

POWSZECHNA PLATFORMA TRANSFORMACYJNA ENERGETYKI 2050

www.ppte2050.pl



Redakcja portalu

redaktor naczelny: Jan Popczyk

zastępca redaktora naczelnego: Krzysztof Bodzek

e-mail: redakcja@ppte2050.pl

Serwis internetowy webmaster: Andrzej Piechocki, e-mail: it@ppte2050.pl

Konwersatorium e-mail: konwersatorium@ppte2050.pl

Na progu trzeciej dekady XXI w. elektroprosumerym jest rodzącym się wyzwaniem. Wynika to jednoznacznie ze zidentyfikowanych już fundamentalnych podstaw elektroprosumeryzmu, czyli podstaw teoretycznych w postaci tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego. Jednocześnie wynika to z faktu, że w końcu 2020 r. można już zauważyć procesy inicjujące cztery rynki elektroprosumeryzmu, będące jego praktyką.

Podstawy fundamentalne są istotne dla weryfikacji hipotezy, że cel polityczny (neutralność klimatyczna 2050) jest właściwy z punktu widzenia świata przyrody. W tym wypadku ważny jest „twardy” (głównie taki) paradygmat egzergetyczny: pierwsza i druga zasada termodynamiki (globalna efektywność egzergetyczna vs lokalna efektywność energetyczna). Jednocześnie jest to także „twarda” część paradygmatu wirtualizacyjnego: cztery równania elektromagnetyzmu Maxwella (wirtualizacja/cyfralizacja rynku energii elektrycznej vs integracja/monopolizacja sieciowo-systemowa).

Z kolei rynki elektroprosumeryzmu są ważne z punktu widzenia realizowalności (!) celu politycznego w świecie „rozmytych” zachowań ludzkich, zarówno w postaci indywidualnych postaw ludzi jak i postaw społecznych (procesów społecznych). Z jednej strony zachowania te są uwarunkowane błędami poznawczymi. Z drugiej strony są współcześnie kształtowane przez szokową dynamikę zmian technologicznych oraz przez wolniejszy, ale bardzo jednak dynamiczny rozwój nowych koncepcji wdzierających się do ekonomii, prawa i socjologii (do badań procesów społecznych), czyli w obszar obowiązywania „miękkich” części paradygmatów: prosumenckiego i wirtualizacyjnego, a nawet egzergetycznego (jego części powiązanej ze zmianami technologicznymi).

Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu (Biuletyn RE) jest bezpośrednią odpowiedzią na scharakteryzowaną sytuację. Jego potrzeba, mimo istniejącego już *Biuletynu PPE2050*, wynika z „przełomu 2020”: przyspieszenia procesów społecznych i dramatycznie narastającej niewydolności polityki energetycznej. Przełom 2020 sprawił, że nie ma już ani możliwości, ani sensu, aby wszyscy zajmowali się obydwoma procesami: schodzącymi w korporacyjnej energetyce wielkoskalowej paliw kopalnych i wschodzącymi na rynkach elektroprosumeryzmu, a do końca 2019 roku wydawało się, że w Polsce długo jeszcze tak będzie.

Najbardziej syntetycznych czynników pobudzających rozwój rynków elektroprosumeryzmu (już działających i potencjalnych) trzeba na koniec 2020 r. upatrywać w szokowej alokacji kapitału giełdowego z obszaru spółek energetycznych w obszar rynków biznesu cyfrowego, czyli rynków pokrewnych rynekom elektroprosumeryzmu. Otóż kapitalizacja wszystkich polskich spółek energetycznych (*PGE, Tauron, Energa, Enea, PGNiG, PKN Orlen, Lotos, JSW, Lubelski Węgiel*) to na początku listopada niecałe 98 mld PLN. Kapitalizacja dwóch „spółeczek” (powołanych przez polskich „małoletnich pretendentów”) działających w scyfryzowanym świecie – *Allegro* i *CD Projekt* – to 108 mld PLN.

Porównanie oznacza, że *Biuletyn PPE2050* jest potrzebny do zapewnienia wdrożenia zasady współużytkowania zasobów sieciowo-systemowych KSE (w powiązaniu z restrukturyzacją całej schodzącej energetyki) w trybie politycznym (regulacji prawnych). *Biuletyn RE* jest potrzebny do budowy rynków elektroprosumeryzmu w taki sposób, aby zapewniały one dostępność rynkową wszystkich potrzeb energetycznych każdemu kto je ma za pomocą więziotwórczych relacji rynkowych, dopasowanych za każdym razem do przestrzeni społecznej, w której te rynki działają.

Jan Popczyk
12 listopada 2020



Opublikowanie *Biuletynu Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1/2020* zostało sfinansowane przez Narodowy Instytut Wolności ze środków Programu Rozwoju Organizacji Obywatelskich na lata 2018-2030, w ramach projektu pt.: „Stowarzyszenie Klaster 3x20 jako think tank w procesie transformacji energetyki i kształtowania polityki energetycznej Polski w systemie bottom-up w horyzoncie 2050”.

Cztery rynki elektroprosumeryzmu – odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050

Four electroprosumerism markets – an answer to the 2020 structural crisis (a wall giving rise to energy breakthrough), a challenge and prospects of 2050

Koniec 2020 r. w sposób jednoznaczny pokazuje, że nie ma innego rozwiązania, zwłaszcza w Polsce, ale nie tylko, niż transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej za pomocą rynków elektroprosumeryzmu. To te rynki mają potencjał najlepszej, obciążonej najmniejszym ryzykiem, realizacji dwóch celów politycznych UE 2050: neutralności klimatycznej oraz Europejskiego Zielonego Ładu. W wypadku pierwszego chodzi o realizację najbardziej efektywną, najniższym kosztem. W wypadku drugiego chodzi o realizację najbardziej innowacyjną w sferze rozwoju technologicznego i najbardziej skuteczną, zrównoważoną w sferze społecznej. W wypadku tego celu rynki elektroprosumeryzmu otwierają drogę do społeczeństwa progresywnego, empatycznego i będą – ze względu na ich właściwości i ze względu na ich bardzo wielką potencjalną wartość – jednym z największych obszarów i najsilniejszych czynników kształtowania takiego społeczeństwa. Jest to szansa – szczególnie ważna w wypadku lokalnych społeczności – na łagodzenie ryzyka alienacji społecznej związanego z przemysłem 4.0 i sztuczną inteligencją, których nadejście jest nieuchronne. Równocześnie z rozwojem rynków elektroprosumeryzmu będzie słabła najpotężniejsza społeczność korporacyjna, mianowicie społeczność wielkoskalowej energetyki paliw kopalnych, która nie jest już społecznością na XXI w.

Słowa kluczowe: energetyka, rynki, transformacja, tryb przełomowy, elektroprosumeryzm

The end of 2020 clearly shows that there is no other solution – especially in Poland, but not only – than transformation of the energy sector in the breakthrough innovation mode with the use of electroprosumerism markets. These are exactly the markets which have potential of the best and carrying the smallest risk realization of two EU 2050 political goals: climate neutrality and the European Green New Deal. In case of the first one the point is that we want to achieve the most efficient realization with the lowest cost possible. In the second case it is about realization being the most innovative in the sphere of technical development and the most effective and balanced in the social sphere. Moreover, the electroprosumerism markets pave the way to the emphatic and progressive society and – in view of their properties and considering their big potential value – they will be one of the biggest areas and the strongest factors of shaping it. It is a chance – particularly important in case of local societies – to mitigate the risk of social alienation which is connected with the unavoidable coming of industry 4.0 and the AI (artificial intelligence). And together with the development of electroprosumerism markets the most powerful corporate community – the one of the large scale fossil fuels power industry – will become gradually weaker as it is no longer the community appropriate for the XXI century.

Keywords: energy industry, markets, transformation, breakthrough mode, electroprosumerism

Tabelaryczny spis podstawowych nazw i akronimów

Nazwy	Objaśnienie
Cele polityczne 2050 (UE)	– są to dwa cele: neutralność klimatyczna i Europejski Zielony Ład (nowy model rozwojowy)
Elektroprosumeryzm	– jedyność energii elektrycznej OZE (monizm elektryczny OZE) jako energii napędowej na współczesnych trzech rynkach końcowych energetyki WEK-EP: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych
Heurystyki bilansowe elektroprosumeryzmu	– makroekonomiczna (w krajowej osłonie kontrolnej OK) oraz mikroekonomiczne (w osłonach: prosumenckich, JST i innych) heurystyki napędowej energii elektrycznej OZE po zrealizowaniu transformacji TETIP(A→B) od stanu początkowego transformacji A(2020) do stanu końcowego B(2050v \vec{EP}) lub – w alternatywnym zapisie – transformacji TETIP (WEK-PK→rynk \vec{EP})
Heurystyki ekonomiczne TETIP	– tak jak heurystyki bilansowe, ale w odniesieniu do kosztów związanych z pokryciem potrzeb energetycznych jako głównego parametru charakterystyk ekonomicznych transformacji (w zapisach: podstawowym i alternatywnym)
Kreacjonizm (pretendenci-innowatorzy) w elektroprosumeryzmie vs prognozowanie (regresyjne) w energetyce WEK-EP	– jest to realizacja celów politycznych 2050 ↔ TETIP(WEK-PK→rynk \vec{EP}) na drodze kreacji rynków elektroprosumeryzmu za pomocą innowacji przełomowych (w obszarze technologii oraz modeli biznesowych) przez pretendencjów-innowatorów i prosumentów (podmioty rynkowe o dużym potencjale dyfuzji innowacji przełomowych) vs reaktywne zwiększanie rynków schodzących energetyki WEK-PK zgodnie z długoterminowymi prognozami (regresyjnymi), przenoszącymi przeszłe rozwiązania w przyszłość za pomocą innowacji przyrostowych przez podmioty zasiedziały na rynkach WEK-EP, w ramach polityki energetycznej przez sojusz polityczno-korporacyjny (polityki „kreowanej” w imię ochrony interesów własnych sojuszu); w ujęciu ekonomii politycznej i ekonomii klasycznej jest to planowanie bazujące na prognozach vs rynek (wymagający zapewne nowej umowy społecznej)

Przełom (uwarunkowań) 2020 (Polska)	–	odpowiedź na krańcowy stan 2020 strukturalnego kryzysu polskiej energetyki WEK-PK („ścianę” rodzącą energetyczny przełom)
Rynki elektroprosumeryzmu (cztery rynki wschodzące)	–	rynek $\vec{EP}(1)$ – rynek energii elektrycznej 1 (RCR – rynek czasu rzeczywistego); rynek $\vec{EP}(2)$ – bezsieciowy rynek urządzeń (technologii, materiałów, produktów, ...); rynek $\vec{EP}(3)$ – bezsieciowy rynek usług (projektowych, instalacyjnych, serwisowych, innych, a także usług związanych z obsługą modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych, ESCO, innych); rynek $\vec{EP}(4)$ – rynek energii elektrycznej 2 (offshore)
Rynki końcowe energii (trzy rynki schodzące energetyki WEK-PK)	–	rynki: energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych bazujące na paliwach kopalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, ewentualnie także paliwa jądrowe, ropopochodne paliwa transportowe, gaz) należące do energetyki WEK (nominowane w MWh)
Rynki pierwotne energii (podstawowo trzy rynki schodzące energetyki WEK-PK)	–	rynki węgla kamiennego, gazu, ropopochodnych paliw transportowych (energii chemicznej tych paliw, nominowanej w MWh)
Sandbox	–	poligon testowania regulacji prawnych indywidualnego systemu(WSE) – reprezentatywnego w wydzielonym zbiorze tych systemów – przez urząd URS (urząd regulacji sandboxów); poligon, w którym będą weryfikowane na „żywych” systemach(WSE) nowe regulacje prawne, dające aktywnym społecznościom lokalnym (władzom samorządowym, prosumentom i przedsiębiorcom z sektora MMSP) możliwość realizacji transformacji TETIP (WEK-PK \rightarrow rynki \vec{EP})
System(WSE)	–	Wirtualny System Elektryczny jest wydzielonym zbiorem źródeł (ogólnie instalacji wytwórczo-magazynowych) przyłączonych w węzłach sieciowych i odbiorów (ogólnie instalacji prosumenckich) przyłączonych w sieciowych węzłach odbiorczych KSE zarządzanym przez operatora(WSE) na handlowo-technicznej platformie(WSE) lub z wykorzystaniem platformy OIRE (Operator Informacji Rynku Energii Elektrycznej)
Zasada TPA+	–	zasada współużytkowania zasobów sieciowych i systemowych (regulacji częstotliwościowej i zasobów bilansujących) KSE umożliwiającą działanie kosztów krańcowych i krańcowej produktywności na osłonie kontrolnej między rynkiem schodzącym energii elektrycznej należącym do elektroenergetyki WEK-EP i rynkami wschodzącymi elektroprosumeryzmu (zwłaszcza rynkiem $\vec{EP}(1)$ oraz rynkiem $\vec{EP}(4)$)
Zbiór kanoniczny technologii wytwórczych	–	<i>podzbiór czterech technologii podstawowych (skomercjalizowanych):</i> EB – elektrownie biogazowe (na początek głównie utylizacyjne), EWL – elektrownie wiatrowe lądowe, PV – źródła fotowoltaiczne, EWM – elektrownie wiatrowe morskie oraz <i>podzbiór pięciu technologii potencjalnych:</i> GOZ – dojrzewająca multitechnologia mineralizacji niskotemperaturowej w gospodarce obiegu zamkniętego, na początek w gospodarce odpadami, μ EB – wymagające skomercjalizowania mikroelektrownie biogazowe, na początek głównie utylizacyjne, μ EW – wymagające skomercjalizowania mikroelektrownie wiatrowe, <i>i najważniejsze w tym podzbiórze technologie:</i> μ TW – dojrzewające technologie wodorowe, μ EJ – potencjalne, specjalnego cywilnego zastosowania, fabryczne mikroelektrownie jądrowe
Akronimy		Objaśnienie
B(2050 \leftrightarrow \vec{EP})	–	unifikacja (równoważność) stanu końcowego B transformacji TETIP w aspektach: czasowym (horyzont 2050) oraz modelu (funkcjonujące cztery dojrzałe rynki elektroprosumeryzmu)
EP	–	energetyka prosumencka
PPTe2050		Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki, www.ppte2050.pl
TETIP	–	transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej
TETIP(A \rightarrow B)		trajektoria transformacji TETIP od stanu początkowego A(2020) do stanu końcowego B(2050 \vec{EP})
WEK	–	wielkoskalowa energetyka korporacyjna: elektroenergetyka wraz z górnictwem węgla brunatnego i potencjalnie z energetyką jądrową, ciepłownictwo, sektor paliw transportowych, gazownictwo, górnictwo węgla kamiennego
WEK-PK	–	energetyka WEK posiadająca rynki podażowe węgla (górnictwo węgla kamiennego i elektroenergetyka posiadająca kopalnie węgla brunatnego, a częściowo także węgla kamiennego), gazu (gazownictwo), ropopochodnych paliw transportowych (sektor naftowy) oraz energetyka WEK posiadająca systemowy rynek końcowy energii elektrycznej w części bazującej na paliwach kopalnych (elektroenergetyka oraz w niewielkiej części pozostałe sektory energetyki WEK) i sieciowe lokalne rynki końcowe ciepła bazujące na paliwach kopalnych (ciepłownictwo); w pojęciu WEK-PK w artykule mieści się także (ze względu na ofensywę projądrową, która ujawniła się w Polsce w 2020 r.) potencjalna energetyka (elektroenergetyka) jądrowa
WEK-OZE	–	korporacyjna wielkoskalowa elektroenergetyka OZE – hasłowy przekaz (zbiór różnorodnych działań) pojawiający się w przestrzeni publicznej, adresowany wyraźnie do UE jako program rozwojowy (transformacja energetyczna) elektroenergetyki WEK-PK, adresowany wyraźnie do Komisji Europejskiej, mający na celu pozyskanie środków z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji (przykładem jednego z działań jest „Koncepcja sprawiedliwej transformacji Wielkopolski Wschodniej”, Internet); Wielkopolska Dolina Energii – siła Wielkopolski Wschodniej”, Internet); w tym pojęciu mieści się w artykule także energetyka (elektroenergetyka) jądrowa, która w propagandzie projądrowej jest w Polsce często nazywana odnawialną

Wprowadzenie

Artykuł jest artykułem „otwierającym” pierwszy numer *Biuletynu Rynki Elektroprosumeryzmu (Biuletyn RE)*, co jest w naturalny sposób silnym jego uwarunkowaniem. Jako taki powinien w szczególności wskazać ważne argumenty uzasadniające hipotezę, że koniec 2020 roku jest właściwym czasem – ani przedwczesnym, ani zbyt późnym – powołania do życia *Biuletynu RE*, zwłaszcza uwzględniając fakt, że zaledwie pół roku wcześniej ukazał się pierwszy numer *Biuletynu PPTe2050*, w którym rynki elektroprosumeryzmu w naturalny sposób są i będą (muszą być) obecne. Chodzi tu oczywiście o potrzebę rozbudowy argumentacji hasłowo zapisanej już w słowie redakcyjnym zamieszczonym w *Biuletynie RE* nr 1/2020.

W naszkicowanym kontekście dwa argumenty są szczególnie ważne.

- Pierwszym jest *dynamika (faza) rozpoznania podstaw fundamentalnych (teoretycznych) elektroprosumeryzmu* (triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego [1]) z jednej strony i procesów społecznych warunkujących rynki elektroprosumeryzmu stanowiące jego praktykę z drugiej strony (artykuły [2] i [3] w *Biuletynie PPTe2050* oraz cała platforma PPTe2050 [4], w szczególności dwa Cykle Raportów w bibliotekach BŻEP i BPEP z okresu październik 2017 – styczeń 2018 i luty 2018 – listopad 2019; w każdym 12 Raportów). Ten argument jest zasygnalizowany w słowie redakcyjnym *Biuletynu*, ale w artykule jest znacznie rozwinięty.
- Drugim jest nowy argument – mianowicie *potencjalna szansa rozwoju rynków elektroprosumeryzmu, a równocześnie narastające intensywnie zagrożenie związane z ryzykiem ich zablokowania*.

Szansa jest związana z nową unijną perspektywą finansową (2021-2027), z unijnymi ramami programowymi 2030 polityki klimatyczno-energetycznej i z ogłoszonym Europejskim Zielonym Ładem jako programem wzmacniającym realizację unijnego (i globalnego) celu politycznego 2050 w postaci neutralności klimatycznej.

Z kolei zagrożenie jest związane od początku 2020 r. z ustanowionym unijnym funduszem FST (Funduszem Sprawiedliwej Transformacji) regionów górniczych, powiązany z dwoma innymi filarami finansów unijnych, mianowicie EFRR (Europejskim Funduszem Rozwoju Regionalnego oraz EFS+ (Europejskim Funduszem Społecznym Plus); łączne finanse (z budżetu unijnego i ze środków krajów członkowskich) mogą osiągnąć w perspektywie budżetowej 2021-2027 wartość wynoszącą nawet 110 mld euro. Ponadto, zagrożenie jest związane także z kolejną ofensywą projądrową, która bardzo nasiliła się w Polsce w 2020 r., zarówno w przestrzeni społecznej jak i, przede wszystkim, na poziomie rządowym i urzędu Prezydenta [3].

Z samej swojej istoty fundusz FST jest ukierunkowany na rozwój rynków elektroprosumeryzmu w regionach węglowych, czyli na transformację w trybie innowacji TETIP (WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$). Jeśli jednak regiony węglowe (społeczności lokalne, zdominowane niestety przez energetykę WEK-PK) nie podejmą wielopłaszczyznowych działań na rzecz rozwoju

rynków elektroprosumeryzmu, to otworzą „okno” do skutecznych działań energetyki WEK-PK na rzecz sprowadzenia transformacji energetyki do transformacji w trybie innowacji przyrostowej (WEK-PK→WEK-OZE) i zablokowania transformacji w trybie innowacji WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$, co najmniej na pewien czas. Ofensywa w takim właśnie kierunku została już podjęta przez energetykę WEK-PK. Oczywiście będzie ona miała tym większe szanse, im mniej będzie wysiłku na rzecz dobrych koncepcji (opisu) i dobrej organizacji rynków elektroprosumeryzmu. Znacznie jeszcze silniejsze potencjalne działanie blokujące rozwój rynków elektroprosumeryzmu ma energetyka jądrowa. W tej sytuacji *Biuletyn RE* ma ważną funkcję do spełnienia, a czas, w którym rozpoczyna jej realizację nie tylko nie jest za wczesny, ale jest wręcz ostatnim, aby jeszcze w sposób właściwy i skuteczny wzmocnić szanse transformacji TETIP.

* * *

Energetyka WEK w Polsce choruje dokładnie na tę samą chorobę, na którą choruje polityka. Mianowicie, sojusz polityczno-korporacyjny w pełni odbudowany w elektroenergetyce (i w całej energetyce) WEK-PK po 2000 r. ogłasza w niej sukcesy tam, gdzie ich nie ma i relatywizuje klęski – nawet te, które są już niezwykle dotkliwe. Brak działań restrukturyzacyjnych zastąpiła propaganda. Ta z kolei bardzo szybko (teraz wszystko dzieje się bardzo szybko), bo zaledwie w ciągu ostatnich dwudziestu lat, wyparła z energetyki etos i kwalifikacje. W rezultacie uwiędły całkowicie strategiczne kompetencje energetyczne, zablokowane zostały też zmiany mentalnościowe, a to razem pociągnęło za sobą w społeczeństwie załamanie wiarygodności rządu i korporacji. W najpotężniejszym politycznie sektorze gospodarczym w kraju są to w perspektywie 2050 najdotkliwsze straty, i z nimi łączą się największe ryzyka.

Kompetencje technologiczne i operacyjne w energetyce WEK-EP jeszcze istnieją, chociaż też się załamują. Ich ochrona ma strategiczne znaczenie na rynkach schodzących elektroenergetyki WEK-EP, a krytyczne w obszarze realizacji zasady współdzielenia zasobów sieciowo-systemowych KSE między rynek schodzący energii elektrycznej i dwa rynki wschodzące tej energii (dwa spośród czterech rynków elektroprosumeryzmu). Poza tym obszarem (krytycznym) już się nie przydadzą. Dlatego – niezależnie jak dramatycznie to brzmi – trzeba przejść do budowy nowych, powszechnych kompetencji na czterech rynkach elektroprosumeryzmu, mając przy tym pod pełną kontrolą całą trajektorię transformacyjną TETIP (WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$) [5, 6]. Między tymi dwoma wielkimi zadaniami przebiega granica podziału tematycznego (linii programowych) między *Biuletyn: PPTe2050* (kontrola stabilności interakcji rynków wschodzących oraz schodzących i efektywnościowych mechanizmów alokacyjnych) i *RE* (efektywna budowa rynków elektroprosumeryzmu).

Biuletyn RE, czyli też niniejszy artykuł otwarcia, muszą to bezwzględnie brać pod uwagę. Dlatego główny nacisk kładzie się w artykule na strukturyzację macierzy podmiotowo-przedmiotowej (nie odwrotnie) rynków elektroprosumeryzmu (tab. 3), w szerokim środowisku – teoretycznym i praktycznym, technologicznym i ekonomicznym, prawnym i przyrodniczym, ale głównie społecznym.

Czym jest stan początkowy A(2020), zapowiadający polski przełom, a czym wyzwanie i szansa, czyli elektroprosumeryzm w stanie końcowym B(2050)

Polski stan A(2020) to „ściana”, do której doszła energetyka WEK-PK. Po drugiej stronie ściany są cztery rynki elektroprosumeryzmu. Symbolem tej ściany są dane z początku listopada 2020 r. dotyczące kapitalizacji giełdowej energetyki WEK-PK (tab. 1). Kapitalizacja praktycznie całej istniejącej polskiej elektroenergetyki (łącznie z górnictwem węgla brunatnego) wynosząca 20 mld PLN jest katastrofą-ścianą. Poza rynkami elektroprosumeryzmu po drugiej stronie ściany nie ma niczego sensownego.

Tabela 1

Spółki wschodzące vs sektor schodzący paliw kopalnych

Spółka	Kapitalizacja, mld PLN		
<i>PGE</i>	10,9	20,3	97,6
<i>Tauron</i>	3,6		
<i>Energa</i>	3,4		
<i>Enea</i>	2,4		
<i>PGNiG</i>	28,5	52,9	
<i>PKN Orlen</i>	19,1		
<i>Lotos</i>	6,3		
<i>JSW</i>	2,9	3,5	
<i>Lubelski Węgiel</i>	0,6		
<i>Allegro</i>	71,6	107,3	
<i>CD Projekt</i>	35,7		

Zwłaszcza jeśli się uwzględni, że kapitalizacja górnictwa węgla kamiennego (bez *Polskiej Grupy Górniczej*, jednak łącznie z węglem koksowym) wynosi zaledwie 3,5 mld PLN; kapitalizacja całego polskiego górnictwa węgla kamiennego energetycznego (bez części koksowej *JSW*) obniżyła się zatem do poziomu „śmieciowego”.

