

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

Jest intrygujące, jak Polska kolejny raz przemienia swoje największe i najpiękniejsze szanse w niszczącą walkę wewnętrzną i skłócanie się ze światem, demoralizowanie społeczeństwa. W cierpiętnictwo i martyrologię. Dlaczego nie możemy zrozumieć, że jeśli „... za śmierć odpowiadają Bóg i entropia” (J. Bowker. *Sens śmierci*. PIW – biblioteka myśli współczesnej. Warszawa 1996), to za elektroprosumeryzm odpowiadają entropia oraz elektromagnetyzm, i my.

To zrozumienie łatwiej nam przyjdzie, jeśli uznamy, że elektroprosumeryzm (bazujący na triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego) jest sukcesorem, ale w trybie przełomowym, całej energetyki WEK-PK – przede wszystkim elektroenergetyki WEK-PK – odgrywającej centralną rolę w dwóch pierwszych rewolucjach przemysłowych i w elektryfikacji (za pomocą prądu przemiennego [Tesla], a nie stałego [Edison]), a zarazem sukcesorem rewolucji cyfrowej. Pamiętajmy przy tym, że energetyka parowa to zasady termodynamiki pierwsza i druga (ta ostatnia mająca wśród zasad fizyki szanse na najdłuższe przetrwanie [Einstein]), a elektryfikacja za pomocą prądu przemiennego i cyfryzacja, to elektromagnetyzm (cztery genialne [też Einstein] różniczkowe zasady elektromagnetyzmu Maxwella).

I jeszcze łatwiej, jeśli uznamy, że elektroprosumeryzmu na początku trzeciej dekady XXI w. nie można w skali globalnej traktować inaczej jak tylko jako spłatę długów – względem wieku XIX (nazywanego wiekiem pary) oraz sześciu pierwszych dekad XX w. (wieku nazywanego wiekiem elektryczności) i ostatnich sześciu dekad nazywanych cyfrowymi – za obecny dobrobyt konsumpcyjny mniejszości. Ale też jako odszkodowania za krzywdy, które korporacje energetyczne, cyfrowe i polityczne wyrządziły doprowadzając do niewyobrażalnego rozwarstwienia świata ludzi i wyrządzając niewyobrażalne szkody światu przyrody.

* * *

Elektroprosumeryzm – po COVID-19, a z Programem Odbudowy i Odporności Kryzysowej – to także szkoła wolności i odpowiedzialności dla elektroprosumentów, którymi będziemy – tak czy owak – wszyscy. W tym kontekście dla pretendentów-innowatorów z sektora MMSP, to historyczna szansa na wejście w nową generację tego sektora. Dla samorządów i rządu (przede wszystkim!), to szkoła kształtowania na nowo (tym razem w sposób poważny) zasady pomocniczości. To przedmiot nauki dla uczniów szkoły podstawowej, gimnazjum i szkoły zawodowej, dla studentów uczelni wyższej. To szkoła przekraczania granic dla profesorów szukających odpowiedzi, dokąd zmierza, a dokąd powinien zmierzać świat. To przedmiot badań dla nauk społecznych od uniwersytetów aż po PAN. To obszar dyfuzji innowacji technologicznych dla politechnik i instytutów naukowo-badawczych (korporacyjnych też!).

Dla kolejnych rządów to szansa, aby nie budowały pomników „dynamicznego rozwoju korporacyjnego zastoju”, jakim jest (nieistniejące już) ministerstwo energii. Dla ministerstwa klimatu i środowiska szansa, aby nie stało się pomnikiem „dynamicznego rozwoju wodorowo-jądrowego zastoju” i trwało jak najdłużej (a elektroprosumenci i sektor MMST ukształtowali w Polsce klasę średnią). Dla ministerstwa funduszy unijnych i polityki regionalnej, aby nie stało się pomnikiem „dynamicznego rozwoju centralnego zastoju”, trwało jak najdłużej (a samorzady rosty w siłę).

Jan Popczyk

24 kwietnia 2021

Opublikowanie Biuletynu finansowane w ramach projektu Gospostrateg 1/385085/21/NCBR/2019 pt. „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii” w ramach I konkursu na projekty otwarte w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków”.

DRUGA USTROJOWA REFORMA ELEKTROENERGETYKI

– główny filar transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu

SECOND SYSTEMIC REFORM OF THE POLISH POWER INDUSTRY – the main pillar of TETIP transformation to electroprosumerism

*Nauczmy się przekraczać granice, budować mosty,
podawać pomocną dłoń*

Prezentowana w artykule koncepcja drugiej ustrojowej reformy polskiej elektroenergetyki stanowi główny filar transformacji całej energetyki paliw kopalnych (wszystkich jej sektorów) do elektroprosumeryzmu. Jest to koncepcja wynikająca z przesłanek fundamentalnych, z tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego. Czyli jakościowo silniejszych niż te, które występowały u podstaw pierwszej reformy, zrealizowanej w latach 1990-1995, z których wynikały cele polityczne tamtej reformy: przełączenie KSE ze „Wschodu na Zachód” oraz decentralizacja i urynnowienie („wydobycie” elektroenergetyki z socjalizmu – dzisiaj z korporacjonizmu państwowego – i urządzenie jej w przestrzeni rynkowej). Przesłanki konieczności drugiej ustrojowej reformy ujawniły się z całą ostrością w drugiej połowie 2020 r. jako otwarte już zderzenie całej polskiej energetyki paliw kopalnych (wszystkich jej sektorów) ze ścianą (z rzeczywistością własnej niewydolności dostosowania się do zakresu nieuchronnych zmian). Widmo tego zderzenia już znacznie wcześniej powodowało stopniowe przededefiniowywanie koncepcji ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej (którą autor rozwijał w drugiej połowie minionej dekady) w koncepcję drugiej ustrojowej reformy elektroenergetyki. Silnym katalizatorem ostatecznego przejścia od jednej do drugiej stały się w styczniu-lutym 2021: przyjęta przez rząd polityka „jądrowo-energetyczna” PEP2040 oraz rządowy projekt Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności. Dokładniej, całkowita nieadekwatność wymienionych dokumentów do wymagań przyszłości (wynikające z nich całkowite niezrozumienie wyzwań ze strony przyszłości).

Słowa kluczowe: paliwa kopalne, energetyka, elektroenergetyka, transformacja, OZE, elektroprosumeryzm

The concept of the second systemic reform of the Polish electricity sector presented in the paper is the main pillar of the entire fossil fuel energy sector transformation (of all its sectors) to electroprosumerism. It is the concept ensuing from fundamental prerequisites i.e. from the triplet of the paradigmatic electric monism. These ones are qualitatively stronger than those that were at the basis of the first reform implemented in 1990-1995, and which resulted in the goals of that reform: switching the KSE from "the East to the West" as well as decentralization ("extraction" of the power industry from socialism – today from state corporatism – and arranging it in the market space) and marketization. The prerequisites for the necessity of the second systemic reform emerged with all sharpness in the second half of 2020 as the already open collision of the entire Polish fossil fuel energy sector (all its sectors) with the wall i.e. with the reality of its own inability to adapt to the scope of inevitable changes. The specter of this collision had much earlier begun a gradual redefinition of the concept of the electricity market systemic reform (which the author developed in the second half of the last decade) into the concept of the second systemic reform of the whole power industry. A strong catalyst for the final transition from one to the other became the adopted by the government in January-February 2021 "nuclear and energy" policy PEP2040 and the government's draft of the National Plan for Reconstruction and Increasing Resilience. And more precisely, the total inadequacy of the above-mentioned documents to the requirements of the future (the resulting from them complete lack of comprehension of future challenges).

Keywords: fossil fuels, energy, power engineering, transformation, RES, electroprosumerism

SPIS AKRONIMÓW UŻYTYCH W ARTYKULE

(pełny spis, podstawowy – potrzebny, ogólnie, do modelowania elektroprosumeryzmu na platformie PPE2050, dotychczas najpełniejszy, został przedstawiony w raporcie/artykuł [11])

| Nazwa | | Objaśnienie |
|--------|---|--|
| TETIP | - | transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej (do elektro-prosumeryzmu) – w artykule nazwa jest stosowana zgodnie ze statusem wynikającym z rozszerzenia opisu koncepcji transformacji zamieszczonego w [13] (czyli odnosi się do koncepcji kryjącej się pod tą nazwą według stanu na początku 2021 (będącego wynikiem syntetyzującym jej 20-letni rozwój) |
| DURE | - | druga ustrojowa reforma elektroenergetyki; w artykule (i na platformie PPE2050) akronim DURE traktuje się jako trwały element w zbiorze akronimów transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu |
| WEK-PK | - | wielkoskalowa energetyka paliw kopalnych; wszystkie sektory (elektroenergetyka, sektor paliw płynnych, gazownictwo, ciepłownictwo, kopalnie węgla kamiennego) |

| | | |
|----------------------|---|--|
| Rynki $\vec{EP}(i)$ | - | cztery rynki elektroprosumeryzmu: $i = 1$ – rynek energii elektrycznej RCR; $i = 2$ – bezsieciowy rynek urządzeń (technologii, materiałów, produktów, ...); $i = 3$ – bezsieciowy rynek usług (projektowych, instalacyjnych, serwisowych, innych, a także usług związanych z obsługą modeli biznesowych spółdzielczych, klastrowych, deweloperskich, franczyzowych, outsourcingowych, innych); $i = 4$ – rynek energii elektrycznej 2 (offshore) |
| NABE | - | Narodowa Agencja Bezpieczeństwa Energetycznego (NABE nie kwalifikuje się w koncepcji DURE (i tym bardziej w transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu jako byt trwały/istotny. Jest jedynie nieprzemyślanym doraźnym pomysłem politycznym. W artykule sygnalizującym potrzebę przededefiniowania bezpieczeństwa energetycznego NABE jest synonimem ryzyka jego utraty |
| PPS, PPW | | porządek prawny schodzący (Prawo energetyczne); porządek prawny wschodzący (Prawo elektryczne, sukcesywnie tworzone) |
| URE, URS | - | Urząd Regulacji Energetyki (istniejący, schodzący); Urząd Regulacji Sandboxów (wschodzący, wymagający utworzenia) |
| ORT(P), | - | Operator Rynku Technicznego wydzielony z PSE, funkcjonujący w obydwóch porządkach prawnych |
| ORT(D), | - | niezależny (od operatora OSD w jego osłonie obszarowej) Operator Rynku Technicznego funkcjonujący między ORT(P) i operatorami(WSE), tylko w pierwszym porządku prawnym |
| Operator(WSE) | - | operator wirtualnych systemów elektrycznych funkcjonujący tylko w drugim porządku prawnym |
| Zmienne $x(TETIP)_i$ | - | są to cztery zmienne kanoniczne analizy czynnikowej transformacji TETIP: $i = 1$ – pasywizacja budownictwa, $i = 2$ – elektryfikacja ciepłownictwa, $i = 3$ – elektryfikacja transportu, $i = 4$ – reelektryfikacja OZE |

STATUS KONCEPCJI DRUGIEJ USTROJOWEJ REFORMY ELEKTROENERGETYKI przedstawionej w artykule i przesłanki jej opublikowania

- Przesłanka 1.** Koncepcja jest odpowiedzią autora na rozwój sytuacji w polskiej energetyce (całej, obejmującej wszystkie jej obecne sektory: elektroenergetykę/węglową, sektor paliw płynnych/transportowych, gazownictwo, ciepłownictwo). Pojawia się ona na początku 2021 r. ze względu na splot okoliczności obrazujący gwałtowny wzrost zagrożeń eliminujących Polskę z przestrzeni przebudowy cywilizacyjnej za pomocą transformacji energetycznej. Brak zrozumienia ze strony establishmentu politycznego i elit kraju, że globalna transformacja energetyczna wyszła już z fazy dominacji celu podporządkowanego redukcji nieefektywności strukturalnej polityczno-korporacyjnego modelu funkcjonowania energetyki oraz weszła w rolę głównej siły napędowej przebudowy technologicznej gospodarki i ustroju społeczno-ekonomicznego, oznacza bezpośrednie zagrożenie dla racji stanu państwa.
- Przesłanka 2.** W tej przesłance podkreśla się bezpośrednio „powinowactwo” reform ustrojowych: pierwszej i drugiej. Pierwsza była potrzebna po to, aby wydobyć polską elektroenergetykę z bezpośredniej zależności od ZSRR; to dla zapewnienia takiej zależności regulacja częstotliwościowa całego systemu Pokój była zlokalizowana w Kijowie, systemy elektroenergetyczne krajów Europy Środkowej tworzące razem z ZSRR system RWPG były natomiast tej regulacji pozbawione. Chodziło też o wyprowadzenie polskiej elektroenergetyki za pomocą pierwszej reformy ustrojowej z modelu jej politycznego (komunistycznego, socjalistycznego) zarządzania. I wreszcie, chodziło o wprowadzenie polskiej elektroenergetyki w zachodnioeuropejską strefę bezpieczeństwa elektroenergetycznego oraz w strefę prawną

i rynkową w elektroenergetyce, charakterystyczną dla ustroju politycznego strefy euroatlantyckiej. Czyli chodziło o wykorzystanie pierwszej reformy ustrojowej do wsparcia Polski w procesie zmian ustrojowych państwa oraz do włączenia polskiej elektroenergetyki w nurt reformy europejskiej i światowej, zapoczątkowanej (1989/1990) za pomocą zasady TPA w Wielkiej Brytanii i w USA (1992).

- Przesłanka 3.** Koncepcja nie jest doraźną odpowiedzią. Jest kontynuacją syntetyzującą wszystkie doświadczenia autora. Poczynając od doświadczeń pochodzących ze zrealizowanej pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki i wszystkie późniejsze, związane z koncepcjami cząstkowymi (nieuznanymi, a nawet negowanymi przez siły głównego nurtu kształtowania szeroko rozumianej polityki energetycznej i jej praktyki realizacyjnej). Zatem kluczową przesłanką publikacji koncepcji DURE, mimo niepowodzeń w okresie ostatnich dwóch dekad, jest dla autora potrzeba stworzenia w krytycznym czasie przełomu punktu odniesienia w debatach i praktycznych działaniach, których zablokowanie nie jest już możliwe.
- Przesłanka 4.** Tą przesłanką jest coraz pilniejsza potrzeba stworzenia środowiska, w którym o transformacji nie dyskutuje się w trybie poglądów. Dyskutuje się natomiast przyjmując postawione (w tym środowisku) hipotezy/tezy i rozwija je, albo nie przyjmuje się ich, ale dopiero po zweryfikowaniu technikami charakterystycznymi dla środowiska (w środowisku platformy PPE2050 są to techniki tripletu paradygmatycznego, potencjalnie analizy czynnikowej). Wreszcie odrzucając hipotezy/tezy proponuje się antytezy/kontr-hipotezy.
- Przesłanka 5.** Tylko takie środowisko może obecnie odpowiedzieć na potrzebę redukcji błędów poznawczych transformacji energetycznej lawinowo rozszerzających się na obszar błędów braku wiedzy i braku wykształcenia.

Dalej, błędów oficjalnej polityki energetycznej i błędów kreowanych przez polityczno-korporacyjną propagandę. Również błędów systemowo kreowanych w obszarze biznesowego lobbingu, i wielu innych. Groźnymi błędami, które dają się weryfikować technikami tripletu paradygmatycznego, oprócz wymienionych w [8], są błędy poznawcze dotyczące polskiego programu inwestycyjnego w energetykę jądrową (w MW największego w Europie i na paru innych kontynentach, a względem mocy systemu elektroenergetycznego największego na całym świecie). Dalej błędy związane ze zrealizowanym „największym polskim placem budowy” w Europie, mianowicie czterech bloków węglowych klasy 1000 MW w Koźlenicach, Opolu i Jaworznie (i piątym, przerwany w Ostrołęce). Błędy ustawy wiatrakowej 10H. Błędy związane ze współspalaniem biomasy w kondensacyjnych blokach węglowych (które to współspalanie doprowadziło do ogromnej nieefektywności wykorzystania unijnych środków pomocowych w minionych dwóch dekadach) oraz poważnie cofnęło kraj technologicznie. I wiele innych błędów.

6. **Przesłanka 6.** Ta przesłanka obejmuje pilną potrzebę budowania racjonalnych (nie za wszelką cenę) mostów między pretendencjami do rynków elektroprosumeryzmu oraz podmiotami zasiedziałyymi na rynkach końcowych całej energetyki WEK-PK. Przede wszystkim zaś między pretendencjami do rynku $\vec{EP}(1)$ oraz operatorami OSD elektroenergetyki WEK-PK. W tym wypadku krytyczne znaczenie mają mosty budowane na rzecz wdrożenia zasady współużytkowania zasobów sieciowo-systemowych (zasady TPA+). Współużytkowanych przez podmioty końcowego rynku schodzącego (należącego do elektroenergetyki WEK-PK) oraz przez podmioty wschodzącego rynku $\vec{EP}(1)$.
7. **Przesłanka 7 (ustrojowa).** Tą przesłanką jest pilna potrzeba budowy za pomocą koncepcji DURE nowej świadomości ustrojowej konsekwencji elektroprosumeryzmu w obszarze przebudowy systemów bezpieczeństwa energetycznego, które muszą być adresowane do nowej rzeczywistości technologicznej, gospodarczej i społecznej. I do przestrzeni politycznej, która – tak jak systemy bezpieczeństwa energetycznego – też musi być przebudowana.
8. **Przesłanka 8 (ustrojowa).** Jest to przesłanka odnosząca się do pilnej potrzeby kreowania za pomocą koncepcji DURE całkowicie nowej świadomości ustrojowej konsekwencji elektroprosumeryzmu w obszarze przebudowy systemów wsparcia w systemy podatkowe. Potrzebę taką gwałtownie wystrzyła pandemia COVID-19 oraz Program Odbudowy i Odporności Kryzysowej (zarówno unijny jak i polski). Bez takiej przebudowy proces psucia społeczeństwa będzie szybko postępował. W szczególności będzie to proces obniżania odpowiedzialności ludzi za swoją sytuację i przekształcania prawa do wolności w zgodę na zniewolenie (za narkotyczne wsparcie). Będzie się pogarszał stosunek pretendencji-innowatorów do „roszczeniowców”.
9. **Przesłanka 9 (ustrojowa).** Jest to przesłanka pilnej potrzeby nadania, w świetle elektroprosumeryzmu i zachodzących procesów społecznych, nowego znaczenia ustrojowej zasadzie pomocniczości na poziomach od samorządowego (lokalnego) do globalnego. Znaczenia gwałtownie rosnącego, i odpowiedzialnego. Motywującego pretendencji-inno-

watorów do innowacji (i akumulacji, między innymi za pomocą ulg podatkowych, kapitału do poziomu właściwego dla klasy średniej). Elektroprosumeryzmu motywującego (nawet pod przymusem prawnym) do dyfuzji innowacji (do poziomu zapewniającego im bezpieczeństwo rynkowe potrzeb energetycznych). A licznosc odbiorców „wrażliwych” redukujących do minimum, osiągalnego przy powszechnym dostępie do dobrych systemów edukacji.

10. **Przesłanka 10.** Wreszcie, ważną przesłanką jest odpowiedzialność względem środowiska Konwersatorium Intelligentna Energetyka oraz całej platformy PPTE2050, które w formule kapitału społecznego konsoliduje się pod znakiem koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, będącej bazą dla oddolnej realizacji koncepcji DURE. To właśnie to środowisko jest tygłem przekraczania barier dziedzicznych: w nauce między naukami społecznymi i technicznymi, dalej zaś między nauką i praktyką, a w tej ostatniej między przedsiębiorcami sektora MMSP oraz samorządami.

GŁÓWNE USTROJOWE ROZWIĄZANIA Koncepcji DURE

11. **Rozwiązanie 1.** W środowisku procesów społecznych rozwiązaniem o krytycznym znaczeniu w drugiej reformie ustrojowej są **dwie porządki prawne** obsługujące dwa obszary społeczno-gospodarcze „rozdzielone” kanoniczną wirtualną osłoną kontrolną między konkurującymi ze sobą rynkami energii elektrycznej: schodzącym rynkiem końcowym energii elektrycznej należącym do elektroenergetyki WEK-PK oraz wschodzącymi rynkami energii elektrycznej, którymi w koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu są dwa rynki elektroprosumeryzmu: rynek $\vec{EP}(1)$ – rynek energii elektrycznej RCR oraz rynek $\vec{EP}(4)$ – rynek energii elektrycznej 2 (offshore).
 - 11.1. Schodzący rynek końcowy energii elektrycznej należący do elektroenergetyki WEK-PK jest (generalnie) domeną Prawa energetycznego, które ma tę samą właściwość co i schodzący rynek, czyli jest prawem wygasającym. Wschodzące rynki energii elektrycznej $\vec{EP}(1)$ są w koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu (generalnie) domeną Prawa elektrycznego, którego jeszcze nie ma i które trzeba skonsolidować w horyzoncie 2025/2027, włączając do niego między innymi takie obecne „przydatki” do Prawa energetycznego jak: ustawa o odnawialnych źródłach energii (z lutego 2015); ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (z maja 2016), po niezbędnej jej nowelizacji (daleko idącej); ustawa o rynku mocy (z grudnia 2017), po jej systemowej zmianie ukierunkowanej na budowę rynków technicznych regulacyjno-bilansujących; ustawa o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (z grudnia 2020).
 - 11.2. Niewydolność istniejącego porządku prawnego w szerszym zakresie niż to wynika z p. 11.1 potwierdza całkowite załamanie się jakości Prawa energetycznego (związane nie tylko z polityczno-lobbingowym

„radosnym” tworzeniem przydatków wymienionych w p. 11.1, ale ze zmianami w każdej doraźnej potrzebie politycznej, czego przykładem jest komentarz BECKA 2020 do Prawa energetycznego (redaktorzy M. Czarniecka i T. Ogińdek, 1410 stron). Jest to zarazem potwierdzenie potrzeby systemowego zharmonizowania rozwiązań schodzących i wschodzących. W tym kontekście rozwiązania schodzące obejmują nie tylko schodzące rynki końcowe energetyki WEK-PK i Prawo energetyczne, ale także urząd URE (obecny „totalny” system regulacji ex ante). Rozwiązania wschodzące obejmują natomiast: rynki elektroprosumeryzmu, Prawo elektryczne oraz urząd URS („Lean Regulation”, tu na wzór Lean Management, bardzo luźne skojarzenie autora), który trzeba sukcesywnie tworzyć dla potrzeb sukcesywnie tworzonych sandboxów.

- 11.3.** W tym podpunkcie akcentuje się jeszcze dodatkowo szczególnie nieadekwatność Prawa energetycznego względem wymagań czasu, czyli kształtowania trajektorii transformacyjnej w kolejnych trzech dekadach. Trajektorii niezbędnej do praktycznej realizacji transformacji energetycznej w czasie rzeczywistym, z maksymalną efektywnością wykorzystania rzeczywistych zasobów KSE: sieciowych oraz wytwórczych i zasobów rynków technicznych. A są to zasoby, które w dwóch perspektywach (absolutnie niezbędnych w drugiej reformie ustrojowej elektroenergetyki) wyglądają całkowicie odmiennie: z jednej strony jest to perspektywa całego KSE (obecnie perspektywa operatora OSP, poziom napięciowy NN), operatorów OSD (poziomy napięciowe nN-SN-110 kV), a z drugiej strony perspektywa operatorów systemów(WSE) i elektroprosumentów (na odrębnie traktowanych – lokalnie – poziomach napięciowych systemu KSE: nN, SN, 110 kV).
- 12. Rozwiązanie 2.** Rozwiązaniem o krytycznym znaczeniu w koncepcji DURE jest zasada współużytkowania zasobów KSE (zasada TPA+), będąca podstawową zasadą koncepcji cywilizacyjnej transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. Zgodnie z nią schodzący rynek energii elektrycznej należący obecnie do elektroenergetyki WEK-PK oraz dwa wschodzące elektroprosumenckie rynki $\vec{EP}(i)$, $i = 1,4$ korzystają na jednakowych zasadach z zasobów KSE: sieciowych, należących do operatorów OSD oraz z zasobów rynku technicznego (bilansująco-regulacyjnego), w tym z zasobów regulacji częstotliwościowej, należących do operatora OSP.
- 13. Rozwiązanie 3.** Rozwiązaniem tym, o krytycznym znaczeniu w reformie DURE, jest (w kontekście politycznego rozwiązania takiego jak NABE, między innymi takiego) prawidłowe odwzorowanie w strukturze technicznej KSE i ulokowanie w strukturze rynku energii elektrycznej szeroko rozumianego państwowego interwencjonizmu (rozciągającego się na obszar całej energetyki, aż po odbiorców wrażliwych z segmentu ludnościowego). Poprawnym (prawidłowym) miejscem do włączenia tego interwencjonizmu, przekształcenia w racjonalnie funkcjonującą zasadę pomocniczości, jest pierwszy porządek prawny (p. 11).

