energii elektrycznej i ciepła w biogazowniach połączonych ze źródłami kogeneracyjnymi) oraz dla USA i Brazylii (produkcja paliw transportowych w bio-rafineriach).

(8) oszacowanie odnosi się do biomasy spalanej w stanie nieprzetworzonym z bardzo niską sprawnością (do oszacowania przyjęto sprawność produkcji ciepła użytecznego równą 0,3, w bilansie biomasy stałej nieprzetworzonej pominięto technologię współspalania (stosowaną w Polsce, na świecie niestosowaną ze względu na jej nieracjonalność).

Załącznik 2

rozmieszczenie zasobów paliw kopalnych na świecie

Struktura regionalna globalnych zasobów prognostycznych paliw kopalnych, %

Lp.	Kraj	węgiel kamienny	gaz ziemny	ropa naftowa
1	Rosja	20	30	5
2	USA	40	5*	5*
3	Chiny	30	(-)	(-)
4	Iran	(-)	15	10
5	Arabia Saudyjska	(-)	(-)	25
6	Katar	(-)	15	(-)
7	Zjednoczone Emiraty Arabskie	(-)	5	10
8	Kuwejt	(-)	(-)	10
9	Irak	(-)	(-)	10
10	Wenezuela	(-)	(-)	10
	Razem	90	70	85

* Gaz ziemny łącznie z gazem łupkowym, i odpowiednio ropa naftowa w złożach konwencjonalnych łącznie z ropą w formacjach łupkowych

Załącznik 3

**ekwiwalentowanie energetyczne paliw kopalnych względem
użytecznej energii elektrycznej OZE w elektroprosumeryźmie**

**Polski bilans energetyczny (2015) dla paliw kopalnych (bez OZE),
uwzględniający kontekst mono rynku energii elektrycznej OZE
2050 z jednej strony, a z drugiej ramunkowej polityki surowcowej
w energetyce węglowej (1)**

Rozszerzony bilans energetyczny dla paliw kopalnych (2015), TWh			
		(·) 1/2/3/4/5¹	stosunek 5/(·)
Węgiel kamienny	energia elektryczna	(43) 56/70/200/210/520	12
	ciepło	(9) 60/66/82/87/220	25
Węgiel brunatny	energia elektryczna	(40) 50/62/180/190/270	7
Ropa naftowa	paliwa transportowe	(50) /200/210/260/273/340	7
Gaz ziemny	energia elektryczna	(3) 4/5/10/11/13	4
	ciepło	(17) 110/120/126/133/170	10
Razem		(162) 480/533/859/906/1533 ²	10

Polski bilans energetyczny (2015) dla paliw kopalnych ... (2), objaśnienia

(·) zużycie końcowe energii elektrycznej potrzebnej do zaspokojenia potrzeb w danym segmencie zapotrzebowania na mono rynku energii elektrycznej OZE (po pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa i elektryfikacji transportu); zużycie to stanowi poziom odniesienia, czyli jest minimalnym zużyciem osiągalnym dla skomercjalizowanych technologii efektywnościowych (wartości w nawiasach, podane w przybliżeniu, wyliczono dla współczynników redukcyjnych wynoszących: dla rynku energii elektrycznej 0,75, dla rynku transportu 0,25, dla rynku ciepła 0,15).

1. energia końcowa wyprodukowana z paliw kopalnych, wykorzystana przez odbiorców końcowych, w danym segmencie produkcji.

2. energia końcowa (p.1) zwiększona: na rynkach energii elektrycznej i ciepła o straty sieciowe i potrzeby własne źródeł wytwórczych (na rynkach energii elektrycznej o 20%, na rynkach ciepła o 10%), a na rynku paliw transportowych o energię potrzebną do transportu tych paliw z rafinerii do stacji benzynowych (5%).

Polski bilans energetyczny (2015) dla paliw kopalnych ... (3), objaśnienia, cd.

3. energia chemiczna dostarczona do przetworzenia w instalacji przetwórczej (w elektrowni kondensacyjnej, elektrociepłowni, kotłowni, piecu grzewczym, instalacji petrochemicznej, gazoporcie); do oszacowań przyjęto sprawność produkcji energii elektrycznej z węgla równą 35%, z gazu ziemnego 50%, a ciepła 80% w wypadku źródeł węglowych oraz 95% w wypadku źródeł gazowych.

4. energia chemiczna dostarczona do przetworzenia (p.3) zwiększona o ekwiwalentną energię chemiczną w danym paliwie, odpowiadającą rzeczywistej energii (zawsze w dużej części elektrycznej) służącej wydobywaniu danego paliwa (w kopalni węgla kamiennego/brunatnego, w instalacji wydobywczej ropy naftowej, w instalacji wydobywczej gazu ziemnego) i przetransportowaniu do instalacji przetwórczej.

5. energia chemiczna wydobyta (p.4) zwiększona o straty eksploatacyjne, czyli o energię pozostającą w złożu po zakończeniu jego eksploatacji (w polskim górnictwie węgla kamiennego straty eksploatacyjne są niezwykle duże, wynoszą około 60%; w wypadku węgla brunatnego jest to około 30%; dla ropy naftowej i gazu ziemnego straty eksploatacyjne przyjęto na poziomie 20%).