Dwa sektory paliwowe energetyki WEK-PK, mianowicie gazownictwo (*PGNiG*) i sektor paliw transportowych (*PKN Orlen* i *Lotos*) mające w całości kapitalizację 53 mld PLN też są, zwłaszcza *PKN Orlen*, już tylko cieniem swojej świetnej przeszłości. Też doszły do ściany. I znowu, po drugiej stronie ściany poza rynkami elektroprosumeryzmu nie ma niczego sensownego.

Zwłaszcza jeśli kapitalizację całej energetyki WEK-PK wynoszącą 97,6 mld PLN porówna się z kapitalizacją dwóch „spółeczek” – *Allegro* (internetowa platforma sprzedażowa) i *CD Projekt* (rynek gier komputerowych) z sektora cyfrowego, wynoszącą 107,3 mld PLN, stworzonych przez polskich „młodocianych” innowatorów-prezydentów.

Bez wątplenia dysproporcja dwóch kapitalizacji to dwa bieguny wynaturzenia systemowego, które od dawna już narastało, a przez pandemię COVID-19 zostało tylko znacznie przyspieszone, i które dotknęło świat, ale Polskę w szczególności.

W tym kontekście tabela 1 stanowi fundamentalne przesłanie artykułu. W szczególności jest to tabela, która brutalnie weryfikuje patologie na dwóch przeciwnych biegunach i tym samym zwiastuje przełom na rzecz rynków elektroprosumeryzmu

jako narzędzia transformacji TETIP, a w każdym razie nieuchronność i pilną potrzebę tego przełomu. Przy tym trzeba dostrzec, że na wskazanych przeciwnych biegunach – energetyki WEK-EP i świata cyfrowego – królują korporacje. Jeśli rynki elektroprosumeryzmu mają być lepszym rozwiązaniem w rzeczywistości, a nie tylko potencjalnie, to muszą wytworzyć modele biznesowe chroniące je (rynki elektroprosumeryzmu) przed autokorporatyzacją. Droga do tego wiedzie przez ekonomię (polityczną i behawioralną na biegunach ekonomii klasycznej we wszystkich jej odmianach) i procesy społeczne.

Mianowicie, kapitalizacja całej energetyki WEK-EP (niechciany dzisiaj „spadek” po rewolucjach przemysłowych) oraz „cyfrowych” firm *Allegro* i *CD Projekt* (rzeczywistość po rewolucji cyfrowej, potrzebna/użyteczna, ale nie z tak wysoką kapitalizacją) są w Polsce niczym innym, jak weryfikacją patologicznej fazy ekonomii politycznej realizowanej przez rząd na poziomie makroekonomicznym w sferze realnej (materialnej), którą jest energetyka WEK-PK oraz ekonomii behawioralnej na poziomie mikroekonomicznym realizowanej przez podmioty podejmujące decyzje biznesowe, ale napędzanej również przez rząd polityką społeczną realizowaną za pomocą „swoich” banków, w tym banku centralnego i instytucji zarządzających rynkami finansowymi przetwarzającymi pieniądze w produkty pochodne (zapisy na kontach bankowych, akcje giełdowe, udziały w spółkach, inne); w UE jest kilkadziesiąt produktów pochodnych, na świecie znacznie więcej w rękach bezwzględnych korporacji przetwarzających w świecie cyfrowym piękne idee (misje) w agresywny, odhumanizowany biznes.

Fakt, że rynek e-commerce stał się potężnym działem gospodarki światowej, i w dodatku został niezwykle silnie przyspieszony przez pandemię COVID-19, nie podlega już dyskusji. „Wyrowołanie” w artykule *Allegro* jest z tego obszaru, który na świecie uosabia *Amazon*, Wartość grupy *Amazon*, najdroższej marki świata, już na początku 2020 r. przekroczyła 220 mld USD. Z kolei *CD Projekt* uosabia w mikroskali globalny rynek gier komputerowych, a ten szacuje się już na ponad 160 mld USD; jego roczna dynamika wzrostu wynosi ponad 10%.

Z kolei rynki dwóch technologii elektroprosumeryzmu, mianowicie PV i EW (lądowych i morskich) są uosobieniem rynków EP, na ich obecnym, przecież zupełnie początkowym etapie. Roczne przyrosty rynków PV i EW w wymiarze materialnym osiągnęły poziom 100 i 60 GW, odpowiednio. Zatem roczne nakłady inwestycyjne związane z każdą z technologii wynoszą około 100 mld euro (łącznie 200 mld euro). W tym miejscu warto zauważyć, że UE poprzez swoje dwa strategiczne cele polityczne – neutralność klimatyczna i Europejski Zielony Ład – „zasłużyła” na to, aby rynki EP były w aspekcie ekonomicznym/finansowym jednolicie na świecie mianowane w euro.

Polska nie powinna przyczyniać się do osłabiania UE na tym polu. Zwłaszcza że konkurencja Wielkich (Chiny, USA, UE) nakierowana na zdobycie przewag konkurencyjnych na tych rynkach wkracza w drugą decydującą fazę, mianowicie jest to walka o rynki zielonych technologii wodorowych, rynki technologii pasywizacyjnych, rynki elektryfikacji ciepłownictwa, rynki elektryfikacji transportu, rynki ICT (w tym głównie technologii energoelektronicznych) oraz e-commerce (przede wszystkim AI), wreszcie rynki przemysłu 4.0 (przede wszystkim elektrotechnologii). A na tych rynkach Polska ma jeszcze, w kontekście zasobów ludzkich (bo innych już nie ma), szanse wchodzenia w nisze.

* * *

W tym miejscu dyskusji jest pierwsza sposobność zapowiedzi **jednej z głównych hipotez artykułu**. Mianowicie hipotezy, że *elektroprosumeryzm jako siła napędowa transformacji TETIP (WEK-PK→rynek $\vec{E}\vec{P}$)*, pociągająca za sobą trzecią zmianę cywilizacyjną w łańcuchu: *rewolucje przemysłowe → rewolucja cyfrowa → elektroprosumeryzm prowadzi w prostej linii do odwrócenia relacji/oddziaływań między technologiami i ekonomią oraz procesami społecznymi*. W rewolucjach przemysłowych i cyfrowej rozwój technologii i ekonomii wytworzył potężne korporacje i interesy sojuszków polityczno-korporacyjnych, doprowadził do nierównowagi przyrodniczej oraz patologicznej konsumpcji całej klasy korporacyjnej (za cenę jej zniewolenia) i zarazem do patologicznego rozwarstwienia społecznego na całym świecie. Elektroprosumeryzm i jego trzy fale [3] ma potencjał ukształtowania społeczeństwa empatycznego, ale zarazem wolnego (czyli też odpowiedzialnego). A w takim społeczeństwie technologie i ekonomia muszą odpowiedzieć na potrzeby społeczne (klas poza-korporacyjnych, przede wszystkim klasy średniej społeczeństw), nie odwrotnie (por. tab. 2).

* * *

Wyzwanie 2020 i szansa 2050, przed którymi stoi Polska, to transformacja TETIP (WEK-PK→rynek $\vec{E}\vec{P}$). Jest to transformacja, która – tak czy owak – oznacza, że trzy fale elektroprosumeryzmu doprowadzą do zbudowania rynków. Ale otwartą sprawą ciągle jest, czy budowa ta zapewni Polsce mikro- oraz makroekonomiczny rozwój i przyniesie osiągalne – na razie potencjalnie – korzyści, czy spowoduje napięcia w świecie mikroekonomii i wielkie straty wynikające ze strategicznej niekompetencji polskiej makroekonomicznej polityki energetycznej.

Aby zapewnić rozwój i korzyści – a uniknąć napięć i strat – trzeba w szczególności (to jest sprawa krytyczna) ścianę między rynkiem schodzącym energii elektrycznej elektroenergetyki WEK-PK i dwoma rynkami wschodzącymi elektroprosumeryzmu, ale zwłaszcza rynkiem $\vec{E}\vec{P}$ (1) energii elektrycznej, zamienić na przepuszczalną membranę w postaci osłony kontrolnej umożliwiającej transakcje rynkowe nowego typu. Mianowicie, transakcje charakterystyczne (zróżnicowane) dla dwóch rynków energii elektrycznej: rynków $\vec{E}\vec{P}$ (1), czyli rynków RCR (por. [2] i ogólnie platforma PPTe2050–[4]) oraz dla rynku $\vec{E}\vec{P}$ (4), czyli dla rynku kontraktów PPA (takich na pewno w pierwszej fazie rozwojowej elektroenergetyki offshore).

I trzeba zapewnić na tej osłonie kontrolnej działanie zasady TPA+, czyli zasady współużytkowania zasobów sieciowych i systemowych (regulacji częstotliwościowej i zasobów bilansujących) KSE (znowu, por. [2] i ogólnie platforma PPTe2050–[4]). To ta zasada, uruchamiająca działanie kosztów krańcowych i krańcowej produktywności na osłonie kontrolnej między rynkiem schodzącym energii elektrycznej należącym do elektroenergetyki WEK-EP i rynkami wschodzącymi elektroprosumeryzmu – zwłaszcza rynkiem $\vec{E}\vec{P}$ (1) oraz rynkiem $\vec{E}\vec{P}$ (4) – zmniejszy rozwarście kapitalizacji pokazanej symbolicznie w tabeli 1. Szczególnie rozwarście kapitalizacji energetyki WEK-EP i szerokiego strumienia pieniędzy kierowanego do systemów „wsparcia” technologii energetycznych „umajonych” logiem światów zielonego i cyfrowego.

Rozwarście kreowane w szczególności przez rządową politykę i praktykę energetyczną całkowicie „odklejoną” od znajomości tego, jak technologie energetyczne składają się w energetykę WEK-EP (zwłaszcza w elektroenergetykę WEK-OZE) oraz jak będą (jak mogą) się składać w rynki elektroprosumeryzmu. Za to skutecznie demoralizujące struktury społeczne przez kierowanie wielkich strumieni pieniędzy na wsparcie technologii, które tego wsparcia nie wymagają (technologie PV) lub kierowanych do studni bez dna (na przykład w obszar polskiego rynku mocy).

W dodatku – trzeba to podkreślić – polityka (i praktyka) skutecznie demoralizująca, ale też dzieląca samo środowisko elektroenergetyki WEK-EP. W tym wypadku działanie zasady TPA+ ma praktyczną siłę selekcji aktywów elektroenergetyki WEK-EP na te, które bezwzględnie trzeba chronić (przez urealnienie/zwiększenie wyceny ich materialnej wartości na rynkach finansowych) i te, które bezwzględnie trzeba restrukturyzować. A najbardziej trzeba chronić sieci nN, następnie SN i wreszcie 110 kV. Trzeba natomiast restrukturyzować zasoby istniejącego podsektora wytwórczego. I trzeba wreszcie zablokować „chocholi” taniec wokół bloków jądrowych klasy 1000, 1600 MW, ciągle obecnych w rządowej polityce energetycznej i ekonomii politycznej.

Elektroprosumeryzm (cztery rynki $\vec{E}\vec{P}$) – transformacja energetyki i nowy porządek społeczny w jednym

To, z czym musi się mierzyć artykuł – razem z tymi, którzy (być może z jego – artykułu pomocą) sukcesywnie będą się włączać w budowę rynków elektroprosumeryzmu – tkwi w podstępnej naturze każdego wielkiego przełomu, zwłaszcza takiego, jak współczesna transformacja energetyki. Co jednak oznacza „wielki” przełom w czasie, kiedy rzeczy inne niż wielkie przestają ludzi satysfakcjonować?

Artykuł proponuje racjonalizację przymiotnika „wielki” w odniesieniu do przełomu, którym jest transformacja energetyki WEK-PK do elektroprosumeryzmu, bazującą na „sprzężeniu” ostatniego z industrializacją (rewolucjami przemysłowymi) oraz z erą cyfrową (rewolucją cyfrową). Przez rewolucje przemysłowe rozumie się dwa przełomy (praktycznie równoległe), pierwszy w wókiennictwie i drugi w hutnictwie oraz w metalurgii (XVIII w.), a także trzecią rewolucję przemysłową (rewolucję naukowo-techniczną w drugiej połowie XX w.) oraz przemysł 4.0 (na ten przyjdzie czas w kolejnych dekadach). Przez erą cyfrową rozumie się rozwój trwający zaledwie 50 ostatnich lat, brzemienisty jednak w wynalazki, takie jak komputer, w infrastrukturę, taką jak teleinformatyka, dalej w Internet i komputer osobisty (bardzo silnie ze sobą splecione), wreszcie w szokowy rozwój technologii energoelektronicznych.

Rewolucje przemysłowe i era cyfrowa zostały uznane za wielkie dlatego, że oprócz zmian technologicznych i ekonomicznych zmieniały porządek społeczny. Elektroprosumeryzm, zwłaszcza jego trzecia fala, też będzie zmieniał w kolejnych trzech dekadach porządek społeczny. To rynki elektroprosumeryzmu przyczynią się – oprócz przemysłu 4.0 i sztucznej inteligencji AI (stanowiącej przedłużenie dotychczasowej ery cyfrowej) – w znacznym stopniu do intensyfikacji procesu zanikania

bariery ludzie-maszyny, co rodzi ryzyko odhumanizowania człowieka. Z drugiej strony elektroprosumeryzm, mający podstawy w paradygmacie egzergetycznym, daje szansę po raz pierwszy w historii na zmianę użytkowania zasobów naturalnych (na użytkowanie w cyklu obiegu zamkniętego). A na pewno trzeba robić wszystko, aby doprowadził do takiej zmiany. Bo to jest szansa na humanizujące świat autoograniczenie w zakresie korzystania z zasobów przyrodniczych.

Jeśli szukać wskazówek dotyczących organizacji badań i edukacji, albo przynajmniej przesłanek, jak te badania i ta edukacja w elektroprosumeryzmie (a raczej na rzecz elektroprosumeryzmu w trakcie transformacji energetycznej) powinny wyglądać, a także przesłanek, jak organizować praktykę elektroprosumeryzmu, czyli jego rynki, to na pewno trzeba zacząć od stwierdzenia, że mniej użytecznych wskazówek z tego punktu widzenia dostarczają doświadczenia kolejnych rewolucji przemysłowych. Warto za to ich szukać bardziej dogłębnie w doświadczeniach ery cyfrowej. Te wnioski są zaskakujące, bo przecież industrializacja była nierozdzielnie związana z rozwojem energetyki paliw kopalnych, była napędzana przez tę energetykę.

Z drugiej strony nie można też zapominać, że każda kolejna rewolucja w swojej naturze ma obalenie istniejącego porządku. W tym aspekcie elektroprosumeryzm musi się zmierzyć ze „starą” już wielkością industrializacji, którą był wzrost wydajności pracy, a z drugiej strony z jej „nową” słabością, czyli z wielkim skumulowanym naruszeniem równowagi środowiskowej. Przede wszystkim jednak elektroprosumeryzm musi się zmierzyć z symbolem wielkości cyfryzacji, którym jest niepojęta konsumpcja i niepojęta nierównowaga bogactwa.

Stąd nie może być wątpliwości co do tego, jaki jest najważniejszy (2-częściowy) przekaz, który powinien zawierać artykuł, i nie może być wątpliwości odnośnie do tego, do kogo powinien on być skierowany.

Punktem wyjścia [2] do sformułowania **pierwszej części przekazu** jest hipoteza o 3-krotnie wyższej wydajności energetycznej elektroprosumeryzmu względem rynków końcowych korporacyjnej energetyki paliw kopalnych w Polsce (na świecie ta krotność jest obecnie z dużym prawdopodobieństwem podobna). I hipoteza o aż 6-krotnie wyższej wydajności energetycznej elektroprosumeryzmu względem rynków energii chemicznej energetyki paliw kopalnych w Polsce, i podobnej na świecie, ale względem rynków energii chemicznej i jądrowej. Zatem, jeśli rozwój technologiczny (technologie domu pasywnego, przyspieszony rozwój technologiczny pomp ciepła, samochód elektryczny, źródła energii elektrycznej OZE, technologie regulacyjno-bilan-

sujące w obszarze użytkowania energii elektrycznej, inteligentna infrastruktura) umożliwił po raz pierwszy w historii odejście od paliw kopalnych – to trzeba to zrobić.

Drugą częścią przekazu jest przekaz mówiący o potrzebie wytworzenia odporności społeczeństwa na dehumanizacyjne skutki procesu zanikania bariery ludzie-maszyny. Bazujący na triplecie paradygmatycznym elektroprosumeryzm ma w tej sprawie bardzo dużo do zaoferowania. Jeśli tylko uznać, że aby istniało życie na Ziemi, to nie można igrać z entropią i trzeba szanować egzergię. Zatem drugą część przekazu trzeba skierować do pretendenta zbiorowego w postaci potrzeby humanistycznego autoograniczenia się społeczeństwa w zakresie korzystania z zasobów naturalnych (przyrodniczych). Praktyczna reguła jest w tym wypadku jednoznaczna: musi to być autoograniczenie do poziomu gospodarki obiegu zamkniętego.

Oczywiście, najważniejszy przekaz kierowany w stronę III fali musi być skoordynowany – nie tylko w kontekście sekwencji, ale także współzależności przyczynowo-skutkowych – z przekazami do prosumentów (na I fali) i do pretendentów-innowatorów (na II fali). W symboliczny sposób przekaz w całości przedstawia tabela 2. Jest to przekaz zdominowany przez pesymistyczną wizję świata po industrializacji i cyfryzacji. Na drugim biegunie przekaz ma podstawę w optymistycznych heurystykach elektroprosumeryzmu. Są to heurystyki techniczne (ale w dużym stopniu uwarunkowane hipotezami społecznymi) odnoszące się do bilansów energetycznych stanu końcowego transformacji energetycznej (tego, który nastąpi po przejściu energetyki paliw kopalnych do elektroprosumeryzmu lub inaczej do unijnej neutralności klimatycznej 2050). Orz są to heurystyki ekonomiczne (znowu uwarunkowane społecznie) kosztów i korzyści na całej (dotyczące całej) trajektorii transformacyjnej [2].

W tym miejscu pojawia się ważny problem metodologiczny. Przytoczone krotności wydajności energetycznej elektroprosumeryzmu i nieprzytoczone heurystyki (techniczne i ekonomiczne) dotyczące całej trajektorii transformacyjnej mają podstawę fundamentalną w paradygmacie egzergetycznym, a czytelnik (którego artykuł ma przeprowadzić na pozycje elektroprosumeryzmu) ma obecnie wyobrażenie o transformacji energetycznej pochodzące z przestrzeni błędów poznawczych [2]. Sposób na redukcję błędów poznawczych, przy intensywnym wykorzystaniu podstaw fundamentalnych, staje się zatem sprawą kluczową. Jednak dopiero praktyka w postaci czterech rynków elektroprosumeryzmu przyniesie trwałą poprawę z punktu widzenia redukcji błędów poznawczych (część socjologów powie, z pozycji marksowskiej, że są to błędy fałszywej świadomości).

Tabela 2

Elektroprosumeryzm w perspektywie historycznej (sekwencji procesów społecznych)

Era (rewolucja, transformacja)	Jednostka (społeczna)	Siła napędzająca rozwój społeczny	Jakie społeczeństwo?
Industrializacja	robotnik	twórca-wynalazca	klasowe
Cyfryzacja	„biorobot” – konsument	„operator”	korporacyjne
Fundament społeczny elektroprosumeryzmu: cztery potrzeby człowieka progresywnego [E. From]: 1° – zakorzenienia, 2° – tożsamości, 3° – twórczości, 4° – relacji			
Elektroprosumeryzm	prosument	pretendent-innowator	empatyczne, wolne (odpowiedzialne)
	I fala	II fala	III fala

Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa rynków elektroprosumeryzmu

Główny nacisk kładzie się w artykule na strukturyzację macierzy podmiotowo-przedmiotowej (nie odwrotnie) rynków elektroprosumeryzmu (tab. 3) w szerokim środowisku teoretycznym i praktycznym, technologicznym i ekonomicznym, prawnym i przyrodniczym, ale przede wszystkim społecznym. Priorytet aspektu podmiotowego wynika z samej istoty elektroprosumeryzmu: rozwój przemysłu 4.0 i technologii AI musi (a w każdym razie powinien) odbywać się pod wpływem zmian społecznych, odpowiadać na te zmiany, oczywiście w pętlach sprzężenia zwrotnego, interakcji. Tym różni się elektroprosumeryzm od industrializacji i cyfryzacji. Mianowicie, w rewolucjach przemysłowych, w rewolucji cyfryzacyjnej (w erze cyfryzacji) to rozwój technologiczny pobudzał zmiany społeczne i wytwarzał wręcz nowe klasy społeczne.

W aspekcie podmiotowym główne przesłanie artykułu jest skierowane w trzy obszary, na których prowadzi się już modelowanie osłon kontrolnych, różnorodnych i zachodzących na nich procesów, głównie bilansów energii [2, 3, 5]. Wymieniono je poniżej.

1. Obszar osłon jednostek samorządu terytorialnego OK(JST). Ten zbiór osłon obejmuje całą mapę podziału administracyjnego kraju. Jest to 2500 podstawowych jednostek administracyjnych: od gminy wiejskiej do m. st. Warszawy. Także 16 województw i 314 powiatów (ponadto 66 miast na prawach powiatu). Wreszcie są to takie jednostki, jak GZM – Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia na jednym biegunie, a na drugim ponad 40 tys. sołectw (największe z liczbą ponad 12 tys. mieszkańców i prawie 40 tys. sołectw z liczbą poniżej 1000 mieszkańców).

2. Obszar energetyki prosumenckiej. Jest to obszar wzbierającej I fali elektroprosumeryzmu. Potencjalnie obszar obejmuje wszystkich odbiorców energii elektrycznej. Obecnie ponad 17,5 mln odbiorców, a ściślej: umów o dostawę energii elektrycznej, które – trzeba o tym pamiętać – nie są tożsame z przyłączami do sieci elektroenergetycznej, tych jest niecałe 7 mln, o czym decyduje zupełnie nieracjonalna „tradycja” polegająca na tym, że każde gospodarstwo domowe w budynku wielorodzinnym ma odrębną umowę o dostawę energii elektrycznej, chociaż budynek ma na ogół tylko jedno, a co najwyżej kilka przyłączy sieciowych.

Dominującym w tym wielkim zbiorze (o liczności 17,5 mln) podzbiorem są gospodarstwa domowe (12 mln gospodarstw, w których mieszka cała ludność kraju – 38 mln).

Drugim, pod względem liczności, jest podzbiór przedsiębiorstw MMSP: około 2 mln mikroprzedsiębiorstw, które w większości są powiązane w integralny sposób z gospodarstwami domowymi oraz 54 tys. małych przedsiębiorstw i 15 tys. średnich.

Trzecim podzbiorem są obiekty/podmioty (siedziby urzędów, szkoły, ośrodki zdrowia, szpitale, infrastruktura) należące do jednostek JST – kilkadziesiąt tysięcy umów o dostawę energii elektrycznej.

Czwartym charakterystycznym podzbiorem są sklepy, w tym sieci handlowe; na przykład *Biedronka Polska* jest jednym podmiotem prawnym, ale ma sieć 3 tys. sklepów, każdy z odrębną umową o dostawę energii elektrycznej, podczas gdy potencjalnie może to być jeden system(WSE).

Piątym podzbiorem są przedsiębiorstwa wielkiego przemysłu – przyłączone do KSE za pomocą około 370 GPZ-ów.

Szóstym podzbiorem, o całkowicie odrębnej specyfice, jest infrastruktura kolejowa, już obecnie praktycznie całkowicie zelektryfikowana; w horyzoncie 2050 taką będzie, za przyczyną samochodu elektrycznego, infrastruktura drogowa.