14. Rozwiązanie 4. Inne rozwiązania pokrywają się całkowicie z tymi, które są charakterystyczne dla koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. W tym miejscu enume ratywnie przywołuje się tylko dwa z nich.

- 14.1.** Pierwszym rozwiązaniem jest harmonizacja architektury wirtualnych rynków energii elektrycznej ze strukturą fizyczną sieci elektroenergetycznych oraz strukturą fizyczno-wirtualną rynku technicznego systemu KSE (rys. 1 i 2). Realizację tego rozwiązania musi z natury rzeczy gwarantować Prawo energetyczne.
- 14.2.** Drugim rozwiązaniem jest harmonizacja rozwiązań na wschodzącym rynku $\vec{EP}(1)$ z właściwościami elektroprosumentów przyłączonych do KSE na każdym z poziomów napięciowych traktowanych odrębnie (lokalnie): nN, SN, 110 kV. Realizację tego rozwiązania musi z natury rzeczy gwarantować Prawo elektryczne.

DZIAŁANIA POLITYCZNE jako główna forma organizacyjna restrukturyzacji segmentu operatorskiego KSE

- 15. Działanie 1.** Równoległe z „rozwojową” polityką jądrową (lepiej byłoby bez niej), oraz programami wygaszania elektroenergetyki węglowej rząd dokonuje restrukturyzacji właścicielskiej PSE (operatora OSP). Mianowicie, konsoliduje „wokół” KDM operatora ORT(P) (operatora rynku technicznego, regulacyjno-bilansującego na rynku „hurtowym”/ wielkoskalowym) i wydziela go ze struktury PSE w celu zagwarantowania mu pełnej niezależności. Operator ORT(P) swoim zasięgiem obejmuje rynek techniczny funkcjonujący alternatywnie:
- 15.1.** Na infrastrukturze sieciowej NN: od osłony wirtualnej przecinającej połączenia transgraniczne do osłony wirtualnej przecinającej (po stronie wtórnej) wszystkie stacje NN/110 kV w KSE,
- 15.1.** Na infrastrukturze sieciowej NN i 110 kV: od osłony wirtualnej przecinającej połączenia transgraniczne do osłony wirtualnej przecinającej (po stronie wtórnej) wszystkie GPZ w KSE (stacje 110 kV/SN).
- 16. Działanie 2.** Równoległe z tworzeniem NABE (lepiej byłoby bez NABE) rząd realizuje w sferze polityki właścicielskiej wyłączenie operatorów OSD ze zintegrowanych pionowo grup energetycznych (oddzielenia od wytwarzania wielkoskalowego) dla zapewnienia im pełnej niezależności. W celu zapewnienia skutecznej realizacji zasady współużytkowania zasobów KSE przez rynek schodzący i rynki wschodzące dokonuje podziału infrastruktury sieciowej według kryterium napięciowego na sieci: 110 kV, SN i nN. Przekształcenia podsektora OSD obejmują działania zapewniające rozdzielanie właścicielskie infrastruktury sieciowej oraz rynków technicznych funkcjonujących na tych sieciach.
- 17. Działanie 3.** Jest to organizacyjna restrukturyzacja segmentu operatorskiego OSD na rynku schodzącym WEK. Chodzi o restrukturyzację, realizowaną niezależnie od stanu (środowiska) właścicielskiego, w którym funkcjonują (w trybie regulacji stanowionych przez urząd regulacyjny URE i właściwego ministra) operatorzy OSD. Ta restrukturyzacja

zapewnia rozdzielenie modeli biznesowych – operatorskich (eksploatacyjnych), inwestycyjnych i rozwojowych – sieci nN, SN i 110 kV dla potrzeb konkurencji między rynkiem schodzącym WEK i wschodzącym rynkiem EP(1). Podstawowym celem tej restrukturyzacji jest uniemożliwienie operatorom OSD (każdemu z nich) dalszego subsydiowania skrośnego taryf (opłat sieciowych) na podstawie skonsolidowanego (w grupach elektroenergetycznych) bilansu finansowego (przypomina się, że w koncepcji pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki cel ten był zapisany do zrealizowania najpóźniej w 1999 r.).

- 17.1.** Każdy z suboperatorów, mianowicie OSD(nN), OSD(SN), OSD(110kV) jest zobowiązany do publicznego udostępniania profili w trybie on line (od 1 stycznia 2022 roku) 15-minutowych, a od 2025 roku 5-minutowych – na swoich zbiorczych ostonach sieciowych OK(1Σ), OK(2Σ), OK(3Σ), odpowiednio.
 - 17.2.** Operator OSP – poza realizowanym już obowiązkiem publicznego udostępniania profili bilansowych całego KSE (na ostonie OK5 w szczególności) – jest zobowiązany do publikowania profili bilansowych na krajowej ostonie OK(NN-110kV) i na ostonie OK4 przecinającej pola transformatorowe GPZ-ów po stronie 110 kV).
 - 17.3.** Każdy z suboperatorów OSD jest zobowiązany do publicznego udostępniania informacji o obszarach nadwyżkowych i deficytowych w zakresie zdolności przyłączeniowych do swoich sieci (standard informacji ustala regulator URE).
 - 17.4.** W ramach nowego modelu zarządzania wprowadza się dopuszczalność odpłatnego zbycia przez operatora OSD wydzielonej części sieci nN na rzecz operatora(WSE) posiadającego koncesję(URS).
- 18. Działanie 4.** Jest to określenie przez rząd trajektorii dojścia do ekwiwalentowania opłat sieciowych w systemie roamingu elektrycznego (alternatywnym dla net meteringu) za usługi operatorskie OSD(SN) i OSD(nN) w ramach zasady współużytkowania zasobów KSE (zasady TPA+). Zasobami stanowiącymi ogólnie przedmiot zasady współużytkowania są zasoby sieciowe obejmujące odrębnie sieci nN, SN, 110 kV i NN oraz jednolite w całym kraju usługi systemowe w postaci regulacji częstotliwościowej.
- 18.1.** Zasady realizują operatorzy(WSE) na rzeczywistych (węzłowych) dynamicznych ostonach kontrolnych OK(R) [8] wyposażonych w terminale sieciowe STD na podstawie koncesji(URS) przyznanych przez urząd regulacyjny URS.
 - 18.2.** Opłata za usługę częstotliwościową jest opłatą taryfową, jednolitą na terenie całego kraju, zatwierdzaną przez urząd regulacyjny URE.
 - 18.3.** Opłata za usługę sieciową wynika z mechanizmów konkurencji na ostonach OK(R) uzgodnionych między operatorem(WSE) i właściwym operatorem OSD. W wypadku braku takiego uzgodnienia obowiązuje na każdej ostonie OK(R) arbitraż urzędu regulacyjnego URS w postaci jednolitej na terenie całego kraju opłaty roamingowej dla transakcji zakupowych (deficyt) i sprzedażowych (nadwyżka) obsługiwanych (tych transakcji) przez operatora(WSE).

- 18.4.** Ekwiwalentowanie regulowanych opłat za regulację częstotliwościową jest właściwością operatora OSP, nadzór nad tymi opłatami sprawuje urząd URE.
- 18.5.** Ekwiwalentowanie stosowanych w arbitrażu opłat za współużytkowanie sieci w modelu roamingu jest właściwością operatorów OSD, nadzór nad tymi opłatami sprawuje urząd URS.
- 18.6.** Ekwiwalentowanie opłat transakcyjnych (w ofertach sprzedażowych i zakupowych) stosowanych w konkurencyjnym handlu na ostonach OK(R) i na ostonach OK(W) [8] (niezależnie) realizują dla swoich potrzeb operatorzy OSD i operatorzy(WSE).

19. Działanie 5. To działanie odnosi się do nowych rynków bilansujących RB(SN-nN). Są to rynki konkurencyjno-kooperacyjne operatorów OSD(SN) i OSD(nN) oraz operatorów(WSE) w obrębie sandboxów (do czasu wejścia w życie ustawy Prawo elektryczne, która przekształci to rozwiązanie z wyjątkowego w powszechnie dostępne). Przy tym zasada nadrzędna określająca sposób funkcjonowania tego rynku wynika z zasady przenoszenia kosztów rynku bilansującego na rynku schodzącym WEK (obecnie rynku bilansującego zarządzanego przez operatora OSP) na rynek schodzący WEK na ostonach OK4 przecinających pola transformatorowe GPZ-ów po stronie 110 kV i na rynek EP(1) w ostonach wirtualnych OK(W) operatorów(WSE).

- 19.1.** Wpisane do koncepcji DURE nowe rynki bilansujące RB(SN-nN) wspomagają cele rynku bilansującego, który jednolicie obowiązuje państwa członkowskie UE od 1 stycznia 2021 w ramach jednolitego (europejskiego) rynku energii elektrycznej; wiadomo, że opóźnienie wdrożenia rynku w Polsce wyniesie kilka lat. Proponowane progresywne rozwiązanie ma uzasadnienie, a zarazem jest konieczne ze względu na ekstremalnie trudną kryzysową sytuację w polskiej elektroenergetyce WEK-PK w Europie, a z drugiej strony istotny już potencjał pretendentów-innowatorów.
- 19.2.** Rynek wschodzący 1 w ostonach wirtualnych OK(W) jest zarządzany przez operatorów(WSE). Na rynku tym operator(WSE) wykorzystuje zróżnicowane mechanizmy (wykraczające poza zbiór dotychczasowych, tradycyjnych rozwiązań stosowanych na rynkach bilansujących).
- 19.3.** W szczególności operator(WSE) wykorzystuje układy gwarantowanego zasilania UGZ w ostonach kontrolnych OK(WSE); dotychczasowy brak wykorzystania potencjału układów UGZ był (i jest) wielką stratą dla elektroenergetyki WEK-PK (przeniesioną oczywiście na odbiorców).
- 19.4.** Operator(WSE) wykorzystuje także mobilną usługę bilansującą z rynku EP(3) trzeciego rynku bezsieciowego elektroprosumeryzmu (bezsieciowy rynek usług). Na dotychczasowym rynku WEK, czyli niemającym jeszcze statusu rynku schodzącego, mobilne agregaty operatorów OSD były wykorzystywane jedynie do poprawiania wskaźników SAIDI, SAIFI, a nie na rynku bilansującym, gdzie dopuszczalne granice ceny energii elektrycznej wynosiły

+/- 50 tys. PLN/MWh (jest to przykład nieefektywności biurokratyzowanej elektroenergetyki WEK, jak i każdej innej takiej organizacji).

- 19.5.** Zbiór stosowanych przez siebie rozwiązań operatora(WSE) uzgadnia z podmiotami systemu(WSE), albo odwrotnie: podmioty systemu(WSE) decydują, jaki to jest zbiór, odpowiednio do stosunków umownych (umów cywilnoprawnych) uzgodnionych przez podmioty systemu(WSE).
- 19.6.** Działalność operatora(WSE) na wewnętrznym rynku bilansującym jest nadzorowana w trybie regulacji ex post przez urząd URS.
- 20. Działanie 6.** Odnosi się ono do operatora(WSE). Jest to podmiot działający na podstawie koncesji urzędu regulacyjnego URS. Podmiot ten jest kreatorem dynamicznych osłon handlowych OK(R) na rynkuEP(1) obsługującym podmioty systemu(WSE) za pomocą certyfikowanych terminali STD, platformy OIRE(WSE) i systemów SCADA(WSE).
- 20.1.** W procesie kreowania osłon kontrolnych OK(R) kupujących i sprzedających obowiązuje zasada uczestniczenia w czasie tylko na platformie jednego operatora(WSE).
- 20.2.** Operator(WSE) posiada potrzebne kompetencje, dla których teoretyczne podstawy są już tworzone w zakresie modelowania bilansów (profilu) zarówno na osłonach OK(R) jak i na osłonach wirtualnych OK(W), w powiązaniu z działaniem inteligentnej infrastruktury systemu(WSE) oraz modelami analiz do wyceny opłat za korzystanie z zasobów KSE w ramach zasady współużytkowania tych zasobów przez rynki: rynekEP(1) oraz schodzący.
- 20.3.** O utworzeniu operatora(WSE) decydują uczestnicy założyciele (podmioty prawne) systemu(WSE) w trybie umów cywilnoprawnych.
- 20.4.** Kompetencje operatora(WSE) koncentrują się na wykorzystaniu potencjału inteligentnej infrastruktury rynku wschodzącego 1 – terminale(STD), platformy(OIRE), systemy(SCADA) – do integracji warstw technicznej KSE oraz rynkowej rynkuEP(1).
- 21. Działanie 7.** Przebudowa regulacji kosztowej ex ante w antymonopolową ex post na rynku schodzącym. Z przebudową tą związana jest zanikająca rola URE. Taka rola jest naturalnym skutkiem transformacji TETIP i w zasadniczym rozumieniu tak ją trzeba traktować.
- 21.1.** Jednak w praktyce trzeba dopuścić bardzo szeroki przedział czasu na realizację (dokonanie się) zanikającej roli URE: od wejście w życie ustawy Prawo elektryczne (dla której racjonalnym terminem z punktu widzenia dynamiki zmian w UE jest rok 2025, aż do stanu końcowego B(2050) transformacji).
- 21.2.** Z drugiej strony pilnie, jeszcze przed wejściem w życie ustawy Prawo elektryczne, pożądana jest na rynku schodzącym WEK zmiana regulacji kosztowej ex ante w antymonopolową ex post. To poprawi z jednej strony sytuację elektroenergetyki WEK-PK, z drugiej zdynamizuje doświadczenia w zakresie funkcjonowania rynkuEP(1). Korzyść odniesie Polska.

22. Działanie 8. Jest to działanie odnoszące się do regulacji prawnych (wschodzących) kształtujących sandboxy oraz urzędy URS na drodze do Prawa elektrycznego. Urząd URS współistnieje z urzędem URE tak jak rynekEP(1) współistnieje z rynkiem schodzącym; brakiem logiki, podkopującym całkowicie wiarygodność transformacji (TETIP) do elektroprosumeryzmu byłoby włączenie regulacji sandboxów w kompetencje urzędu URE.

- 22.1.** Urząd URS jest odpowiedzialny za opracowanie segmentacji sandboxów (na potrzeby kraju) i zbioru kodeksów operatorskich (właściwych dla poszczególnych segmentów) do stosowania (w ramach koncesji) przez operatorów(WSE) składających wnioski o utworzenie sandboxu.
- 22.2.** Ciężar przygotowań do utworzenia sandboxu (wystąpienia z wnioskiem o utworzenie do urzędu URS) spoczywa na operatorze(WSE).
- 22.3.** Operator(WSE) jest tworzony – przez członków założycieli systemu(WSE) w trybie umów cywilnoprawnych – jako jednostka wewnętrzna (nieposiadająca osobowości prawnej) jednego z uczestników systemu(WSE) lub jako odrębny podmiot prawny.
- 22.4.** W drugim wypadku może to być podmiot zależny od jednego z członków założycieli systemu(WSE), od części z nich lub od wszystkich.
- 22.5.** W wypadku operatora(WSE) nieposiadającego osobowości prawnej, ale posiadającego odpowiednie kompetencje, z wnioskiem o koncesję operatora(WSE) występuje członek założyciel, który go utworzył i tenże członek założyciel nabywa prawa koncesyjne.

UZASADNIENIE obejmujące tezę, antytezę i pięć hipotez

- 23. Teza 1.** Jest to teza o potrzebie koncepcji drugiej ustrojowej reformy elektroenergetyki (DURE) jako skutku nieadekwatności ustrojowej całej polskiej energetyki WEK-PK (polskiej polityki energetycznej i polskiego establishmentu korporacyjnego tej energetyki w formalnie demokratycznym państwie) względem globalnej transformacji technologicznej, ekonomicznej i przede wszystkim społecznej) w tym obszarze. Przypomina się, że pierwsza ustrojowa reforma elektroenergetyki była częścią reformy ustrojowej państwa (przejścia od socjalizmu do demokracji) i miała na celu zmianę ustroju ekonomicznego elektroenergetyki (na rynkowy). W takim kontekście teza 1 orzeka, że polska energetyka WEK-PK znalazła się stałym uścisku europejskiego rynku energii elektrycznej i polskiego elektroprosumeryzmu ufundowanego na triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego. I że nie ma takiej siły, która mogłaby uchronić polską energetykę WEK-PK przed jej wygaszeniem (w tendencji) w horyzoncie 2050.
- 24. Antyteza (do tezy 1).** Jest to antyteza, że polski sojusz polityczno-korporacyjny ześlizgując się na ścieżkę skrajnego populizmu i propagandy zdoła przejąć kontrolę nad społeczeństwem (społeczeństwo osunie się w nihilizm i da się zniewolić, uwalniając się od odpowiedzialności i stając się jednocześnie roszczeniowym). Zatem antyteza mówi o tym,

że w wypadku braku drugiej ustrojowej reformy elektroenergetyki cały kraj (establishment polityczno-korporacyjny i całe społeczeństwo) znajdzie się w stalowym uścisku trendów unijnych i globalnych. W artykule odrzuca się antytezę na gruncie etyki: i to zarówno przekonań (wartości) jak i efektywności (politycznej). Historia Polski dostarcza niestety obaw, że antyteza jest uprawniona. Historia elektroenergetyki w tym aspekcie, to wręcz chichot historii (p. od 25 do 28).

25. Otóż polska elektroenergetyka do 1980 r. była węglowa, ale trzymała się światowych, zachodnich standardów technologicznych. Było to możliwe dzięki etosowi zawodu elektroenergetyka, ukształtowanemu w dużym stopniu przez dobrze wykształconych przedwojennych inżynierów rozpoczynających karierę w energetyce przemysłowej (prosumenckiej, jeśli nawet tak się nie nazywała). Po wojnie byli oni zdolni podtrzymywać ten etos w opozycji do establishmentu partyjnego. Część z nich, najbardziej wszechstronna, twórcza po wojnie powiązała dwie misje: w obszarze praktyki (budowy elektroenergetyki) i kształcenia (jako kadra profesorska elitarnych wydziałów elektrycznych i energetycznych w politechnikach). To ci profesorowie potrafili implementować do gwałtownie rozwijającej się elektroenergetyki rachunek ekonomiczny dla potrzeb inwestycyjnych, a także eksploatacyjnych, z uwzględnieniem niezawodności dostaw energii elektrycznej, wbrew doktrynie (właściwej dla socjalizmu: dla partii i dla nauk ekonomicznych), że w elektroenergetyce on nie obowiązuje.
26. To ci profesorowie i etos w elektroenergetyce był silną zaporą dla „zaludniania” elektroenergetyki (w jej obszarach technologicznym i systemowym) kadrami kierowniczymi bez kwalifikacji. I zaporą przed ich wymianą z dnia na dzień. Zaporą umożliwiającą budowanie długoterminowej osobistej odpowiedzialności zawodowej, bez której elektroenergetyka WEK-PK nie może funkcjonować. I co jest przyczyną jej obecnego ciężkiego kryzysu.
27. W drugim z wymiarów (systemowym) opór ten ukształtował w dekadzie 1981-1990 tożsamość nowych związków zawodowych (NSZZ Solidarność) w górnictwie węgla kamiennego i w elektroenergetyce (całej, ale przede wszystkim w elektrowniach na węgiel kamienny i w kombinatach elektrowniano-kopalnianych z elektrowniami na węgiel brunatny). To te związki zawodowe były w całej dekadzie 1981-1990 główną siłą opozycyjną w elektroenergetyce, a od 1990 r. sojusznikiem klasy politycznej, czyli rządu przełomu, w realizacji (z udziałem profesorów) pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki.
28. W nowym stuleciu (od 2000 r.) państwo (klasa polityczna) i społeczeństwo stały się natomiast zakładnikami związków zawodowych „węglowej” elektroenergetyki (przede wszystkim w górnictwie węglowym). Profesorowie uwikłali się w „interesy” z rządem (między innymi przyzwalając – na ogół, a często nawet bardzo wspierając – rządową politykę energetyczną. Razem – związki zawodowe, politycy, elita, wraz z korporacyjną częścią społeczeństwa w miarę jej powstawania – stworzyli koalicję na rzecz wykorzystywania przez piętnaście lat funduszy unijnych bez realizacji trudnych (społecznie) reform, bez udziału w wyścigu technologicznym bazującym na konkurencji, i osuwającą się groźnie w nihilizm, zagrażający państwu ze strony glo-

balnych eksporterów dóbr inwestycyjnych dla energetyki jądrowej oraz gazu i ropy – eksporterów tym bardziej bezwzględnych, im bardziej schyłkowych. Ale także ze strony globalnych eksporterów dóbr inwestycyjnych dla segmentu OZE i inteligentnej infrastruktury. Dlatego odrzucając antytezę w koncepcji drugiej ustrojowej reformy elektroenergetyki prezentowanej w artykule jest ona stale obecna na platformie PPTe2050 jako ryzyko.

Ustrojowa reforma rynku energii elektrycznej (w Polsce) a transformacja TETIP

29. Wcześniejsze prace rozwojowe nad koncepcją ustrojową reformy rynku energii elektrycznej (w Polsce) doprowadziły do koncepcji reformy DURE, ale też spowodowały presję na wejście w jeszcze rozleglejszą przestrzeń, ustrukturyzowaną w tabeli 1. Ta bardzo eklektyczna przestrzeń osadzenia koncepcji DURE jest obecnie wymaganiem metodologicznym.

Tabela 1

Strukturyzacja (2021) przestrzeni (środowiska) koncepcji DURE

| Segment przestrzeni | | Wyróżnik | | Datowanie horyzontów |
|--|---|---|-------|----------------------|
| ŚWIAT | realizacja polityki klimatyczno-energetycznej w trybie celów politycznych trójkąt referencyjny polityki energetycznej | polityka klimatyczna – od Rio de Janeiro (1992), poprzez Kioto (1997) do Paryża (2015) | świat | 2050 |
| | | UE | 2050 | |
| | | USA | 2050 | |
| | | Chiny | 2060 | |
| POLSKA (koncepcje na platformie PPTe2050) | pierwsza ustrojowa reforma elektroenergetyki (1990-1995) ustrojowa reforma rynku energii elektrycznej | użyteczność retrospekcji w podejmowaniu wyzwań przyszłości [13] | | |
| | | koncepcja rozwijana od połowy minionej dekady w odpowiedzi na megatrendy, (kiedy była jeszcze szansa na jej realizację w trybie wyprzedzającym ciężki polityczno-kompetencyjny kryzys w polskiej energetyce | | 2021-2025/2027 |
| | | koncepcja referencyjna (według stanu rozwoju na początku 2021) bazująca na fundamentalnych podstawach w postaci paradygmatów: elektroprosumenckiego, egzergetycznego i wirtualizacyjnego | | 2050 |
| | druga ustrojowa reforma elektroenergetyki | koncepcja potrzebna już; horyzont realizacji reformy – 2025 (2027); skutki działania reformy – do osiągnięcia elektroprosumeryzmu (kol.3) | | 2050 (?) |

Podaje się je w artykule mimo ryzyka wynikającego ze zderzenia tego wymagania z narastającym (praktycznie już nawet dominującym) nurtem pop-energetyki, która zawładnęła przekazami (dotyczącymi transformacji energetycznej) w mediach, na portalach społecznościowych i staje się częścią popkultury. W pop-energetyce jest groźne to, co powszechnie we współczesnym świecie. Mianowicie, ci co nie radzą sobie w trudnej rzeczywistości takiej jaka ona jest, często radzą sobie znacznie lepiej (ale zawsze tylko przejściowo) w niczym nieograniczonym świecie alternatywnym (kreowanym „tu i teraz”, z „rozmachem”, bez bolesnych konsekwencji) przez polityków, media i portale społecznościowe. Niebezpieczeństwo przejściowe, aczkolwiek dotkliwe dla realnych problemów polskiej energetyki wprowadzane przez pop-energetykę, polega głównie na tym, że brak wiedzy, niekompetencję zrównuje ona na masową skalę z błędami poznawczymi (metodologicznymi) energetyki WEK-PK.