Tabela 3

Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa czterech rynków elektroprosumeryzmu

	Rynek $\vec{EP}(i)$	Segmenty usług	Strukturyzacja podmiotowa		
			osłony OK(JST)	segment EP	sektor MMSP
Strukturyzacja przedmiotowa	$i = 1$	operatorstwo systemów(WSE)	+	(-)	+
		zaawansowane (np. z wykorzystaniem technologii blockchain) platformy techniczno-handlowe handlu energią	+	(-)	+
	$i = 2$	specjalistyczne systemy (energoelektroniczne, teleinformatyczne, informatyczne, AI): terminale(STD), systemy SCADA(WSE), platformy OIRE(WSE)	(-)	(-)	+
		technologie (systemy) dla potrzeb pasywizacji budynków i elektryfikacji ciepłownictwa	(-)	+	+
		prosumenckie zasobniki energii – technologie (systemy)	(-)	(-)	+
		elektryfikacja transportu – technologie (systemy)	(-)	(-)	+
		produkcja niszowych źródeł OZE (instalacje GOZ); źródła: μ EB, μ EW, EB	(-)	(-)	+
		(masowe) systemy prosumenckie: zasobniki energii, systemy wspomagające nowe sposoby użytkowania energii	(-)	(-)	+
	$i = 3$	usługi edukacyjne: szkolnictwo zawodowe, budowanie kompetencji zawodowych w pozaszkolnym systemie budowania kompetencji	+	(-)	+
		modele biznesowe: spółdzielnie, klastry, deweloperstwo, franczyza, outsourcing, ESCO	+	(-)	+
		projektowanie, wykonawstwo (instalatorstwo), serwis	(-)	(-)	+
		usługi specjalistyczne: audyt energetyczny	(-)	(-)	+
	$i = 4$	tworzenie specjalistycznych stron internetowych dedykowanych rynkom $\vec{EP}(i)$, $i = 1$ do 4, i ich zarządzanie, opracowywanie specjalistycznych kalkulatorów	(-)	(-)	+
		kontrakty PPA – korytarz infrastrukturalno-urbanistyczny północ-południe, typu „kotwica”	+	(-)	(-)

3. Obszar innowatorów-pretendentów. Jest to obszar II fali elektroprosumeryzmu, budzącej się dopiero. W polskich realiach jedyne realne zasoby dla tej fali są w sektorze MMSP. Z drugiej strony trzy rynki elektroprosumeryzmu rynki $\vec{EP}(i)$, $i = 1,2,3$, są dla tego sektora jedyną realną szansą na wytworzenie drugiej generacji sektora, w szczególności poprzez ukierunkowanie jego rozwoju na elektrotechnologie, na technologie pasywizacji budownictwa (w tym na materiały, produkty będące integralną częścią tych technologii), na technologie ICT i niszowe technologie AI – generacji niezbędnej na kolejne dekady (pierwsza generacja spontanicznie wytworzona w wyniku reformy ustrojowej państwa 1989, niestety wtedy w procesie chaotycznym – bo inny nie był osiągalny – w dużym stopniu swoje możliwości rozwojowe już wyczerpała). Obecnie istnieje natomiast szansa budowy nowej generacji sektora razem z Europą, w dobrze zaplanowanym środowisku Europejskiego Zielonego Ładu.

Przedstawiona krótka charakterystyka trzech segmentów struktury podmiotowej rynków elektroprosumeryzmu pokazuje wielki potencjał, ale zarazem adekwatność rynków elektroprosumeryzmu w kontekście potrzeb lokalnych (energetycznych i nowych zielonych miejsc pracy) oraz lokalnych zasobów (ludzkich przede wszystkim, także gospodarki GOZ).

W aspekcie przedmiotowym strukturyzacji rynków elektroprosumeryzmu tabela 3 uwzględnia wszystkie te rynki. Jednak w perspektywie procesów społecznych (trzech fal elektroprosumeryzmu) szczególnie ważne są trzy z nich. Są to: rynki $\vec{EP}(i)$, $i = 1,2,3$, a krytycznym wśród nich jest rynek $\vec{EP}(1)$ czyli rynek RCR energii elektrycznej.

To ten rynek, wirtualny w stanie początkowym A(2020), będzie się transformował w tendencji, stan końcowy B(2050), w zautonomizowane (względem KSE) rynki lokalne funkcjonujące podstawowo w obrębie rzeczywistych lokalnych systemów elektrycznych. Mianowicie: mikrosystemów z sieciami ograniczonymi do sieci nN (sołectwa z liczbą ludności poniżej tysiąca), minisystemów funkcjonujących na sieciach nN i SN (gminy wiejskie, miejsko-wiejskie, miasta do 50 tys. mieszkańców), wreszcie małych systemów funkcjonujących na sieciach nN, SN i 110 kV (miasta do 500 tys. mieszkańców). Zdolność do budowania lokalnych kompetencji, adekwatnych do niezbędnej dynamiki wschodzącego rynku $\vec{EP}(1)$ zdecyduje o powodzeniu transformacji TETIP. Dlatego, bo to przede wszystkim na tym rynku będzie się rozgrywała realna walka o kształt transformacji WEK-PK \rightarrow rynki \vec{EP} .

Mianowicie, to rynek $\vec{EP}(1)$ w głównej mierze zadecyduje o rzeczywistej transformacji TETIP (do elektroprosumeryzmu), a nie „udawanej”. Dlatego, bo umożliwi zablokowanie transformacji ograniczonej do trybu innowacji przyrostowych, czyli do elektroenergetyki WEK-OZE. Takie ograniczenie byłoby bardzo groźne, bo wprawdzie oznaczałoby zmiany technologiczne, ale ukierunkowane na efekt skali (wielkie farmy słoneczne, wiatrowe, a nawet – pod hasłem neutralności klimatycznej – bloki jądrowe, tradycyjne sieci przesyłowe 220, 400 kV, wielkoskalowe systemy zasobnikowe), a nie na fundamentalny efekt rozproszenia i synergii. W aspekcie społecznym chroniłoby natomiast model korporacyjny, który wymaga systemowego osłabienia.

Poszczególne segmenty usług (aspekt przedmiotowy strukturyzacji rynków \vec{EP}) w tabeli 3 są wymienione jedynie sygnałnie, w celu odnotowania, że tworzą one wielki róg obfitości, który czę-

sto jest możliwy do natychmiastowego wykorzystania, ale także (przede wszystkim) do zasygnalizowania kierunków rozwojowych, w tym kierunków kształtowania szkolnictwa zawodowego znajdującego się w szczególności w gestii samorządów i jego powiązania z potrzebami rynków \vec{EP} .

* * *

Dyskusję dotyczącą strukturyzacji podmiotowo-przedmiotowej kończy się tu uwagą nawiązującą do hipotezy o odwróceniu kierunku oddziaływania (jego dynamiki) w parze fundamentalnych czynników: zmiany społeczne \rightarrow rozwój technologiczny w elektroprosumeryzmie vs rozwój technologiczny \rightarrow zmiany społeczne w rewolucjach przemysłowych i cyfryzacyjnej. Otóż odwrócenie to – traktowane jako wartość pozytywna – powoduje dwie fundamentalne konsekwencje.

- Pierwszą jest przenoszenie (w procesie) odpowiedzialności za rynkową adekwatność zaspokajania potrzeb energetycznych (za prawo do rynkowego wyboru) w przestrzeń społeczną (aż do poziomu prosumenckiego), powiązane z odpowiedzialnością.
- Drugą jest realne respektowanie przez państwo zasady pomocniczości (pod groźbą wypowiedzenia przez społeczeństwo zasady posłuszeństwa obywatelskiego).

Pierwsza konsekwencja oznacza dostosowanie potrzeb do własnego (jednostkowego, ale także zbiorowego) wkładu (posiadanych kompetencji) i do przekonań (z których wynika np. poziom realizacji postawy samoograniczania się).

Druga konsekwencja, powiązana z rolą państwa, oznacza na najbardziej zasadniczym i najbardziej praktycznym poziomie zarządzanie trajektorią TETIP (WEK-PK \rightarrow rynki \vec{EP}) w sposób zapewniający realizację dwóch unijnych celów politycznych 2050. Zarządzanie to oznacza wdrożenie dwóch zasad: współużytkowania zasobów sieciowo-systemowych KSE przez rynek schodzący i dwa rynki wschodzące, przede wszystkim jednak przez rynek $\vec{EP}(1)$ energii elektrycznej [1] oraz zmianę (w procesie) istniejących systemów wsparcia w energetyce (wynagradzanie tego, co ma być dopiero zrobione i bardzo często nie jest) w mechanizmy podatkowe (wynagradzanie tego, co już zostało zrobione i zasługuje na częściowy zwrot poniesionych nakładów, opłatę wysokich kwalifikacji, wyjątkowych zdolności).

Rynki elektroprosumeryzmu a skalowanie elektroprosumeryzmu i heurystyczne testowanie ich realizowalności, czyli potrzebnej dynamiki trajektorii TETIP (WEK-PK \rightarrow rynki \vec{EP})

W dotychczasowej perspektywie transformacji energetyki – ciągle jeszcze przeważającej, zdominowanej przez systemy pojęciowe i język energetyki WEK-PK – pełno jest różnorodnych zasadzek, przed którymi trzeba się bezwzględnie chronić. Z tego punktu widzenia przyznanie na przykład na progu trzeciej dekady XXI w. pierwszorzędne znaczenie technologiom wytwórczym OZE w strukturyzacji podmiotowo-przedmiotowej czterech rynków elektroprosumeryzmu – co byłoby oczywistym dla transformacji energetyki w trybie innowacji przyrostowych – byłoby ciężkim przewinieniem względem transformacji TETIP (w trybie innowacji przełomowych).

Główną sprawą na obecnym, początkowym etapie dyskusji o rynkach \vec{EP} i pierwszych prób ich modelowania, przezwyciężenie tego zagrożenia wymaga bezwzględnie przeorientowania myślenia. Na przykład, myślenie (*indywidualne, w poszczególnych jednostkach JST*) „ile się da zrobić w horyzoncie 2050 w zakresie realizacji dwóch unijnych celów politycznych, którymi są neutralność klimatyczna i zielony ład trzeba zastąpić myśleniem „jaki roczny postęp transformacji musi być zapewniony, aby cele te zostały zrealizowane/osiągnięte”. Na ogół odpowiedź w myśleniu pierwszego typu jest, że „niewiele się da zrobić”. Dlatego, bo jest to myślenie zdominowane przez błędy poznawcze energetyki WEK-PK (zarówno związane z deficytem wiedzy po stronie społeczeństwa jak i z interesami polityczno-korporacyjnymi po stronie sojuszu polityczno-korporacyjnego). Myślenie drugiego typu jest na początku trudniejsze, bo wymaga otwarcia się na całkowicie nowe – w porównaniu z tym, co było stosowane w badaniach rozwojowych energetyki WEK-PK – podejście metodyczne obejmujące: nowy język, nowe metody badawcze, nowe techniki modelowania transformacji TETIP(WEK-PK→rynki \vec{EP}).

Po zmianie (konsekwentnie przeprowadzonej) podejścia metodycznego okazuje się jednak, że elektroprosumeryzm jest dużo prostszy niż energetyka WEK-PK. Zapewnia tę prostotę naturalna cecha elektroprosumeryzmu, mianowicie odporność na błędy poznawcze, które są bardzo dotkliwe w energetyce WEK-PK [2]. I druga cecha, z metodycznego punktu widzenia absolutnie fundamentalna dla elektroprosumeryzmu, którą jest *skalowalność*. Otóż skalowalność elektroprosumeryzmu jest też jego naturalną cechą, i to w trzech przestrzeniach, w których rynki elektroprosumeryzmu będą się kształtować, a w pętach sprzężeń zwrotnych będą (rynkami) zmieniać same przestrzenie. Są to przestrzenie:

- *społeczna* – w tej przestrzeni liczba ludności jest podstawą współczynników skalowania elektroprosumeryzmu,
- *technologiczna* – w tej przestrzeni skalowalność elektroprosumeryzmu zapewniają technologie rozproszone, fabryczne,
- *ekonomiczna* – w tym wypadku mikroekonomiczna ekonomika prosumencka jest kluczowym czynnikiem skalującym elektroprosumeryzm.

Razem te trzy czynniki oznaczają możliwość wielkiej społecznej akceptacji elektroprosumeryzmu. I oznaczają, że elektroprosumeryzm może być łatwo upowszechniony, bo jest adekwatny do kompetencji społeczeństwa ukształtowanego w ramach rewolucji cyfrowej (Internetu) i z drugiej strony – społeczeństwa zupełnie nierozumiejącego hermetycznej energetyki WEK-PK oraz coraz mocniej buntującego się przeciwko wszystkim jej przewinieniom.

Bazą (punktem wyjścia) do wykorzystania skalowalności elektroprosumeryzmu w kształtowaniu jego czterech rynków podlegających mikroekonomicznej

strukturyzacji procesowej podmiotowo-przedmiotowej, przedstawionej w tabeli 3, są makroekonomiczne właściwości modelu elektroprosumeryzmu na poziomie krajowym (w artykule nie wychodzi się ze skalowaniem na poziom europejski i globalny, ale jego „ważność” i potencjał metodyczny są na tych poziomach znowu sprawą „naturalną”).

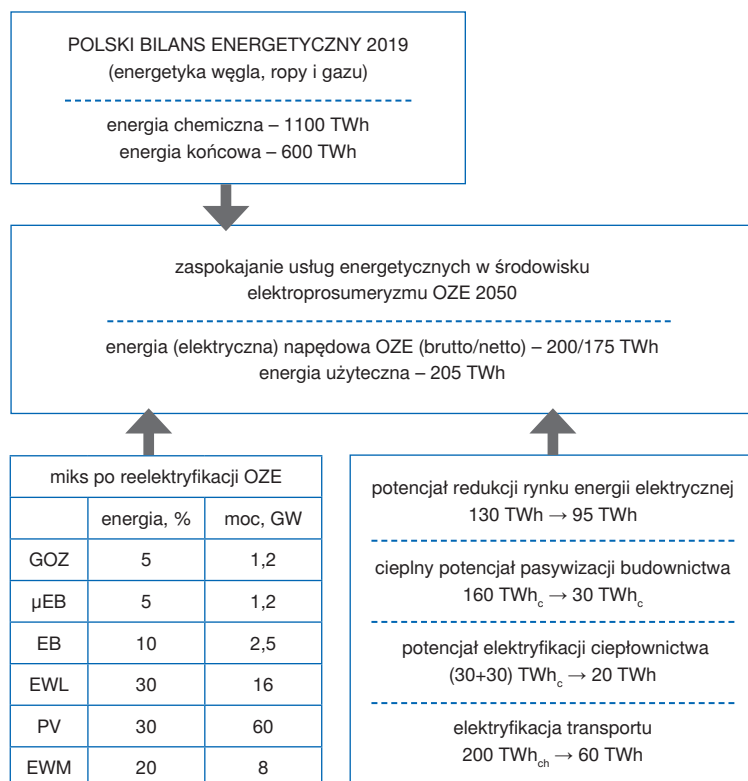
* * *

W początkowej (obecnej) fazie modelowania czterech rynków elektroprosumeryzmu są dostępne już krajowe heurystyki bilansowe stanu końcowego B(2050 ↔ \vec{EP}) oraz heurystyki ekonomiczne trajektorii transformacyjnych TETIP(WEK-PK→rynki \vec{EP}). Podkreśla się przy tym, że chodzi o heurystyki (jedne i drugie) określone w środowisku trzech paradygmatów monizmu elektrycznego, czyli podstaw fundamentalnych, w trybie postępowania dedukcyjnego, wykorzystującego znajomość stanu początkowego A (empirycznego, będącego właściwością poznania indukcyjnego).

Pierwsze ustabilizowane już iteracje najważniejszych, bilansowych i ekonomicznych, heurystyk transformacji TETIP (WEK-PK→rynki \vec{EP}) zostały przedstawione na platformie [4] w ciągu ostatniego roku [2, 3]. Podstawy metodyczne (a wraz z nimi cząstkowe heurystyki) były budowane już wcześniej [1, 8]. Heurystyki bilansowe przedstawione w tabeli 4 są zaczerpnięte w całości z artykułu [2]. Powodem ich powtórzenia jest dążenie do zapewnienia kompletności obrazu rynków, którym dysponuje autor, ale przede wszystkim stworzenie w artykule bazy liczbowej do zaprezentowania najprostszego przykładu skalowania bilansu w jednostkach JST. Nie powtarza się tu natomiast bardziej szczegółowego opisu tabeli zamieszczonego w artykule [2] pozostawiając zadanie sięgnięcia do źródła samemu czytelnikowi, zwłaszcza w wypadku, gdy będzie miał taką potrzebę.

Tabela 4

Heurystyka bilansowa Polski dla stanu końcowego B(2050) transformacji TETIP [2]



Zaprezentowany dalej przykład „przeniesienia” krajowej heurystyki bilansowej stanu końcowego (B) w postaci elektroprosumeryzmu na wybrane jednostki JST został dobrany w sposób, który pozwala zobrazować dwie sprawy.

Pierwszą jest potencjał elektroprosumeryzmu w obszarze demokratyzacji transformacji TETIP (WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$); chodzi generalnie o jawność sfery publicznej (vs postępująca hermetyzacja/utajnianie tej sfery pod hasłami bezpieczeństwa energetycznego rozumianego w sposób charakterystyczny dla energetyki WEK-PK). Wynikiem jest możliwość podania rzeczywistych nazw miast (bez potrzeby uciekania się do nazw typu „X”, „Y”, „Z”) dlatego, bo do wyznaczenia heurystyk nie są potrzebne żadne inne dane niż całkowicie publiczne (GUS i inne mające status publiczny, np. wyniki badań naukowych).

Druga sprawa, jeszcze bardziej neralgiczna, to potencjał masowego przeniesienia do przestrzeni publicznej wiedzy, które z tysięcy jednostek JST (jednostek zidentyfikowanych do poziomu ich nazw) mają potencjał do autonomizacji względem systemu KSE.

Uwzględniający zasygnalizowane aspekty (sprawy) przykład „przeniesienia” krajowej heurystyki bilansowej stanu końcowego B na wybrane jednostki JST, wymienione z nazwy (w wypadku sołectwa, odstąpiono od nazwy) ma następującą postać.

1. **Kraj** (liczba ludności: 38 mln), energia napędowa/wyprodukowana (brutto) w stanie B wynosi 175/200 TWh; współczynnik w_s jest w tym przypadku współczynnikiem bazowym (odniesienia) i ma wartość $w_s = 1,0$.
2. **Warszawa** (1,8 mln mieszkańców), roczne zapotrzebowanie na napędową energię elektryczną w stanie B wynosi (11-13) TWh ($w_s = 1,2$).
3. **Wałbrzych** (liczba ludności: 110 tys. mieszkańców), roczne zapotrzebowanie na napędową energię elektryczną wynosi (500-600) GWh ($w_s = 0,8$).
4. **Żmigród** (gmina miejsko-wiejska, 15 tys. mieszkańców), roczne zapotrzebowanie na napędową energię elektryczną w stanie B wynosi (36-40) GWh ($w_s = 0,5$).
5. **Sołectwo** (poniżej 1000 mieszkańców), roczne zapotrzebowanie na napędową energię elektryczną w stanie B wynosi poniżej 3 GWh ($w_s = 0,4$).

Wybór jednostek JST w zaprezentowanym przykładzie został dokonany w taki sposób, aby pokazać, że m. st. Warszawa jest tą jednostką JST, która wymaga bezwzględnego dostępu do obydwu rynków wschodzących energii elektrycznej, mianowicie do rynku $\vec{E}\vec{P}$ (1) oraz rynku $\vec{E}\vec{P}$ (4). Miasto Wałbrzych może być autonomizowane względem systemu KSE na poziomie sieci „rozdzielczej” wysokiego napięcia 110 kV (nazwa sieci w języku elektroenergetyki WEK-PK; bez wątpliwa nazwa tej sieci stopniowo będzie się zmieniać na sieć „dosytową”). Gmina miejsko-wiejska Żmigród może być autonomizowana na poziomie sieci rozdzielczej SN. Sołectwo (tu bezimienne, bo ważniejszy jest przekaz, że chodzi o sołectwo do 1 tys. mieszkańców), które będzie mogło być autonomizowane na poziomie sieci nN.

Przedstawiony przykład skalowania elektroprosumeryzmu dla jednostek JST jest początkiem drogi do jego (skalowania) doskonalenia. Daje on dobre wyobrażenie o bilansach energii napędowej dla stanu końcowego B(2050v $\vec{E}\vec{P}$) dla jednostek JST na etapie rozpoznawczym. Dla bardziej „wymagających” potrzeb w zakresie modelowania bilansów łatwo jest zwiększyć adekwatność (w odniesieniu

do poszczególnych, określonych z nazwy, jednostek JST) współczynnika skalowania w_s przez korektę napędowej energii elektrycznej dla całego kraju o składową jej bilansu potrzebną dla wielkiego przemysłu; w stanie początkowym A transformacji TETIP(WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$) ta składowa wynosi około 20% całego krajowego zapotrzebowania na schodzącym rynku końcowym energii elektrycznej będącym w „posiadaniu” elektroenergetyki WEK-PK).

Bardziej złożona jest sprawa wykorzystania współczynnika skalowania w_s dla potrzeb skalowania elektroprosumeryzmu, jeśli chce się uwzględnić dużą dyspersję ciepła grzewczego w zasobach budynkowych całego krajowego mieszkalnictwa oraz energii chemicznej paliw transportowych na ich rynku końcowym w stanie początkowym A. Ale i w tym wypadku istnieje potencjał poprawy na podstawie publicznych danych. Mianowicie, można zastosować strukturyzację współczynnika w_s polegającą na jego powiązaniu ze strukturą wiekową zasobów budynkowych oraz z liczbą samochodów na 1 tys. mieszkańców w poszczególnych jednostkach JST. Jest to jednak sprawa, która wymaga odrębnej dyskusji (jest poza zakresem artykułu).

* * *

Podobnie jak krajowa heurystyka bilansowa stanu końcowego B, tak i krajowa heurystyka ekonomiczna trajektorii transformacyjnej TETIP(WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$) jest bazą do wyznaczania takich heurystyk dla jednostek JST. Krajowa heurystyka ekonomiczna przedstawiona na rysunku 1 (w części tabelarycznej rysunku) znowu jest zaczerpnięta w całości z artykułu [2]. Ale powód jest nieco inny. Mianowicie, ten powód trzeba powiązać nie tylko z całym rysunkiem 1, ale także z rysunkiem 2. Na rysunku 1 zaakcentowane jest powiązanie heurystyki ekonomicznej trajektorii transformacyjnej TETIP(WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$) z podziałem obszarów tematycznych między *Biuletyny PPTE2020* oraz rynek $\vec{E}\vec{P}$). Na rysunku 2 zaakcentowane jest znaczenie (wybór) funkcji opisujących trajektorie transformacyjne TETIP(WEK-PK→rynk $\vec{E}\vec{P}$) w podejściu heurystycznym w powiązaniu z kreacjonizmem, czyli podejściem zadaniowym ukierunkowanym na osiągnięcie dwóch unijnych celów strategicznych (a nie z podejściem prognostycznym energetyki WEK-PK).

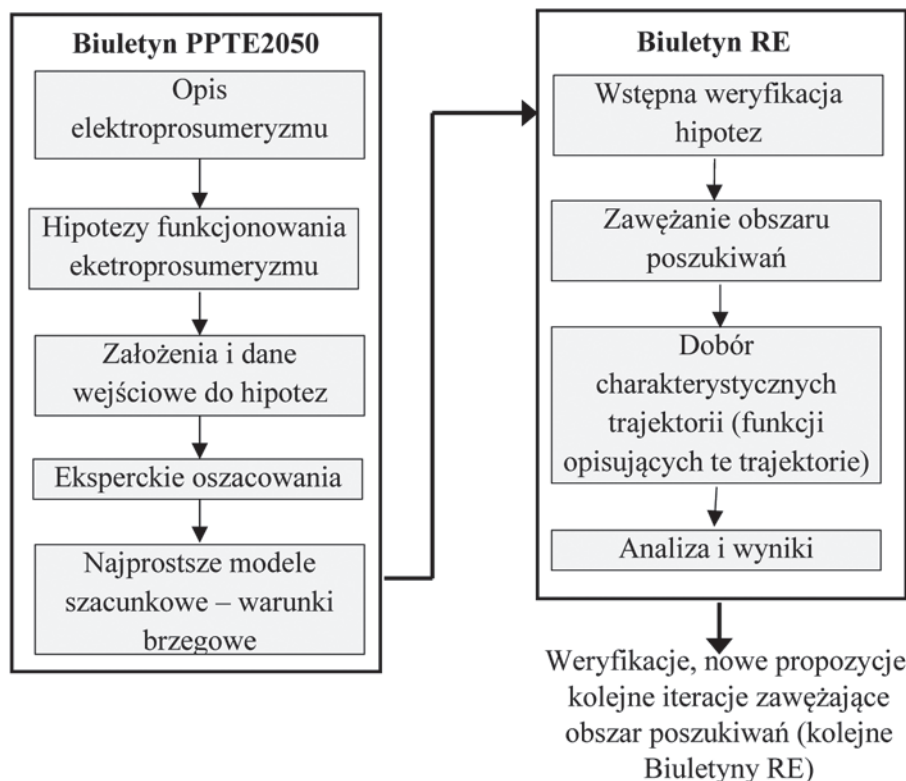
Podział tematyczny między *Biuletyny PPTE2020* oraz rynek $\vec{E}\vec{P}$) ma znaczenie symboliczne. W gruncie rzeczy chodzi o wypracowanie podziału całego wysiłku teoretycznego i działań praktycznych na zadania dotyczące oddzielnie restrukturyzacji schodzących rynków energetyki WEK-EP (czyli też samej energetyki WEK-EP) i budowy wschodzących rynków $\vec{E}\vec{P}$ za pomocą osłony kontrolnej między tymi rynkami (przepuszczalnej membrany) [2], ale też [9]. Takie podejście metodyczne wskazuje trzy ścieżki działań:

- 1° – ścieżkę budowy rynków $\vec{E}\vec{P}$ głównie przez pokolenie aktywizujące się obecnie politycznie, ale też uwarunkowane technologiami będącymi efektem rewolucji cyfrowej (funkcjonujące w świecie technologii cyfrowych, ale nie w świecie korporacji cyfrowych);
- 2° – ścieżkę rozwiązań rynkowych dla realizacji zasady współużytkowania zasobów sieciowo-regulacyjnych KSE (ścieżkę rynkowego zarządzania interakcjami między światem technologii cyfrowych i całym światem energetyki WEK-PK, w którym nie da się rozdzielić modelu korporacyjnego od wielkoskalowych technologii bazujących na paliwach kopalnych);
- 3° – ścieżkę restrukturyzacji energetyki WEK-PK.

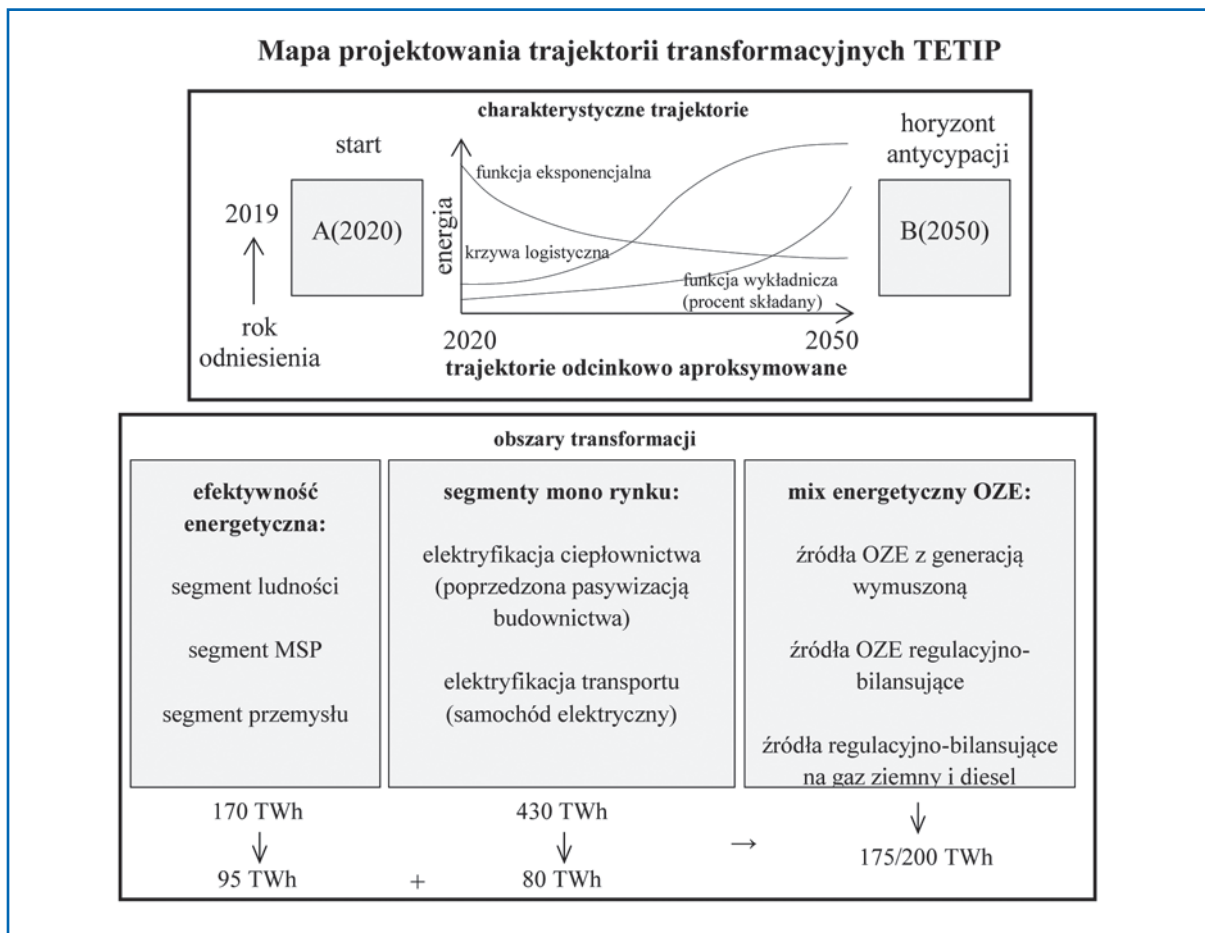
**Heurystyka ekonomiczna transformacji
TETIP[A(2020) do stanu końcowego B(2050 \vee EP)]**

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

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



Rys. 1. Schemat powiązania *Biuletynu Rynki Elektroprosumeryzmu* z platformą PPE2050 i z *Biuletynem PPE2050*



Rys. 2. Mapa „projektowania” rozwoju rynków elektroprosumeryzmu (trajektorii transformacyjnych TETIP)

Z kolei w wypadku rysunku 2 chodzi o pokazanie rodziny funkcji wykorzystywanych dotychczas przez autora artykułu na platformie PPTe2050 do bardzo uproszczonych weryfikacji realizowalności rynkowej trajektorii transformacyjnych TETIP (WEK-PK→rynkIEP), znowu w powiązaniu z kreacjonizmem – podejściem zadaniowym ukierunkowanym na realizację celów strategicznych. Widać, że są to najprostsze funkcje wklęsłe i wypukłe na całej trajektorii lub odcinkowo wklęsłe i wypukłe. Artykuł [5] wnosi w tym zakresie zasadniczy postęp.

Więziotwórcza rola rynków elektroprosumeryzmu i ich inne prospołeczne funkcje

Elektroprosumeryzm jest możliwy tylko dlatego, że wcześniej były rewolucje przemysłowe i cyfrowa, które miały rangę zmian cywilizacyjnych. Współczesny świat jest beneficjentem tych zmian. Ale też jest dotknięty mniej chlubną częścią spuścizny po rewolucjach (przemysłowych i cyfrowej), mianowicie patologiami wytworzonymi przez nie.

I ten dług elektroprosumeryzmu musi spłacić, jeśli sam ma być uznany za rozwiązanie dla świata na nadchodzący czas. To, że świat stanął wobec nieuchronności spłaty długu, zmierzania się z patologiami, nie ma już wątpliwości.

Niechcianą spuścizną jest niepoohamowana na razie konsumpcja oraz niepoohamowana i ciągle rosnąca społeczna nierównowaga bogactwa. Obydwie (konsumpcja i społeczna nierównowaga bogactwa) odbywają się kosztem zasobów przyrodniczych i za przyczyną korporacji. Nieumiarkowanie powoduje w szczególności, że zasoby nieodtwarzalne (paliwa, pierwiastki ziem rzadkich) gwałtownie się wyczerpują, a zasoby odtwarzalne tracą zdolność samoodtwarzania się na poziomie zapewniającym ochronę długoterminowej równowagi przyrodniczej Ziemi. W sferze społecznej z kolei globalne środowiska korporacyjne energetyki WEK-EP i świata cyfrowego zwirtualizowały globalnie – na drodze odhumanizowania (pozrywania więzi społecznych) i za pomocą modeli ekonomicznych (produktów pochodnych) – swoje biznesy korporacyjne.

Pandemia COVID-19 dostarcza niezwykle drastyczne argumenty dotyczące wzrostu nierównowagi społecznej bogactwa. W tym zakresie warto przytoczyć dane charakterystyczne dla drugiej fali pandemii COVID-19, zwłaszcza dane o tym, jak wielki jest wzrost rozwarstwienia światowego bogactwa, który dokonał się w ciągu zaledwie pół roku, na czym (gdzie) ono wyrosło, i jakie skutki, a zwłaszcza, jakie zagrożenie niesie dla transformacji energetycznej?

Otóż w czasie (od kwietnia do lipca 2020), kiedy światowe gospodarki pogrążyły się już w recesji, „elitarna” grupa „społeczna” globalnych multimiliarderów (około 2200 ludzi)

wzbogaciła się o prawie 30%, a ich bogactwo (pieniądze akcje, papiery wartościowe, udziały w spółkach, wszystko nominowane w amerykańskich USD) osiągnęło poziom (bo nie wartość!) ponad 10 bln USD (*Angora*, 25 października 2020 r.). Najbogatszy człowiek świata Jeff Bezos, założyciel i CEO *Amazona*, wzbogacił się o 65% (o ponad 73 mld USD), a jego majątek osiągnął do końca lipca 2020 poziom 185 mld USD (w końcu sierpnia „przebił” już poziom 200 mld USD). Wartość akcji na światowych giełdach finansowych prawdopodobnie zbliżyła się do poziomu globalnego GDP wynoszącego około 125 bln USD. Dla porównania: światowa populacja to około 7 mld ludzi, czyli przeciętny poziom GDP na „obywatela” świata, to 17 tys. USD.

Rozwarstwienie, które obecnie przyspiesza ma bezpośredni związek z korporacjami wytworzonymi przez rewolucję (erę) cyfrową. Ale rozwarstwienie to rozpoczęło się wraz z narodzinami cywilizacji przemysłowej i w istotnym stopniu było kreowane przez potęgę korporacji energetycznych; to na tej potędze, w szczególności na potędze korporacyjnej sektora naftowego, wyrosło w dużym stopniu rozwarstwienie społeczne.

Paramilitarna elektroenergetyka jądrowa, która weszła do gry między rewolucjami przemysłowymi i cyfrową spowodowała dodatkowo szczególne zagrożenie w obszarze procesów ekonomiczno-społecznych. Mianowicie, wzmocniła w zasadniczy sposób oddziaływanie od „góry” (polityka energetyczna w ekonomii politycznej na poziomie makroekonomicznym), utrwaliła dominację tych oddziaływań nad pożądanymi oddziaływaniami od „dołu” (ekonomia behawioralna na poziomie decyzji mikroekonomicznych). Jednak główne zagrożenie związane z energetyką jądrową na poziomie globalnym dotyczy sfery wolności energetycznej społeczeństw: energetyka ta zawsze prowadzi do zniewolenia energetycznego, ale poprzez dominację polityki energetycznej ogranicza także wolność polityczną społeczeństw i ludzi (jednostek). Jest to coś całkiem przeciwnego do tego, co niesie z sobą elektroprosumeryzm, który rozszerza sferę wolności zarówno energetycznej jak i politycznej całych społeczeństw i jednostek.

Przedstawione dane związane ze wzrostem, pod wpływem pandemii COVID-2019, rozwarstwienia społecznego między biegunem bogactwa (grupa „społeczna” globalnych multimiliarderów) i biegunem nędzy w powiązaniu z danymi z tabeli 1 dają podstawy do licznych hipotez. W wypadku Polski tabela 1 jest na przykład podstawą do hipotezy o podstawowym znaczeniu dla wypełnienia przez rynek \vec{EP} (1) kluczowej roli w zapewnieniu transformacji WEK-PK \rightarrow rynk \vec{EP} (niedopuszczeniu do zastąpienia energetyki WEK-PK energetyką WEK-OZE, zwłaszcza zmiksowaną z energetyką jądrową). Tą hipotezą jest hipoteza, zgodnie z którą wdrożenie zasady współużytkowania zasobów sieciowo-systemowych KSE (zasady TPA+) jest najlepszym sposobem odbudowywania za pomocą rynków elektroprosumeryzmu nowych relacji między korporacją elektroenergetyczną i społecznościami lokalnymi (najlepszym sposobem budowania kapitału społecznego), bo prowadzi do wykorzystania zasobów KSE (mających realnie wyższą wartość niż wyceniają je rynki finansowe), a równocześnie ma potencjał pobudzania efektywnych rynków wschodzących i odniesienia korzyści przez aktywizujące się społeczności lokalne.

Przede wszystkim jednak elektroprosumeryzm musi się zmierzyć z symbolami wielkości energetyki WEK-PE, takimi jak energetyka jądrowa. Z symbolami wielkości cyfryzacji, którymi są technologie cyfrowe, ale także napędzana tymi technologiami nieopohamowana konsumpcja, dokonująca się niestety za cenę zniewolenia społeczeństwa (wszechogarniająca reklama konsumpcji skierowana do społeczeństwa).

W takiej sytuacji w Polsce trzeba zadać sobie pytanie, dlaczego sołtysa w sołectwie zamieszkiwanym przez mniej niż 1000 mieszkańców (jest ich w Polsce tylko niewiele mniej niż 40 tys.) ma boleć głowa, ile mieszkańcy sołectwa będą musieli płacić za energię elektryczną kupowaną pod przymusem z elektrowni jądrowych dostępnych za dwadzieścia, trzydzieści lat, i jakie w związku z tym utracą szanse rozwoju lokalnego, jeśli może zorganizować społeczność sołectwa na rynku \vec{EP} (1) tak, że sołectwo to będzie mogło w ciągu kilku lat odłączyć się całkowicie od KSE; wystarczy mianowicie, że zacznie instalować dachowe źródła PV, a jedno z gospodarstw wybuduje mikroelektrownię biogazową uтиlizacyjną off grid (off system) o podstawowej mocy elektrycznej od 10 do 50 kW, z zasobnikiem biogazu (takim, jaki będzie potrzebny).

Trochę bardziej skomplikowane działania musi podjąć wójt gminy wiejskiej. W tym wypadku do miksu energetycznego gminnego systemu elektrycznego, funkcjonującego na sieci nN-SN, trzeba będzie dodatkowo włączyć dwie, trzy elektrownie wiatrowe klasy 3 MW każda oraz jedną elektrownię biogazową klasy 1 MW. Burmistrz gminy miejsko-wiejskiej musi włączyć na ogół dwie elektrownie biogazowe klasy 1 MW każda do gminnego systemu elektrycznego. Oczywiście, im większa jednostka JST, tym trudniejsze zadanie, ale wykonalne. Prezydent m. st. Warszawy musi zapewnić w pracach rozwojowych odpowiedź, czy kontrakt PPA z operatorem farmy offshore na pewno zapewnia Warszawie tańszą energię elektryczną niż kontrakt PPA z operatorem bloku NuScale720. Jeśli nie, i nie znajdzie innego dobrego rozwiązania, to podpisze oczywiście kontrakt z operatorem bloku NuScale720.

* * *

Na razie doświadczenia w zakresie budowy kapitału społecznego w obszarze transformacji energetyki są skromne i jednostronne i dotyczą przede wszystkim budowy lokalnych źródeł OZE w modelach spółdzielczych (klastrowych). Przy tym są one bez wątplenia największe UE.

W pierwszej fazie dotyczyły przede wszystkim elektrowni biogazowych na obszarach wiejskich (Niemcy, Dania, Hiszpania, inne kraje). Z doświadczeń tych (czyli na drodze poznania indukcyjnego), chociaż ograniczonych, trzeba w Polsce bezwzględnie (i rozważnie) korzystać. Równolegle trzeba, i można już w coraz większym zakresie, korzystać z podejścia dedukcyjnego.

Na tej ścieżce największą wartość fenomenologicznego opisu strukturyzacji rynków \vec{EP} (tab. 3) zapewnia się poprzez jego powiązanie z tripletem paradygmatycznym monizmu elektrycznego. Powiązanie takie zapewnia, że opis dostarcza wiele praktycznych wskazówek odnośnie do ich (rynków) kształtowania w przestrzeni społecznej z jednej strony, a z drugiej otwiera możliwości formułowania nowych hipotez dotyczących procesów społecznych.

Jeśli chodzi o hipotezy, to niewątpliwie największe znaczenie gatunkowe ma hipoteza dotycząca trzech fal elektroprosumeryzmu [2]. Inaczej jest to hipoteza o odwróceniu ważnych procesów (relacji). Mianowicie, rozwój technologiczny → zmiany społeczne (relacje charakterystyczne zarówno dla rewolucji przemysłowych jak i cyfrowej) vs zmiany społeczne (wykształcenie-kompetencje, odpowiedzialność i potencjał dyfuzji → dostosowanie technologiczne ze strony innowatorów pretendentów (relacje charakterystyczne dla elektroprosumeryzmu).

Priorytet aspektu podmiotowego w strukturyzacji rynkówEP (tab. 3), wynikający z istoty elektroprosumeryzmu, daje już obecnie ważne praktyczne wskazówki dotyczące kształtowania jego rynków. Tu sygnalizuje się sześć z nich.

Wskazówka 1. Jednostki JST przejmują (w ramach realizacji zasady pomocniczości) odpowiedzialność za adekwatność modeli transformacyjnych TETIP (WEK-PK→rynkierEP) do swoich potrzeb (w języku energetyki WEK-EP byłaby to odpowiedzialność za bezpieczeństwo energetyczne). To oznacza odwrócenie relacji rozwój technologiczny → zmiany społeczne na relację zmiany społeczne (obejmujące wzrost: wykształcenia-kompetencji, odpowiedzialności, potencjału dyfuzji nowych rozwiązań) → odpowiedź (dostosowanie technologiczne) ze strony innowatorów pretendentów.

Wskazówka 2. W wymiarze praktycznym jednostki JST powołują od zaraz (bez zwłoki): Pełnomocnika ds. Elektroprosumeryzmu (dojścia do neutralności klimatycznej, najpóźniej w horyzoncie 2050) na poziomie gminy wiejskiej i miejsko-wiejskiej, a także miasta do 50 tys. mieszkańców oraz Grupę Zadaniową ds. Elektroprosumeryzmu w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców.

Wskazówka 3. Jednostki JST powołują od zaraz: Pełnomocnika ds. Rozwoju Zielonych Lokalnych Miejsc Pracy (ZLMP) na poziomie gminy wiejskiej i miejsko-wiejskiej, a także miasta do 50 tys. mieszkańców oraz Grupę Zadaniową ds. Rozwoju Zielonych Lokalnych Miejsc Pracy w miastach powyżej 50 tys. mieszkańców.

Wskazówka 4. Jednostki JST podejmują od zaraz działania na rzecz dostosowania systemów szkolnictwa zawodowego w sposób zapewniający dopływ kadr dla potrzeb transformacji TETIP (WEK-PK→rynkierEP).

Wskazówka 5. Przedsiębiorcy z sektora MMSP organizują się od zaraz do zdobycia zdolności (kompetencji) na rzecz rozwoju lokalnych systemów(WSE) powstających na trajektoriach transformacji TETIP (WEK-PK→rynkierEP).

Wskazówka 6. Przedsiębiorcy z sektora MMSP wspólnie z jednostkami JST wypracowują modele energetyczne o największych szansach realizacji biznesowej i modele regulacji prawnych dla lokalnych sandboxów [2], w których będą weryfikowane na „żywych” systemach(WSE) nowe regulacje prawne, dające aktywnym społecznościom lokalnym (władzom samorządowym, prosumetom i przedsiębiorcom z sektora MMSP) możliwość realizacji transformacji TETIP (WEK-PK→rynkierEP).

- [1] *Transformacja energetyki. Paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria.* „Śląskie Wiadomości Elektryczne” (cz. 1 i 2 – wrzesień 2018, cz. 3 – styczeń 2019). W całości opublikowany [w:] *65 lat Oddziału Gliwickiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich 1953-2018.* SEP, Gliwice 2018 oraz jako Raport (11) BPEP na stronie www.ppte2050.pl i na Portalu CIRE www.cire.pl. Listopad 2018.
- [2] Popczyk J., *OD DZIAŁAŃ KRYZYSOWYCH 2020 DO ELEKTROPROSUMERYZMU 2050 transformacja energetyki w trybie przełomowym. Część II. Słownik encyklopedyczny teorii i zarys koncepcji rynku wschodzącego na poziomie praktyki.* „Energetyka” 2020, nr 5, *Biuletyn PPE2050* Nr 1/2020 oraz www.ppte2050.pl i Portal CIRE www.cire.pl. Maj 2020.
- [3] Popczyk J., *Trzy fale elektroprosumeryzmu.* „Energetyka” 2020, nr 7, *Biuletyn PPE2050* Nr 2/2020 oraz www.ppte2050.pl i Portal CIRE www.cire.pl. Lipiec 2020.
- [4] Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050. www.ppte2050.pl
- [5] Bodzek K., *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych osłonach kontrolnych.* „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* Nr 1/2020 oraz www.ppte2050.pl
- [6] Słupik T., *Audyt energetyczny w elektroenergetyce, przemyśle i gospodarce komunalnej jako narzędzie diagnostyczne w dążeniu do elektroprosumeryzmu.* „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* Nr 1/2020 oraz www.ppte2050.pl
- [7] Słupik T., *Europejski Zielony Ład – merytoryczne podstawy neutralności klimatycznej w aspekcie gospodarki surowcowej.* „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn ZPBE Energopomiar.*
- [8] Popczyk J., Fice M., *Trajektoria transformacyjna 2018-2050 polskiej energetyki – zawężanie obszaru poszukiwań (etap 2).* Raport (3) BŻEP. Grudzień 2017. www.ppte2050.pl oraz Portal CIRE www.cire.pl
- [9] Popczyk J., *TRANSFORMACJA ENERGETYKI. Od ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej i programu restrukturyzacji energetyki paliw kopalnych do rynków monizmu elektrycznego OZE.* Raport (12) BPEP. Listopad 2019. www.ppte2050.pl oraz Portal CIRE www.cire.pl



Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych ośłonach kontrolnych

Modelling of energy industry transformation trajectories to electroprosumerism in selected front-ends

Osiągnięcie neutralności klimatycznej wymaga transformacji całej energetyki w ciągu najbliższych 30 lat. Transformacja ta obejmuje nie tylko sektory energetyczne (WEK-PK), ale wpływa na całkowitą zmianę sposobu użytkowania energii elektrycznej, która w elektroprosumeryzmie (\vec{EP}), ze względu na najwyższą egzergię, jest dominująca, praktycznie jedyna. Obecny stan A(2020) polskiej energetyki jest znany. W dwóch biuletynach PPTE2050 [1, 2] opisano heurystyki napędowe energii elektrycznej OZE po zrealizowaniu transformacji energetycznej ponad podziałami do elektroprosumeryzmu TETIP(A→B) w horyzoncie 2050 – stan B(2050v \vec{EP}). W artykule zamodelowano trajektorie transformacyjne wybranych ośłon kontrolnych (od sołectwa do kraju) w celu określenia potrzebnej dynamiki zmian zbioru kanonicznych technologii wytwórczych \vec{EP} .

Słowa kluczowe: trajektoria transformacyjna, elektroprosumeryzm, symulacyjna weryfikacja, jednostki samorządu terytorialnego

Achieving climate neutrality needs transformation of the whole energy industry within the next 30 years. This transformation does not only comprise energy sectors (WEK-PK) but also results in total change in methods of utilization of electric energy which is – because of its biggest exergy – dominating in the electroprosumerism (\vec{EP}) and practically the only one. The present condition A(2020) of the Polish energy industry is well known. In two PPTE2050 [1, 2] bulletins described are the driving heuristics of RES electric energy after realization, across divides, of energy transformation to electroprosumerism TETIP(A→B) in the 2050 horizon – state B(2050v \vec{EP}). Modelled are transformation trajectories of selected front-ends (from village councils to the whole country) with the aim to determine dynamics needed for changing the canonic set of generation technologies \vec{EP} .

Keywords: transformation trajectory, electroprosumerism, simulative verification, local government entities

Wstęp

Na transformację, ogólnie, nie tylko energetyki, ma wpływ szereg czynników. Do najważniejszych należą: polityczno-prawne, technologiczne, demograficzne, ekonomiczne i społeczne. W większości są to czynniki, które charakteryzują się losowością, dlatego nawet bardzo precyzyjne modelowanie trajektorii zawsze będzie obarczone niepewnością wynikającą z niemożliwości określenia wszystkich czynników i czasu, w których mogą one wystąpić. Zaprezentowane w artykule wyniki należy traktować jedynie jako trajektorie teoretyczne, chociaż wynikające z rzeczywistych danych i przesłanek, które pozwalają na oszacowanie potrzebnej dynamiki zmian poszczególnych technologii wytwórczych w wybranych ośłonach kontrolnych. Rzeczywista trajektoria powinna wynikać z działania i potrzeb czterech rynków elektroprosumeryzmu [3].

W artykule przedstawiono charakterystyki dla czterech ośłon kontrolnych JST, dla których określona została względna struktura źródeł wytwórczych w stanie B(2050v \vec{EP}) [2]. Ośłony te powiązane są z zaproponowanym w artykule [1] zakresem autonomizacji systemu KSE, w którym jednym z głównych wskaźników definiujących potrzeby energetyczne jest liczba mieszkańców. Oszacowania te stanowiły pierwszą iterację pozwalającą powiązać strukturę wytwórczą w ośłonach kontrolnych OK(JST) z podziałem administracyjnym Polski. Przedstawione w tabeli 1 wyniki stanowią drugą iterację, opracowaną na podstawie aktualnego podziału administracyjnego i uwzględniającego analizowane w artykule ośłony kontrolne.