* * *

- 30. Hipoteza 1.** Jest to hipoteza bazowa artykułu orzekająca, że elektroprosumeryzm jako praktyka budowana (zbudowana w tendencji, w horyzoncie 2050) na triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego jest pierwotny względem transformacji TETIP, a ta z kolei jest sposobem na ustrukturyzowanie systemowego konfliktu między dwoma biegunami: pop-energetyką na jednym oraz (polityczno-korporacyjnymi) energetycusami na drugim. Biegunami napędzanymi celami politycznymi, których przykładem jest Program Odbudowy i Odporności Kryzysowej obciążony „przewinami” względem tripletu: w UE „lżejszymi”, a w Polsce bardzo „ciężkimi”.
- 31.** Jednak to nie brak znajomości tripletu paradygmatycznego zdyskwalifikuje polityków i korporacje energetyczne WEK-PK, a brak moralności politycznej i biznesowej. W tym miejscu pojawia się ważny wniosek praktyczny. Dwubiegunowy system (pop-energetyka, energetycusi) jest dynamicznie niestabilny: nie ma w nim dawców wartości dodanej, są tylko biorcy. Między biegunami muszą zatem pojawić się pretendenci do rynków elektroprosumeryzmu. Pretendenci-innowatorzy, którzy te rynki zbudują w trybie innowacji przełomowych. Dla nich znajomość tripletu paradygmatycznego jest bardzo użyteczna. Dlatego, bo to oni muszą sukcesywnie zbudować nowe rynki i zastąpić nimi w trybie przełomowym trzy rynki końcowe energetyki WEK-PK (energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych), należące na mocy koncesji URE do podmiotów zasiedziały (korporacji energetycznych WEK-PK). Zastąpienie starych rynków należących do podmiotów zasiedziały, stosujących tylko innowacje przyrostowe, nowymi rynkami zbudowanymi przez pretendencję-innowatorów w trybie innowacji przełomowych stanowi istotę transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu.
- 32.** Strukturyzacja przedstawiona w tabeli 1 broni się przed osunięciem w banał na tyle, na ile jest pomocna w wydobyciu systemowego konfliktu między podmiotami zasiedziały (energeticusami) oraz pop-energetyką z jednej strony i pretendencjami-innowatorami z drugiej. I na tyle, na ile proponuje ona rozwiązania praktyczne. W tym kontekście podkreśla się, że koncepcja DURE prezentowana w artykule jest rady-

kalniejszą wersją tej, którą autor w drugiej połowie minionej dekady rozwijał pod nazwą ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej. Był to ciągle jeszcze okres, który umożliwiał uniknięcie radykalnych rozwiązań. Obecna dekada nie daje już takich szans Polsce, która nie podjęła na czas wyzwań, a nawet blokowała konieczne (nieuchronne) zmiany. Stąd konieczność sięgnięcia po reformę DURE.

- 33.** Jest też drugi aspekt, w którym muszą być widziane różnice między koncepcjami. Mianowicie, koncepcja ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej miała w sobie tylko słabe „więzy” (powiązania) z transformacją (wygaszaniem) energetyki WEK-PK. W szczególności w koncepcji tej była „jawnie” obecna restrukturyzacja elektroenergetyki wraz z górnictwem węgla kamiennego. Pozostałe sektory energetyki WEK-PK – sektor paliw transportowych, gazownictwo, ciepłownictwo systemowe/sieciowe – praktycznie były nieobecne. Z tego powodu, że koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu praktycznie nie było, a dokładniej – była ona kształtowana z opóźnieniem w stosunku do koncepcji ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej. Koncepcja DURE jest natomiast stworzona w środowisku stosunkowo dobrze już ugruntowanej koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu, i stopniowo będzie się stawać jej filarem. Oczywiście, mechanizmy rynkowe zastosowane konsekwentnie w drugiej połowie minionej dekady byłyby wystarczające do dostatecznie wczesnego przejścia tych sektorów w tryb efektywnej restrukturyzacji w środowisku ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej. To stwierdzenie w 2021 r. jest (w przestrzeni empirycznej, czyli faktów) poza kwestią istnienia koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu bądź jej braku (w ogóle, bo wcześniejsze istnienie koncepcji niczego by nie zmieniło, jeśli rynek energii elektrycznej funkcjonowałby realnie, a nie był tylko coraz bardziej fasadowy).

* * *

- 34. Hipoteza 2.** Jest to hipoteza w sprawie zastąpienia celów polityczno-korporacyjnych konkurencją w środowisku kapitału społecznego. Hipoteza 1, kluczowa z punktu widzenia efektywnego (skutecznego) odejścia od paliw kopalnych w całej energetyce, orzeka daleko idące ograniczenie wydolności (zmierzch) koncepcji transformacyjnych w obszarze energetyki WEK-PK, realizowanych w trybie celów politycznych stawianych wbrew celom fundamentalnym. Hipoteza ta jest potencjalnie weryfikowalna za pomocą technik tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego (na razie tylko jakościowo). Ale podkreśla się, że pierwsza kluczowa hipoteza jest w artykule sformułowana poza przestrzenią tripletu paradygmatycznego. To podkreślenie ma ważną konsekwencję: politycy – w Polsce, tak samo jak na całym świecie – mogą nie znać tripletu paradygmatycznego, ale elektroprosumenci muszą mieć za sobą. Tych wytworzy konkurencja. I nie jest ważne, czy oni tak będą się formalnie nazywać, czy nie. Ważne, że z istoty – którą jest poziom świadomości społecznej i ekologicznej oraz poziom i ukierunkowanie kompetencji technologicznych – będą głosować tak jak elektroprosumenci.
- 35.** W takim kontekście podkreśla się, że całkowicie nowy polityczny Program Odbudowy i Odporności Kryzysowej wyraźnie znamionuje ratowanie się polityków (unijnych

w mniejszym stopniu, polskich w stopniu przekraczającym ich własny interes) z opresji. Ratowania w trybie „innowacji przyrostowej”, czyli charakterystycznym dla podmiotów „zasiedziały” w polityce. Bez wątplenia Program ten będzie w kolejnych latach dostarczał empirycznych (indukcyjnych) podstaw do pogłębionej weryfikacji hipotezy 1. W szczególności będzie to weryfikacja dostarczająca stosunkowo szybko, chociaż nie natychmiast, danych o tym, gdzie jest kres populizmu politycznego i bezwzględności korporacyjnej psujących społeczeństwo i doprowadzających do jego rozwarstwienia. Na drugim biegunie Program będzie dostarczał danych o konflikcie strukturalnym, który tu się definiuje następująco: pretendenci-innowatorzy vs roszczeniowi „narkomani” (w rękach politycznych dilerów). W tym konflikcie współcześni pretendenci-innowatorzy, i przyszłe pokolenia też, muszą sfinansować współczesnych beneficjentów zalewu różnorodnych polityk i (politycznych programów), wyglądających „dobrze” przed ich realizacją. W Polsce widoczne jest bardzo wyraźnie niebezpieczeństwo grożące całej klasie politycznej i korporacjom biznesowym energetyki WEK-PK, związane z przekroczeniem krytycznego poziomu stosunku roszczeniowych biorców wsparcia do pretendentów-innowatorów, którzy muszą wytworzyć dobra potrzebne do finansowania wsparcia i do przyszłych pokoleń, które muszą ponieść koszty. Takie w szczególności, jak projekt Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności, zwłaszcza polski.

36. O niebezpieczeństwie stawiania w energetyce na cele polityczne, takie jak Plan Odbudowy i Zwiększania Odporności politykom (unijnym i przede wszystkim polskim) stale powinna przypominać Wspólna Polityka Rolna (WPR), pierwsza we Wspólnotach Europejskich, będąca wynikiem umowy pierwszego z Traktatów Rzymskich (1957), mianowicie ustanawiająca Europejską Wspólnotę Gospodarczą. Wówczas politycy błędnie ocenili potencjał wzrostu wydajności rolnictwa. Skutki ciągną się do dziś. Unia jest zalewana jeziorami mleka i wina oraz przysypywana górami cukru i zboża, politycy wprowadzają kwoty produkcyjne na poszczególne produkty, rolnicy są niezadowoleni, politycy „heroicznie” próbują ograniczyć wsparcie (politykę) WPR, rolnictwo unijne nie wytrzymuje konkurencji z USA i tanimi produktami z Afryki (Unia musi stosować cła), globalne rozwarstwienie/nierównowaga roślinie (uchodźcy z Afryki zalewają Europę). To wszystko oznacza, że politycy zamiast rozwiązywać problemy tworzą je, a przyczyną jest niekompetencja i brak moralności.

37. Przechodząc na obszar energetyki WEK-PK podkreśla się, że Traktat Paryski powołujący Europejską Wspólnotę Węgla i Stali (EWWiS), poprzedzający wspólnotę EWG, został ustanowiony w 1951 r., i podpisany na okres 50 lat w 1952 r. (wygaś w 2002 r.). Triplet paradygmatyczny i jego techniki weryfikacyjne, gdyby istniał, podpowiedziałby ówczesnym politykom, że na węgiel w ogóle nie można stawiać, a że stalą trzeba być ostrożnym. Niestety, Europa (i USA też) zamiast zdefiniowania polityki na podstawach fundamentalnych wybrała rozwój w trybie innowacji przyrostowej: więcej węgla, więcej stali. Blok komunistyczny (ZSRR, Chiny) podjął na gruncie politycznym konfrontację gospodarczą ze strefą euroatlantycką też w trybie innowacji przyrostowej: więcej węgla, więcej stali. W ten sposób świat płaci za rozwój, który nie spełnia wymagań fundamentalnych.

38. Z kolei drugi z Traktatów Rzymskich był umową ustanawiającą (1957) Europejską Wspólnotę Energii Atomowej (EWEA). Przesłanki, które zadecydowały o tej umowie są znacznie bardziej złożone niż w wypadku EWWiS. Z jednej strony chodziło na pewno o bezpieczeństwo jądrowe Europy (znane były skutki dwóch ataków atomowych na Japonię, a elektrownie jądrowe istniały już w USA oraz ZSRR; Wielka Brytania ogłosiła natomiast (1957) plan ich budowy). Wszędzie cele militarne były powiązane z celami energetycznymi. Dlatego energetyka jądrowa rozwijała się jako paramilitarna. Rządziła się odmiennymi (niż cała pozostała energetyka) zasadami bezpieczeństwa, ekonomicznymi (finansowania rozwoju), zarządzania. Dlatego od samego początku istniały przepływy między sektorem zbrojeniowym i energetyką jądrową (w segmencie technologicznym reaktorowym i paliwowym). Wspólnym interesem sojuszu zbrojeniowo-energetycznego było zdobycie przychylności społeczeństwa (uwolnienie się w jak największym stopniu od kontroli społecznej). To wtedy powstawał mit niskich cen energii elektrycznej z elektrowni jądrowych. Mit finansowany skrośnymi przepływami międzysektorowymi. I nie było szans, aby ktokolwiek zaprzętał sobie głowę tripletem paradygmatycznym (gdyby on był nazwany).

39. Bezpieczeństwo energetyczne w zakresie dostaw energii elektrycznej po II wojnie światowej było (w kontekście narodowym) najwrażliwszą kategorią polityczną w Europie ze względu na wagę elektryfikacji po zniszczeniach wojennych. Dlatego politycy nie odważyli się ani w Traktacie Paryskim, ani w Traktatach Rzymskich „dotykać” władztwa krajów członkowskich w zakresie rynków energii elektrycznej. W rezultacie przez Europę przetoczyła się fala nacjonalizacji (i centralizacji) elektroenergetyki (Włochy, Francja, Wielka Brytania). Dopiero UE (po jej utworzeniu na mocy Traktatu z Maastricht, 1992 r.) rozpoczęła wdrażanie wspólnego rynku energii elektrycznej. W 1992 r. Komisja Europejska przedstawiła projekt pierwszej dyrektywy dotyczącej jednolitego rynku energii elektrycznej, weszła ona w życie dopiero po czterech latach, jako dyrektywa 96/92/WE.

40. Prześledzenie reform elektroenergetyki w Europie przez pryzmat Traktatu Paryskiego (Wspólnota Węgla), drugiego Traktatu Rzymskiego (Europejska Wspólnota Energii Atomowej), a także Traktatu z Maastricht pokazuje empirycznie przewagę tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego (nie-nazwanego) nad celami politycznymi. Te kraje członkowskie (i ogólnie europejskie), które przyspieszały rozwój swoich rynków energii elektrycznej w stosunku do celów politycznych UE zyskiwały przewagę technologiczną (konkurencyjną), ekonomiczną (pokazują to ceny energii elektrycznej), a także w zakresie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej (Wielka Brytania, 1989/90; Norwegia, Finlandia, Szwecja): Niemcy – Energiewende, ostatnie dwie dekady). Kraje, które walczyły o derogacje (i uzyskiwały je) były przegranymi. Polska jest największym przegranym mimo wielkiego strumienia środków pomocowych (te zostały w dużym stopniu zmarnowane).

* * *

41. Hipoteza 3. Jest to hipoteza w sprawie zastąpienia systemów wsparcia systemami podatkowymi. Leży ona u podstaw transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu.

Wstępnie (głównie jakościowo) została już zweryfikowana technika tripletu paradygmatycznego. Podkreśla się przy tym, że istotą prezentowanej na platformie PPTe2050 koncepcji TETIP jest procesowe podejście do budowy elektroprosumeryzmu. Czyli weryfikację sformułowanej hipotezy traktuje się w koncepcji jako zadanie ciągłe, realizowane w miarę rozwoju (głównie na podstawach dedukcyjnych) technik weryfikacyjnych, skutkujące ulepszaniem systemów podatkowych zapewniającym ciągłą adekwatność tych systemów do rynkowego postępu transformacji TETIP, objawiającego się dyfuzją innowacyjności na rynki elektroprosumeryzmu. Intensywność tej dyfuzji będzie w kolejnych latach dostarczała empirycznych (indukcyjnych) podstaw do pogłębionej weryfikacji pierwszej kluczowej hipotezy.

* * *

42. Hipoteza 4. Jest to hipoteza w sprawie zmiany struktury podatkowej. Orzeka ona o fundamentalnej przebudowie systemu podatkowego elektroprosumeryzmu względem energetyki WEK-PK.

42.1. Elektroprosumenci będą płacili głównie podatki VAT, przy zakupie urządzeń na rynku $\vec{EP}(2)$ i usług na rynku $\vec{EP}(3)$. Zakup energii elektrycznej na rynku $\vec{EP}(1)$ i na rynku $\vec{EP}(4)$ będzie miał mniejsze znaczenie.

42.2. Wytwórcy urządzeń na rynek $\vec{EP}(2)$ i dostawcy usług na rynek $\vec{EP}(3)$ będą płacili podatek CIT.

42.3. Od paliw kopalnych podatków – VAT, CIT i akcyzy, przede wszystkim od paliw transportowych – w ogóle nie będzie (bo nie będzie ich na rynkach).

42.4. Elektroprosumeryzm spowoduje też zasadniczą zmianę alokacji podatków względem tej, która jest charakterystyczna dla energetyki WEK-PK. Mianowicie, wytworzy strukturę podatkową charakterystyczną dla rozwoju endogenicznego (podatki pozostają blisko elektroprosumentów). Dla energetyki WEK-PK struktura podatkowa jest charakterystyczna dla rozwoju egzogenicznego (podatki przejmuje w dominującej części państwo).

42.5. Struktura podatków ulegnie również zasadniczej zmianie z powodu zmiany udziału importu na rynki elektroprosumeryzmu względem udziału importu w energetyce WEK-PK. W wypadku energetyki WEK-PK udział importu (paliwa i dobra inwestycyjne) w kosztach (przed opodatkowaniem) jest w Polsce dominujący. W wypadku elektroprosumeryzmu jest odwrotnie – istnieje wielki potencjał obniżenia importu do minimum (panele fotowoltaiczne, licencje na turbiny wiatrowe, licencje na technologie akumulatorowe, w przyszłości na technologie wodorowe).

42.6. Elektroprosumeryzm jest najważniejszą – współcześnie osiągalną – siłą napędową procesów społecznych od społeczeństwa korporacyjnego do obywatelskiego, z klasą średnią (a ogólnie na świecie od wielkiego rozwarstwienia do struktury zrównoważonej).

42.7. Wreszcie, elektroprosumeryzm ma siłę spowodowania ustrojowej zmiany podatkowej polegającej na zmniejszeniu obciążenia podatkowego elektroprosumentów. W wypadku segmentu ludnościowego zmiana będzie polegała na zrównaniu statusu wkładu własnego ze statusem wszystkich innych prac domowych. W pozostałych wypadkach – ze statusem kosztów własnych.

Transformacja TETIP (do elektroprosumeryzmu) a polityka klimatyczno-energetyczna (cele polityczne)

43. Uniwersalizm elektroprosumeryzmu jest najważniejszym wyróżnikiem transformacji TETIP. W artykule akcentuje się uniwersalizm jako skutek tripletu paradygmatycznego zapewniającego redukcję błędów poznawczych w trzech przestrzeniach. Są to:

43.1. Przestrzeń procesów społecznych właściwa dla paradygmatu elektroprosumenckiego. Ta przestrzeń jest przede wszystkim przestrzenią metod badawczych nauk społecznych (ekonomii, prawa, socjologii). A dalej, jest to przestrzeń złożoności tych procesów obejmująca zarówno szanse, czyli rosnące szokowo globalne upodmiotowienie jednostek będące wynikiem cyfryzacji, jak i zagrożenia kryjące w sobie rozwarstwianie się społeczeństw na wszystkich poziomach jego instytucjonalnego ładu, znajdującego się w stadium ciężkiego kryzysu moralności politycznej.

43.2. Przestrzeń efektywności energetycznej (wydolności ekologicznej, przyrodniczo-klimatycznej) właściwa dla paradygmatu egzergetycznego. Ta przestrzeń jest przestrzenią metody badawczej energetyki WEK-PK, w szczególności termodynamiki, ale także elektrotechniki.

43.3. Przestrzeń ograniczeń rynkowych historycznie powiązanych z monopolem „naturalnym” (technologicznym). Obecnie jest to przestrzeń właściwa dla paradygmatu wirtualizacyjnego, ale także dla paradygmatu elektroprosumenckiego (niemałe znaczenie w tym ostatnim przypadku ma skalowanie elektroprosumeryzmu za pomocą liczby ludności; skalowanie odwzorowujące złożoność procesów społecznych). Ta przestrzeń jest przede wszystkim przestrzenią metody badawczej elektrotechniki, następnie ekonomii i prawa.

44. Z kolei polityka klimatyczno-energetyczna służąca realizacji celów politycznych jest zróżnicowana, co różni ją w sposób zasadniczy od uniwersalizmu w wypadku elektroprosumeryzmu. Mianowicie ma zawsze zakodowany w sobie instytucjonalny ład społeczno-polityczny, mniej lub bardziej zdegenerowany przez politykę.

44.1. Ujawnia się to nawet w wypadku globalnej polityki klimatycznej (Porozumienie Paryskie 2015). Mianowicie różne kraje mają w zakresie jej realizacji bardzo zróżnicowane podejście (zróżnicowane rozumienie jej celów, swoich zobowiązań i trajektorii dochodzenia do nich).

- 44.2.** W wypadku polityki energetycznej wręcz trzeba przyjąć triadę celów politycznych determinujących różniące się energetyczne trajektorie transformacyjne: unijną oraz amerykańską (razem euroatlantycką) i chińską. Trajektorie unijna i amerykańska mają wspólną cechę, mianowicie są realizowane w środowisku ładu demokratycznego i rynkowego. Różni je jednak poziom konkurencji rynków energetycznych, dopuszczalnego wsparcia i wykorzystania mechanizmów podatkowych (w Unii mamy najwyższy poziom wsparcia, mechanizmy podatkowe są słabo wykorzystane, konkurencja jest umiarkowana; w USA konkurencja jest bardzo silna, mechanizmy podatkowe są wykorzystane w sposób umiarkowany, wsparcie jest bardzo ograniczone). Trajektoriami chińska jest realizowana w trybie kolejnych planów gospodarczych właściwych dla socjalistycznego ustroju politycznego (dla socjalistycznej gospodarki rynkowej).
- 45.** Prezentowana koncepcja DURE jest autorską – ale powiązaną już jednoznacznie z większym środowiskiem społecznym platformy PPE2050 – propozycją adresowaną publicznie w stronę rządu, bo tylko rząd posiada wszelkie instrumenty do jej całościowej realizacji; z drugiej strony społeczny charakter koncepcji jest dla rządu wielkim ułatwieniem. Waga sprawy powoduje przy tym, że koncepcję trzeba usytuować w trzech kontekstach.
- Pierwszym jest na pewno kontekst koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, mającej podstawy fundamentalne, a nie polityczne; globalne i unijne cele polityczne w tej koncepcji mają oczywiście znaczenie z punktu widzenia testowania jej realności.
- Drugim jest kontekst polityki jądrowo-energetycznej PEP2040 ogłoszony przez rząd w końcu stycznia 2021 r., ale także stanowisko polskiego rządu w negocjacjach unijnych dotyczących wykorzystania środków w rozpoczynającej się perspektywie budżetowej 2021-2027.
- Trzecim jest pierwsza reforma ustrojowa elektroenergetyki – jest zrozumiałe, że nazwa druga reforma ustrojowa elektroenergetyki jednoznacznie wskazuje powiązanie między reformami, że nie można tego powiązania stracić z oczu (p. 2).
- 46.** Każda analiza koncepcji DURE we wskazanych trzech kontekstach jest zatem zderzeniem fundamentów reformy TETIP do elektroprosumeryzmu i oceny ex post pierwszej reformy z celami politycznymi polityki PEP2040 w postaci trzech filarów, którymi są: sprawiedliwa transformacja, zeroemisyjny system energetyczny oraz dobra jakość powietrza. W sensie metodycznym (mającym kluczowe znaczenie) chodzi o wykorzystanie tego zderzenia w następujący sposób: jednoznacznie już pozytywna weryfikacja ex post pierwszej reformy (w sensie metodycznym – indukcyjna!) może i musi być (to jest wymaganie metodyczne) wykorzystana do weryfikacji obydwu koncepcji (dedukcyjnych! – znowu w sensie metodycznym): zarówno koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu jak i koncepcji BURE. Ale także do weryfikacji rządowych działań (polityka jądrowo-energetyczna, agencja NABE, negocjacje z UE, inne).
- 47.** Na fundamentach koncepcyjnych pierwszej ustrojowej reformy [13] elektroenergetycy polscy mogli dokonać daleko idącej decentralizacji, zapoczątkować liberalizację rynku, przygotować podstawy prywatyzacji. W wyniku reformy w szczególności funkcjonował już od początku 1995 r. hurtowy rynek energii elektrycznej. Podstawowe mechanizmy pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki wdrożone na rynku hurtowym są przedstawione w [12].
- 48.** Z kolei druga reforma ustrojowa jest potrzebna po to, aby wyjść z trajektorii trwającego już dwie dekady odwrotu od linii programowej pierwszej reformy ustrojowej. Odwrotu zapoczątkowanego w 2000 r. utworzeniem *Południowego Koncernu Energetycznego*. Odwrotu systematycznie poszerzanego na nowe obszary przez mechanizmy silnych sprężen zwrotnych dodatnich w pętlach zarządzania: konsolidacja – obniżenie efektywności – potrzeba większej konsolidacji – jeszcze większe obniżenie efektywności – ... Odwrotu stopniowo przekształconego w systemową (systematyczną, konsekwentną, krok po kroku) recentralizację elektroenergetyki. Ale też odwrotu idącego dalej, wychodzącego na recentralizację całej energetyki WEK-PK.
- 49.** W koncepcji DURE reforma jest traktowana jako domena kluczowego, niezwykle pożądanego działania rządu. Działania bardzo trudnego, którego w dodatku nie da się współcześnie przeprowadzić bez szeroko zakrojonej partycypacji bardzo już zróżnicowanych grup interesów i partycypacji społecznej, obejmującej całe społeczeństwo. Jeśli rząd nie podejmie działań, transformacja będzie się dokonywać w trybie procesu społecznego, procesu którego dynamika gwałtownie rośnie. Sytuacja rządu będzie się gwałtownie pogarszać, procesy społeczne będą się wzmacniać, chociaż ze stratą w obszarze ich makroekonomicznej efektywności gospodarczej, Polska będzie tracić kontakt z Europą.
- 50.** Na poziomie mikroekonomicznym, na którym funkcjonuje ponad 17 milionów odbiorców energii elektrycznej (będących zwierciadłem interesów całego społeczeństwa, 38 mln obywateli) będą rosły ceny energii elektrycznej, ale ważniejsze, że będą gwałtownie dokonywać się bardzo złożone procesy społeczne wymagające fundamentalnych zmian w obszarze całej energetyki.

* * *

51. Hipoteza 5. Wstęp do tej hipotezy brzmi: *prawa fizyki są silniejsze od procesów społecznych, a te są silniejsze od polityków i korporacji (domena tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego, podstawy teoretycznej elektroprosumeryzmu).*

Część główna hipotezy ma następującą postać: żadna władza w strefie euroatlantyckiej nie wygra już wyborów bez włączenia polityki klimatyczno-energetycznej do swoich programów wyborczych. Przy tym w horyzoncie średnioterminowym tripletu paradygmatycznego nie musi jeszcze rozumieć, ale elektroprosumeryzmu (jeśli nawet tak się nie będą nazywali) musi mieć za sobą. Żadna władza autorytarna nie przetrwa w horyzoncie średnioterminowym, jeśli nie będzie respektować tripletu paradygmatycznego. Horyzont średnioterminowy w perspektywie politycznej, to dziesięć lat. W perspektywie procesów społecznych jest to horyzont

krótkoterminowy. W perspektywie postępu technologicznego nie jest to jeszcze horyzont długoterminowy, ale 10-letni horyzont wyraźnie jest już horyzontem średnioterminowym +. To rodzi ogromne konsekwencje w obszarze transformacji energetycznej. Mianowicie, w języku i w metodzie energetyki WEK-PK oznacza to erupcję metodologicznych błędów poznawczych (obejmujących prognozowanie, ekonomię kosztów przeciętnych, starzenie moralne technologii, i bardzo wiele innych). W języku elektroprosumeryzmu oznacza to potrzebę unifikacji paradygmatów: prosumenckiego, egzenergetycznego i wirtualizacyjnego tripletu paradygmatycznego, będącego fundamentem praktycznej transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu.

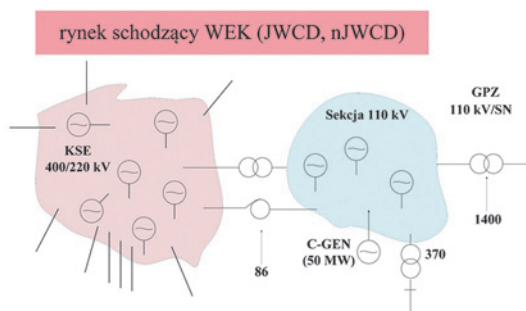
PRAKTYKA

Architektura rynku energii elektrycznej (rynków wschodzące energii elektrycznej vs rynek schodzący)

52. Poniżej konsoliduje się autorskie propozycje rozwiązań/koncepcji, które w ostatnich pięciu latach miały na celu pobudzenie dyskusji o nowej architekturze rynku energii elektrycznej. Podstawy pod te propozycje były sukcesywnie tworzone przez ponad 10 lat i są zgromadzone w postaci zasobów dostępnych na platformie PPTe2050 (na pewno wymagają one uporządkowania). Ponieważ dyskusja nie została podjęta, żadne rządowe propozycje adekwatne do potrzeb transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu się nie pojawiły, a brak działań w energetyce staje się groźny dla państwa, to w perspektywie potrzeb długoterminowych konsolidację opisu architektury kieruje się w przestrzeni pretendenta zbiorowego (osób fizycznych i podmiotów prawnych), stanowiącego (hipotetycznie) siłą napędową trzeciej fali elektroprosumeryzmu [9], aby ten mógł na początku (jak najszybciej) wypełniać skutecznie swoją rolę w zakresie nadzoru społecznego reformy DURE. W kontekście tego ostatniego (nadzoru społecznego) konsolidację opisu architektury kieruje się także (a nawet przede wszystkim) do sektora NGO. W tym wypadku dominująca jest jednak perspektywa bieżąca: nadzór społeczny nad Planem Odbudowy i Odporności Kryzysowej najbardziej potrzebny jest w procesie jego tworzenia. Przy tym: aby był skuteczny w kategoriach fundamentalnych musi być uwolniony od błędów poznawczych transformacji TETIP. Prezentowana w artykule konsolidacja opisu architektury rynku energii elektrycznej temu służy.
53. Przedstawiony poniżej opis architektury rynku energii elektrycznej jest jednak przede wszystkim skierowany do pretendentów-innowatorów (przedsiębiorców z sektora MMSP, samorządów elektroprosumentów) na wschodzącym rynku $\vec{EP}(1)$ i do podmiotów zasiedziały na końcowym rynku schodzącym energii elektrycznej (przedsiębiorstw elektroenergetyki WEK-PK), a także do instytucji ustrojowych tego rynku (w szczególności do URE). Jest to opis pogłębiony i jednocześnie znacznie skrócony – w trybie konsolidacji – w stosunku do wcześniejszych opisów na platformie PPTe 2050). Ponadto dostosowuje on propozycje tworzone sukcesywnie w długim okresie do wymagań reformy DURE (zmiany na rys. 2 i 3 są przykładem).

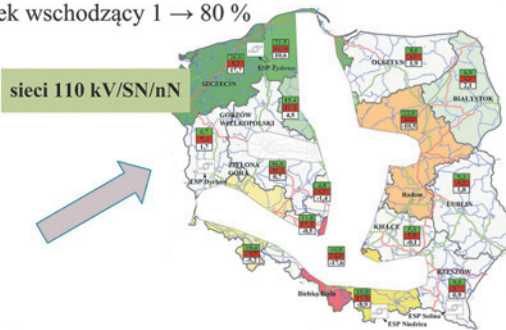
54. Siłą napędową transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu – zwłaszcza po włączeniu w przestrzeń tej transformacji reformy DURE – powinna być zasada współużytkowania zasobów KSE (zasada TPA+). Jest ona obecnie w interesie pretendentów do rynków wschodzących, ale także w interesie rządu, a również operatorów OSD. Nie jest jedynie w interesie wytwórców WEK-PK i operatora OSP. Przy tym podkreśla się, że zasada współużytkowania zasobów KSE determinuje osłonę konkurencji między rynkiem schodzącym oraz wschodzącymi $\vec{EP}(1)$ i $\vec{EP}(4)$ nie za pomocą kryterium terytorialnego, a za pomocą kryterium napięciowego (infrastrukturalnego kryterium systemowego, chodzi o systemowość charakterystyczną dla system KSE). W konsekwencji rynek $\vec{EP}(1)$ jest determinowany przez zasadę współużytkowania zasobów KSE wewnątrz sieciowej osłony OK(≤ 110 kV), a rynek $\vec{EP}(4)$ przez zasadę współużytkowania zasobów KSE w osłonie sieciowej OK(NN) na terenie całego kraju. Ten fakt ma wielkie praktyczne znaczenie w świetle podstaw fundamentalnych transformacji TETIP. Zasady współużytkowania zasobów KSE wewnątrz osłon sieciowych OK(≤ 110 kV) oraz OK(NN) są w Prawie elektrycznym (docelowo, na całej trajektorii transformacyjnej) zróżnicowane, stosownie do właściwości fizycznych systemu KSE (rozwiązań operatorskich), stosunków właścicielskich i rozwiązań rynkowych (handlowych) w osłonach.
55. W szczególności oznacza to, że pogładowa struktura rynków prezentowana dotychczas (w bardzo uproszczony sposób) na platformie PPTe2050 (rys. 1) będzie szybko ewoluować pod wpływem zróżnicowania zasady współużytkowania zasobów KSE w zróżnicowanych, ale zestandaryzowanych osłonach. Na przykład w wypadku osłon OK(JST) zasoby KSE w osłonie OK(NN) są gwarantowane obligatoryjnie do 2050 r. dla miast powyżej 500 tys. mieszkańców. Wykaz tych jednostek obejmuje: metropolię GZM (2 mln mieszkańców), miasto stołeczne Warszawę (1,8 mln mieszkańców) oraz Kraków, Wrocław, Trójmiasto, Łódź, Poznań (z liczbą mieszkańców, malejąco: od 800 do 550 tys.). Roczne zużycie energii elektrycznej wynosi, w porządku malejącym: od około 13 TWh do około 2,6 TWh. (Dolny graniczny przypadek, mianowicie miasta Poznań pokazuje, że jego dostęp do sieci NN w 2050 roku, czyli dostęp do zasobów offshore, nie ma krytycznego znaczenia. Mianowicie, dla udziału elektrowni EWL w miksie technologicznym źródeł wytwórczych OZE wynoszącym 40% graniczna liczba elektrowni o mocy 6 MW, to nie więcej niż 50. Nie jest to liczba nieracjonalna nawet dla obecnej perspektywy, a wraz z upływem czasu perspektywa ta będzie coraz bardziej przyjazna).
56. Sieciowe zasoby KSE w osłonach OK(≤ 110 kV), czyli w osłonach operatorskich obecnych operatorów OSD na rynku schodzącym WEK udostępniane są (gwarantowane obligatoryjnie) do 2050 roku dla rynku wschodzącego 1 w pełnym zakresie (obejmującym odrębnie każdą z sieci nN, SN i 110 kV) dla osłon samorządowych OK(JST) z liczbą mieszkańców 50-500 tys. Osłonom tym odpowiada w 2050 r. roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną brutto ze źródeł OZE, w porządku malejącym: od około 2,6 TWh do około 260 GWh. (Dolny graniczny przypadek, mianowicie miasta 50-tysięcznego pokazuje jednak, że jego dostęp do sieci 110 kV w 2050 roku nie ma krytycznego znaczenia).

TRANSFORMACJA TETIP
DO ELEKTROPROSUMERYZMU



Rys. 1. Rynki energii elektrycznej: wschodzące 1 i 2 oraz schodzący WEK

rynek wschodzący 1 → 80 %



hybrydowy układ dosyłowy

rynek wschodzący 2 → 20 %



Dlatego, bo graniczna liczba elektrowni EWL o mocy 6 MW, wymagających ewentualnego przyłączenia do sieci 110 kV, to nie więcej niż 5. Racjonalnym jest zatem mikś technologiczny źródeł wytwórczych OZE z elektrowniami EWL o mocy 3 MW, które mogą być przyłączone do sieci SN. Wówczas ich liczba zwiększa się do 12, co jest racjonalnym rozwiązaniem).

57. Dostęp gwarantowany obligatoryjnie do 2050 roku do zasobów KSE poprzez sieć 110 kV (w formule rynku wschodzącego 1) jest wystarczający dla wszystkich prosumentów przemysłowych w spójnych terytorialnie ostonach prosumenckich OK(P) zlokalizowanych poza ostonami OK(JST). W szczególności dlatego, że w 2050 roku nie będzie prosumentów przemysłowych o rocznym zużyciu całkowitej energii elektrycznej choćby tylko zbliżonym do wartości granicznej równej 2,5 TWh (akurat takie zużycie ma obecnie KGHM, ale w 2050 roku takich kombinatów nie będzie).
58. Dla oston OK(JST) z liczbą mieszkańców do 50 tys., czyli dla gmin wiejskich i wiejsko-miejskich oraz dla małych miast, wystarczający jest całkowicie na całej trajektorii transformacyjnej TETIP dostęp do zasobów KSE poprzez ostony sieciowe OK(\leq SN). Przy tym z dużym prawdopodobieństwem systemy elektryczne w tych ostonach będą (a w każdym razie będą mogły być), jeszcze przed rokiem 2050 systemami autonomicznymi (off grid), funkcjonującymi na infrastrukturze sieciowej nN-SN.
59. Obszary wiejskie z jednostkami osadniczymi (wsie, osady, kolonie, przysiółki) zamieszkałymi przez mniej niż 1000 mieszkańców (nie mniej niż 40 tys. jednostek o urzędowo ustalonych nazwach) wymagają reelektryfikacji OZE do układów autonomicznych dla tych jednostek, funkcjonujących na infrastrukturze sieciowej co najwyżej nN, czyli do

układów off gridowych względem sieci SN i całego KSE. Ten segment transformacji „energetyki” jest najtrudniejszy ze względu na skalę niezbędnego zastosowania zasady pomocniczości już na najniższym poziomie (gminy wiejskiej). Z drugiej strony, znacznie łatwiej go rozwiązać w środowisku elektroprosumeryzmu, w tym za pomocą jego rynków bezsieciowych, niż w środowisku energetyki paliw kopalnych WEK, a przede wszystkim elektroenergetyki WEK bazującej na paliwach kopalnych. W takim sensie transformacja do elektroprosumeryzmu może w tym wypadku wspomagać dwa główne zadania z obszaru pomocniczości i władztwa, mianowicie: przebudowę społeczną i ład urbanistyczny takich obszarów wiejskich.

60. Bardzo ważne są stosowane w artykule odniesienia zasady TPA+ do zasady TPA, spełniające funkcję łącznika między reformami ustrojowymi – pierwszą i drugą – elektroenergetyki. Ale też (i to przede wszystkim) wnioski z analiz porównawczych tych zasad prowadzące do zmiany hasłowej nazwy „zasada TPA+” w nazwę „zasada współużytkowania zasobów KSE”.
61. Zasada TPA była zasadą dostępu kierowaną do odbiorców (całkowicie pasywnych) do sieci w fizycznych węzłach przyłączeniowych. Kryterium dostępu była (w pierwszym zastosowaniu w Wielkiej Brytanii) moc odbiorcy (umowna), w późniejszych zastosowaniach (Finlandia, ..., i przede wszystkim dyrektywy UE odnoszące się do jednolitego rynku europejskiego) była to energia. W zasadzie TPA+ w najprostszym wypadku chodzi o dostęp (już aktywnych) prosumentów do zasobów KSE obejmujących sieci i usługi regulacyjne (przede wszystkim regulację częstotliwościową), a w ogólnym wypadku o to, aby dostęp do tych zasobów (KSE) miały wirtualne systemy elektryczne WSE obejmujące rozproszone źródła OZE. Tu się pojawia

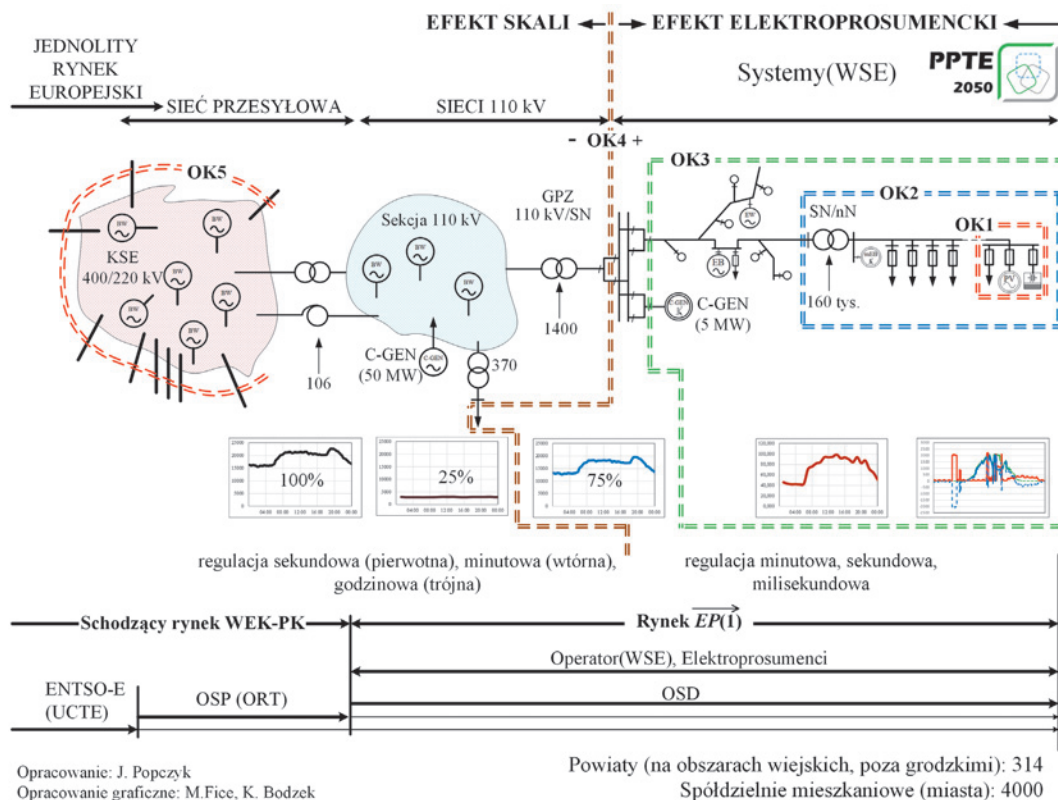
pierwsza zasadnicza różnica. W zasadzie TPA chodziło o uruchomienie konkurencji między wielkoskalowymi wytwórcami, czyli koordynację warstwy technicznej KSE z nowo wprowadzoną warstwą rynkową (sprzedawcy) za pomocą rynku technicznego zarządzanego przez operatora OSP. W zasadzie TPA+ chodzi o coś zupełnie innego: o dzielenie zasobów, które jest podstawową cechą systemów rozproszonych, na przykład w sieciach komputerowych jest to dzielenie pamięci komputerowych, zdolności transmisyjnych połączeń i inne.

62. W tym miejscu dochodzi się do sedna zasady TPA+, mianowicie chodzi w niej o współużytkowanie zasobów KSE (sieciowych i rynku technicznego, czyli usług systemowych, przede wszystkim zaś regulacji częstotliwościowej) przez rynek $\vec{EP}(1)$, czyli rozproszone prosumenckie zasoby wytwórcze OZE zorganizowane w systemy WSE na tym rynku, oraz przez rynek schodzący WEK. Współużytkowanie takie nie byłoby możliwe w wypadku rynku wschodzącego 1, bez inteligentnej infrastruktury: bez sieciowego terminala dostępowego STD(WSE), platformy pomiarowo-rozliczeniowej OIRE(WSE), systemu nadzoru SCADA(WSE).
63. Podkreśla się zatem: *ponieważ istota hasłowo nazywanej zasady TPA+ jest zbliżona do zasady współdzielenia zasobów w sieciach komputerowych, to zmienia się tu nazwę zasady TPA+ na zasadę współużytkowania (współdzielenia) zasobów KSE.*
64. Kanoniczny system oston kontrolnych w KSE [9] i rysunek 2 są (na platformie PPTE2050) kompromisem do ilustrowania zasady TPA i zasady współużytkowania zasobów KSE

(zasady TPA+). Podkreśla się, że osłona kontrolna w nowej architekturze rynku energii elektrycznej ma dużo wspólnego z osłonami stosowanymi w termodynamice oraz w informatyce. Jednoznaczne zdefiniowanie osłony kontrolnej OK(R), odnoszącej się do rzeczywistej infrastruktury systemu KSE jest w szczególności niezbędne (tak jak w termodynamice) do sporządzania poprawnych bilansów mocy i energii dla potrzeb operatorskiego zarządzania ograniczeniami technicznymi (bezpieczeństwo samej infrastruktury i jej otoczenia). Zdefiniowanie osłony kontrolnej wirtualnej OK(W), mającej na celu sporządzanie poprawnych bilansów energii w procesach rynkowych i billing, a zatem w kształtowaniu inteligentnej infrastruktury rynku wschodzącego 1 (w tym sterowniczej) oraz w komunikowaniu się uczestników tego rynku ma odniesienie do osłony w informatyce (nie wyłączając Internetu). Tu dochodzi się do podstaw informatycznych osłony OK(W). Dalej, do jej aspektów: przedmiotowego i na koniec podmiotowego, czyli też do zakorzenienia osłony w pierwszym paradygmacie monizmu elektrycznego, mianowicie prosumenckim.