Należy podkreślić, że ośłony OK(JST) nie pokrywają się z obecnym podziałem administracyjnym. Wynika to z nierównomiernego rozłożenia potrzeb energetycznych w kraju. Potrzeby te

Tabela 1

Charakterystyka ośłon kontrolnych OK(JST) w kontekście podziału administracyjnego z wybranymi reprezentatywnymi wskaźnikami elektroprosumeryzmu

	Ośłony	Mieszkańcy, mln	Zapotrzebowanie		Horyzont elektroprosumeryzmu
			TWh	%	
Miasta powyżej 500 tys.	OK(JST5), OK(JST6)	4,4	21	11	2050
Miasta od 100 do 500 tys.	OK(JST4)	6,4	26	16	2050
Miasta od 50 do 100 tys.	OK(JST3)	3,5	16	9	2045
Gminy miejsko-wiejskie do 50 tys.	OK(JST1), OK(JST2)	13,2	62	34	2040
Gminy wiejskie	OK(JST1), OK(JST2)	11	51	29	2035

silnie są związane z województwem, ale najbardziej uwidaczniają się na poziomie gmin i sołectw. Z tego powodu analizuje się jedną referencyjną ostonę kontrolną dla sołectwa – OK(JST1), którą w kolejnych krokach należy dostosować do lokalnych uwarunkowań. Na drugim biegunie są miasta powyżej 500 tys. mieszkańców. Są one ściśle związane z ostoną OK(JST6) – oraz OK(JST5), w artykule nie analizowaną – i dla których można obliczyć nie tylko względne trajektorie transformacyjne, ale również po przeskalowaniu, bezwzględne (w TWh). W tabeli 1 dodatkowo określono horyzont transformacji, uwzględniony w modelowaniu.

Typowe trajektorie transformacyjne

Trajektorie transformacyjne, tu związane z energetyką WEK i rynkami elektroprosumeryzmu, ale ogólnie badające różne procesy (od rozwoju przedsiębiorstwa do demografii), mogą zostać opisane za pomocą krzywych aproksymujących rzeczywisty przebieg zmian analizowanych obszarów. Zazwyczaj jest to aproksymacja: liniowa, wielomianowa, eksponenta (procent składany) i krzywa logistyczna [4]. Linia jest najprostszą krzywą pozwalającą opisać trend zmian, jednak jest ona zazwyczaj obciążona dużym błędem aproksymacji w szczególności dla procesów długotrwałych. Dlatego najczęściej wykorzystuje się ją w postaci aproksymacji odcinkowo-liniowej, opisywanej w każdym przedziale innymi parametrami.

Aproksymacja wielomianowa pozwala zazwyczaj najdokładniej odwzorować przebieg, w szczególności przy stosowaniu wielomianów wysokiego stopnia, jednak interpretacja fizyczna poszczególnych parametrów jest utrudniona, przez co tworzenie trendu na jej podstawie może być obciążone błędem. Eksponenta (procent składany) dobrze opisuje trajektorie systemów, które są nieskończone, tzn. nie mają ograniczeń w postaci wysycenia rynku. Z tego powodu nadają się do opisu trajektorii na początku procesu, jednak wraz z dochodzeniem do ograniczeń związanych z „pojemnością” rynku mogą być przyczyną dużych błędów w analizach. Funkcja ta ma swoją interpretację fizyczną, tzn. współczynnik potęgowy jest to roczna procentowa zmiana (procent składany). Najczęściej spotykaną trajektorią jest krzywa logistyczna (krzywa S) [5]. Krzywą tą pierwotnie zapisano w wyniku obserwacji wzrostu populacji [6], jednak znalazła bardzo szerokie zastosowanie w analizowaniu dynamiki zmian w naukach przyrodniczych, ekonomicznych, a także w medycynie. Równanie krzywej logistycznej w odniesieniu do transformacji energetycznej można zapisać w postaci:

$$E(t) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-ct}} + d \quad (1)$$

gdzie:

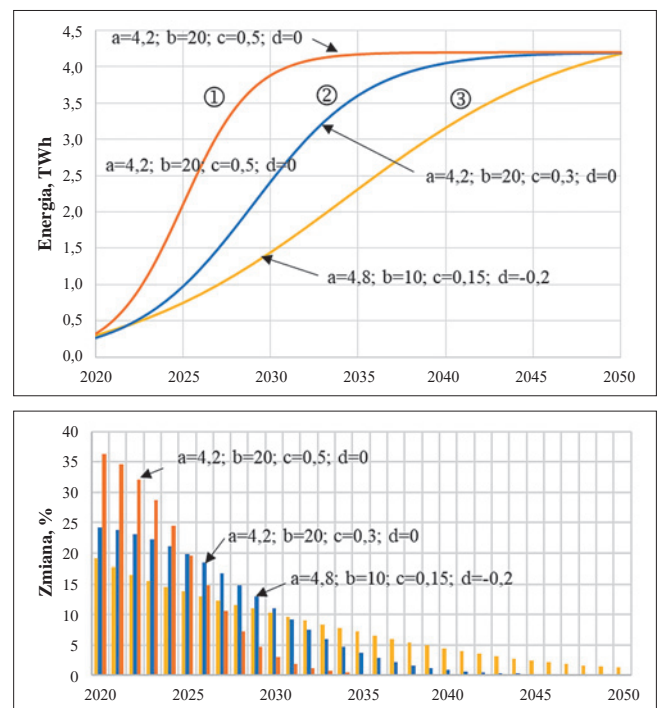
- a – wartość oczekiwana (po wysyceniu rynku),
- b – czas transformacji,
- c – tempo transformacji,
- d – wartość początkowa.

W artykule, do określenia trajektorii transformacyjnej, wykorzystuje się krzywą logistyczną, przyjmując za zmienną t lata liczone od rozpoczęcia analizowanego okresu ($t = 1, 2, 3, \dots$). W zależności od parametrów, kształt krzywej logistycznej zmienia się (rys. 1). Pozwala to odwzorować przewidywaną trajekto-

rię transformacyjną w zależności od komercjalizacji technologii i potrzeb rynku. Mianowicie:

- *krzywa 1* na rysunku 1 – charakterystyczna jest dla technologii, które są już w pełni skomercjalizowane, łatwo dostępne (efekt fabryczny) oraz istnieje na nie duże zapotrzebowanie;
- *krzywa 2* na rysunku 1 – jest charakterystyczna dla technologii dojrzałych, które już istnieją na rynku, ale w dalszym ciągu jest na nie duże zapotrzebowanie;
- *krzywa 3* na rysunku 1 – charakterystyczna jest dla technologii we wczesnej fazie rozwoju (o wysokim nakładzie inwestycyjnym).

W zależności od parametrów, w szczególności tempa transformacji (parametr c), zmieniają się również roczne przyrosty, w tym przypadku energii. Im współczynnik c jest większy, tym tempo transformacji, osiągnięcie wartości oczekiwanej, jest większe.



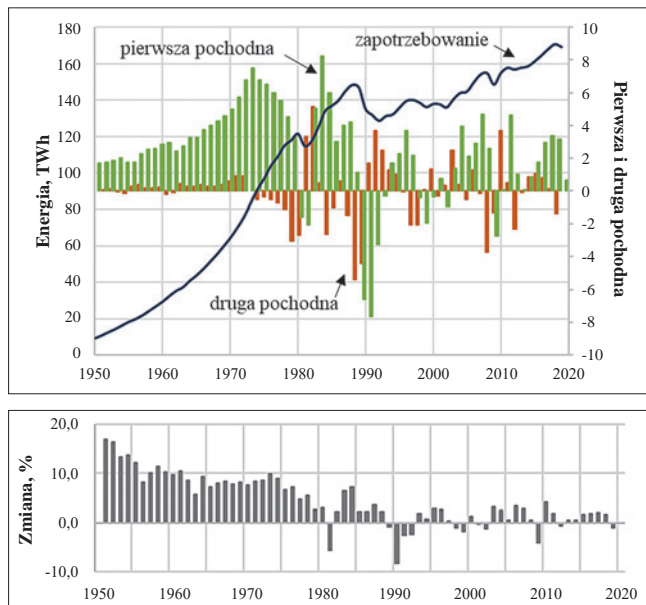
Rys. 1. Wpływ parametrów krzywej logistycznej na trajektorie transformacyjne oraz roczną zmianę procentową (przyrost)

Aproksymacja zapotrzebowania Polski

Zapotrzebowanie w systemie KSE w latach od 1950 do 2019 [7] zaprezentowano na rysunku 2. Można zauważyć, że na zapotrzebowanie to istotny wpływ miała sytuacja polityczna w Polsce. Analiza pokazuje, że można rozróżnić dwa przedziały czasowe o zupełnie innych właściwościach. Pierwszy to okres socjalizmu, z „dynamicznie” rozwijającą się gospodarką, w którym swoje piętno odcisnął stan wojenny. Drugi to znacznie mniej uporządkowany okres, z początkowym gwałtownym spadkiem zapotrzebowania, aż do roku 1993, i znacznie mniej uporządkowany, bo podlegający częściowo wpływowi rynku, okres wolnego wzrostu zapotrzebowania. W analizie krzywej zapotrzebowania pomagają pierwsza i druga pochodna.

Pierwszą pochodną można interpretować jako roczną zmianę mocy w wartościach bezwzględnych (jednostka to TWh/r). Natomiast druga pochodna określa wypukłość funkcji, w tym przypadku tendencję utrzymania wzrostu (w przypadku dodatniej wartości) oraz tendencję do stagnacji, wysycenia się rynku (w przypadku ujemnych wartości). Wartość drugiej pochodnej można również interpretować jako odpowiednik „zrywu” w kinematyce, czyli szybkości zmian. Im druga pochodna ma mniejszą wartość i im jej bezwzględne zmiany rok do roku są mniejsze, tym rynek jest bardziej kontrolowany. Taki charakter miał pierwszy okres rozwoju elektroenergetyki w Polsce (do roku 1981). Jednak nawet już tego okresu nie można opisać za pomocą jednej funkcji eksponencjalnej, ze względu na wystąpienie przegięcia (rok 1973) w zapotrzebowaniu. Właściwsza jest krzywa logistyczna.

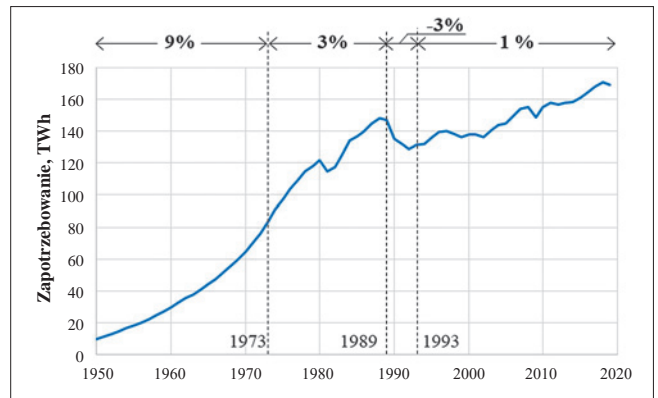
Na rysunku 1 zamieszczono również procentową zmianę zapotrzebowania liczoną rok do roku. Wykres ten może być jednak mylący, ponieważ w każdym roku zmienia się punkt odniesienia (wynika z zapotrzebowania w poprzednim roku). Jeżeli analizowana technologia jest nowa w początkowym okresie zmiany procentowe mogą sięgać 1000% i więcej. Procentowa zmiana może być więc wykorzystywana w przypadku, gdy analizuje się technologię już obecną na rynku. Chociaż może być ona w początkowym okresie rozwoju. Należy podkreślić, że początki polskiej energetyki przypadają na koniec XIX wieku, dlatego zmiany procentowe zapotrzebowania Polski w latach 50. ubiegłego wieku nie przekraczają 20%.



Rys. 2. Odzworowanie zapotrzebowania KSE

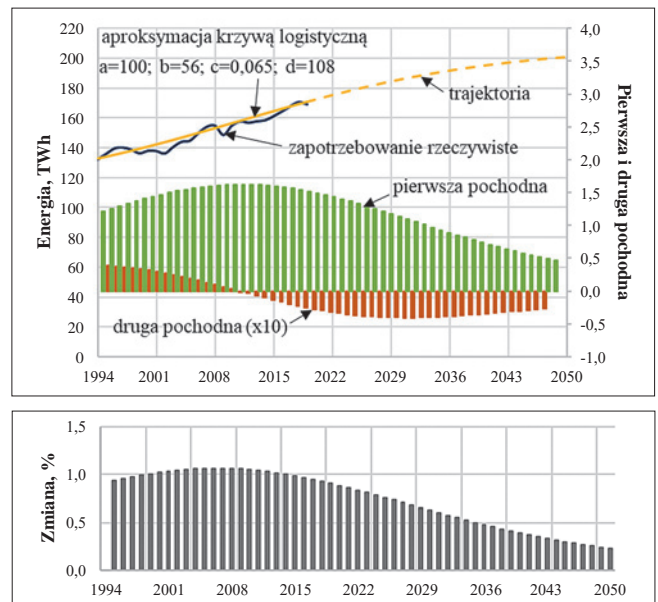
W rozwoju elektroenergetyki, rozumianym tutaj jako zmiana zapotrzebowania na energię elektryczną, można wyodrębnić cztery charakterystyczne okresy, dla których, na podstawie aproksymacji eksponentą, obliczono procentową zmianę (procent składany) wartości zapotrzebowania. Zostały one wybrane na podstawie analizy pierwszej i drugiej pochodnej (rys. 2). Obliczone wartości, wraz z zaznaczonymi przedziałami, zamieszczono na rysunku 3. Końcowy okres od 1993 roku charakteryzuje się rocznym przyrostem zapotrzebowania na poziomie 1% i może on zostać aproksymowany funkcją eksponencjalną. Jednak do

dalszej analizy właściwsza będzie krzywa logistyczna, ze względu na heurystykę potrzeb energetycznych na rynkach elektroprosumeryzmu w stanie $B(2050 \vee \vec{EP})$ [3].



Rys. 3. Zmiana zapotrzebowania (procent składany) obliczony na podstawie odcinkowej aproksymacji funkcją eksponencjalną

Rzeczywiste zapotrzebowanie po roku 1993 stanowi początek okresu, dla którego określa się trajektorię transformacyjną, kończącą się potrzebami energetycznymi wynoszącymi 200 TWh w roku 2050. Oczywiście trajektoria nie uwzględnia wystąpienia krytycznych czynników wpływających na zmianę zapotrzebowania (np. politycznych), jednak pozwala prognozować trend zmian i należy traktować je jako pierwszą iterację trajektorii transformacyjnej.



Rys. 4. Wyznaczenie trajektorii zapotrzebowania w horyzoncie 2050 za pomocą aproksymacji zapotrzebowania krzywą logistyczną

Pełna analiza wymaga wyznaczenia trajektorii związanej z czterema rynkami elektroprosumeryzmu, a w szczególności pasywizacją budownictwa, elektryfikacją ciepłownictwa oraz transportu. Zostały one w analizie uwzględnione jedynie w sposób jakościowy, a nie ilościowy oraz przy założeniu, że znana jest końcowa wartość zapotrzebowania. Wyznaczenie każdej z tych

trajektorii wymaga odrębnej pogłębionej analizy. Dla przykładu, podstawą zmiany obecnego sposobu użytkowania energii elektrycznej powinien być audyt energetyczny [8].

Na podstawie analizy pierwszej i drugiej pochodnej (rys. 4), można zauważyć, że w roku 2013 wystąpił punkt przegięcia, tzn. od tego roku wzrost zapotrzebowania ma tendencję spadkową, która nie uwidoczniła się przy analizie zapotrzebowania rzeczywistego (rys. 2). Aproksymacja „wytłumiła” roczne wahania rynku i pozwoliła na określenie trendu.

Krzywe transformacyjne na przykładzie osłony OK(JST6) – Warszawa

W artykule [2] została określona struktura źródeł wytwórczych dla wybranych osłon OK(JST). Wyniki analizy stanowią punkt końcowy krzywej transformacyjnej (tab. 2).

Tabela 2

Struktura źródeł wytwórczych dla wybranych osłon OK(JST) [2]

	Osłona Kontrolna			
	OK(JST1)	OK(JST2)	OK(JST3)	OK(JST6)
	Względna produkcja energii \dot{E} , %			
Źródła PV	40	40	32	20
Mikroelektrownie wiatrowe	5	5	0	2
Elektrownie wiatrowe	0	25	38	18
Mikroelektrownie biogazowe	55	10	5	0
Elektrownie biogazowe	0	20	25	5
Mineralizacja (GOZ)	0	0	0	5
Elektrownie wiatrowe offshore	0	0	0	38

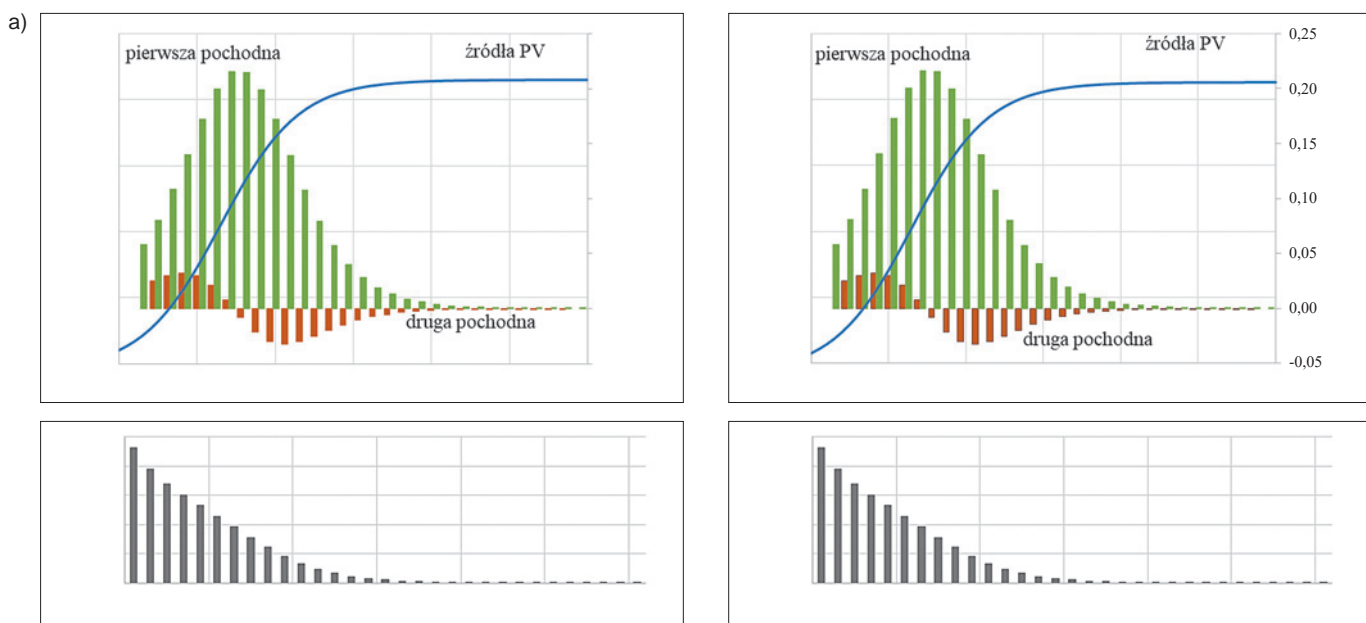
Obliczenie krzywych transformacyjnych można wykonać dla wartości względnych – procentowych (rys. 5a) lub energii (rys. 5b). Do skalowania wartości względnych (tab. 2) wykorzystuje się roczne zapotrzebowanie wybranej osłony kontrolnej.

W obydwu przypadkach kształt trajektorii oraz kształt pierwszej i drugiej pochodnej nie zmieniają się, jednak inna jest ich interpretacja. W przypadku wartości względnych (rys. 5a), pochodną należy interpretować jako punkty procentowe rocznej zmiany energii względnej, natomiast w przypadku energii (rys. 5b) jako jej (tej energii) roczną zmianę. Interpretacja drugiej pochodnej pozostaje bez zmian. W obydwu przypadkach zmiana procentowa, ze względu na jej względny charakter, również pozostaje taka sama.

Należy podkreślić, że osłonę OK(JST6) można bezpośrednio przeliczyć na trajektorię miast powyżej 500 tys. mieszkańców. W obrębie tych miast nie ma innych osłon kontrolnych OK(JST), tzn. należy ją traktować jako osłonę rzeczywistą, uwzględniającą wszystkie podmioty w pięciu największych miastach. Zapotrzebowanie w stanie B(2050vEP) dla wszystkich miast powyżej 500 tys. mieszkańców wynosi 21 TWh. Dlatego analiza trajektorii transformacyjnej na podstawie struktury wytwórczej dla OK(JST6) została wykonana dla zapotrzebowania zgodnego z odpowiadającym mu podziałem administracyjnym.

Inaczej jest w przypadku osłon dla sołectw OK(JST1), gmin OK(JST2) oraz miast do 100 tys. mieszkańców OK(JST3), w których podział administracyjny nie nakłada się na podział potrzeb energetycznych, chociaż jest z nim związany, a dodatkowo potrzeby energetyczne poszczególnych jednostek terytorialnych znacznie się od siebie różnią. Z tego powodu analiza osłon OK(JST1) do OK(JST3) została wykonana dla wartości względnych, które mogą być następnie łatwo przeskalowane dla rzeczywistego charakteru wybranej osłony OK(JST).

W analizie rozpatruje się krzywe transformacyjne dla siedmiu technologii; dobór parametrów krzywej logistycznej dla każdej technologii uwzględniał stan początkowy (rok 2019), aktualny



Rys. 5. Trajektorie transformacyjne źródeł PV a) jednostki względne, b) energia, dla OK(JST6) – Warszawa

stan rozwoju technologii, koszt technologii, obecną tendencję w instalacji źródeł, potrzebę wdrożenia oraz końcową wartość w horyzoncie transformacji dla każdej osłony kontrolnej (tab. 1). Dobór parametrów dla każdej technologii definiował jej trajektorię w sposób następujący:

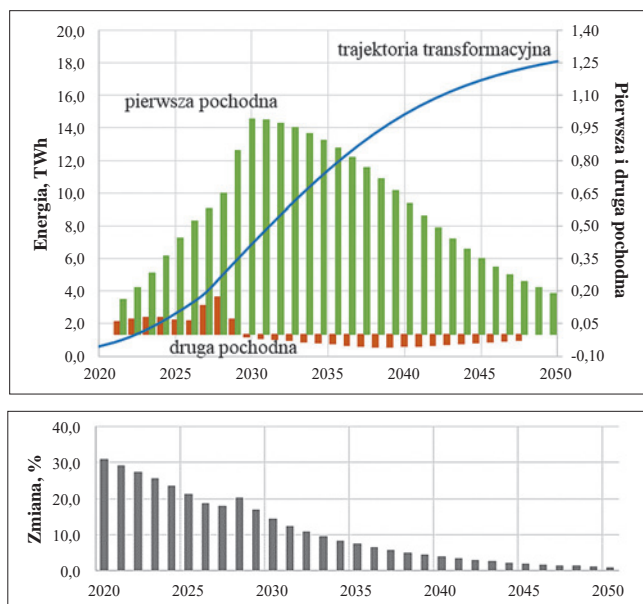
- źródła PV – technologia skomercjalizowana, już obecnie z dużą dynamiką wzrostu produkowanej energii i krótkim czasem osiągnięcia wartości docelowej;
- mikroelektrownie wiatrowe – technologia skomercjalizowana, ale droga, wymagająca kolejnych generacji w celu obniżenia kosztów;
- elektrownie wiatrowe – technologia skomercjalizowana, najtańsza, jednak obecnie w Polsce blokowany jest jej rozwój, dlatego mimo dużego potencjału rozwojowego założono mniejszy przyrost w początkowym okresie, z maksimum przypadającym na lata 2030-2040;
- mikroelektrownie biogazowe – technologia w pierwszej fazie komercjalizacji i z dużym kosztem produkcji energii elektrycznej, jednak z bardzo dużym potencjałem wdrożenia zwłaszcza na obszarach wiejskich z powodu możliwości bilansowania; z tego powodu założono szybki rozwój tej technologii;
- elektrownie biogazowe – technologia skomercjalizowana, charakteryzująca się wysokim kosztem produkcji energii, ale ze względu na gwałtowny wzrost potrzeb lokalnego bilansowania założono jej szybki rozwój;
- mineralizacja (GOZ) – technologia w początkowej fazie komercjalizacji, jednak z bardzo dużym potencjałem wdrożenia, ze względu na potrzebę utylizacji odpadów i krótkim czasem zwrotu inwestycji; założono szybki wzrost i stosunkowo szybkie osiągnięcie wartości docelowej ze względu na ograniczoną dostępność odpadów;
- elektrownie offshore – założono, że pierwsze morskie elektrownie wiatrowe powstaną dopiero w roku 2027; po tym okresie ich rozwój będzie szybki [9].

Antycypowane w artykule trajektorie transformacyjne nie uwzględniają wielu czynników, które na bieżąco (w miarę ich identyfikacji) powinny zostać uwzględniane w modelowaniu. Duży wpływ na trajektorie będzie miał rozwój technologii, warunki polityczno-prawne, ale w szczególności będą one rozwijać się w reakcji na potrzeby czterech rynków elektroprosumeryzmu.

Trajektorie transformacyjne dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców

Do analizy trajektorii transformacyjnej produkcji energii (w TWh) zostało wybranych 5 miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 500 tys. Potrzeby tych miast pokrywają się ze strukturą wytwórczą dla OK(JST6), dlatego została ona wybrana jako struktura referencyjna. Struktura ta jest również właściwa dla Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii czy Trójmiasta, a zaprezentowany sposób modelowania można wykorzystać przy określeniu ich trajektorii transformacyjnych. Wymagane jest przeskalowanie bazujące na potrzebach energetycznych (energii elektrycznej) w elektroprosumeryzmie. Trajektorie transformacyjne sześciu analizowanych technologii, wraz z pochodnymi i roczną procentową zmianą energii, zamieszczono w *Załączniku 1*.