65. W pierwszym cyklu Raportów BŻEP na platformie PPTE2050 wykorzystuje się pięć oston kontrolnych (rys. 2). Są to osłony:

- OK1 – osłona prosumencka przecinająca przyłączy nN (wyodrębniająca w dominującej części prosumenta z segmentu ludnościowego),
- OK2 – osłona przecinająca pola liniowe nN stacji transformatorowej SN/nN (wyodrębniająca infrastrukturę nN zasilaną ze stacji),



Rys. 2. Synteza zagadnień związanych z przebudową systemu operatorskiego KSE od scentralizowanego (OSP, OSD) do rozproszonego w ostonach OK(W) i OK(W)

- OK3 – osłona przecinająca pola przyłączeniowe (do infrastruktury SN/nN) źródeł oraz prosumentów/odbiorców (wyodrębniająca klastry i spółdzielnie energii, a także elektrownie wirtualne),
- OK4 – osłona przecinająca pola liniowe SN stacji transformatorowej 110 kV/SN (wyodrębniająca infrastrukturę SN/nN zasilaną ze stacji),
- OK5 – osłona przecinająca połączenia transgraniczne KSE z systemem UCTE (rynek krajowy z jednolitym rynkiem unijnym/europejskim).
- 66.** Koncepcja osłon kontrolnych jest kluczowa z punktu widzenia efektywnego wiązania ze sobą całkowicie nowych możliwości technologicznych (informatyka, energoelektronika, ...) z całkowicie nową architekturą rynkową. Krytyczną sprawą w tym kontekście jest niezwłoczne zapewnienie publicznej (w Internecie) obserwowalności profili: najpierw zapotrzebowania energii elektrycznej na osłonach kontrolnych OK2, OK3 i OK4, a następnie (w miarę rozwoju energetyki NI oraz EP) dwukierunkowej wymiany przez te osłony. Zapewnienie takiej obserwowalności, gdyby tylko była wola ze strony URE, jest możliwe bez zwłoki czasowej, na podstawie koncesji, które są podstawą funkcjonowania operatorów OSD; (jeśli woli nie będzie, pretendenci-innowatorzy muszą wyrzucić dostatecznie silną presję na urząd).
- 67.** Dostęp do regulacji częstotliwościowej jest w ramach zasady współużytkowania zasobów KSE sprawą podstawową. Trzeba jednak podkreślić, że nawet w tym obszarze, absolutnie krytycznym od ponad sześćdziesięciu lat – od światowych początków połączonych systemów SEE, zwłaszcza zaś od pierwszego wielkiego blackoutu w listopadzie 1964 r., który dotknął zachodnie wybrzeże USA powodując odcięcie od dostaw elektryczności ponad 30 mln ludzi – trzeba w transformacji TETIP postąpić biegunowo inaczej. Wówczas rozwiązanie znalezione w redundancji zasobów sieciowych i w zwiększaniu marginesu (rezerw) mocy, czyli zwiększaniu mocy zainstalowanej ponad obciążenie szczytowe systemu. Było to najkosztowniejsze rozwiązanie (i mało skuteczne, uwzględniając późniejszą serię historycznych blackoutów w USA i w Europie). Obecne rozwiązanie, możliwe dzięki nowym technologiom (źródła OZE, inteligentna infrastruktura, w kontekście regulacji częstotliwościowej przede wszystkim jednak energoelektronika) jest lepsze dlatego, bo efekt skali (i gigantycznych placów budowy), redundancję, konkurencję (prowadzącą do wtórnego wzrostu efektu skali) zmienia w efekt rozproszenia, współużytkowania i skalowalności (fabryczny).
- 68.** To te efekty powodują, że elektroprosumeryzm jest dobry dla Warszawy i dla off gridowych mikrosystemów WSE. Kryterium ludnościowe zastosowane w zasadzie współużytkowania zasobów KSE (dostępu do tych zasobów) do zbioru osłon wirtualnych OK(JST), rozciągnięte na wewnętrzne rozproszone osłony wirtualne OK(W), w których procesami techniczno-handlowymi zarządzają operatorzy(WSE), czyni tych operatorów najbardziej pożądanymi pretendentami-innowatorami na obecnym etapie transformacji TETIP.
- 69.** W skalowaniu monizmu elektrycznego opisanym w różnych aspektach w zasobach platformy PPTe2050 tu eksponuje się aspekt powiązania skalowania mikroekonomicznego i makroekonomicznego na całej trajektorii transformacyjnej A→B. Dlatego, bo to powiązanie daje lepszy obraz działania poszczególnych paradygmatów.
- 70.** Paradygmat *egzergetyczny* ma największą siłę praktyczną w skalowaniu mikroekonomicznym. W skalowaniu makroekonomicznym największe znaczenie ma paradygmat *prosumencki*, ale dopiero na poziomie pretendenta zbiorowego, czyli procesu społecznego po jego stabilizacji. Stąd wynika, że paradygmat egzergetyczny pozwala stworzyć bardzo dobrą heurystykę potencjału monizmu elektrycznego poprzez wykorzystanie do tego stanu początkowego transformacji A (metoda indukcyjna). Inaczej, pozwala przeskalować (na gruncie bardzo silnej metody dedukcyjnej, mającej w szczególności podstawy w drugiej zasadzie termodynamiki) rzeczywisty bilans energetyczny stanu A w hipotetyczny dla tego stanu bilans monizmu elektrycznego (czyli też bilans stanu końcowego B transformacji). Inaczej, pozwala ustalić „rzeczywisty” potencjał monizmu elektrycznego i transformacji. Trajektorię transformacyjną A→B, w całości (w tym aspekcie trzy dekady, horyzont 2050, stały się już globalnym standardem), kształtuje z kolei cały triplet paradygmatyczny. Na obecnym etapie, szokowych zmian społecznych, szczególnie wagę ma jednak paradygmat prosumencki. Od całego tripletu (podstaw dedukcyjnych) zależy jakość heurystyki bilansowej dla napędowej energii elektrycznej (netto) OZE, jedynej w stanie końcowym B oraz jakość ekonomicznych heurystyk trajektorijnych.
- 71.** Z tripletu paradygmatycznego transformacji energetycznej wynikają zatem wprost ramy ustalania praktycznych rozwiązań na rynku energii elektrycznej stanowiącym główną siłę sprawczą kształtującą trajektorię transformacji energetycznej A→B. W tym kontekście podkreśla się, że (ewolucyjna, odbywająca się pod wpływem sił rynkowych) transformacja energetyczna nie jest mechanicznym odtwarzaniem programu zawartego w warunkach początkowych (stan A). Stanowi natomiast proces twórczy, w którym jest miejsce na kreację, jednak za pomocą mechanizmów rynkowych (decyzji mikroekonomicznych), a nie za pomocą polityki energetycznej narzucanej z poziomu makroekonomicznego przez państwo, które utraciło jednak już potrzebne do tego celu kompetencje (jest to zjawisko, które dotyka jeszcze wiele państw na świecie, ale państwo polskie w szczególności).
- 72.** Stanów A i B w transformacji energetycznej rządzonej przez trzy paradygmaty nie da się bezpośrednio traktować w kategoriach równania stanu termodynamicznego, które jest opisem tego stanu wykorzystującym trzy parametry termiczne: ciśnienie, temperaturę i objętość właściwą (oczywiście, tylko dwa z nich są niezależne); przy tym kardynalną właściwością równania stanu jest to, że nie jest ono wrażliwe na trajektorie przejścia układu z jednego stanu w drugi. Z drugiej strony pożyteczne jest szukanie inspiracji w działaniu równania stanu do potrzeb kształtowania trajektorii transformacyjnej energetyki między stanami A i B.

Tabela praktycznych (szacunkowych) współczynników transformacji energetycznej do monizmu elektrycznego

| Rynek energetyczny | | „Czynnik” napędowy | Jednostka „wiążąca” | Oszacowanie | |
|---------------------|--------------|-------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|
| | | | | wzór | liczbowe |
| Energia elektryczna | | ludność, gospodarka | kWh/(os., PKB) | (-) | 1 |
| Ciepło | grzewcze, CG | ludność, mieszkalnictwo | kWh/m ² | $\frac{E_{PH}}{E_g} \cdot \frac{1}{COP}$ | $\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = 0,1$ |
| | CWU | ludność | kWh/os. | $\frac{1}{COP}$ | $\frac{1}{3} = 0,3$ |
| Transport | | ludność, transport | kWh/sam. | $\frac{\eta_s}{\eta_{EV}}$ | $\frac{0,2}{0,6} = 0,3$ |

73. Mianowicie, stan B (pełna reelektryfikacja OZE, monizm elektryczny, elektroprosumeryzm) jest w obecnej rzeczywistości technologicznej, ekonomicznej i społecznej dostatecznie odległy, aby stwierdzić, że niezależnie od trajektorii zostanie on osiągnięty. Tabela praktycznych współczynników transformacji energetycznej do monizmu elektrycznego w pierwszym podejściu (wymagającym jeszcze surowej weryfikacji) jest bardzo prosta (tab. 2).

74. Centralną kategorią monizmu elektrycznego jest energia użyteczna E_{uz} . Jest to energia potrzebna do zaspokojenia wszystkich prosumenckich potrzeb energetycznych i jest równa napędowej energii elektrycznej netto (równej energii brutto wytworzonej w źródłach OZE pomniejszonej o straty w infrastrukturze między tymi źródłami i odbiornikami), powiększonej o egzergie zewnętrzne (powietrza, wody, gruntu) źródeł ciepła (pomp ciepła). Celem powiązania energii użytecznej E_{uz} (wyrażonej w jednostkach mianowanych, w praktyce w kWh i w jednostkach wielokrotnych) ze współczynnikami w tabeli 2 pożyteczne jest wprowadzenie – do modelowania trajektorii transformacyjnej bilansów energetycznych – unormowania względnej (indeks górny *) energii użytecznej, za pomocą współczynnika struktury bilansu energetycznego energii końcowej E_k , właściwego dla charakterystycznych przypadków (np. dla domu jednorodzinnego, dla kraju, dla świata) w stanie A:

$$w = \sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad (1)$$

gdzie:

- $w_1 = w_{el}$ – udział względny energii elektrycznej w bilansie,
- $w_2 = w_{CG}$ – udział względny ciepła grzewczego w bilansie,
- $w_3 = w_{CWU}$ – udział względny ciepła grzewczego wykorzystawanego do produkcji ciepłej wody użytkowej,
- $w_4 = w_t$ – udział względny energii chemicznej paliw transportowych.

75. Korzystając ze współczynników (1) oraz ze współczynników zapisanych w tabeli 2 można energię użyteczną E_{uz}^{B*} w stanie B ekwiwalentną energii (unormowanej) końcowej E_k^{A*} w stanie A wyrazić za pomocą wzoru (2):

$$E_{uz}^{B*} = E_k^{A*} \left(w_{el} + w_{CG} \cdot \frac{E_{PH}}{E_g} \cdot \frac{1}{COP} + w_{CWU} \cdot \frac{1}{COP} + w_t \cdot \frac{\eta_s}{\eta_{EV}} \right) \quad (2)$$

Równanie (2) jest niezależne od czasu, czyli od trajektorii transformacyjnej. Zależy jest jedynie od stanów: początkowego A (przedtransformacyjnego) i końcowego B (potransformacyjnego). Czyli równanie to jest swoistego rodzaju równaniem stanu. W zagadnieniach praktycznych jest wygodnie przyjąć, że w stanie A energia $E_k^{A*} = 1$ (jest to bardzo naturalne podejście metodyczne). Wówczas struktura w , wzór (2), staje się zmienną sprzężoną napędową (tylko od tej struktury zależy energia użyteczna E_{uz}^{B*} w stanie B).

HEURYSTYKI BILANSOWE ELEKTROPROSUMERYZMU

76. Praca (ciągła) nad koncepcją reformy DURE wytwarza w środowisku platformy PPTe2050 coraz silniejszą potrzebę standaryzacji opisu heurystyk bilansowych elektroprosumeryzmu dla osłon kontrolnych OK(JST*i*), $i = 1, 2, \dots, 6$ [9]. Dwa główne jej cele to: zwiększenie przejrzystości metodologicznej oraz zsyntetyzowania dostępnych na platformie wyników. Osiągnięcie celów wymaga zmiany formatu prezentowania wyników, ale także (i to jest najważniejsze) otwiera możliwość weryfikacji integralności wyników uzyskanych dotychczas na platformie¹⁾.

77. Bilanse krajowe. Podstawą heurystyk bilansowych praktycznie we wszystkich osłonach OK(JST*i*) są bilanse dla Polski (dla całego kraju) przedstawione w tabeli 3. Te bilanse (przedstawione tabelarycznie) pod względem wartości liczbowych nie różnią się od wartości w [10]. Różnią się natomiast odmiennym standardem tabeli, zmianą zestawu wielkości (pominięciem energii użytecznej E_{uz} ze względu na to, że nie jest to energia elektryczna) oraz, przede wszystkim, wprowadzeniem do opisu czterech zmiennych transformacji TETIP elektroprosumeryzmu.

Są nimi:

- $x(TETIP)_1$ – pasywizacja budownictwa,
- $x(TETIP)_2$ – elektryfikacja ciepłownictwa,
- $x(TETIP)_3$ – elektryfikacja transportu,
- $x(TETIP)_4$ – reelektryfikacja OZE.

¹⁾ W tym miejscu autor artykułu dziękuje dr. inż. Krzysztofowi Bodzkowi za udział w weryfikacji wartości liczbowych przedstawionych w tabelach od 3 do 6.

Bilanse energetyczne transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, Polska

| Stan początkowy (2020) | Potencjał redukcji rynków 2020 → 2050 | Elektroprosumeryzm energia napędowa 2050 | Struktura technologiczna źródeł OZE 2050 | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|--|------------|---------|
| | | | | energia, % | moc, GW |
| Energia chemiczna ~1100 TWh | x_1 160 TWh → 30 TWh | energia napędowa (elektryczna) OZE, brutto/netto ~200/175 TWh | GOZ | 5 | 1,2 |
| | x_2 (30+30) TWh → 20 TWh | | μEB | 5 | 1,2 |
| Energia końcowa ~600 TWh | x_3 200 TWh → 60 TWh | | EB | 10 | 2,5 |
| | x_4 130 TWh → 95 TWh | | EWL | 30 | 16 |
| | | | PV | 30 | 60 |
| | | | EWM | 20 | 8 |

78. Współczynniki skalujące elektroprosumeryzm w ostonach OK(JST) autonomicznych (potencjalnie, w tendencji) względem KSE. Współczynniki skalujące rynki elektroprosumeryzmu, w szczególności w ostonach OK(JST), stanowią bardzo silne narzędzie pozyskiwania heurystyk bilansowych (ekonomicznych i innych) – czyli danych wyjściowych dla dużych zbiorów oston – standaryzujących (tym samym bardzo ułatwiających) prowadzenie szczegółowych oszacowań dla pojedynczych oston (rozważanych w wymiarze indywidualnym). Zbiór współczynników elektroprosumeryzmu (pozwalających łatwo obliczać energię elektryczną OZE) w ostonach OK(JST) przedstawia tabela 4. Komentarz do tabeli dotyczy powiązania ze sobą (ściślej współzależności) trzech kryteriów standaryzacji współczynników skalujących. Pierwszym jest liczba mieszkańców w ostonie (w tys.). Drugim jest górnym poziomem napięciowym autonomizacji ostony na rynku $\vec{EP}(1)$ względem KSE (sieci nN, SN, 110 kV); w wypadku rynku $\vec{EP}(4)$, który będzie korzystał z sieci NN otwartą sprawą są z kolei rozwiązania hybrydowe układów dosyłowych w korytarzu infrastrukturalno-urbanistycznym północ-południe („kotwica”) łączących ten rynek z rynkiem, rynkami $\vec{EP}(1)$. W najprostszym wypadku będzie to magistralny układ dosyłowy: farma źródeł AC – linia kablowa DC – sprzęgło DC/AC oraz linia napowietrzna NN i transformator NN/110 kV AC. Może to być jednak bardziej zaawansowany technologicznie układ z linią napowietrzną NN AC ze składową DC.

79. Współczynniki skalujące dla potrzeb pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa i elektryfikacji transportu. Skalowanie tych współczynników wymaga bardziej zindywidualizowanego podejścia niż w wypadku skalowania energii elektrycznej. Potwierdza to przykład skalowania zrealizowany dla Subregionu Wałbrzyskiego, przedstawiony w artykule [24]. Przewaga starych (a nawet bardzo starych zasobów budynkowych) powoduje, że współczynnik skalujący dla ciepła grzewczego ma w Subregionie Wałbrzyskim bardzo dużą wartość, mianowicie 1,5 (względem współczynnika dla kraju równego 1). Współczynniki dla ciepłej wody użytkowej (CWU) i dla paliw transportowych są „zrównoważone” (nie odbiegają istotnie od współczynników w zbiorach oston na terenie kraju grupujących jednostki JST w podobny sposób jak to jest w Subregionie Wałbrzyskim) i wynoszą 1 oraz 0,8, odpowiednio. Znajomość wszystkich trzech współczynników jest podstawą do (odpowiadających im) oszacowań zapotrzebowania energii elektrycznej OZE brutto w modelu elektroprosumeryzmu (w wypadku Subregionu Wałbrzyskiego jest to rok 2045). Z kolei bazą do tych oszacowań są trzy wielkości opisujące stan początkowy 2020: zużycie ciepła grzewczego oraz ciepła dla potrzeb CWU i energia chemicznej paliw transportowych. Każdą z tych wielkości wyznaczono w artykule [24] na podstawie dostępnych danych statystycznych (niestety o niskiej jakości, ale trzeba uwzględnić, że to jest „natura” zagadnienia) i dodatkowych oszacowań heurystycznych.

Tabela 4

Współczynniki skalujące elektroprosumeryzmu w ostonach OK(JST) zaautonomizowanych (w tendencji) względem KSE: sołectwo (nN), gmina (nN-SN), miasto do 100 tys. (nN-SN-110 kV), miasto powyżej 500 tys. (nN-SN-110 kV- hybrydowy układ dosyłowy), bilanse energii są w tabeli bilansami dla pełnych krajowych zbiorów oston (a nie dla pojedynczych oston)

| | Polska | | Współczynniki skalujące | Rynek wschodzący | | | | |
|---------------------|--------|------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|-----|------|----|
| | 2021 | 2050 | | 2021 | horyzont transformacji | | | |
| | TWh | | | TWh | rok | TWh | | |
| Energia elektryczna | 165 | 200 | rynek $\vec{EP}(1)$ | sołectwo poniżej 1 tys. | 0,5 | 15 | 2035 | 18 |
| | | | | gmina | 0,7 | 58 | 2040 | 70 |
| | | | | miasto do 100 tys. | 0,8 | 48 | 2045 | 58 |
| | | | | miasto 100 do 500 tys. | 1,0 | 33 | 2050 | 41 |
| | | | rynki $\vec{EP}(i)$ $i = 1,4$ | miasto powyżej 500 tys. | 1,2 | 11 | 2050 | 13 |

Trajektoria wzrostu rynku $\overrightarrow{EP}(1)$ na obszarach wiejskich – w ostonach OK(JST) [24]

| | Sołectwo – ostona OK(JST1) (nN) | | Gmina (nN-SN) | | | Miasto do 100 tys. (nN-SN-110 kV) | | | |
|--------------------|---------------------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 2030 | 2035 | 2030 | 2035 | 2040 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| PV, % | 39,7 | 40,0 | 39,6 | 40,0 | 40,0 | 31,9 | 32,0 | 32,0 | 32,0 |
| μ EW, % | 2,9 | 5,0 | 1,6 | 3,1 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| EWL, % | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 21,0 | 25,0 | 10,9 | 22,0 | 32,3 | 38,0 |
| μ EB, % | 45,0 | 55,0 | 8,8 | 9,9 | 10,0 | 4,4 | 4,9 | 5,0 | 5,0 |
| EB, % | 0,0 | 0,0 | 8,9 | 16,8 | 20,0 | 8,9 | 16,8 | 22,5 | 25,0 |
| Suma OZE, % | 87,6 | 100,0 | 68,9 | 90,8 | 100,0 | 56,1 | 75,7 | 91,8 | 100,0 |

W wyniku uzyskano wartości zapotrzebowania zużycia: 2,9, 0,7 i 3,7 TWh, odpowiednio. Dalej zaś określono heurystyki energii elektrycznej OZE w elektroprosumeryzmie: 0,45, 0,30 i 0,50 TWh, odpowiednio. Podkreśla się, i jest to podkreślenie metodologiczne, że tych heurystyk nie można porównywać bezpośrednio z heurystykami, które uzyskano by po zastosowaniu współczynników transformacji energetycznej do monizmu elektrycznego w tabeli 2. Dlatego, bo współczynniki w tabeli 2 uwzględniają tylko paradygmat egzergetyczny. Przytoczone, na podstawie artykułu [24] heurystyki dla Subregionu Wałbrzyskiego mają już bardziej „praktyczny” charakter, uwzględniający również pozostałe paradygmaty, w szczególności elektroprosumencki, w zakresie odnoszącym się do procesów społecznych.

80. Trajektoria wzrostu rynku $\overrightarrow{EP}(1)$ na obszarach wiejskich – w ostonach OK(JST).

Nie dostrzeże się potencjału transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, jeśli nie zacznie się myśleć kategoriami harmonizacji dwóch systemów oston kontrolnych: oston na jednostkach JST, oston na jednostkach wielkiego/elektrochłonnego przemysłu i oston na strategicznej infrastrukturze krytycznej (transportowej: drogowej, kolejowej, lotniczej, morskiej) – rysunek 1 – oraz oston na infrastrukturze systemowej KSE (odbiorcy, sieci, źródła wytwórcze) – rysunek 2. Niestety, takie myślenie w Polsce praktycznie jest jeszcze nieobecne. A to ono pokazuje nieuchronność bardzo szybkiej – procesowej, od obszarów wiejskich poczynając – autonomizacji oston względem KSE. Subregion Wałbrzyski jest bardzo dobrym przykładem dla zaprezentowania takiego procesu. Procesu, który jest zarazem procesem przejścia do neutralności klimatycznej.

Z tabeli 4 wynika, że autonomizacja sołectw do 1 tys. mieszkańców (prosta w realizacji, bardzo ekonomiczna) jest możliwa w horyzoncie 2035. Ale wymaga mobilizacji zasobów lokalnych, musi być realizowana w trybie rozwoju endogenicznego, a nie egzogenicznego, centralistycznego (albo z tytułu polityki energetycznej, albo z tytułu biznesu korporacyjnego). Jeśli się uzna, że w sołectwach żyją Polacy i jeśli wyciągnie się do nich pomocną dłoń (zorganizuje dobrą edukację, uchwali Prawo elektryczne!), to nie ma powodów, aby 40 tys. sołectw nie mogło realizować równolegle swojej autonomizacji. A wówczas tylko z tego tytułu 30% Polski (12 mln ludzi) będzie neutralna klimatycznie. Polska wydostanie się z pułapki nie za pomocą politycznego etatyzmu państwowego ani za pomocą korporacji rozwarstwiających

społeczeństwo, lecz za pomocą kapitału społecznego, fundamentu nowoczesnego społeczeństwa. Przy tym trzy technologie wytwórcze i sieć nN potrzebne do tej autonomizacji są technologiami stanowiącymi znakomitą bazę do budowy nowoczesnych kompetencji społeczności w ostonach sołectw, w zgodzie z tripletem paradygmatycznym.

W strefie autonomizacji „przynależnej” sieci SN żyje 7 mln Polaków, a w strefie autonomizacji sieci 110 kV jest to 11 mln. Razem trzy strefy, to 80% ludności i nie mniej niż 70% obecnych rynków końcowych energetyki WEK-PK (łącznie z rynkami dla wielkiego przemysłu i dla infrastruktury krytycznej). Te trzy strefy mogą przejść do neutralności klimatycznej w horyzontach 2035, 2040, 2045. Zatem Polska nie musi być problemem UE, może być siłą napędową pożądanego rozwoju, uprawnionego fundamentalnie.

81. Struktura bilansu pokrycia potrzeb energetycznych miast powyżej 500 tys. (nN-SN-110 kV-korytarz IU).

Strukturę tę w wielkim przybliżeniu przedstawia tabela 6. Struktura technologiczna źródeł w tym segmencie, to struktura uwzględniająca wyłącznie technologie skomercjalizowane. Z wyjątkiem technologii GOZ wszystkie one znajdują się już w trzeciej fazie rozwoju, czyli mają tylko potencjał przyrostowy innowacji. Zatem ta struktura nie powoduje obciążenia transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu ryzykiem realizowalności. Umożliwia natomiast wykorzystanie tej transformacji do dyfuzji innowacji przełomowych (energetyka WEK-PK blokuje natomiast systemowo innowacje przełomowe).

Tabela 6

Struktura bilansu pokrycia potrzeb energetycznych miast powyżej 500 tys. (nN-SN-110 kV-korytarz IU)

| Technologia | Energia, % |
|------------------------|------------|
| GOZ, % | 5 |
| PV, % | 20 |
| μ EW, % | 2 |
| EB, % | 5 |
| źródła kogeneracyjne | 9 |
| elektrownie dieslowski | 4 |
| EWL | 38 |
| EWM | 18 |
| Suma | 100 |

Struktura bilansu pokrycia potrzeb energetycznych Warszawy na trzech etapach

| Technologia | Etap 1 | | Etap 2 | | Etap 3 | |
|------------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | energia, TWh | energia, % | energia, TWh | energia, % | energia, TWh | energia, % |
| GOZ, % | 0,0 | 0 | 0,5 | 5 | 0,5 | 5 |
| PV, % | 1,1 | 10 | 2,2 | 20 | 2,7 | 25 |
| μEW, % | 0,2 | 2 | 0,2 | 2 | 0,2 | 2 |
| EB, % | 0,2 | 2 | 0,5 | 5 | 0,5 | 5 |
| Źródła kogeneracyjne | 1,0 | 9 | 1,0 | 9 | 0,3 | 3 |
| Elektrownie dieslowski | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,2 | 0 |
| EWL | 0,0 | 0 | 2,0 | 18 | 2,2 | 20 |
| EWM | 8,0 | 73 | 4,2 | 38 | 4,6 | 42 |
| Suma | 10,9 | 100 | 11,0 | 100 | 11 | 100 |

82. Elektroprosumencka Warszawa. Największe wyzwanie w Polsce na drodze do elektroprosumeryzmu podejmuje Warszawa [22]. Model monizmu elektrycznego Warszawy został wprowadzony jako koncepcja na XVI Forum Operatorów Systemów i Odbiorców Energii i Paliw w październiku 2019 r. Miks energetyczny zaprezentowany dla Warszawy na Forum uwzględniał potencjalne zasoby własne OZE oraz bardzo duży udział energii z rynku offshore. Od tego czasu (niecałe dwa lata) został on dwukrotnie przeskalowany pod wpływem gwałtownie rosnącego potencjału źródeł OZE, ale również lepszego zrozumienia elektroprosumeryzmu w całości. Kolejne trzy etapy skalowania (2019, 2020, 2021) przedstawione zostały, na podstawie [23], w tabeli 7.