Na ich podstawie została obliczona sumaryczna trajektoria transformacyjna źródeł OZE, czyli krzywa osiągnięcia elektroprosumeryzmu (rys. 6). W analizowanym okresie sumaryczne roczne przyrosty energii nie przekraczają 30%. Należy jednak podkreślić, że wynikają one w dużej mierze ze wzrostu produkcji energii w źródłach PV, które charakteryzują się obecnie bardzo dużą dynamiką wzrostu, większą nawet niż w analizowanych trajektoriach transformacyjnych. Mniejsze wartości wzrostu wynikają z aproksymacji 30-letniego okresu transformacji.



Rys. 6. Trajektoria transformacyjna źródeł OZE dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców

Wartość końcowa produkcji energii jest niższa w porównaniu z tą z tabeli 1. Jest to spowodowane nieuwzględnieniem w analizie technologii gazowych (bloki combi) oraz paliw ropopochodnych (UGZ), które występują w strukturze wytwórczej OK(JST6) [2]. Rozwój technologii magazynowych oraz potencjalnie technologii wodorowych może wpłynąć na zmianę struktury bilansu wytwórczego, dlatego jest duże prawdopodobieństwo (szansa), że w stanie B(2050vEP) nie będą one potrzebne.

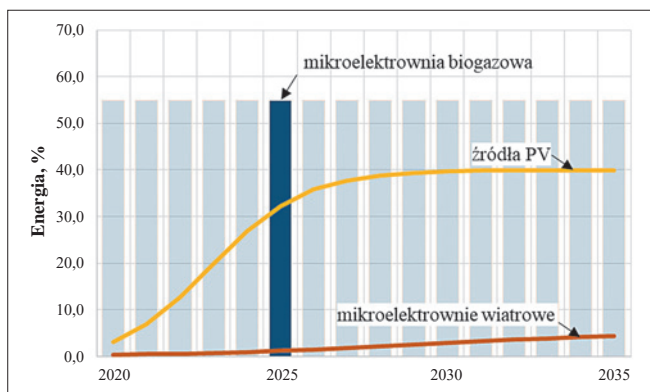
Krzywe transformacyjne dla osłon na obszarach wiejsko-miejskich od OK(JST1) do OK(JST3)

Osłony kontrolne dla obszarów wiejsko-miejskich nie mogą być powiązane bezpośrednio z podziałem administracyjnym ze względu na znaczne różnice pomiędzy poszczególnymi sołectwami, zarówno pod względem zapotrzebowania jak i np. dostępności do surowców dla mikroelektrowni biogazowej. Dlatego analiza prowadzona była dla wartości względnych struktury bilansu wytwórczego (tab. 2).

Ostona OK(JST1)

W ostonie OK(JST1) możliwe jest wyznaczenie trajektorii dla źródeł PV (moc jednostkowa od 2 do 10 kW) oraz mikroelektrowni wiatrowych (o podobnej mocy). Natomiast w ostonie tej jest miejsce

jedynie dla pojedynczej mikroelektrowni biogazowej (moc od 10 do 50 kW). Czas, w którym zostanie ona oddana do użytku powinien znajdować się w horyzoncie osiągnięcia elektroprosumeryzmu (do roku 2035). Należy jednak podkreślić, że wybudowanie mikroelektrowni biogazowej, zaznaczone symbolicznie na rysunku 7, spowoduje, że osłona ta praktycznie może stać się osłoną off-grid (off system) ze źródłem regulacyjno-bilansującym. Jednak osiągnięcie elektroprosumeryzmu będzie wymagało zmiany sposobu użytkowania energii elektrycznej. Zmiana ta może zostać osiągnięta poprzez urządzenia i usługi rynków elektroprosumeryzmu.

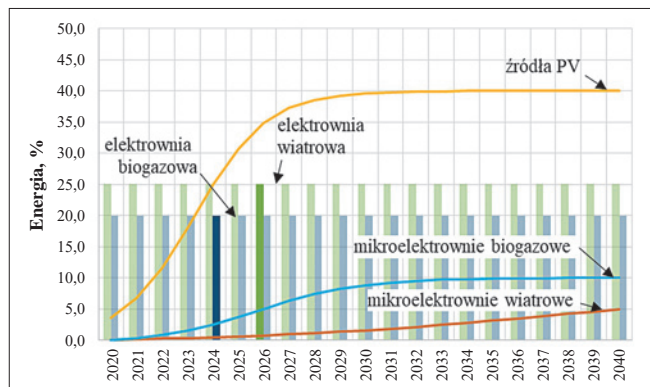


Rys. 7. Względna trajektoria transformacyjna źródeł OZE, mikroelektrowni wiatrowych oraz potencjał budowy mikroelektrowni biogazowych dla OK(JST1)

Ośłona OK(JST2)

W osłonie OK(JST2), w zależności od wielkości gminy może być potrzebne kilka mikroelektrowni biogazowych. Możliwe jest więc obliczenie trajektorii transformacyjnej dla tej technologii. W OK(JST2) znajduje się jedynie sieć nN i SN, dlatego zakłada się wykorzystanie pojedynczych elektrowni wiatrowych (moc rzędu 3 MW) i pojedynczych elektrowni biogazowych (klasy 1 MW). Z tego powodu technologie te nie mają wyznaczonej krzywej transformacyjnej, a jedynie zaproponowano czas, w którym powinno nastąpić oddanie ich do użytku.

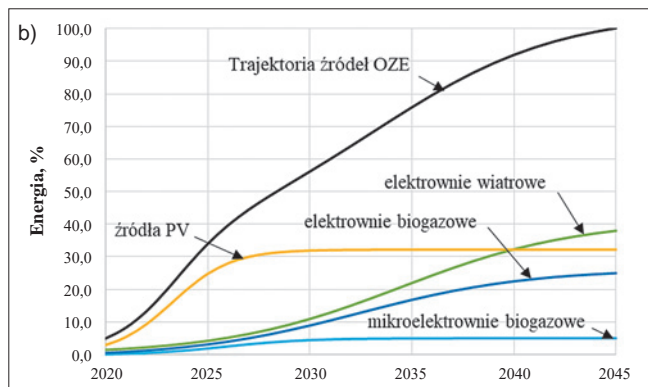
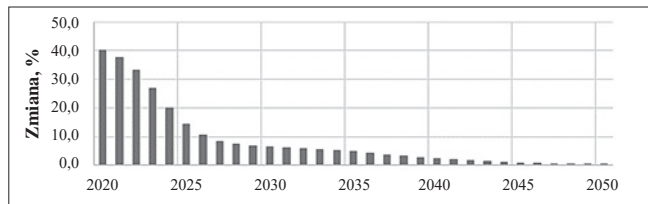
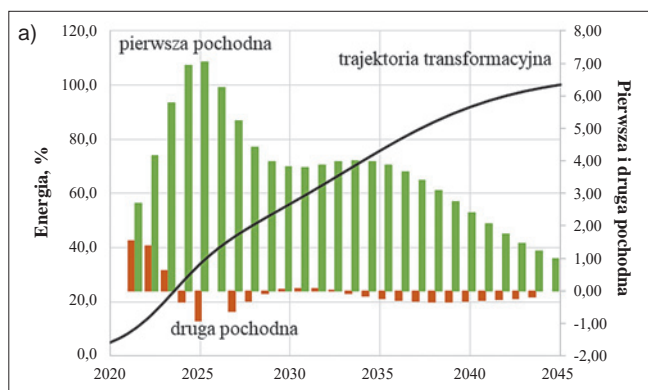
Ośłona OK(JST2) ma potencjał osiągnięcia elektroprosumeryzmu w ciągu najbliższych 20 lat. Jest to możliwe ze względu na małą gęstość mocy oraz łatwy dostęp do lokalnych zasobów energetycznych, w tym do surowców dla elektrowni biogazowej.



Rys. 8. Względna trajektoria transformacyjna źródeł OZE, mikroelektrowni wiatrowych i biogazowych oraz potencjał budowy elektrowni biogazowych i wiatrowych dla OK(JST2)

Ośłona OK(JST3)

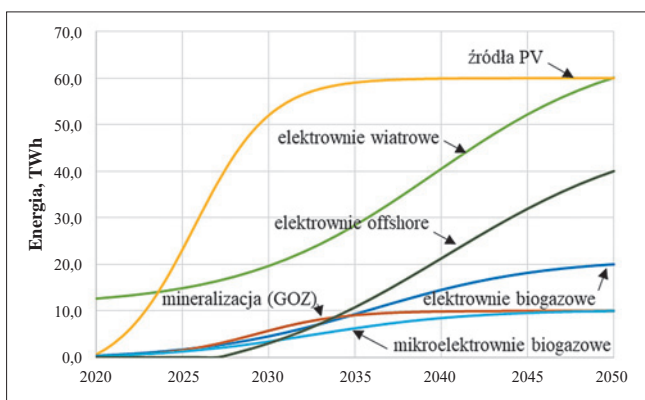
Ośłona OK(JST3) powiązana jest z miastem od 50 tys. do 100 tys. mieszkańców (oraz z powiatem, jeżeli istnieje). Charakteryzuje się stosunkowo dużymi potrzebami energetycznymi. Dla przykładu roczne zapotrzebowanie klastra ORE[10] wynosi około 90 GWh, a docelowe, obejmujące cały powiat szacowane jest na 180 GWh. W osłonie tej potrzeby energetyczne są znacznie większe, dlatego trajektorie transformacyjne obejmują zbiór kanonicznych technologii wytwórczych. Sumowanie (dla każdego roku) wszystkich trajektorii pozwoliło na obliczenie trajektorii transformacyjnej źródeł OZE (rys. 9) oraz analizę tej trajektorii za pomocą pochodnych oraz rocznej zmiany procentowej. Na podstawie wyników analizy (rys. 9) można zauważyć, że trajektoria ta ma trzy punkty przegięcia. Pierwszy (rok 2025) spowodowany jest spowolnieniem przyrostu mocy w źródłach PV, drugi (rok 2030) wynika ze zwiększenia dynamiki instalacji źródeł wiatrowych, natomiast trzeci (rok 2034) z konieczności ograniczenia inwestycji ze względu na zbliżanie się do pełnego pokrycia potrzeb energetycznych za pomocą zbioru technologii OZE. Duże zmiany procentowe w pierwszym okresie wynikają z dużej dynamiki instalacji źródeł PV, w późniejszym okresie (po roku 2025) nie przekraczają 10%. Taka dynamika zmian jest charakterystyczna dla „dojrzałego” rynku.



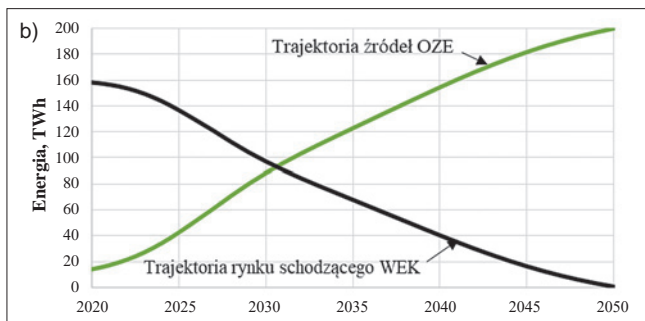
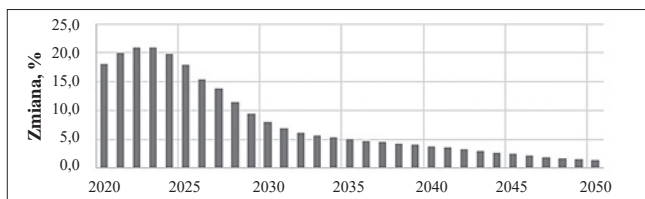
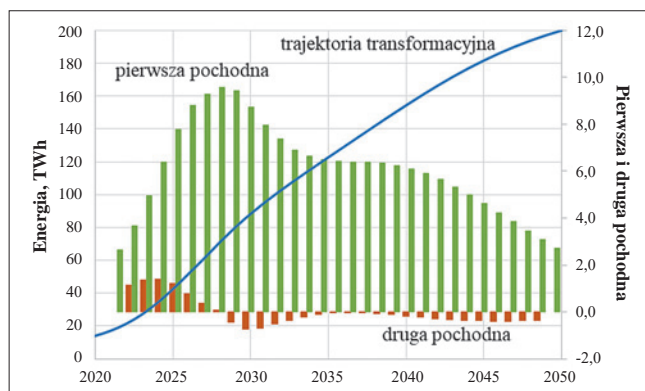
Rys. 9. Trajektoria transformacyjna a) źródeł OZE z pierwszą i drugą pochodną oraz roczną zmianą procentową, b) poszczególnych technologii w osłonie OK(JST3)

Krzywe transformacyjne dla Polski

Stan B(2050 \vec{vEP}) został określony na podstawie struktury miks energetycznego zaproponowanego w [1], który przeskalowano dla energii wynoszącej 200 TWh. Efektem analizy są krzywe transformacyjne dla poszczególnych technologii zamieszczone na rysunku 10 oraz w Załączniku 2. Trajektorie dotyczą zbioru kanonicznych technologii wytwórczych. Nie uwzględnia się innych technologii, np. elektrowni wodnych, których potencjał rozwoju jest znikomy i nie zmieniają one w sposób istotny struktury wytwórczej.



Rys. 10. Trajektorie transformacyjne źródeł OZE



Rys. 11. Trajektorie transformacyjne a) źródeł OZE, b) rynku schodzącego WEK

Trajektorię transformacyjną (rys. 11a) obliczono sumując trajektorie dla poszczególnych źródeł. Uzyskano w ten sposób pierwszą iterację inwestycji w źródła OZE, potrzebnych do osiągnięcia neutralności klimatycznej w horyzoncie 2050. Z przeprowadzonych badań wynika, że w pierwszym okresie potrzebne są duże inwestycje w źródła (w szczególności źródła PV), które w szczytowym okresie około roku 2027 powinny zwiększyć produkcję energii o blisko 4 TWh, co stanowi przyrost energii na poziomie 20% rok do roku. Na tak duże przyrosty energii składa się szereg technologii wytwórczych, w tym również elektrownie wiatrowe offshore.

Krytyczne ze względu na utrzymanie dynamiki transformacji jest pierwsze 10 lat (do roku 2030), z dynamiką zmian wynoszącą około 20% rocznie. Należy jednak pamiętać, że rozwój ten dotyczy głównie źródeł PV, które charakteryzowały się przyrostem mocy zainstalowanej (ale również produkowanej energii) 140% w roku 2019. Po roku 2030 roczny procentowy przyrost mocy nie przekracza 10%.

Zaproponowane trajektorie uwzględniają gwałtowny przyrost źródeł PV, należy jednak traktować je jedynie jako trend. Rzeczywista trajektoria powinna wynikać z potrzeb rynków elektroprosumeryzmu. W takiej sytuacji będzie obciążona najmniejszym ryzykiem nietrafionych inwestycji.

Na podstawie obliczonej trajektorii potrzeb energetycznych (rys. 4) oraz trajektorii transformacyjnej źródeł OZE (rys. 11a) obliczono trajektorię rynku schodzącego (rys. 11b). Odejście od paliw kopalnych (redukcja rynku schodzącego WEK) uzyskane na podstawie założeń analizy przeprowadzonej w artykule, pokazuje, że w około roku 2030 udział wschodzących rynków elektroprosumeryzmu może przekroczyć 50%, stając się dominującym sposobem wytwarzania energii w polskiej energetyce.

Podsumowanie

Przyjęte w analizie założenia uwzględniają aktualne tendencje rozwojowe oraz potrzeby rynków elektroprosumeryzmu. Pozwalają one wyznaczyć potrzebną dynamikę rozwoju poszczególnych technologii OZE, należy je jednak traktować jako pierwsze przybliżenie. Pogłębionej analizy wymagają zwłaszcza zagadnienia związane z rozwojem rynków elektroprosumeryzmu, mianowicie: pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa i transportu. Obszary te w istotny sposób będą wpływały na krzywe transformacyjne i należy je uwzględnić w kolejnych iteracjach (przybliżeniach) trajektorii.

Dalszy etap badań związany jest z określeniem potrzebnych kosztów transformacyjnych, uwzględniających zwiększenie mocy zainstalowanej, ale również konieczność wdrożenia technologii ICT, pozwalających na zmianę sposobu użytkowania energii elektrycznej.

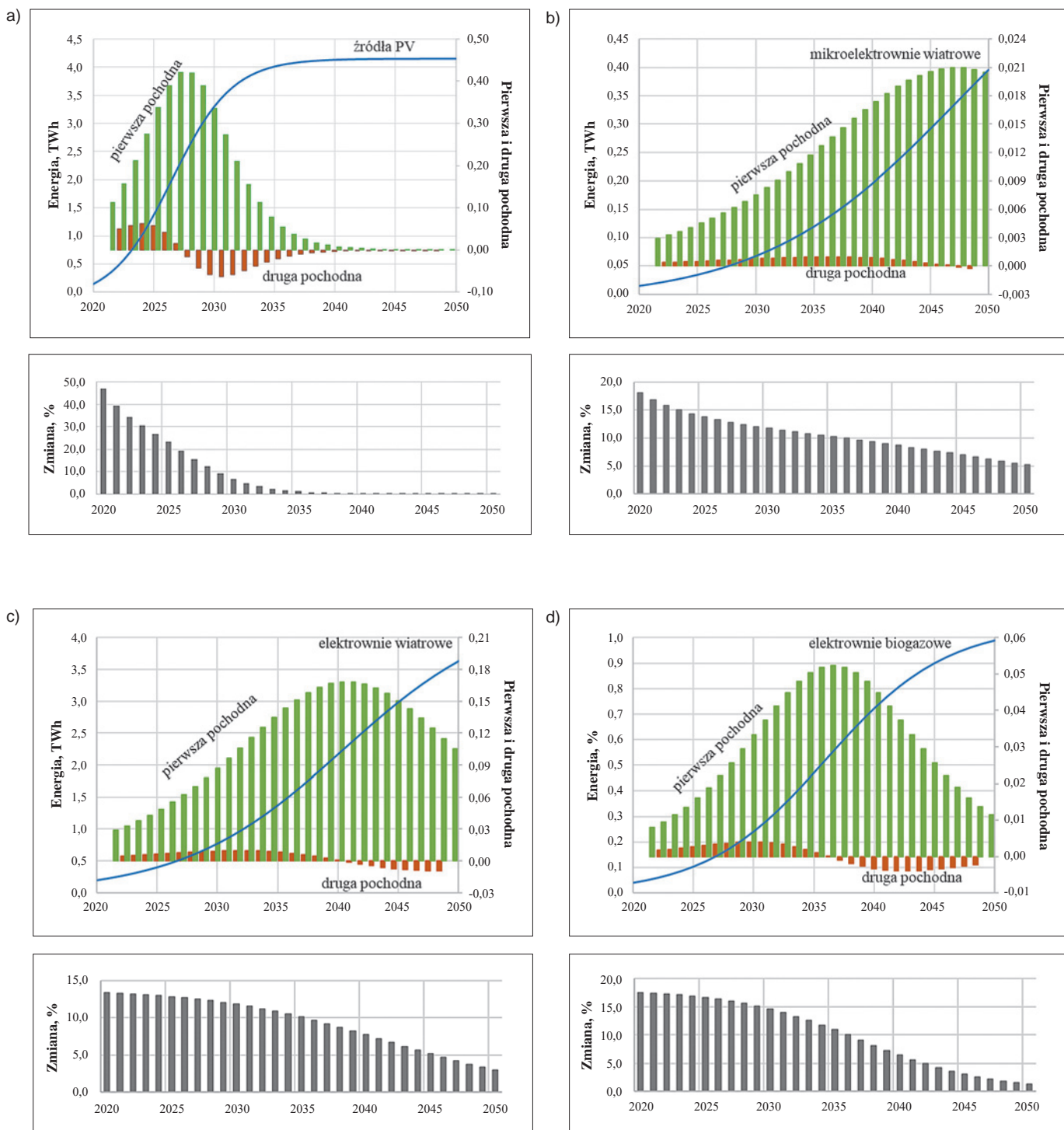
PIŚMIENICTWO

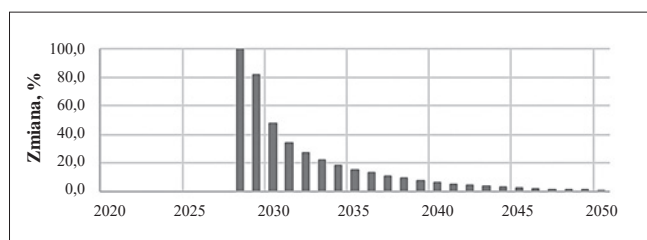
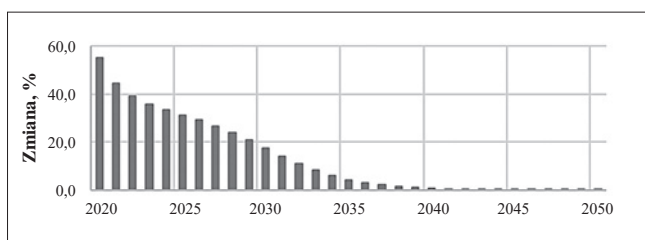
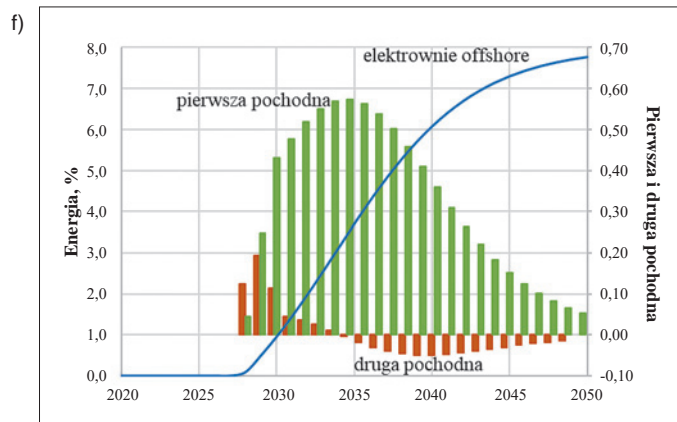
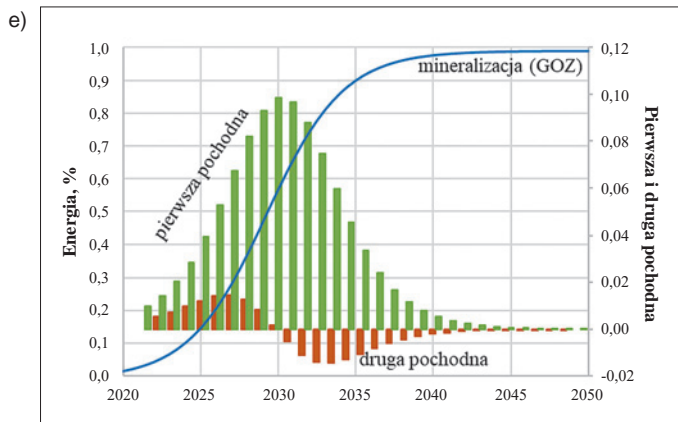
- [1] Popczyk J., *Trzy fale elektroprosumeryzmu*. „Energetyka” 2020, nr 7, *Biuletyn PPTe2050* nr 2/2020, <https://ppte2050.pl>
- [2] Bodzek K., *Od analizy profili na osłonach kontrolnych systemu (WSE) do wskaźników projektowania struktury miks energetycznego – studium przypadków*. „Energetyka” 2020, nr 7, *Biuletyn PPTe2050* nr 2/2020, <https://ppte2050.pl>

Załącznik 1

Trajektorie transformacyjne źródeł OZE dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców

a) źródeł PV, b) mikroelektrowni wiatrowych, c) elektrowni wiatrowych, d) elektrowni biogazowych, e) mineralizacji (GOZ), f) elektrowni offshore

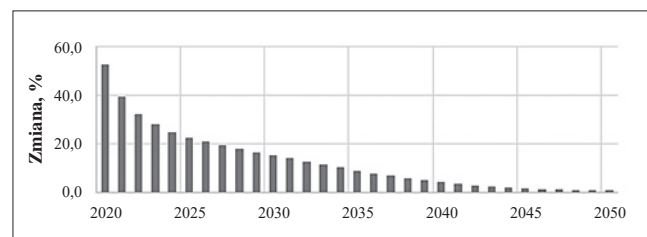
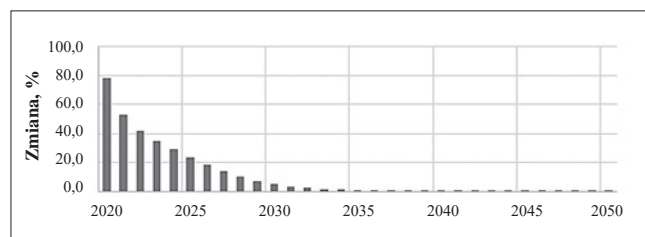
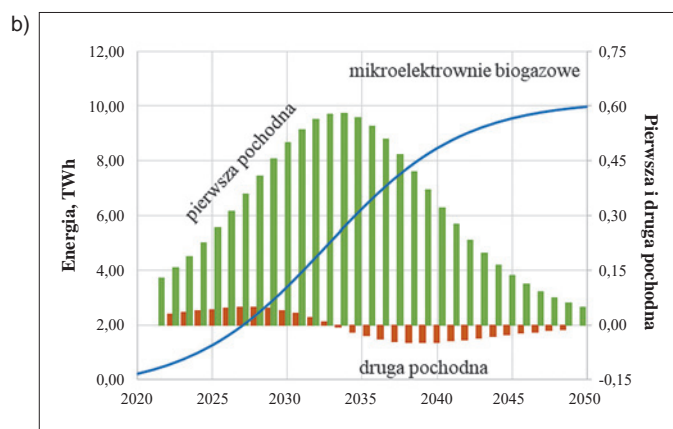
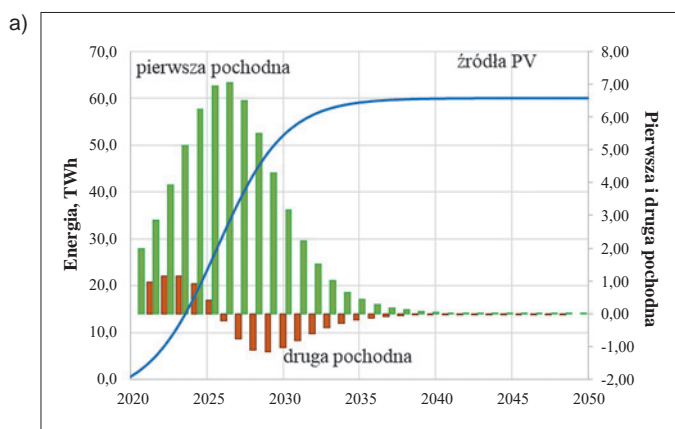


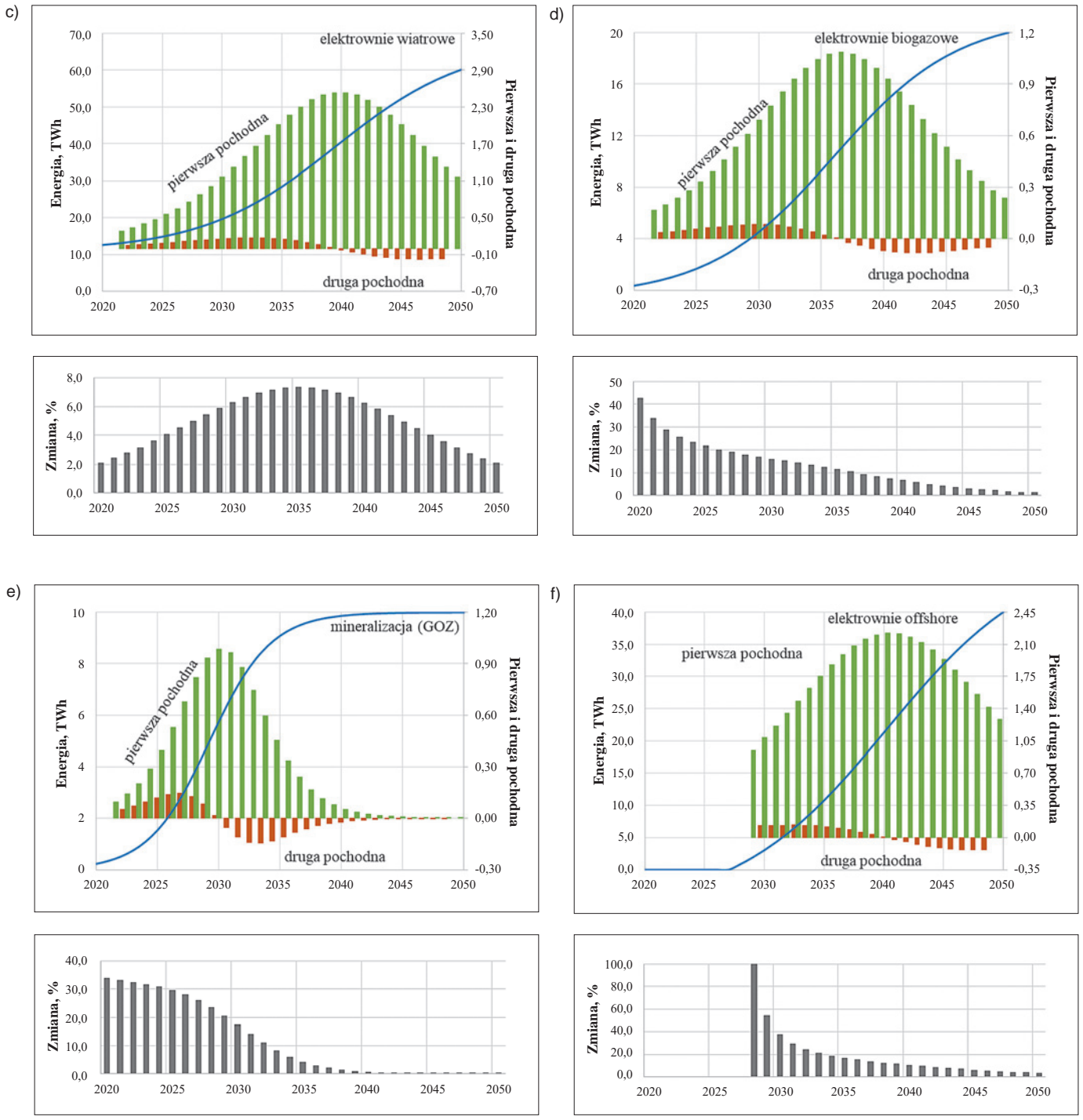


Załącznik 2

Trajektorie transformacyjne źródeł OZE dla Polski

a) źródeł PV, b) mikroelektrowni wiatrowych, c) elektrowni wiatrowych, d) elektrowni biogazowych, e) mineralizacji (GOZ), f) elektrowni offshore





[3] Popczyk J., *Cztery rynki elektroprosumeryzmu*. „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* nr 1/2020, <https://ppte2050.pl>

[4] Lichota A., *Prognozowanie krótkoterminowe na lokalnym rynku energii elektrycznej*. Rozprawa doktorska, Wydział Zarządzania, AGH, Kraków 2006.

[5] Słupiński M., *Prognozowanie w okresie wydłużonym z wykorzystaniem krzywej S w odniesieniu do wyników projektu „Quality of Life”*. „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2013, nr 3(35).

[6] Malthus T.R., *An essay on the principle of population*. London: J. Johnson, London 1798.

[7] Strona internetowa PSE <https://www.pse.pl/>

[8] Słupik T., *Audyt energetyczny w elektroenergetyce, przemyśle i gospodarce komunalnej jako narzędzie diagnostyczne w dążeniu do elektroprosumeryzmu*. „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* nr 1/2020.

[9] Materiały firmy Equinor, *Konwersatorium Inteligentna Energetyka*, grudzień 2019, https://ppte2050.pl/platforma/apbp/konwers/index_d.php?ev_id=3

[10] Popczyk J., Bodzek K., Grześkowiak J., *Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Wielkopolska Południowa*, <https://www.cire.pl>



Audyty energetyczne w elektroenergetyce, przemyśle i gospodarce komunalnej jako narzędzie diagnostyczne w dążeniu do elektroprosumeryzmu

Energy audit in power generation, industry and municipal economy as the diagnostic tool in pursuit of electroprosumerism

Audyty energetyczne stanowią podstawę określenia efektu energetycznego i ekologicznego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej. Stwierdzono, iż warto się zastanowić nad potrzebami przeddefiniowania narzędzia, jakim jest audyt energetyczny w kontekście dążenia do neutralności klimatycznej i elektroprosumeryzmu, który jest jednym z jej filarów. W artykule podjęto próbę zdefiniowania nowych potrzeb, które powinien uwzględniać audyt energetyczny dla sektorów elektroenergetyki, przemysłu i gospodarki komunalnej. We wszystkich tych sektorach powinien zostać upowszechniony rachunek kosztów środowiskowych, zarówno w zakresie wytwarzania produktu, jak i funkcjonowania organizacji. Duże znaczenie ma to zwłaszcza w obszarach dążących do samowystarczalności energetycznej.

Słowa kluczowe: audyt energetyczny, elektroenergetyka, przemysł i gospodarka komunalna, neutralność klimatyczna, elektroprosumeryzm

Energy audit is the basis for determination of energy and ecology effects of a project serving the improvement of energy efficiency. Concluded is, that it is worth to consider the need of redefining such tool like the energy audit in the context of striving for climate neutrality and electroprosumerism, that in turn is one of its key pillars. An attempt is made to define new needs which should be included into the energy audit conducted for sectors of energy, industry and municipal economy. In all these sectors a bill of environmental costs should be widespread both in manufacture of a product and organization functioning. It is very important, especially in the areas aiming for energy self-sufficiency.

Keywords: energy audit, power generation, industry, municipal economy, climate neutrality, electroprosumerism

Narzędzie diagnostyczne, jakim jest audyt energetyczny, na stałe przyjęło się w zakładach przemysłowych – w obszarze działań formalno-technicznych towarzyszących eksploatacji linii produkcyjnych, a także w przedsiębiorstwach gospodarki komunalnej. Stało się tak za sprawą *Ustawy o efektywności energetycznej* [1] (dalej *ustawa*), a także licznych programów Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), gdzie tego typu ekspertyza stanowi podstawę określenia efektu energetycznego i ekologicznego planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej. Planowana nowelizacja *ustawy* może objąć cyklicznym obowiązkiem wykonywania audytów energetycznych także średnie przedsiębiorstwa (obecnie dotyczy on przedsiębiorstw, które mają status dużego przedsiębiorstwa). Bazując na wieloletniej praktyce w zakresie audytowania przedsiębiorstw o różnym profilu produkcji, a także mając na względzie podjęte w ostatnim czasie zobowiązania państw członkowskich Unii Europejskiej dotyczące klimatu, warto się zastanowić nad potrzebami przeddefiniowania narzędzia, jakim jest audyt energetyczny – w kontekście dążenia do neutralności klimatycznej i elektroprosumeryzmu, który jest jednym z jej filarów.

W artykule podjęto próbę zdefiniowania nowych potrzeb, które powinien uwzględniać audyt energetyczny dla elektroenergetyki, przemysłu i gospodarki komunalnej.

Obecny stan prawny – wymagania, możliwości i potrzeby

Narzędzia audytu energetycznego za sprawą *ustawy* obecne są w praktyce inżynierskiej w postaci:

- audytu energetycznego przedsiębiorstwa (AEP) – cykliczny obowiązek, który póki co dotyczy przedsiębiorstw nieposiadających statusu małego i średniego przedsiębiorstwa, realizowany w trybie czteroletnim;
- audytu efektywności energetycznej (AEE) – obowiązkowo realizowany w procesie pozyskiwania tzw. białych certyfikatów dla przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej; mechanizm ten jest dobrze znany i stosowany przez przedsiębiorstwa zarówno sektora elektroenergetycznego, jak i przemysłowego – nieco gorzej sprawa wygląda w przypadku podmiotów sektora komunalnego.

Mając na względzie zapisy znowelizowanej Dyrektywy [2] należy spodziewać się utrzymania obydwu narzędzi diagnostycznych w kolejnych nowelizacjach tej Dyrektywy, jak i będących ich następstwem nowelizacji krajowych przepisów. Obowiązująca obecnie *ustawa* i zapowiedziane nowelizacje nie ujmują w sposób wystarczający oczekiwań, wiążących się z tymi regulacjami w kontekście podjętych ostatnio zobowiązań dotyczących osią-

gniecia neutralności klimatycznej w horyzoncie 2050 roku. Idea elektroprosumeryzmu przywołana w tytule, zdefiniowana w [4] i stanowiąca jeden z filarów neutralności klimatycznej, bazuje na trzech paradygmatach:

- *prosumenckim* – ujmującym zagadnienia odpowiedzialności szeroko pojętej jednostki za samowystarczalność energetyczną;
- *wirtualizacyjnym* – obejmującym szeroko rozumianą wirtualizację procesów energetycznych i przemysłowych, tj. od elementów kontroli, sterowania, bilansowania i rozliczeń poprzez monitoring i optymalizację, aż do algorytmów sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego;
- *egzergetycznym* – obejmującym systemowe podejście do opisywania procesów energetycznych i przemysłowych na trajektorii transformacyjnej i umocowanym w środowisku naturalnym, w którym te procesy przebiegają.

Idea elektroprosumeryzmu w sposób jednoznaczny prowadzi do wypracowania podejścia, które powinno towarzyszyć transformacji systemu elektroenergetycznego i systemów zapotrzebowania na ciepło oraz dobra konsumpcyjne. Zastosowanie na szeroką skalę analizy egzergetycznej i jej rozwinięcia w postaci metody kosztu termoeologicznego (TEC – ang. *Thermo-Ecological Cost*) [7] prowadzić będzie do sukcesywnego opisywania poszczególnych technologii służących wymienionej transformacji i budowaniu zarazem silnych podstaw merytorycznych pozwalających na opisanie trajektorii transformacyjnych energetyki do neutralności klimatycznej.

Podejmując się próby roboczego zdefiniowania elektroprosumeryzmu, na bazie ujęcia całościowego zawartego w [4, 5], można stwierdzić, że jest to trend technologiczny i organizacyjny (towarzyszą mu przemiany społeczne i prawne), mający na celu wprowadzenie monokultury energii elektrycznej opierającej się na zrównoważonym korzystaniu ze środowiska naturalnego. Do oceny użyteczności poszczególnych technologii w idei elektroprosumeryzmu stosuje się metodę kosztu termoeologicznego – paradygmat egzergetyczny w monizmie elektrycznym stanowiącym podstawę teoretyczną elektroprosumeryzmu oraz czterech rynków stanowiących jego praktykę. Definicja ta w obszarze dotyczącym techniki, obok zidentyfikowanych (na podstawie wieloletnich doświadczeń) potrzeb dotyczących efektywności energetycznej, a raczej jej monitorowania, sygnalizuje kluczowe obszary, jakie wymagają szczególnej uwagi, a także upowszechnienia i wypracowania mechanizmów legislacyjnych wspierających to upowszechnienie. Szczegółowo poszczególne kwestie zostaną rozwinięte w dalszej części artykułu.

Audyt w elektroenergetyce

Jako obszar szeroko pojętej elektroenergetyki kwalifikuje się część wytwórczą (w tym elektrownie i elektrociepłownie), jak również część sieciową, odpowiadającą za doprowadzanie energii elektrycznej i ciepła do odbiorców. W tym obszarze przeprowadzone liczne audyty efektywności energetycznej i audyty energetyczne przedsiębiorstw pozwalają na wypracowanie spostrzeżeń i sformułowanie potrzeb w aspekcie długofalowego trendu poprawy efektywności energetycznej, jak i wspierania celu, jakim jest dążenie do neutralności klimatycznej. Wymieniono je poniżej.

1. **Źródła wytwórcze – efektywność źródeł i monitoring bieżący ich pracy** – część wytwórcza w postaci elektrowni i elektrociepłowni systemowych, bazując na działaniach wynikających z bieżącej kontroli eksploatacji, a także wymagań w zakresie AEP, posiada dosyć dobrze zidentyfikowany potencjał oszczędności – również w miarę systematycznie go redukuje, co jest widoczne chociażby poprzez wnioski o wydanie białych certyfikatów. Technologia główna jest zazwyczaj bardzo dobrze monitorowana, co oznacza, że pojawiające się problemy – widoczne zazwyczaj w postaci odchyłań konkretnego parametru pogarszającego sprawność bloku – są wyjaśniane, a następnie określana jest optymalna ścieżka przywracająca stan normalny pracy urządzeń (czasami działania w sposób świadomy odkładane są do czasu remontu bądź postoju bloku). Systemy kontroli eksploatacji metodą TKE® są użytkowane w przeważającej większości elektrowni systemowych w kraju (bardziej szczegółowe informacje w tym zakresie przykłady map synoptycznych zostały przedstawione w [6]). Przykład standardu, jaki obowiązuje w większości krajowych elektrowni systemowych, został zamieszczony na rysunku 1.



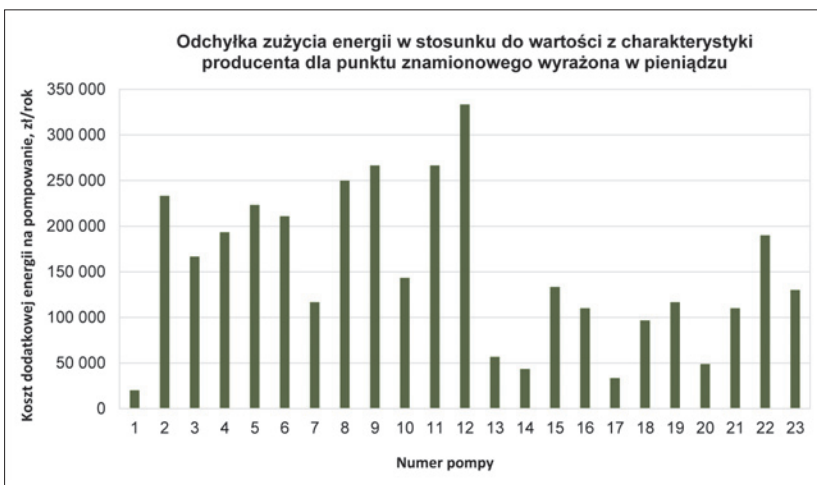
Rys. 1. Przykładowa mapa synoptyczna obrazująca wpływ podstawowych odchyłań produkcyjnych na koszty wytwarzania, pochodząca z Systemu Technicznej Kontroli Eksploatacji metodą TKE® (autorski system „ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o.), służącego do monitorowania i kontroli eksploatacji bloków energetycznych
Źródło: opracowanie własne

Dosyć istotna różnica – i zróżnicowanie w podejściu – jest natomiast widoczna w zastosowaniu bieżącego monitoringu pracy urządzeń, zwłaszcza tych, których degradacja postępuje dosyć szybko i ma wpływ na znaczące pogorszenie wskaźników jednostkowych ich pracy (np. zużycie układu przepływowego w pompie). Urządzenia takie według metodyki audytowania ENERGOPOMIARU [8] noszą nazwę węzłów/urządzeń „wrażliwych”. Do urządzeń takich w obszarze wytwarzania zaliczają się: zespoły pomp wody zasilającej, układy chłodzące skraplacze, pompy cyrkulacyjne w instalacjach mokrego odsiarczania spalin, wentylatory spalin i powietrza należące do osprzętu kotła.

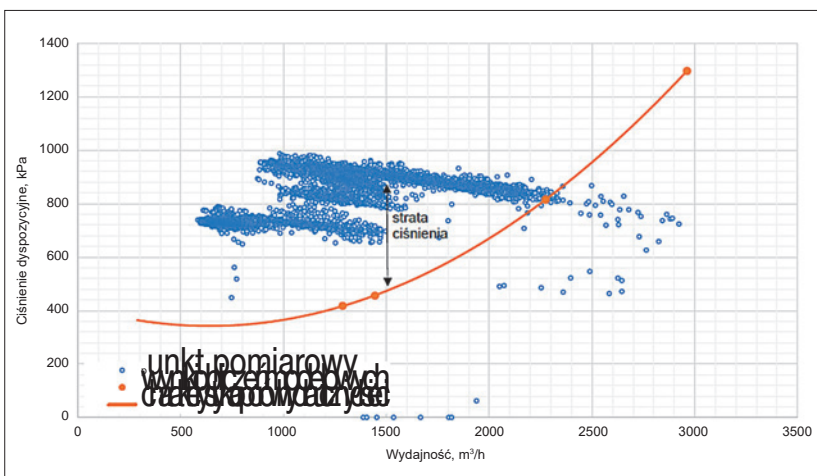
2. **Monitoring potrzeb własnych – trwałość efektów modernizacyjnych** – podejmowane remonty i modernizacje w obszarze instalacji pomocniczych bloków energetycznych bardzo często nie kończą się sprawdzeniem efektów przeprowadzonych remontów. Praktycznie standardem jest również to, że prowadzony remont/modernizacja nie zawiera

w sobie działań nastawionych na uzupełnienie opomiarowania pozwalającego na uzyskanie bieżącej informacji o efektywności pracy danego urządzenia. Chociaż lista braków sygnałów pomiarowych jest często dosyć krótka, to sygnały te są zazwyczaj kluczowe do wyznaczania najważniejszych wskaźników efektywności (KPI – ang. *Key Performance Indicators*) opisujących efektywność danego procesu. Przeprowadzone analizy wskazują, że uzupełnienie często kluczowych pomiarów dla potrzeb określania bieżącej efektywności pracy urządzenia i zarządzania potencjałem oszczędności energii wiąże się z niskimi kosztami (praktycznie pomijalnymi) w skali kosztu remontu urządzenia; jako przykład może posłużyć uzupełnienie pomiaru prędkości obrotowej na pompach wody zasilającej. Brak takich działań uniemożliwia porównanie technologii remontowych i modernizacyjnych pozwalających na wypracowanie tzw. katalogu najlepszych praktyk, czyli działań pozwalających na określenie technologii najbardziej efektywnych (przy czym efektywność w tym obszarze może być różnie zdefiniowana: kosztowa, energetyczna, operacyjna, środowiskowa).

Rysunek 2 przedstawia zróżnicowanie sprawności pomp takiego samego typszeregu wyrażone w postaci podniesionego kosztu pompowania – wykres ten w sposób jednoznaczny wskazuje na zasadność monitoringu tego typu urządzeń, w nomenklaturze ENERGOPOMIARU zwanych „wrażliwymi”.



Rys. 2. Odchyłka zużycia energii w stosunku do wartości z charakterystyki producenta dla punktu znamionowego wyrażona w pieniądzu;
Źródło: [11]



Rys. 3. Charakterystyka rzeczywista pracy sieci ciepłowniczej na tle charakterystyki modelowej wraz z zobrazowaną stratą ciśnienia
Źródło: opracowanie własne

3. Infrastruktura przesyłowa energii elektrycznej Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) – przeprowadzone audyty w obszarze elektrycznym wskazują dosyć jednoznacznie, że podstawowym czynnikiem wpływającym na modernizację części przesyłowej energii elektrycznej (linie, rozdzielnie, transformatory) jest bezpieczeństwo i niezawodność działania. Aspekt poprawy efektywności energetycznej – z uwagi na specyfikę procesów przesyłu energii elektrycznej – stanowi element motywujący do działań proefektywnościowych w znacznie mniejszym stopniu; w najbliższych dekadach w tym obszarze nie należy spodziewać się dużych zmian. Można natomiast oczekiwać znaczących działań modernizacyjnych wymuszonych przez działania oddolne, związane z formułowaniem się obszarów dążących do samowystarczalności energetycznej.

4. Infrastruktura sieci ciepłych i systemów dostarczenia ciepła – stosowane technologie modernizacji sieci ciepłowniczych pozwalają na uzyskanie efektu długotrwałego, jeżeli modernizacja jest właściwie wykonana, ich degradacja następuje bardzo powoli. Stosunkowo duże pole do optymalizacji i zarazem poprawy efektywności pracy w bardzo wielu systemach ciepłowniczych znajduje się po stronie optymalizacji pracy układu: sieć – pompy – źródło. Całościowe ujęcie (często niemożliwe ze względu na strukturę właściwości efektywności pracy takiego układu i wprowadzenie narzędzi optymalizujących go jest bardzo rzadko spotykane i jest to obszar, w którym bez wątpliwości jest sporo do zrobienia – funkcja celu w tym zakresie również w zależności od sytuacji może przybierać różną postać.

Rysunek 3 przedstawia charakterystykę hydrauliczną pracy sieci ciepłowniczej z zobrazowaną „rezervą” ciśnienia (w rzeczywistości jest to strata ciśnienia wyznaczona w stosunku do charakterystyki modelowej sieci), której występowanie jest skutkiem nieoptymalnego sposobu dystrybucji ciepła i generuje znaczące straty wyrażone w podwyższonym koszcie energii na pompowanie.