ZAKOŃCZENIE w postaci propozycji kolejnego etapu strukturyzacji koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu

83. Przesłanka 2 (p. 2) otwiera nową przestrzeń badań nad współzależnością koncepcji DURE i (ogólniejszej) koncepcji TETIP do elektroprosumeryzmu. **Dwie końcowe hipotezy z tym związane są następujące.**

83.1. Pierwsza z nich orzeka, że **elektroprosumeryzm w koncepcji TETIP jest dla Polski trampoliną do włączenia się w globalną transformację w trybie innowacji przełomowej** (podkreśla się, że Polska utraciła już szanse na zmniejszanie dystansu w stosunku do świata w trybie podążającym, czyli innowacji przyrostowej).

83.2. Druga z hipotez końcowych orzeka, że **realizacja koncepcji DURE pociągnie za sobą (umożliwi, wymusi) – tak jak to było w wypadku pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki – restrukturyzację wszystkich sektorów energetyki WEK-PK.** Ta wymuszona na czas restrukturyzacji zastąpi ich wygaszanie w formule „sprawiedliwej” transformacji (niezbędnej obecnie w wypadku regionów górniczych i całej elektroenergetyki WEK-PK), obciążone balastem wielkich stranded costs, ograniczających w trybie bieżącym rozwój gospodarczy i przyszłe pokolenia.

84. Proponowana w artykule koncepcja DURE wymaga kontynuacji prac. Platforma PPTE2050 jest środowiskiem, w którym dalsze badania nad koncepcją DURE, uwzględniające dwie hipotezy końcowe (p. 83), będą prowadzone w formule konsolidowania jej z (ogólniejszą) koncepcją transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu i będą obejmować w szczególności cztery obszary.

84.1. Pierwszy obszar obejmuje weryfikację – w świetle tripletu paradygmatycznego, ale przede wszystkim paradygmatu elektroprosumenckiego – adekwatności elektroprosumeryzmu (transformacji TETIP) jako strategii na czas po pandemii COVID-19 i unijnego Programu Odbudowy i Odporności Kryzysowej (wprawdzie realizowanego w trybie celu politycznego, ale zorientowanego jednak na pobudzenie lokalnych społeczności: samorządów, przedsiębiorców sektora MMSP oraz kapitału społecznego). I weryfikację nieadekwatności polskiego Programu Odbudowy i Odporności Kryzysowej zorientowanego na etatystyczne państwo i elektroenergetykę WEK-OZE, będącego zaprzeczeniem podstaw fundamentalnych całego tripletu paradygmatycznego.

84.2. Drugi obszar obejmuje dwa porządki prawne: wschodzący (tworzenie podstaw i rozwiązań Prawa elektrycznego) oraz schodzący (wygaszanie Prawa energetycznego). Przy tym w wypadku pierwszego porządku prawnego prace będą prowadzone w perspektywie obejmującej cztery poziomy źródła prawa (prawo międzynarodowe, poziom unijny, poziom państwa (ustawy sejmowe i rozporządzenia wydawane na podstawie ustaw) oraz prawo miejscowe obejmujące regulacje wprowadzane przez samorządy (gminy i miasta, powiaty i urzędy marszałkowskie oraz wojewodów).

84.3. Trzeci obszar obejmuje dwa główne segmenty weryfikacji koncepcji DURE. W szczególności – w odniesieniu do technologii wytwórczych energii elektrycznej – weryfikacji będą podlegać: plany inwestycyjne odnoszące się do energetyki jądrowej (program rozwojowy tej energetyki zapisany w polityce jądrowo-energetycznej PEP2040). Drugim krytycznym segmentem weryfikacji jest trajektoria sekwencji (harmonogram) odstawiania bloków na węgiel ka-

mienny, zamykania kopalń węgla kamiennego i wgaszania produkcji energii elektrycznej w zagłębiach węgla brunatnego.

84.4. Czwarty obszar obejmuje zastosowanie dwóch metod badawczych w transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. Pierwszą są techniki weryfikacji charakterystyczne dla tripletu paradygmatycznego (częściowo już stosowane w środowisku platformy PPTe2050 i Konwersatorium Inteligentna Energetyka). Drugą jest analiza czynnikowa jako podstawowa indukcyjno-dedukcyjna technika weryfikacyjna transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. Obydwie te metody są przełomowe względem metody energetyki WEK-PK. Zatem wychodzą naprzeciw fundamentalnej właściwości transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, którą jest jej przełomowość. Jest tym samym zapewniona zgodność: przełomowa transformacja – przełomowe metody badawcze.

PIŚMIENNICTWO²⁾

- [1] Popczyk J., *Szok przyszłości w doświadczeniu elektroenergetyków*. Rozdział 1 (s. 13-58) [w:] *Problemy systemów elektroenergetycznych* (21 rozdziałów, 607 stron), Polska Akademia Nauk, Komitet Elektrotechniki, Sekcja Systemów Elektroenergetycznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002.
- [2] Popczyk J., (redakcja, współautorstwo); współautorzy: Siwy E., Żmuda K., Korab R., Kocot H.. *Bezpieczeństwo elektroenergetyczne w społeczeństwie postprzemysłowym na przykładzie Polski*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2009, stron 246.
- [3] Popczyk J., *Postprzemysłowa energetyka – piąta fala innowacyjności*. Wykład inauguracyjny – 65. Inauguracja Roku Akademickiego w Politechnice Śląskiej, październik 2009. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, stron. 33.
- [4] Popczyk J., *Energetyka rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*. Polski Klub Ekologiczny, Okręg Mazowiecki Warszawa, 2011, stron 194.
- [5] Popczyk J., *Synergetyka*. „Przegląd Elektrotechniczny” 2011, nr 6, s. 6-16.
- [6] Popczyk J., *Energetyka prosumencka – o dynamice interakcji dwóch trajektorii rozwoju w energetyce: pomostowej/zstępującej i nowej/wstępującej*. Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego. Sopot 2014, stron 92.
- [7] Popczyk J., *Transformacja energetyki – paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria*. Platforma PPTe2050 (www.ppte2050.pl), 2018, „Śląskie Wiadomości Elektryczne” cz. 1 i 2 – 2018, nr 5, s. 4-16, cz. 3 – 2019, nr 1, s. 9-46, Portal CIRE (www.cire.pl), 2019.
- [8] Popczyk J., *Od działań kryzysowych 2020 do elektroprosumeryzmu 2050 – transformacja energetyki w trybie przełomowym: cz. I. Rozległe uwarunkowania i punkt oddolnego praktycznego startu, cz. II. Słownik encyklopedyczny teorii i zarys koncepcji rynku wschodzącego 1 na poziomie praktyki* (55 stron tekstu komputerowego). Platforma PPTe2050 (www.ppte2050.pl), 2020. Portal CIRE (www.cire.pl), 2020. „Energetyka” 2020, nr 5, *Biuletyn PPTe2050* nr 1/2020, cz. II, s. 216-234.

²⁾ Piśmiennictwo (traktowane jako całość) pełni głównie funkcję przewodnika po tematyce stanowiącej przedmiot artykułu.

- [9] Popczyk J., *Trzy fale elektroprosumeryzmu* (32 strony tekstu komputerowego). Platforma PPTe2050 (www.ppte2050.pl), 2020. Portal CIRE (www.cire.pl), 2020. „Energetyka” 2020, nr 7, *Biuletyn PPTe2050* nr 2/2020, s. 316-333.
- [10] Popczyk J., *Cztery rynki elektroprosumeryzmu. Odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050*. „Energetyka” 2020, nr 11, *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* nr 1/2020, s. 584 -597.
- [11] Popczyk J., *ENERGETYKA WEK-PK: to, co było dobre dla świata przez 300 lat, i to, co się nie spełniło w ostatnich dwóch dekadach oraz odpowiedź (nowy pomysł na resztę XXI wieku, do zrealizowania w horyzoncie 2050): polska transformacja TETIP (w trybie innowacji przełomowej) do ELEKTROPROSUMERYZMU*. „Energetyka” 2021, nr 1, *Biuletyn PPTe2050*, nr 1(3)/2021, s. 43-56.
- [12] Popczyk J., 800 numerów (74 lata) „Energetyki”. Jubileusz są po to, aby uszanować historię, otworzyć się na przemijanie i zwrócić ku przyszłości. Nie tylko odczytać ją i nazwać, ale zacząć budować. „Energetyka” 2021, nr 2, s. 100-112.
- [13] Popczyk J., *Elektroprosument przemysłowy. Polski partyzant czy globalny standard?* „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2021, nr 1, www.ppte2050.pl
- [14] Stanek W., *Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce. Monografia*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2016.
- [15] Stanek W., Ziębik A., *Koszt termoeologiczny (TEC) – miernik efektywności energetycznej i ekologicznej*. „Energetyka” 2020, nr 12, www.ppte2050.pl

Powszechna Platforma Transformacyjna Energetyki 2050 (ppte2050) www.ppte2050.pl

W szczególności:

- [16] Cykl Raportów: Cykl Raportów Biblioteki Źródłowej Energetyki Prosumenckiej BŻEP: *Transformacja energetyki w rynki energii użytecznej OZE. Perspektywa 2050* (12 Raportów datowanych: wrzesień 2017 – luty 2018 (Platforma Wiedzy), październik 2017 – styczeń 2018), www.cire.pl, www.ppte2050.pl
- [17] Cykl Raportów Biblioteki Powszechnej Energetyki Prosumenckiej: 12 Raportów datowanych: wrzesień 2017 – luty 2018 (Platforma Wiedzy), www.ppte2050.pl
- [18] *Biuletyn PPTe2050* nr 1/2020, „Energetyka” 2020, nr 5, s. 216-241; nr 2/2020, „Energetyka” 2020, nr 7, s. 316-346; nr 1(3)/2021, „Energetyka” 2021, nr 1, s.42-76, www.ppte2050.pl
- [19] *Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu* nr 1/2020. „Energetyka” 2020, nr 11, s. 583-614.
- [20] Trzy dynamiczne Ścieżki PPTe2050. Od grudnia 2020. www.ppte2050.pl
- [21] Popczyk J., Bodzek K., Gawlik R. (współpraca): *Terytorialny Plan Sprawiedliwej Transformacji Subregionu Wałbrzyskiego. Transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu*. „Energetyka” 2021, nr 1, *Biuletyn PPTe2050* (3) 1/2021, www.ppte2050.pl
- [22] Drogosz L., *Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu*. Konwersatorium Inteligentna Energetyka 2021, luty. www.ppte2050.pl
- [23] Bodzek K., *Usługi na rynkach elektroprosumeryzmu w JST – od zwiększania kompetencji do zarządzania rynkami*. „Energetyka” 2021, nr 4, *Biuletyn rynki* (2) 1/2021.
- [24] Popczyk J., Bodzek K., *Transformacja energetyczna Subregionu Wałbrzyskiego. Trajektoria redukcji CO₂ w modelu transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu*. „Energetyka” 2021, nr 4, *Biuletyn rynki* (2) 1/2021.



Usługi na rynkach elektroprosumeryzmu w jednostkach samorządu terytorialnego (JST) – od zwiększania kompetencji do zarządzania rynkami

Electroprosumerism market services in local government entities (JST) – from development of competences to markets' management

Systemy(WSE) to efektywna droga do osiągnięcia elektroprosumeryzmu. Udostępniają one rozwiązania techniczne powiązane z czterema rynkami \vec{EP} dedykowane lokalnym potrzebom, ale niekoniecznie powiązane geograficznie ze sobą. Zapewniają platformę dla usług na tych rynkach, która obejmuje zagadnienia techniczne, handlowe, a nawet społeczne. Przedstawione w artykule rozszerzenie koncepcji systemu(WSE) obejmuje przede wszystkim warstwę techniczną (z wyszczególnionymi pięcioma obszarami) od komponentów sieciowych do programów decyzyjnych. Podkreśla się jednak, że mimo technicznych możliwości, budowa systemu(WSE) wymaga ustrojowej reformy rynku energii oraz współtworzenia (ko-kreacji) systemu przez wszystkich jego użytkowników.

Słowa kluczowe: system(WSE), transformacja energetyczna, kompetencje, elektroprosumencka Warszawa

Systems(WSE) are an effective way to achieve electroprosumerism. They enable access to technical solutions connected with four markets \vec{EP} and dedicated to local needs but not necessarily linked together geographically. They provide the platform for services in these markets, which encompasses technical, commercial and even social issues. Presented here an extension of the system(WSE) concept covers first of all the technical layer (with five specified areas) from network components to decisive programs. Still, it must be emphasized that despite the technological possibilities the creation of the system(WSE) needs a systemic reform of the energy market and co-creation of this system by all its users.

Keywords: system(WSE), energy transformation, competences, electroprosumeric Warsaw

Od energetyki WEK do systemu(WSE)

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat powstało kilka wynalazków, które zrewolucjonizowały życie i nie pozostały obojętne dla żadnej sfery. Powstały tanie technologie OZE, które już wygrały konkurencję z technologiami wytwarzania energii elektrycznej z paliw kopalnych. Internet pozwala na praktycznie natychmiastowy dostęp do informacji z całego świata, a rozwój sztucznej inteligencji umożliwia prognozowanie produkcji i zapotrzebowania na energię z dużą dokładnością dla usług bilansowania (prognozowanie długoterminowe jest bardziej skomplikowane, ponieważ brakuje danych uczących, które uwzględniałyby zmianę sytuacji na rynkach). Tworzy się więc środowisko, w którym pokrycie zapotrzebowania za pomocą energetyki odnawialnej staje się nie tylko realne, ale również ekonomiczne. Większa świadomość społeczeństwa (choć jeszcze nie całego) tworzy podwaliny pod ustanowienie coraz bardzo ambitnych planów odejścia od energetyki węglowej, które nabierają realnych kształtów w dokumentach unijnych dotyczących Europejskiego Zielonego Ładu.

Z tym wszystkim musi mierzyć się energetyka WEK, zakorzeniona w energetyce węglowej z praktycznym, często nazywanym naturalnym, monopolem. Jednak zmiany są już tak duże, że przypomina to próbę sterowania samolotem odrzutowym za pomocą technik sterowania bryczką.

Co więcej, prowadzone badania potwierdzają [1,2], że obecne podejście do wytwarzania i przesyłania energii nie jest już ani efektywne, ani tanie, a jego wpływ na środowisko powoduje, że nie jest też akceptowalne społecznie.

Powodem tego są przesłanki, na których opiera się działania obecnej energetyki. Jeżeli nie zmieni się model jej funkcjonowania, co jest niezwykle trudne, to rosnące ceny energii, brak sensownych planów transformacyjnych i działania prowadzące do marginalizowania problemu spowodują, że dopiero raczkujące rynki elektroprosumeryzmu rozkwitną. Co więcej, wprowadzenie kolejnych opłat, a w szczególności opłaty mocowej wręcz wymusiło na przedsiębiorcach szukanie alternatywnych rozwiązań zapewniających energię elektryczną. Dla przykładu, wzrost cen energii pomiędzy grudniem 2019 roku a styczniem 2021 (który dotyczył również wzrostu opłaty dystrybucyjnej, kosztu energii biernej, wprowadzenia opłaty mocowej) dla sektora MMSP (mikro, małe, średnie przedsiębiorstwa) wzrósł o blisko 100% [3]. Równolegle, moc zainstalowana w źródłach PV przekroczyła poziom 4 GW (stan na 1 lutego 2021), a w samym roku 2020 zainstalowano ponad 2,6 GW. Dynamika wzrostu źródeł OZE jest ogromna i zmienia ona w sposób zdecydowany zasady funkcjonowania rynku energii.

W tym kontekście przedstawiono fundamenty działania energetyki WEK oraz systemu(WSE) (tab. 1) [4]. Do najważniejszych podstaw funkcjonowania systemu KSE należy scentralizowana generacja, podyktowana osiągnięciem efektywności, wykorzystująca efekt skali (elektrownie węglowe klasy 1 GW, elektrownie jądrowe). Wymusza to wielkie inwestycje w sieci przesyłowe, wielkie centra danych, najlepiej z informacją o każdym najmniejszym użytkowniku, ale o ograniczonym dostępie do danych dla innych. W takim systemie nie ma miejsca na wolną wolę odbiorców. Rola ta (odbiorców) powinna ograniczyć się

do pokrycia potrzeb energetyki WEK i sfinansowania kolejnych inwestycji. Jednak takie podejście wymusza coraz więcej inwestycji, coraz więcej zasobów, coraz więcej środków. Rabunkowa polityka nie jest obojętna dla środowiska, a to powoduje, że potrzebne są zmiany.

Kardynalna różnica w systemie(WSE) wynika z istotnego, i koniecznego, udziału uczestników w rynku energii. Osiągane jest to przez włączenie potencjalnie wszystkich podmiotów w każdy etap funkcjonowania systemu(WSE). Taki udział nazywa się ko-kreacją i może przyjąć różne formy partycypacji.

Z definicji ko-kreacji [5] wynika, że konsumenci, mieszkańcy i obywatele występują w kilku rolach:

- 1° – współinicjatora projektu razem z innymi podmiotami np. samorządem,
- 2° – współtwórcy – współtworzenie projektów, polityk i planów,
- 3° – współrealizatora,
- 4° – koproducenta,
- 5° – współbeneficjenta,
- 6° – współoceniającego projekt po jego zakończeniu.

Efektom zastosowania podejścia ko-kreacyjnego jest aktywne zaangażowanie się w system(WSE), a to prowadzi do efektywniejszego wykorzystania lokalnych zasobów i możliwości. Z ko-kreacji coraz częściej korzystają przedsiębiorcy, włączając w swoje procesy wszystkich, którzy chcą uczestniczyć w tworzeniu produktu [6,7].

Ko-kreacja w dokumentach Europejskiego Zielonego Ładu wpisana jest jako metoda na wprowadzenie transformacji energetycznej. Podejście takie wymaga jednak podzielenia się nie tylko obowiązkami (np. kształtowania profili w reakcji na cenę), ale również podzielenia się władzą i odpowiedzialnością, a to może nie być akceptowalne w obecnym modelu funkcjonowania energetyki WEK.

Transformacja energetyki na świecie stała się faktem. Również w Polsce zyskała na znaczeniu, szczególnie po ogłoszeniu Funduszu Sprawiedliwej Transformacji [8] i Krajowego Planu Odbudowy [9]. Niestety obecna polityka energetyczna, co znajduje również odzwierciedlenie w planach FST i KPO, dedykowana jest dla energetyki WEK, a udział społeczeństwa jest marginalizowany, chociaż istnieją lokalne inicjatywy, które starają się włączać lokalne samorzady i obywateli w ich przygotowanie [10].

W poprzednim wydaniu *Biuletynu rynku EP* opisano antycypowane trajektorie transformacyjne prowadzące do elektroprosumeryzmu [11]. Podstawą elektroprosumeryzmu są trzy paradygmaty monizmu elektrycznego, bazujące na prawach fizyki [12]. Przedstawione trzy paradygmaty stanowią podstawy teoretyczne systemu(WSE), którego fundamentami są rozproszone systemy, z niezbędnym udziałem uczestników w rynkach energii i zamianą efektu skali na efekt fabryczny i modułowość (skalowalność) rozwiązań.

Z fundamentów działania systemu(WSE), ale także z przeprowadzonych analiz [13] wynika, że bardzo istotną rolą w pokryciu potrzeb energetycznych pełni kształtowanie profilu, które realizowane jest przez uczestników rynku wschodzącego [14]. W elektroprosumeryzmie jest to bardzo istotne w sytuacji, gdy w miksie wytwórczym duża część energii (cała w tendencji) pochodzi ze źródeł z produkcją wymuszoną [14]. Powoduje to maksymalizację wykorzystania energii na potrzeby własne. Dlatego tak istotny jest paradygmat wirtualizacyjny w transformacji energetycznej. Jednym z fundamentów paradygmatu jest oderwanie rynku technicznego od sieci oraz handel energią na lokalnych rynkach, natomiast za bezpieczeństwo sieci odpowiadają zautomatyzowane systemy kontroli ograniczeń sieciowych.

W tym kontekście rozważa się poziomy systemu(WSE), mianowicie – niski, występuje wtedy, gdy istnieje dostęp do pomiarów, natomiast najwyższy, gdy systemy(WSE) są w pełni zintegrowane, łącznie z bilansowaniem i handlem energią pomiędzy użytkownikami, na podstawie lokalnych zasad wypracowanych w sandboxach [15]. Wzrost poziomu wiąże się ze spełnianiem kolejnych założeń transformacji energetycznej i ograniczaniem wpływu na środowisko.

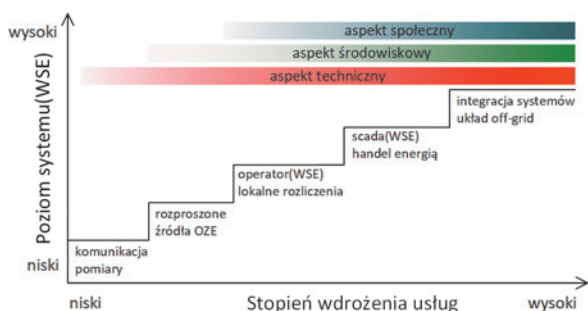
Na rysunku 1 zobrazowano wpływ wprowadzania kolejnych rozwiązań na poziom systemu. Aspekty środowiskowe (bardzo często postrzegane jedynie przez redukcję emisji CO₂, ale tutaj również przez gospodarkę surowcową) są już osiągnięte po wprowadzeniu rozproszonych źródeł OZE, jednak dopiero zwiększenie efektywności i korzystanie z lokalnych zasobów pozwala minimalizować zużycie surowców w całym cyklu życia, od produkcji do utylizacji. W analizie oddziaływania na środowisko pomaga metoda kosztu termoeologicznego [16]. Nie mniej istotne są aspekty społeczne, bez których nie będzie możliwe efektywne osiągnięcie pełnej integracji systemów. Wprowadzenie operatora(WSE), czyli lokalnych rozliczeń, wymaga udziału uczestników w systemie(WSE), np. poprzez udostępnianie

Tabela 1

Fundamenty działania systemu KSE oraz systemu(WSE)

| Właściwość | System KSE | System(WSE) |
|-------------------------|--|---|
| Komunikacja | brak lub jednostronna, zazwyczaj nie w czasie rzeczywistym | dwustronna, w czasie rzeczywistym |
| Interakcja uczestników | ograniczona (stałe taryfy) | niezbędna (reakcja na sygnały) |
| Pomiary | brak sprzężenia (jeszcze czasami licznik elektromechaniczny) | cyfrowy z modułami reakcji na sygnał dynamiczny, netmetering |
| Utrzymanie i serwis | często ręczna kontrola | zdalny, monitoring, predykcja, kontrola czasu pracy ... |
| Kontrola przepływu mocy | ograniczona | kompleksowa, automatyczna |
| Generacja | scentralizowana (efekt skali) | rozproszona (efekt partycypacji i koordynacji) |
| Niezawodność | podatna na awarie i kaskadowe (rozległe) przestoje | aktywna ochrona, predykcja zużycia i awarii |
| Przywrócenie po awarii | zazwyczaj ręczne | częściowo (obszarowo) zautomatyzowane – zdolność „samoleczenia” |
| Topologia | promieniowa, zazwyczaj jednokierunkowa | wielokrotnie domknięta |
| Dostęp do informacji | blokowanie (syndrom obłądzonej twierdzy) | pełna wiedza, możliwość podjęcia świadomych inwestycji |
| Projektowanie | przewymiarowanie | modułowość, zwiększenie wykorzystania sieci |

(odpowiednio wycenionych) swoich zasobów. Należy podkreślić, że udział w rynku będzie tym większy, im większa będzie świadomość i kompetencje członków systemu(WSE).



Rys. 1. Wpływ wdrażanych usług na poziom systemu(WSE)

Opisane i przedstawione na rysunku 1 poziomy systemu(WSE) są istotne również ze względu na kompetencje, jakie muszą zostać pozyskane przy przejściu na kolejny poziom. Dla przykładu wprowadzenie operatora(WSE) i umożliwienie lokalnych rozliczeń nie może polegać tylko na zapewnieniu odpowiedniej infrastruktury technicznej. Infrastruktura taka już istnieje, a zarządzanie dostępem do zasobów pozwoliło rozwijać się systemom teleinformatycznym do obecnego poziomu.

W tym kontekście należy rozważyć sposób wymiany informacji stosowany w przemyśle. Dla przykładu protokół PROFINET [17] jest otwartym systemem stosowanym w systemach automatyki. Wykorzystuje standardowe urządzenia sieciowe (karty sieciowe, sieć Internet), ale – co najważniejsze – może wymieniać informację w trzech standardowych trybach. Są to:

- dane niekrytyczne czasowo – konfiguracja, parametry,
- dane krytyczne czasowe – komunikacja w czasie rzeczywistym,
- dane z synchronizacją czasu – komunikacja izosynchroniczna w czasie rzeczywistym.

Istotne jest to, że każdy rodzaj komunikacji może korzystać z tych samych zasobów sieciowych, z wyjątkiem transmisji izosynchronicznej, która wymaga dedykowanych rozwiązań sprzętowych. Umożliwia za to wymianę informacji co 125 μ s, obejmującą nawet kilkadziesiąt bajtów, jednocześnie nie blokując innych transmisji.

Komunikacja jest inicjalizowana za pomocą protokołu TCP/UDP. Po nawiązaniu połączenia diagnostyka jest przesyłana acyklicznie, a dane procesowe cyklicznie. Zarządzanie komunikacją realizowane jest w sposób sprzętowy, za pomocą kontrolerów (IO-controller) z wyspami IO (IO-Device).

W kontekście pracy systemu(WSE) należy rozważyć dodatkowo bezpieczeństwo. Protokół PROFIsafe [17] jest dodatkową warstwą protokołu PROFINET, która pozwala na zmniejszenie prawdopodobieństwa błędu komunikacji do poziomu wymaganego przez obowiązujące normy. Co ważne, protokół PROFIsafe jest realizowany wyłącznie na poziomie oprogramowania, co pozwala wykorzystać go w praktycznie każdej komunikacji. Należy jednak podkreślić, że obecnie można zauważyć tendencję do zachowania proporcji pomiędzy niezawodnością i dostępnością technologii przy zachowaniu ustalonego poziomu kosztów.

Istniejące protokoły pozwalają na realizację wymiany informacji w czasie rzeczywistym. Technicznie nie stanowi więc problemu uzyskanie poziomu lokalnych rozliczeń, a nawet handlu

energią. Barierą jest dostosowanie prawa i aktywny udział w systemie(WSE) użytkowników. W tym aspekcie dużą rolę mogą odegrać samorządy. **Efektywne wprowadzenie opisanych rozwiązań wymaga ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej [17], której podstawą jest odpowiedzialność jednostek samorządu terytorialnego (JST) za model energetyczny w jej strategii rozwojowej w horyzoncie 2050 oraz za plany zagospodarowania przestrzennego zharmonizowane z unijnymi ramami programowymi.** Jak również planowanie realizacji zasady pomocniczości na rzecz eliminowania wykluczenia energetycznego w JST oraz pobudzania innowacji przełomowych we wdrażaniu elektroprosumeryzmu.

Rola jednostek JST w elektroprosumeryzmie

Budowanie kompetencji społeczeństwa jest również istotne, co wdrażanie nowych technologii i nowych rozwiązań. Kompetencje najszybciej można osiągnąć biorąc udział w realizacjach projektów, w szczególności, jeżeli projekty te dotyczą w sposób bezpośredni (gospodarstwa domowego, spółdzielni mieszkaniowej ...) lub pośredni (gminy, szkoły ...) otoczenia zainteresowanego. Dlatego to właśnie samorządy mają predyspozycje do tego, żeby rozwijać kompetencje mieszkańców, szczególnie na początkowym etapie, i stać się siłą napędową rozwoju systemów(WSE). Zwłaszcza, że mają łatwość wdrażania nowych rozwiązań w ramach działalności własnej, która obejmuje m.in. budynki gminne, szkoły, szpitale Samorządy mogą wykorzystać do tego celu szkolnictwo (które im podlega), ale przede wszystkim mechanizmy prawa miejscowego.

Obecnie prawem miejscowym o największym znaczeniu są miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, a ostatnio uchwały krajobrazowe i antysmogowe. Natomiast w kontekście energetyki prawo miejscowe występuje w szacunkowym zakresie w formie prawa gmin do sporządzenia założeń do planów (a nawet samych planów) zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i gaz (art. 19 i 20 Prawa energetycznego) i następnie do wprowadzenia go do obowiązkowego stosowania (art. 20 ust. 6 Prawa energetycznego). Jednak zastosowanie tego prawa jest marginalne i nie ma obecnie w praktyce większego znaczenia. Spowodowane jest to brakiem środków egzekucji tego prawa. Potrzebne są nowe regulacje prawne, zwiększające skuteczność jego realizacji. W szczególności dotyczy to zapewnienia nadzoru nad uchwalanym prawem lokalnym i zapewnienie organom uchwalającym prawo miejscowe instrumentów prawnych egzekucji prawa miejscowego na szczeblu ustawy [19].

Nie bez znaczenia w transformacji jest rola wielkich miast, które muszą mierzyć się z problemem dużej gęstości energii i prognozowaną silną migracją. Prognozuje się, że do roku 2050 zwiększy się poziom ludności w miastach z 55% (obecnie) do 68%.

Koncepcja usług na rynkach elektroprosumeryzmu – synergia potrzeb

Rynki elektroprosumeryzmu nie mogą funkcjonować bez nowych technologii, a te wymuszają nie tylko zmianę sposobu użytkowania energii elektrycznej, ale wpływają na każdą dziedzinę życia. Nie można realizować transformacji

energetycznej, jeżeli nie respektuje się całkowicie nowych właściwości infrastruktury, która obejmuje rozproszoną generację, lokalne sieci energetyczne wielokrotnie domknięte i z niespotykaną do tej pory liczbą informacji, praktycznie o każdym odbiorcy. Są to również szeroko rozumiane technologie ICT, ale także zupełnie inna infrastruktura przesyłania informacji z szybkością i pewnością oferowaną przez technologię 5G, czy w końcu technologie rozproszonej komunikacji, takiej jak np. UWB (Ultra Wideband).

Nowe możliwości wprowadzają również całkiem nowy sposób świadczenia usług. Dla przykładu może to być oprogramowanie jako usługa (ang. *Software as a Service, SaaS*). Jest to model, w którym dostawca usługi zapewnia nie tylko dostęp do aplikacji, ale również infrastrukturę, jak np. chmurę obliczeniową, z której klient korzysta za pomocą przeglądarki. Model ten jest znakomitym rozwiązaniem, ponieważ umożliwia dostęp do najnowszych technologii informatycznych bez długotrwałych wdrożeń i dużych inwestycji. Jest on jednak obciążony niedogodnościami w postaci ograniczonej kontroli nad rozwojem środowiska i przekazaniem kompetencji firmie zewnętrznej. Przykładem zastosowania są prognozy pogody, produkcji, czy przewidywanie cen.

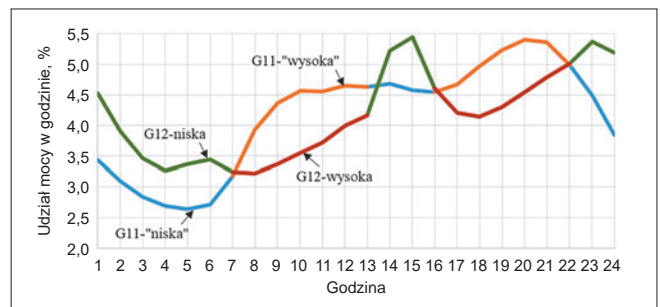
Strukturyzacja podmiotowo-przedmiotowa czterech rynków elektroprosumeryzmu została szczegółowo opisana w artykule [14]. Struktura ta została uzupełniona i uszeregowana od zagadnień, które pojawiają się w tytule artykułu, czyli od zwiększenia kompetencji do zarządzania rynkami elektroprosumeryzmu. Uszeregowanie należy jednak traktować jedynie jako punkt wyjściowy, ponieważ zagadnienia (usługi) w większości przypadków muszą być wdrażane równolegle, a kompetencje przenikają się i nie powinno się ich traktować w sposób silosowy (zarezerwowany jedynie dla konkretnego obszaru), ale jako wiedzę pozwalającą wykorzystać synergię wielu rozwiązań. W tym kontekście obszary zastosowań usług elektroprosumeryzmu (tutaj na przykładzie Warszawy) obejmują następujące zagadnienia:

- edukacja – zwiększenie kompetencji, wykorzystanie środowisk wirtualnych do bezpiecznej nauki, laboratoria cyberfizyczne ...,
- zdrowie i opieka społeczna – telemedycyna, monitorowanie zdrowia, dostęp zdalny do informacji,
- systemy pomiarowe – zdalne pomiary, analiza poprawności odczytów,
- zrównoważone budownictwo – pasywizacja i elektryfikacja budynków,
- zarządzanie budynkami – systemy sterowania i zarządzania energią, automatyka budynkowa,
- produkcja energii – rozproszone systemy generacji energii w źródłach OZE,
- zarządzanie gospodarką wodną – monitorowanie stanu, analiza zużycia, optymalizacja przepływu,
- zarządzanie ciepłem – systemy sterowania i monitorowania rozproszonych systemów ciepłych,
- usługi prognostyczne – modelowanie pogody, produkcji w źródłach OZE, zapotrzebowania,
- usługi bilansowania – na podstawie usług prognozowania i systemów pomiarowych zapewnienie bilansowania systemów(WSE),
- usługi regulacyjne – lokalne usługi regulacyjne wykorzystujące przekształtniki,
- handel energią – platformy handlu energią,

- usługi lokalizacyjne i geograficzne w czasie rzeczywistym – dedykowane do predykcji zdarzeń, awarii, a także przydatne w prowadzeniu i utrzymaniu ruchu,
- bezpieczeństwo publiczne – monitorowanie zagrożeń, identyfikacja,
- ogólne usługi miejskie i biznesowe – zintegrowane platformy zarządzania miastami, karty miejskie itp.

Integracja usług wymaga całkowitej zmiany podejścia do użytkowania energii elektrycznej. W systemach(WSE) równie ważne co produkcja energii jest platforma pozwalająca na wirtualne (ponad siecią) bilansowanie energii elektrycznej, a w szczególności mechanizmy kształtujące profil zapotrzebowania. Potencjał kształtowania profilu trudno jednoznacznie określić. W badaniach [13] został przyjęty na poziomie 15%. Wynikało to z analizy potencjału zmiany zużycia w okresach z niską i wysoką ceną energii w taryfach. Porównując taryfę G11 (stała cena energii) z taryfą G12 (wysoka i niska cena) można oszacować potencjał kształtowania profilu.

Na podstawie uzyskanych wyników (rys. 2) potencjał zwiększenia zużycia w okresie niskiej ceny wynosi 7,7 p.p. i analogicznie tyle samo wynosi zmniejszenie zużycia w okresie ceny wysokiej (7,7 p.p). Sumarycznie można założyć, że kształtowanie profilu na poziomie 15% jest realne. Należy podkreślić, że w Polsce szacowana liczba odbiorców w taryfie G12 i G12w wynosi około 3 mln. Oczywiście w systemie(WSE) cena energii będzie zależeć od aktualnego kosztu wytwarzania i dostępności energii ze źródeł OZE z wymuszoną produkcją i będzie zmieniać się w sposób dynamiczny. Wymaga to wdrożenia operatora(WSE), który na platformie technicznej zapewni usługę reakcji na cenę. Umożliwi handel w lokalnej osłonie.

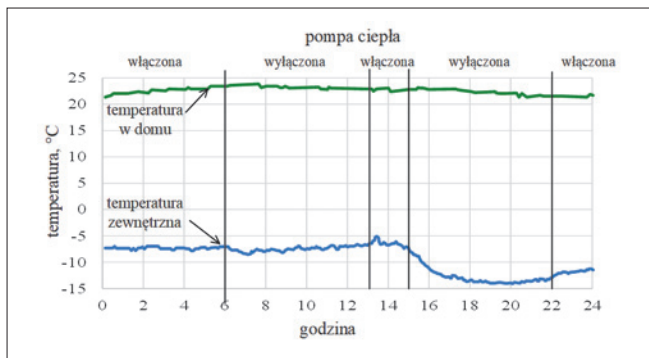


Rys. 2. Porównanie profilu zużycia energii elektrycznej w taryfie G11 (stała cena) z taryfą G12 (zmienna cena energii)

Wirtualizacja rynku pozwala również na wykorzystanie technologii pomp ciepła i pojemności cieplnej budynku do „magazynowania” energii elektrycznej. W tym kontekście niezwykle cenne są wyniki z przeprowadzonego w Danii [18] projektu dotyczącego możliwości wykorzystania pomp ciepła w kształtowaniu profilu zapotrzebowywania. Z analizy wynika, że pojemność cieplna budynków pozwala na utrzymanie komfortu cieplnego, a spadek temperatury w domu wynosi około 0,3°C na 2 h, dla budynku o współczesnym standardzie izolacyjności i temperaturze zewnętrznej nawet -10°C. Podobne wyniki analizy dla domu z pompą ciepła zostały przeprowadzone w Politechnice Śląskiej [21]. W tym przypadku praca pompy została uzależniona od niskiej ceny energii w taryfie G12 (rys. 3). Wykorzystanie energii dla pompy ciepła jedynie w taryfie niskiej pozwala

utrzymać komfort cieplny domu. Różnica po wyłączeniu pompy ciepła na 7 h spowodowała obniżenie temperatury o 1,4°C przy temperaturze zewnętrznej sięgającej -15°C. Przedstawione właściwości mogą być z powodzeniem wykorzystywane w systemach(WSE), a potencjał kształtowania profilu dla Danii [20] jedynie za pomocą pomp ciepła został oszacowany w projekcie na poziomie 15%.

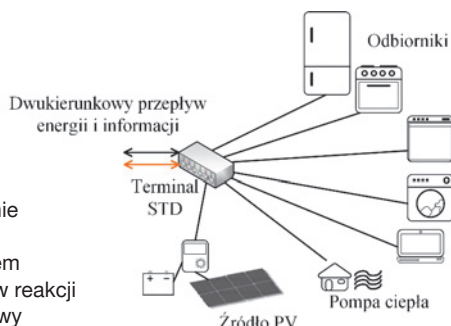
Na podstawie raportu [22] do 2023 roku 65% przedsiębiorstw zainwestuje w cyfrowe technologie i platformy wspierające elastyczność. Pozwoli to na uruchomienie potencjału kształtowania profilu na poziomie 35% mocy zainstalowanej.



Rys. 3. Przebieg obrazujący wykorzystanie pojemności cieplnej budynku jako bufora energii elektrycznej

Na podstawie opisanych badań można założyć, że potencjał kształtowania profilu znacznie przekroczy 15% w systemie(WSE), a do jego realizacji potrzebna jest infrastruktura informatyczna, która może zostać dostarczona w postaci usług, zarządzanych przez operatora(WSE).

Sterowanie urządzeniami, jak np. pompą ciepła, wymaga zastosowania sieciowego terminala STD. Funkcję tę mogą pełnić sterowniki PLC czy mikrokomputery o różnym stopniu złożoności i możliwościach sterowania. Przykład niskiego stopnia integracji terminala STD zamieszczono na rysunku 4. Każde z urządzeń może zostać załączone i wyłączone na podstawie sygnałów od operatora(WSE). Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość wykorzystania już dostępnych w sprzedaży urządzeń, wada natomiast konieczność poprowadzenia dodatkowych obwodów elektrycznych do urządzeń. Wada ta jest mniej istotna, jeżeli wyposażą się urządzenie w moduły komunikacyjne, które pozwolą, na podstawie sygnałów, sterować odbiornikami. Terminal kontroluje pracę urządzeń (np. pompy ciepła), przesyła energię na osłonie kontrolnej, ale także, jeżeli instalacja jest wyposażona w magazyn energii, również jej magazynowanie.



Rys. 4. Sterowanie odbiornikami z wykorzystaniem terminala STD w reakcji na sygnał cenowy

Doposażenie terminala w układy energoelektroniczne na osłonie kontrolnej pozwala na osiągnięcie pełnej kontroli przepływu i utrzymanie odpowiednich parametrów sieciowych (węzłowych i gałęziowych). Współpraca wielu terminali STD w systemie(WSE) pozwala na pełną kontrolę rozprywu energii, a przez to maksymalizację wykorzystania sieci.

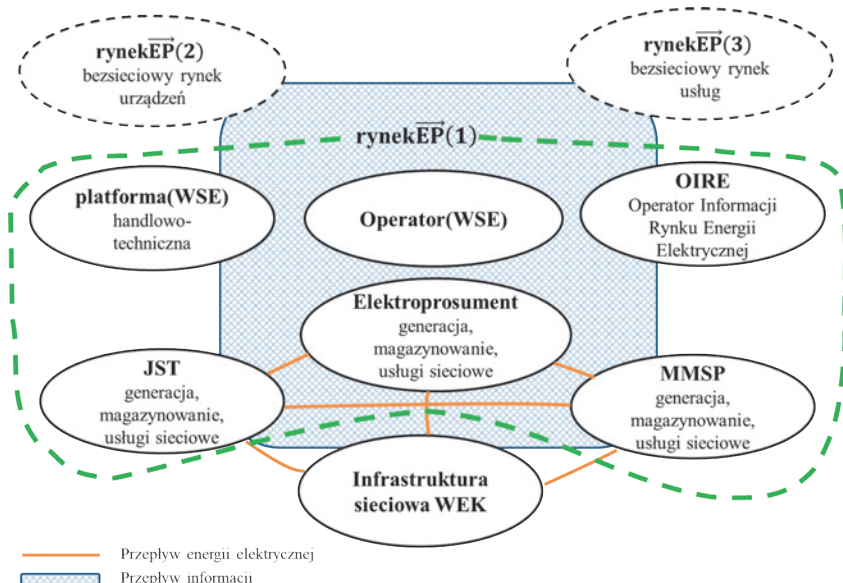
Zagospodarowanie zasobów własnych prowadzi do maksymalizacji efektywności, dlatego tak istotne jest tworzenie systemów(WSE) pozwalających osiągnąć nową jakość użytkowania energii elektrycznej. W szczególności w pierwszym etapie wdrażania rozwiązań potrzebny jest operator(WSE), którego głównym zadaniem będzie koordynowanie działania systemu(WSE). Operator ten powinien charakteryzować się znajomością lokalnych uwarunkowań, mieć doświadczenie w prowadzeniu i koordynowaniu inwestycji. Jednak nie mniej ważny w elektroprosumeryzmie jest kapitał społeczny. Dlatego proponuje się tworzenie osłon kontrolnych wokół jednostek samorządu terytorialnego (JST).

Integracja przedstawionych w artykule, ale w ogólnym przypadku jeszcze rozleglejszych obszarów oraz wykorzystanie kompetencji uczestników przyczyni się do osiągnięcia bardzo dużej efektywności użytkowania energii. W tym kontekście, czynnikami decydującymi o potencjale systemu(WSE) są:

- **elastyczność** – system(WSE) jest dedykowany do lokalnych potrzeb, musi spełniać potrzeby klientów, jednocześnie wykorzystując ich możliwości, uwzględniać wszystkie opcje (wytworzenie, magazynowanie, zarządzanie ...);
- **dostępność** – zasada TPA+, dostępność do zasobów sieciowych rynku schodzącego, ale również oferowanie własnych, priorytetowanie np. ze względu na cenę łącznie z opłatą przesyłową (wykorzystanie lokalnych źródeł), a także np. ze względu na wpływ na środowisko (wybór technologii wytwarzania o niskim TEC [16]);
- **niezawodność** – dekompozycja bezpieczeństwa, odporność na zagrożenia atmosferyczne, łatwość wyłączenia, bezpieczeństwo, np. protokoły Safety znane z przemysłu;
- **aspekt ekonomiczny** – zdolność do wdrażania najlepszych rozwiązań, ukierunkowanie na efektywność.

Koncepcja systemu(WSE) obejmuje szereg rozwiązań technicznych, które można podzielić na pięć obszarów. Są to:

- 1) **zaawansowane komponenty sieciowe** – w szczególności przekształtniki energoelektroniczne, rozproszone magazyny, zarządzalne stacje transformatorowe;
- 2) **zintegrowane systemy komunikacyjne** – dwukierunkowa sieć telekomunikacyjna, wykorzystująca wszelkie dostępne protokoły i interfejsy, mianowicie: WAN, WiFi, LoRa, ale także IEC 61850;
- 3) **zaawansowane systemy SCADA** – zapewniające kontrolę bezpieczeństwa technicznego, predykcję awarii, zarządzanie bezpieczeństwem;
- 4) **liczniki i czujniki** – opomiarowanie w czasie rzeczywistym, pomiary temperatury, sensory drgań, kontrola jakości energii, obciążalności dynamicznej linii;
- 5) **programy wspomagające decyzje** – sztuczna inteligencja, BigData, GIS ..., ale także sposób wizualizacji i komunikacji z użytkownikiem.



Rys. 5. Model systemu(WSE) z zaznaczeniem przepływu energii i informacji

Przedstawione rozwiązania techniczne determinują potrzebę wymiany informacji pomiędzy poszczególnymi segmentami systemu. System(WSE) nie może ograniczyć się jedynie do zapewnienia zasilania. W ogólnym przypadku integruje cztery rynki elektroprosumeryzmu [14]. Model uwzględniający powiązanie pomiędzy rynkami EP (rys. 5) określa potrzeby systemu(WSE) w kontekście zarządzania przepływem energii i informacji. Integruje wszystkie usługi z rynków EP, ale również musi być kompatybilny z usługami okołoenerygetycznymi, związanymi dla przykładu z siecią wodociągową, monitoringiem itd.

Elektryczna Warszawa – wpływ usług na bilans wytwórczy

Elektryczna Warszawa została wprowadzona jako koncepcja na XVI Forum Operatorów Systemów i Odbiorców Energii i Paliw, 3 października 2019 roku. Na Forum zaprezentowano miks energetyczny, pozwalający pokryć zapotrzebowanie na energię Warszawy w horyzoncie 2050 [23]. Przeprowadzona analiza została wykonana przy założeniu bardzo ostrożnych oszacowań związanych z dostępnością lokalnych zasobów Warszawy i możliwości wykorzystania źródeł OZE. Założono również ograniczony potencjał województwa do pokrycia potrzeb energetycznych.

Duża gęstość energii wymusiła to, że pokrycie potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie było w ponad 70% realizowane za pomocą elektrowni wiatrowych offshore (tab. 2, etap 1).