Narzędzia audytu energetycznego w tym kluczowym obszarze gospodarki są praktycznie obecne od czasu, kiedy możliwe było wykonanie pomiarów na pracującym obiekcie i na ich podstawie dokonanie oceny ich pracy. W kwestii najważniejszych spraw, które powinny

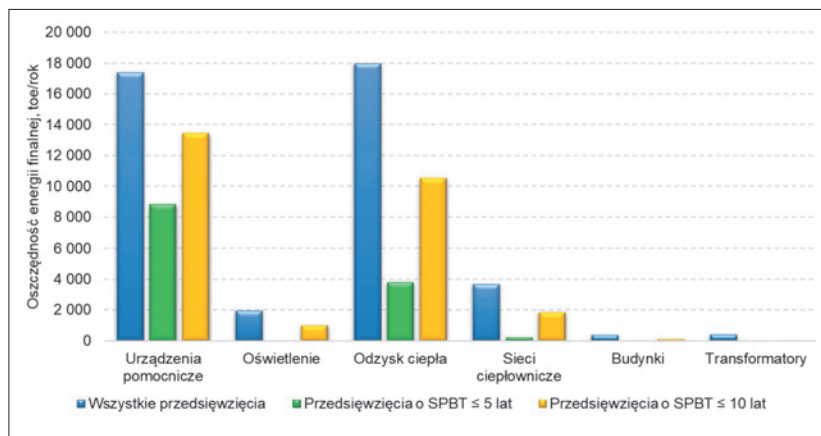
być uwzględniane w procesach audytowania obiektów energetycznych – mając na względzie aspekt neutralności klimatycznej – powinno znaleźć się opracowanie tzw. listy priorytetowej urzędzeń w kontekście zasadności ich bieżącego monitoringu. Ocena wdrożenia tego typu monitoringu powinna być podyktowana rachunkiem określającym zasadność ekonomiczną, przy czym podstawy do definiowania tej zasadności z czasem mogą ulegać znaczącym zmianom (mającym podstawy w konkretnych regulacjach prawnych – na dzień dzisiejszy np. opłaty z tytułu emisji CO₂) [11, 12]. Konieczne wydaje się także, mając na względzie ocenę poziomu kompleksowego korzystania ze środowiska, zidentyfikowanie wszystkich strumieni przecinających ostonę kontrolną jednostki wytwórczej w celu wyznaczenia śladu środowiskowego w ostonie lokalnej, a także wykorzystując elementy rachunku skumulowanego należy starać się unikać tzw. kosztów środowiskowych osieroconych [9]. Bardziej szczegółowe informacje na temat potencjału efektywności energetycznej, na podstawie przeprowadzonych AEP, znajdują się w [10].

Audyt w przemyśle

Przeprowadzone liczne audyty w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz płynące z nich spostrzeżenia i wnioski w dużej mierze pokrywają się z opisanymi powyżej dla sektora elektroenergetyki. Należy jednak dodać, że standard monitorowania procesów zużycia energii i monitorowania efektywności pracy urzędzeń, w tym sporej ilości węzłów/urzędzeń „wrażliwych”, jest w większości przedsiębiorstw przemysłowych znacząco niższy. Obserwowany obecnie trend, który z pewnością będzie się nasilał, dotyczący procesów inwestycyjnych w obszarze prosumeryzmu przemysłowego, będzie wzmacniał także konieczność optymalizacji procesów i poprawy efektywności ich prowadzenia. Opisywanie trwałości efektów podejmowanych modernizacji powinno się odbywać poprzez rzeczywiste i rzetelne dane archiwizowane w systemach monitoringu. Wnioski z analiz, podobnie jak w przypadku obszaru elektroenergetyki, powinny prowadzić do opracowania tzw. katalogu najlepszych praktyk/technologii (w ujęciu danego urzędzenia/węzła technologicznego/ /instalacji czy koncernu).

Do znaczących różnic i zarazem potrzeb (w stosunku do audytowania sektora elektroenergetycznego), jakie dostrzega się obecnie i które powinny uzupełnić metodykę audytowania instalacji przemysłowych, zalicza się wymienione poniżej.

- Działania w zakresie ciepła odpadowego** – obszar ciepła odpadowego w przemyśle stanowi jeden z bardziej znaczących zasobów, którego potencjalne wykorzystanie powinno być analizowane z najwyższą starannością. Rysunek 4 przedstawia zidentyfikowany na podstawie przeprowadzonych w latach 2016–2017 AEP potencjał w zakresie ciepła odpadowego.



Rys. 4. Potencjał ciepła odpadowego na tle innych obszarów technologicznych – dane na podstawie AEP przeprowadzonych w latach 2016-2017
Źródło: [10]

W dotychczasowych analizach audytorskich stosunkowo rzadko dochodziło do sytuacji, kiedy wykorzystanie ciepła odpadowego danego przedsiębiorstwa było brane pod uwagę poza ostoną kontrolną tego przedsiębiorstwa, co często dyskwalifikowało możliwość jego wykorzystania. W obecnej perspektywie transformacyjnej, a więc także dążenia do samowystarczalności regionów, osoby odpowiedzialne za gospodarkę energetyczną w przedsiębiorstwie powinny mieć również dobrą orientację w możliwościach i potrzebach lokalnej społeczności i ten potencjał powinien być również każdorazowo brany pod uwagę. Uwaga ta dotyczy głównie przedsiębiorstw, które w danej lokalizacji nie doprowadzają ciepła do miejskich systemów ciepłowniczych (przedsiębiorstwa, które dostarczają ciepło, możliwości takie zwyczajowo rozważają i wdrażają jako efekt optymalizacji źródła). Dostępne obecnie technologie odzysku ciepła (sprężarkowe i absorpcyjne pompy ciepła) stwarzają dodatkowe możliwości zagospodarowania ciepła odpadowego i rozszerzają zakres jego wykorzystania.

- Efektywność środowiskowa prowadzonych procesów** – mając na względzie zobowiązania podjęte przez większość krajów Unii Europejskiej, wynikające wprost z Europejskiego Zielonego Ładu, należy spodziewać się ukierunkowania na obowiązek bardziej szczegółowego raportowania wpływu technologii/produktu na środowisko. Z punktu widzenia dążenia do neutralności klimatycznej działania takie wydają się czymś oczywistym. Wpływ taki może być opisywany różnymi wskaźnikami skumulowanymi, jak np. ślad węglowy lub ślad wodny (wykorzystywane w zależności od profilu produkcji), bądź też w ujęciu całościowym jako ślad środowiskowy. Wspomniana powyżej i wykorzystywana w elektroprosumeryzmie metoda kosztu termoeologicznego bardzo dobrze opisuje stopień korzystania ze środowiska naturalnego, a jej zastosowanie pozwala na określenie ilościowego wpływu np. zasilenia zakładu energią z OZE na produkt, co jest równoznaczne z obniżeniem TEC i tym samym pomniejszeniem niekorzystnego wpływu na środowisko. W bilansie takim wszelki odzysk zarówno energii, jak i surowców doprowadzi do obniżenia TEC i tym samym poprawy „zieloności produktu”. Obok oczywistych już dzisiaj aspektów marketingowych płynących z tego typu analiz równie oczywista jest także konieczność ich stosowania do celów monitorowania postępu w dążeniu do neutralności klimatycznej. Obszar dostępności danych procesowych dla takich analiz powinien zostać oceniony w ramach dedykowanych działań audytorskich lub w ramach AEP.

Obszar przemysłu cechuje się jeszcze stosunkowo dużym potencjałem optymalizacji i właśnie tutaj powinno nastąpić właściwe zinterpretowanie zapisów ustawy i wdrożenie procedury AEP [8]. Zarówno bieżący monitoring pracy urzędów, służący również monitorowaniu potencjału oszczędności energii, jak również rosnące oczekiwania wobec efektywnego gospodarowania surowcami skłaniają do szybkiego wdrożenia narzędzi temu służących. Działania związane z AEP powinny zostać rozszerzone o studium wykonalności tego typu wdrożeń, tzn. identyfikacji tzw. urzędów/węzłów „wrażliwych” oraz możliwości pomiarowych niezbędnych zarówno do monitorowania efektywności energetycznej, jaki i efektywności surowcowej prowadzonych procesów.

Audyt w gospodarce komunalnej

Temat audytu energetycznego w gospodarce komunalnej jest niezwykle złożony, ponieważ dotyczy zarówno dużych przedsiębiorstw będących własnością jednostek samorządu terytorialnego (JST), jak również spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych, a także pojedynczych mieszkańców, którzy składają się na sumarycznie znaczące zużycie energii pierwotnej i finalnej. Warto się zatem przyjrzeć zużyciu energii na poszczególnych ostonach kontrolnych w aspekcie kompetencji, jakie powinien zawierać obszar audytu energetycznego w aspekcie transformacji do elektroprosumeryzmu i tym samym dążeniu do neutralności klimatycznej.

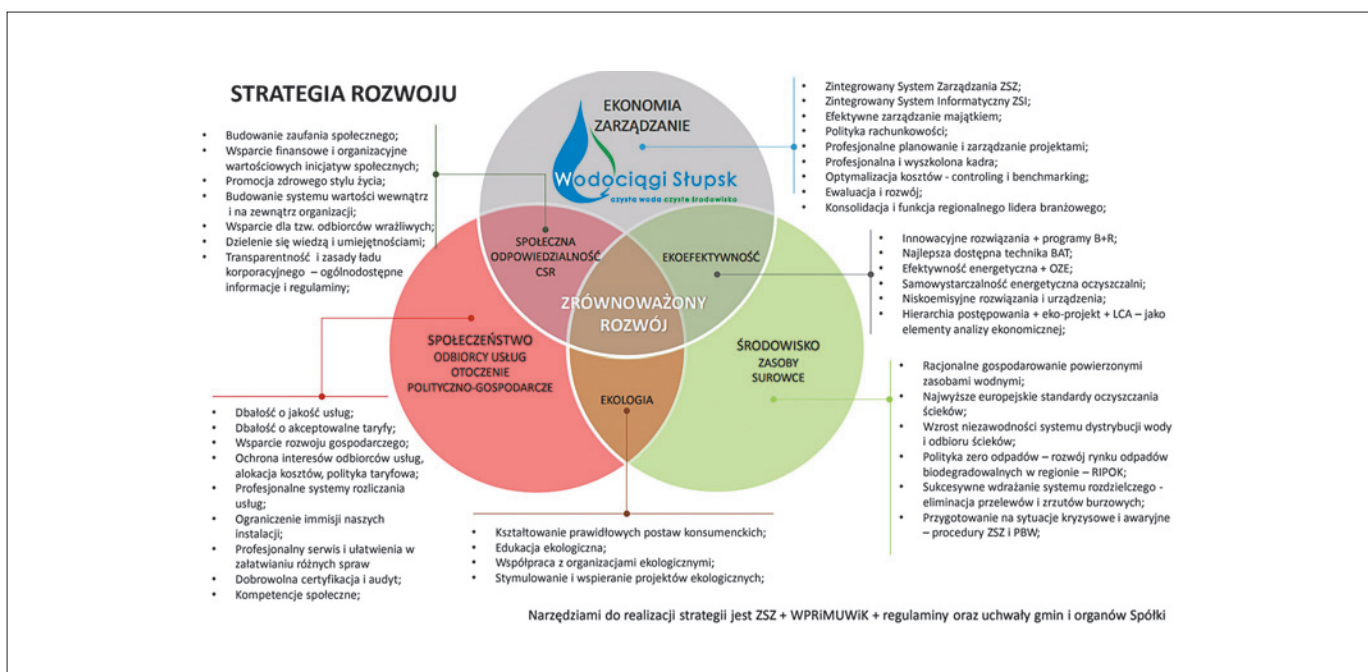
1. Przedsiębiorstwa należące do JST i funkcjonujące na terenie obszarów dążących do samowystarczalności energetycznej – obszar podstawowej działalności związanej z funkcjonowaniem przedsiębiorstw należących do JST w kwestii prowadzonych audytów energetycznych pod

względem zakresu w dużej części pokrywa się z audytingiem w przemyśle i elektroenergetyce. Miejskie ciepłownie i systemy ciepłownicze, jak również przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, a także te odpowiadające za zbiórkę i zagospodarowanie odpadów funkcjonują w przeważającej części jako firmy nieposiadające statusu dużego przedsiębiorstwa i tym samym, póki co, nie są zobligowane do realizacji AEP. Część z nich takie audyty jednak przeprowadza i między innymi na ich podstawie przygotowywane są strategie rozwoju tych przedsiębiorstw, a często również strategie dotyczące obszarów dążących do samowystarczalności energetycznej, gdzie podmioty te stanowią zazwyczaj trzon, wokół którego takie aktywności mają miejsce.

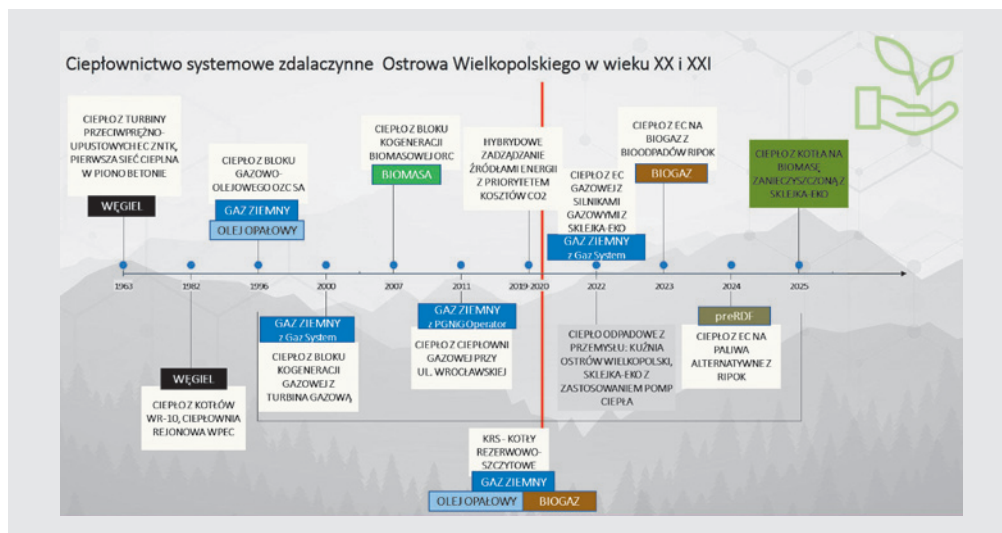
Na rysunku 5 zamieszczony został wyciąg ze strategii rozwoju Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Słupsku.

Rysunek 6 przedstawia natomiast jeden ze slajdów prezentacji, jaka została wyświetlona podczas konferencji poświęconej ostrowskiemu rynkowi ciepłownicemu.

Zarówno Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Słupsku, jak i system ciepłowniczy Ostrowa Wielkopolskiego stanowią trzon, wokół którego prowadzone są aktywności klastrowe w celu osiągnięcia samowystarczalności energetycznej. W tym miejscu warto zastanowić się czy patrzenie tylko przez pryzmat efektywności energetycznej – które jest standardowym zakresem zarówno AEP, jak i AEE – jest wystarczające na potrzeby zewnętrznego wsparcia tego typu ośrodków. Podejmowane analizy powinny mieć tutaj znacząco szerszy zakres i obejmować obszar współistnienia podmiotów zrzeszonych w ramach obszaru dążącego do samowystarczalności energetycznej – może to być klastr, miasto, ale również spółdzielnia czy wspólnota mieszkaniowa [16]. Praktycznie każdy nowy członek przystępujący do klastra czy innego



Rys. 5. Wyciąg ze strategii rozwoju Wodociągów Słupsk
Źródło: [13]



Rys. 6. Transformacja ciepłownictwa tzw. zdalaczynnego Ostrowa Wielkopolskiego w wieku XX i XXI
Źródło: [14]

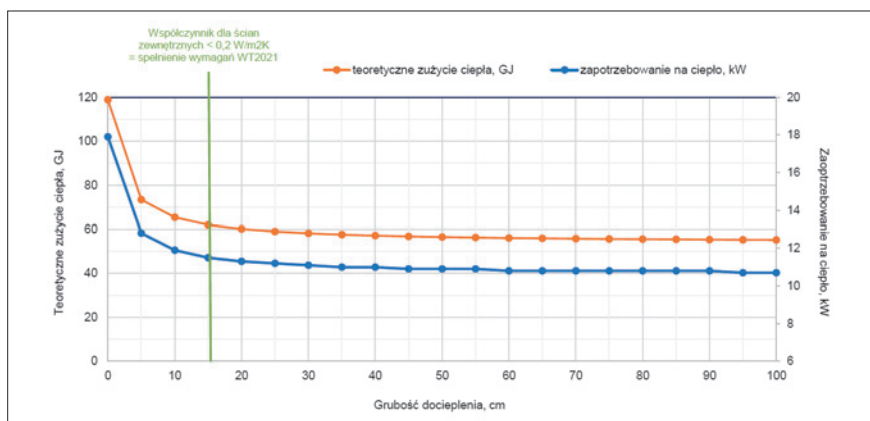
obszaru dążącego do samowystarczalności energetycznej powinien być zobligowany do przeprowadzenia kompleksowego audytu energetycznego identyfikującego jego potrzeby, potencjał efektywności energetycznej, a także potencjał odpadów poprodukcyjnych, który może zostać wykorzystany u innego uczestnika klastra. Efektywność funkcjonowania tego typu organizmów jest możliwa do wykazania przez TEC, który zastosowany w osłonie kontrolnej obszaru dążącego do samobilansowania jest w stanie wykazać synergię będącą następstwem sprawnie funkcjonującego tego typu organizmu. Stąd też potrzeba zwracania szczególnej uwagi na ciepło odpadowe i generalnie gospodarkę surowcową. Wszystkie opisane powyżej narzędzia i spostrzeżenia mają oczywiście zastosowanie również w tym obszarze.

2. Termomodernizacja i pasywizacja budynków – kwestia termomodernizacji i pasywizacji budownictwa w najbliższych 30 latach będzie stanowić jedno z poważniejszych wyzwań, które podnoszone jest praktycznie we wszystkich dokumentach dotyczących neutralności klimatycznej i gospodarki obiegu zamkniętego. 2021 rok przyniesie nowe standardy w kwestii docieplenia budynków nowo budowanych i gruntownie modernizowanych. Pozostaje jednak ogromna ilość budynków istniejących, które wymagają docieplenia, po-

nieważ bez tego kroku nie może być mowy o dążeniu do elektroprosumeryzmu i neutralności klimatycznej. Problem pasywizacji budownictwa należy postrzegać nie tylko przez pryzmat optymalnego kosztowo procesu ocieplenia, ale również poprzez potencjalną zmianę sposobu ogrzewania budynku przy założeniu współistnienia dedykowanych dla tego segmentu technologii OZE, dopełniających proces pasywizacji na drodze optymalizacji kosztowej ujętej w cyklu życia budynku.

Z punktu widzenia neutralności klimatycznej sam rachunek bazujący na bilansie energii jest niewystarczający i dobrym rozwiązaniem jest również wykorzystanie TEC, pozwala bowiem ono na wypracowanie kompleksowego patrzenia na problem tak rozumianej pasywizacji budownictwa i tym samym wypracowanie dla tego obszaru tzw. najlepszych technik. Sam problem wymienionej optymalizacji jest praktycznie nie do udźwignięcia dla właściciela domu jednorodzinnego (jeżeli nie jest on osobą wdrożoną w tego typu zagadnienia).

Na rysunku 7 zamieszczona została tylko jedna z przykładowych charakterystyk dotyczących docieplenia ścian budynku, która dla większości osób przygotowujących się do termomodernizacji jest pewnie praktycznie nieznaną.



Rys. 7. Charakterystyka zmian zapotrzebowania na ciepło i moc dla przykładowego budynku jednorodzinnego w funkcji grubości docieplenia
Źródło: opracowanie własne

Nie mniejszym problemem jest wybór źródła zaspokajającego potrzeby ciepłe.

Wobec powyższego olbrzymi obowiązek w tym zakresie spoczywa na organach jednostek samorządu terytorialnego, ponieważ wytworzenie kompetencji doradczych i wzbudzenie potrzeby ich wykorzystania przez pojedynczych inwestorów w tym zakresie wydaje się czymś oczywistym i bezwzględnie wymaganym. W miarę postępu w dążeniu do neutralności klimatycznej kompetencje te zostaną zagospodarowane przez jeden z rynków elektroprosumeryzmu [15].

Podsumowanie

Cel w postaci neutralności klimatycznej i wynikający z niego elektroprosumeryzm z jego rynkami, jako najbardziej właściwy sposób realizacji celu, stawiają nowe wymagania we wszystkich obszarach planowania inwestycji i modernizacji technologii już istniejącej. Zidentyfikowane już teraz potrzeby dotyczące pozyskania informacji i przyszłe potrzeby, które bez wątpienia się pojawią, powinny znaleźć swoje odzwierciedlenie w audytach energetycznych realizowanych zarówno z obowiązku, jak i będących następstwem upowszechnienia tej praktyki.

Monitoring technologii rozumianej jako implementacja narzędzi do bieżącej identyfikacji i optymalizacji potencjału oszczędności energii – dla technologii nowej i tej, która jest modernizowana – powinien stać się obligatoryjny (w ramach regulacji prawnych kształtujących praktykę rynków elektroprosumeryzmu), ponieważ w większości przypadków jego koszt jest pomijalnie mały, a efekty mogące być następstwem funkcjonowania wymienionych narzędzi prowadzić będą do utrzymania trwałości efektów przeprowadzonej modernizacji.

We wszystkich sektorach, tj. elektroenergetyce, przemyśle i gospodarce komunalnej (w JST), powinien zostać upowszechniony rachunek kosztów środowiskowych zarówno w zakresie wytwarzania produktu, jak i funkcjonowania organizacji – duże znaczenie ma to zwłaszcza w obszarach dążących do samowystarczalności energetycznej.

Doświadczenie ENERGOPOMIARU, zdobyte między innymi podczas przeprowadzania audytów energetycznych w przedsiębiorstwach i podmiotach opisanych powyżej, a także w trakcie implementacji u klientów narzędzi służących do monitorowania i optymalizacji procesów energetycznych (System TKE® i System Analiz Inżynierskich (SAI) – narzędzie audytorskie) upoważniają do wysnucia wniosków, że są to działania o wysokiej rentowności ekonomicznej, przynoszące realne korzyści i poprawiające efektywność operacyjną przedsiębiorstw.

Przyszłe nowelizacje *Ustawy o efektywności energetycznej*, mając na względzie cel, jakim jest neutralność klimatyczna, powinny w sposób bardziej zdecydowany ujmować kwestie implementacji narzędzi służących do nadzoru i optymalizacji urządzeń, jak również bardziej jednoznacznie promować działania służące poprawie efektywności surowcowej (określenie efektów może następować poprzez zastosowanie rachunku egzergetycznego).

- [1] *Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej*, Dz.U. 2020, poz. 264, ze zm.
- [2] *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej*, Dz. Urz. UE L 328.
- [3] Słupik T., *Nowe rozdział, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”* 2019, nr 2.
- [4] Popczyk J., *Od działań kryzysowych 2020 do elektroprosumeryzmu 2050 – transformacja energetyki w trybie przejściowym*. Gliwice, maj 2020, [http://ppte2050.pl/platforma/bzppte/static/uploads/06.%20Od%20dzia%C5%82a%C5%84%20kryzysowych%202020%20do%20elektroprosumeryzmu%202050%20...%20\(cz.%20II\)%20J.%20Popczyk.pdf](http://ppte2050.pl/platforma/bzppte/static/uploads/06.%20Od%20dzia%C5%82a%C5%84%20kryzysowych%202020%20do%20elektroprosumeryzmu%202050%20...%20(cz.%20II)%20J.%20Popczyk.pdf) [dostęp: 13.11.2020].
- [5] Popczyk J., *Trzy fale elektroprosumeryzmu*, Gliwice, lipiec 2020, <http://ppte2050.pl/platforma/bzppte/static/uploads/Trzy%20fale%20elektroprosumeryzmu.%20Jan%20Popczyk.pdf> [dostęp: 13.11.2020].
- [6] Cholewa R., *Monitoring potrzeb własnych elektrowni w trybie on-line – doświadczenia z implementacji aplikacji wspierających zaawansowaną kontrolę potrzeb własnych*, „Energetyka” 2020, nr 9.
- [7] Stanek W., *Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2016.
- [8] Słupik T., *Rzeczowo podejść do nowego obowiązku...*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2016, nr 2.
- [9] Słupik T., *Europejski Zielony Ład – merytoryczne podstawy neutralności klimatycznej w aspekcie gospodarki surowcowej*, „Energetyka” 2020, nr 11.
- [10] Dekarz D., *Poprawa efektywności energetycznej zakładów przemysłowych na podstawie przeprowadzonych audytów energetycznych przedsiębiorstw [w:] VII Konferencja Szkoleniowa Zakładu Techniki Ciepłej „RYNEK (bez) MOCY. Praktyczne aspekty technicznego i organizacyjnego dostosowania jednostek wytwórczych do nowych wymagań środowiskowych i rynkowych”*, Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki „ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o., Gliwice 2018.
- [11] Słupik T., *Systemy informatyczne wspierające efektywną pracę układu pompowego. Znak czasu czy konieczność?*, „Pompy Pompownie” 2014, nr 2.
- [12] Słupik T., *Przemysł 4.0 w praktyce*, „Chemia Przemysłowa” 2019, nr 1.
- [13] Witryna internetowa Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Słupsku: https://www.wodociagi.slupsk.pl/wpcontent/uploads/2014/12/strategia_rozwoju_graficzne_odzworowanie.pdf [dostęp: 13.11.2020].
- [14] Grześkowiak J., *Ostrowski klaster – „Ostrowski Rynek Energetyczny”*, Konferencja „Ostrowski Rynek Ciepłowniczy”, Ostrow Wielkopolski, 6 marca 2020.
- [15] Popczyk J., *Cztery rynki elektroprosumeryzmu – odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050*, „Energetyka” 2020, nr 11.
- [16] Bodzek K., *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych ośłonach kontrolnych*, „Energetyka” 2020, nr 11.