Tak duże uzależnienie Warszawy od rynku wschodzącego 2 [14] doprowadziło do zrewidowania założeń i uwzględnienia lokalnych zasobów oraz zasobów województwa. Założono zwiększenie wykorzystania sieci 110 kV. Na miks energetyczny wpłynął również skokowy rozwój elektrowni wiatrowych. Spowodowało to zmniejszenie energii pochodzącej z elektrowni wiatrowych offshore o około 35% (tab. 2, etap 2).

Przesłankami do etapu 3 analizy miksu energetycznego, wychodzącego naprzeciw komunikatu [24], było ponowne oszacowanie możliwości wykorzystania źródeł PV (wzrost do 25%), a także przesłanki do przyjęcia znacznie większych możliwości kształtowania profilu (założono poziom 30%, wcześniej 15%) [13] oraz do całkowitego wyeliminowania paliw kopalnych. Układy gwarantowanego zasilania stanowią jedynie rezerwę i nie są brane pod uwagę w analizie miksu. W etapie 3 zarządzanie rynkiem odgrywa kluczową rolę w bilansowaniu. Wyniki analizy zamieszczono w tabeli 2.

Obliczenie miksu energetycznego można wykonać dla innych funkcji celu, dla przykładu może to być:

- ograniczenie produkcji w offshore (do 30%) – wiąże się to z koniecznością wykorzystania kogeneracji gazowej i UGZ;
- wykorzystanie technik wodorowych – brak produkcji z paliw kopalnych, zwiększone zapotrzebowanie na produkcję w źródłach OZE, w tym offshore.

Tabela 2

Struktura bilansu pokrycia potrzeb energetycznych Warszawy na trzech etapach

| Technologia | Etap 1 | | Etap 2 | | Etap 3 | |
|-------------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | energia, TWh | energia, % | energia, TWh | energia, % | energia, TWh | energia, % |
| Źródła PV | 1,1 | 10 | 2,2 | 20 | 2,7 | 25 |
| Mikro EW | 0,2 | 2 | 0,2 | 2 | 0,2 | 2 |
| Elektrownie biogazowe | 0,2 | 2 | 0,5 | 5 | 0,5 | 5 |
| Źródła kogeneracyjne | 1,0 | 9 | 1,0 | 9 | 0,3 | 3 |
| Elektrownie dieslowskie | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0 | 0 |
| EW offshore | 8,0 | 73 | 4,2 | 38 | 4,6 | 42 |
| EW onshore | 0,0 | 0 | 2,0 | 18 | 2,2 | 20 |
| Inne | 0,0 | 0 | 0,5 | 5 | 0,5 | 5 |
| Suma | 10,9 | 100 | 11,0 | 100 | 11 | 100 |

Zapewnienie pokrycia potrzeb energetycznych w elektroprosumeryzmie odwraca piramidę kompetencji. To właśnie elektroprosumenci, przedsiębiorcy (pretendenci do rynków \vec{EP}), a w szczególności jednostki samorządu terytorialnego sprawiają, że transformacja może się udać. Potrzebne jest zwiększenie kompetencji na każdym poziomie. Udostępnienie do sterowania pompy ciepła wymaga od osoby, która ją posiada podstawowej wiedzy o wpływie sterowania na profil zapotrzebowania. Operator (WSE) musi mieć wiedzę z zakresu prowadzenia ruchu w sieciach, a firmy wdrażające platformy handlu kompetencje do zarządzania regułami rynków lokalnych.

Wzrost kompetencji przyczynia się do zwiększenia efektywności energetycznej, redukcji wpływu na środowisko i w tendencji osiągnięcia gospodarki zeroemisyjnej, w której pokrywanie potrzeb energetycznych realizowane jest w dużej części za pomocą usług.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Sarkar S., Chakrabarti U., Bhattacharyya S. et al., *A Comprehensive Assessment of the Need and Availability of Smart Grid Technologies in an Electricity Distribution Grid Network* "J. Inst. Eng. India", Ser. B, 101, 753–761 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40031-020-00486-1>
- [2] Niamat Ullah Ibne Hossain, Morteza Nagahi, Raed Jaradat, Chiranjibi Shah, Randy Buchanan, Michael Hamilton, *Modeling and assessing cyber resilience of smart grid using Bayesian network-based approach: a system of systems problem*, "Journal of Computational Design and Engineering" Volume 7, Issue 3, June 2020, Pages 352–366, <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa029>
- [3] Portal operatora *Tauron Polska Energia S.A.*, <https://www.tauron.pl/>
- [4] Salman K. Salman, *Introduction to the Smart Grid, Concept, Technologies and Evolution*, The Institution of Engineering and Technology, London 2017.
- [5] Ryszawska B., *Ko-kreacja w budowaniu kompetencji na rzecz transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, Projekt Scalings*, Horyzont 2020 (Konwersatorium IE, 23 lutego 2021 <https://ppte2050.pl/>)
- [6] *Ko-kreacja sposobem na skuteczną cyfryzację polskich przedsiębiorstw*, *Business Insider*, 22 marca 2021.
- [7] Portal Philips, *W ludziach siła, czyli jak Co-Creation pomaga markom w poszukiwaniu innowacji*, <https://www.lighting.philips.pl/edukacja/nowoczesne-oswietlenie/swiatlo-w-biznesie/co-creation>
- [8] Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji (FST) <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/214/fundusz-na-rzecz-sprawiedliwej-transformacji-fst>
- [9] Krajowy Plan Odbudowy, <https://www.gov.pl/web/planodbudowy/zaczynamy-konsultacje-kpo>
- [10] Fundusz Sprawiedliwej Transformacji – Subregion Wałbrzyski: <https://um.walbrzych.pl/pl/news/fundusz-sprawiedliwej-transformacji-subregion-walbrzyski>
- [11] Bodzek K., *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych osłonach kontrolnych*. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1/2020. „Energetyka” 2020, nr 11, także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>
- [12] Popczyk J., *TRANSFORMACJA ENERGETYKI. Paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria* (cz. 1 - 3), „Śląskie Wiadomości Elektryczne” 2018, nr 5 (cz. 1 i 2), 2019, nr 1 (część 3), także: <https://ppte2050.pl/>
- [13] Bodzek K., *Od analizy profili na osłonach kontrolnych systemu (WSE) do wskazówek projektowania struktury miksu energetycznego – studium przypadków*, Biuletyn PPE2050 nr 2/2020. „Energetyka” 2020, nr 7, także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>
- [14] Popczyk J., *Cztery rynki elektroprosumeryzmu – odpowiedź na strukturalny kryzys 2020 (ścianę rodzącą energetyczny przełom), wyzwanie i szansa 2050*. Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1/2020. „Energetyka” 2020, nr 11, także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>
- [15] 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*. Biuletyn PPE2050 nr 1/2020. „Energetyka” 2020, nr 5, także: <https://ppte2050.pl/>, <https://www.cire.pl/>
- [16] Stanek W., *Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2016.
- [17] Portal firmy *Siemens*: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html>
- [18] 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. <https://ppte2050.pl/>, oraz portal CIRE <https://www.cire.pl/>
- [19] Muszyński I., *Waga prawa miejscowego w oddolnej transformacji energetycznej TETIP do elektroprosumeryzmu*, *Konwersatorium Inteligentna Energetyka*, 23 lutego 2021, <https://ppte2050.pl/>
- [20] *Project – Heat pumps – an asset in the energy system of the future* <https://www.dti.dk/projects/project-heat-pumps-an-asset-in-the-energy-system-of-the-future/40168>
- [21] Wójcicki R., *Prosumencka mikroinstalacja fotowoltaiczna na przykładzie domu jednorodzinnego, Energetyka prosumencka. Pierwsza próba konsolidacji*. Monografia. Red. Jan Popczyk, Robert Kucęba, Krzysztof Dębowski, Waldemar Jędrzejczyk. Politechnika Częstochowska. Wydział Zarządzania Częstochowa: Sekcja Wydaw. Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 2014.
- [22] Portal International Data Corporation: <https://www.idc.com/>
- [23] Bodzek K., *Trajektoria transformacyjna miksu energetycznego Warszawy. Proporcje między zasobami „własnymi” (po stronie popytowej i podażowej) oraz zewnętrznymi (offshore)*, XVI Forum Operatorów Systemów i Odbiorców Energii i Paliw, Warszawa 3 października 2019, także: portal PPE2050. <https://ppte2050.pl/platforma/apbp/siecpar/sptew/index.php?name=2>
- [24] Drogosz L., *Model energetyczny dla m.st. Warszawy w perspektywie roku 2050 uwzględniający warunki elektroprosumeryzmu*. Komunikat na *Konwersatorium IE*, 23 lutego 2021, <https://ppte2050.pl/>



ELEKTROPROSUMERYZM W PRAKTYCE

Trzy produkty/usługi na rynki elektroprosumeryzmu

ELECTROPROSUMERISM IN PRACTICE

Three products/services in the electroprosumerism market

W artykule opisano ścieżki dojścia do pełnego elektroprosumeryzmu na przykładzie trzech produktów/usług: pierwszy dotyczy odbiorców indywidualnych i sfery usług powiązanych z tymi odbiorcami, głównie w obszarze budownictwa mieszkalnego i publicznego, drugi produkt to samowystarczalne energetycznie gospodarstwa hodowlane lub rolnicze, a w trzecim produkcji/usłudze opisano zakład produkcyjny na drodze do elektroprosumeryzmu. Stwierdzono, że w przyszłości należy dążyć do stworzenia systemu gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ) w obszarze działania samorządów, osiedli mieszkaniowych czy firm. GOZ powinna obejmować wszystkie media energetyczne, a także całą gospodarkę środowiskową, w tym gospodarkę odpadami, na danym terenie. Opisano system, który jest podstawowym narzędziem pracy każdego operatora i nie może być pominięty w żadnym z proponowanych rozwiązań. Głównym jego zadaniem jest pełna kontrola i zarządzanie produkcją i rozdziałem energii na danym obszarze (gmina, zakład, spółdzielnia, budynek). Przedstawiony system (System SyNiS) monitoruje, kontroluje i steruje pracą ok. 200 obiektów na terenie Polski.

Słowa kluczowe: elektroprosumeryzm, gospodarka obiegu zamkniętego, kontrola i zarządzanie produkcją i rozdziałem energii na danym obszarze, system SyNiS

Discussed are paths to reach full electroprosumerism on the example of three products/services: the first one concerns individual consumers and the sphere of services connected with these consumers, mainly in the area of residential and public utility building; the second product are the energy self-sufficient agricultural and livestock farms; and in the third product/service there is described a production plant on its way to electroprosumerism. Ascertained is that in future one should aim for creation of a closed circle economy system (GOZ) in the area of local authority activities, housing estates and firms. GOZ should comprise all energy media and the whole environmental policy, including waste management, in a given area. Described is a system that is the basic work tool for every operator and that cannot be omitted in any of the proposed solutions. Its principal task is full control and management of production and distribution of energy in a given area (municipality, employment places, cooperatives, buildings). The presented here system (System SyNiS) monitors, supervises and controls the work of about 200 facilities on the territory of Poland.

Keywords: electroprosumerism, closed circle economy, control and management of production and distribution of energy in a given area, SyNiS system

Wstęp

Elektroprosumeryzm jest pojęciem nowym. Definicje, opis idei i wiele informacji o elektroprosumeryzmie znajdziemy na platformie <https://ppte2050.pl/platforman/index.php>, a podstawowe pojęcia w artykule prof. Jana Popczyka „*Transformacja energetyczna TETIP (transformacja energetyki w trybie innowacji przetomowej) do elektroprosumeryzmu wehikułem do przyszłości tu i teraz*” [1].

Jest to wprawdzie nowa idea przeprowadzania tak potrzebnej transformacji energetycznej, ale już obecnie możemy na rzeczywistych przykładach pokazać, że elektroprosumeryzm stosujemy w praktyce od 10 lat, tj. od kiedy zaczęliśmy wprowadzać pierwsze aktywne systemy zarządzania energią (system SyNiS) u elektroprosumentów (odbiorców końcowych). Podstawowym efektem tych zmian jest znaczne ograniczenie kosztów i zużycia energii w zmodernizowanych obiektach.

Stworzona platforma internetowa z systemem SCADA (nazwa własna SyNiS) pozwala obecnie zarządzać ciepłem, gospodarką ciepłowniczą uwzględniającą pasywizację budynków, wykorzystaniem ciepła odpadowego, a w niewielkim jeszcze stopniu reelektryfikacją OZE i sterować pracą urządzeń w ok. 200 obiektach na terenie Polski (opis tego systemu i jego możliwości przedstawiamy w dalszej części artykułu), w tym:

- 150 węzłów ciepłowniczych spółdzielni mieszkaniowych (SM),

- 15 węzłów ciepłowniczych wspólnot mieszkaniowych (WM),
- 7 gazowych generatorów ciepła SM,
- 1 układ kogeneracji gazowej współpracujący z instalacją kolektorów słonecznych szpitala,
- 1 węzeł ciepłowniczy współpracujący z instalacją kolektorów słonecznych WM,
- 6 systemów OZE (4 szkoły i 2 remizy) należących do samorządów terytorialnych,
- 8 węzłów ciepłych i jedna kotłownia gazowa należące do banku,
- 8 układów odzysku energii odpadowej w zakładach przemysłowych (ZP),
- 5 układów modernizacji systemów chłodzenia w ZP,
- 3 węzły ciepłownicze i 2 kotłownie gazowe w ZP.

W systemie pracuje obecnie ok. 500 urządzeń pomiarowych (liczniki energii elektrycznej, ciepłomierze, wodomierze, gazomierze) z odczytem danych w trybie „on-line”. Część zawartych kontraktów, w których pełniemy funkcję Operatora Usług Energetycznych, ma charakter kontraktów typu ESCO.

Ścieżki dojścia do pełnego elektroprosumeryzmu pokażemy na przykładzie trzech produktów/usług:

- pierwszy dotyczy odbiorców indywidualnych i sfery usług powiązanych z tymi odbiorcami, głównie w obszarze budownictwa mieszkalnego i publicznego (spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, budynki samorządów i urzędów, hotele, szpitale, centra handlowe lub rekreacyjne);

¹⁾ eGIE Sp. z o.o. Opole, e-mail: aj@egie.pl.

- drugi produkt to samowystarczalne energetycznie gospodarstwa hodowlane lub rolnicze;
- w trzecim produkcie/usłudze opiszemy zakład produkcyjny na drodze do elektroprosumeryzmu.

Część rozwiązań przedstawionych poniżej została już wdrożona, a część będzie wdrażana w najbliższym czasie. Ograniczenia w powszechnym wprowadzeniu przedstawionych rozwiązań dotyczą głównie strony prawnej i powiązanej z nią błędnej polityki energetycznej, środowiskowej i finansowej (i to nie tylko naszego kraju), wspieranej przez większość korporacji lub polityków.

Od strony technicznej ograniczeń w ich zastosowaniu w zasadzie nie ma, choć na pewno wymagać będą wprowadzania innowacji technologicznych wraz z ich pojawianiem się na rynkach technicznych. **Największym problemem przy powszechnym wprowadzaniu tych rozwiązań jest jednak brak wiedzy oraz dezinformacja medialna** (preferuje się zupełnie inne, znacznie gorsze i mniej efektywne rozwiązania).

Od strony ekonomicznej większość z zaproponowanych rozwiązań jest opłacalna już teraz. Niewątpliwie jednak odpowiednia polityka finansowa może znacznie przyspieszyć wdrażanie zaproponowanych rozwiązań. Barierą w finansowaniu tych rozwiązań jest także nadmierny formalizm i biurokracja, a także błędna metodologia oceny opłacalności; np. w analizach posługujemy się danymi historycznymi i prawie nigdy nie bierzemy pod uwagę przyszłych ogromnych kosztów ekonomicznych i ekologicznych w przypadku, gdy zaniechamy wprowadzenia przedstawionych rozwiązań.

Biorąc pod uwagę koszt termoeologiczny [2] tego typu modele musimy zacząć wprowadzać na szeroką skalę już teraz, gdyż dzięki temu ograniczymy znacznie skutki globalnego ocieplenia i czekającej nas katastrofy ekologicznej.

Musimy także zmienić bardzo wiele w technice, w ekonomii oraz w rozwiązaniach legislacyjnych, aby takie rozwiązania wprowadzić w życie. Nie mamy jednak wyjścia, gdyż bez takich odważnych i innowacyjnych rozwiązań nie uratujemy naszej planety.

ZAŁOŻENIA I PRAKTYCZNE KIERUNKI WDROŻENIA ELEKTROPROSUMERYZMU

W przyszłości powinniśmy dążyć do stworzenia **gospodarki obiegu zamkniętego (system GOZ)** w obszarze działania samorządów, osiedli mieszkaniowych czy firm. GOZ powinna obejmować wszystkie media energetyczne, a także całą gospodarkę środowiskową (w tym także gospodarkę odpadami) na danym terenie. Idealne do wprowadzania takich zmian są już istniejące gminne przedsiębiorstwa komunalne lub lokalne firmy ciepłownicze należące do samorządów, które mogą przejąć funkcje operatorów GOZ. Można także utworzyć nowe podmioty (firmy).

Podstawowym kontraktem związanym z produkcją, dostawą i zużyciem energii (i nie tylko energii) w GOZ będą kontrakty typu ESCO [5]. Celem firm działających w formule ESCO jest oszczędność energii i kosztów zewnętrznych. Drugim celem jest działanie na rzecz lokalnej społeczności i jej potrzeb (cele te będą różne w zależności charakteru danego obszaru).

Aby zapewnić środki finansowe na działanie GOZ należy przeznaczyć części oszczędności uzyskanych na obniżeniu kosztów energii i innych usług na stworzenie Funduszu Ekologicznego. Fundusz taki powinien być wykorzystywany tylko i wyłącznie na rozwój GOZ oraz jego obsługę. W ramach GOZ tworzony jest plan wieloletni dochodzenia do zeroemisyjności na danym obszarze. Inicjatorem utworzenia GOZ powinien być lokalny samorząd. GOZy mogą łączyć większe obszary działania w przypadkach, gdy można uzyskać efekty synergii (skali).

Przedstawione w artykule produkty/usługi są tylko przykładem możliwych rozwiązań w ramach GOZ, gdyż jest ich znacznie więcej.

Produkt/usługa I Elektroprosument – osiedle mieszkaniowe

Przedstawiony poniżej produkt/usługa jest wdrażany na jednym z osiedli mieszkaniowych niewielkiej spółdzielni mieszkaniowej w województwie opolskim. Jego celem jest utworzenie lokalnego systemu generacji rozproszonej dostarczającego energię elektryczną i ciepło do istniejących budynków mieszkalnych niewielkiego osiedla. Będzie to system rozproszony, w którym wytwórca energii staje się jednocześnie jej odbiorcą; staje się więc elektroprosumentem.

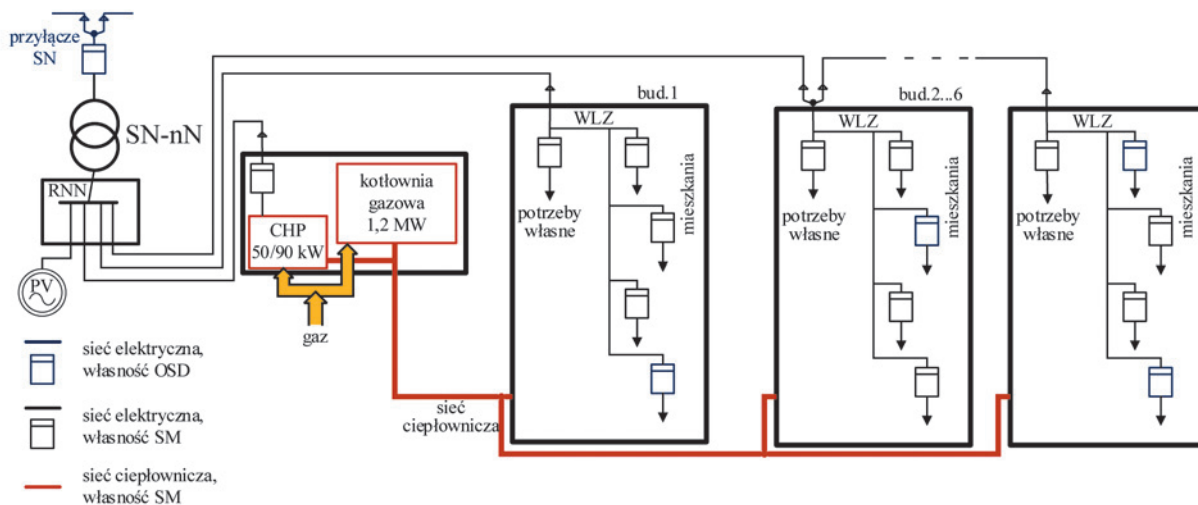
Model ten można rozszerzyć także na innych odbiorców (większe wspólnoty mieszkaniowe, samorządy terytorialne, małe firmy, szpitale, hotele, centra handlowe itp.), którzy mogą w ten sposób znacznie ograniczyć koszty związane z zakupem energii elektrycznej i ciepła, a także przyczynić się do znacznej redukcji emisji gazów cieplarnianych (ograniczenie zużycia energii pierwotnej). Model można „wzbogacić” wprowadzając dodatkowo źródła energii odnawialnej (biogazownie, fotowoltaikę PV, elektrownie wiatrowe).

Idealnym rozwiązaniem dla rozwoju takich systemów byłoby wprowadzenie zasady współużytkowania sieci energetycznej po stronie niskiego napięcia. Niestety w obecnym stanie prawnym i organizacyjnym jest to niemożliwe, ale teoretycznie nie ma żadnych przeszkód, aby takie rozwiązanie w przyszłości zastosować w praktyce (np. w formie lokalnej „piaskownicy energetycznej”, czyli Sandboxu).

Obecny system odbioru energii przez końcowych użytkowników

Typowy układ dostawy i odbioru energii na osiedlu mieszkaniowym przedstawiono na rysunku 1 (bez układu CHP i PV). Może być to także każdy inny odbiorca podłączony do sieci niskiego napięcia (budynki samorządu, szpitale, hotele, baseny itp.).

Układ elektroenergetyczny należy do lokalnego operatora systemu dystrybucyjnego (OSD). Składa się on z: sieci średniego napięcia (SN), transformatora SN-nN, rozdzielni niskiego napięcia, sieci rozdzielczych niskiego napięcia (nN) do budynków, złączy kablowych w budynkach i liczników energii elektrycznej u odbiorców końcowych. Instalacje wewnętrzne (tzw. WLZ – wewnętrzne linie zasilające) w budynku (od złącza kablowego do liczników elektrycznych) są własnością właściciela budynku (w naszym przypadku – spółdzielni mieszkaniowej). Niezależnie



Rys. 1. Proponowany system dostawy energii elektrycznej i ciepła w modelu elektroprosumenta

CHP 50/90 kW – układ kogeneracji gazowej o mocy elektrycznej 50 kW i mocy cieplnej 90 kW,
 PV – możliwość zabudowy na dachach budynków instalacji fotowoltaicznych (etap III)

od struktury, sieci i przyłącza nN do budynków są stosunkowo krótkie, ponieważ stacje transformatorowe SN-nN znajdują się w pobliżu zasilanych budynków.

W tym systemie dostawy energii elektrycznej wszyscy odbiorcy energii elektrycznej rozliczani są według taryf niskonapięciowych (do 400 V): osoby fizyczne według taryfy G, a instytucje (także części wspólne budynków) według taryfy C. Dostawą energii elektrycznej zajmuje się lokalny operator OSD. Odbiorcy mogą wprawdzie wybrać dostawcę samej energii i w ten sposób wpływać na koszty jej zakupu, ale nie mają żadnego wpływu na koszty dystrybucji tej energii, gdyż muszą korzystać z usług lokalnego operatora OSD i taryf przez niego stosowanych. Taki system dostawy energii elektrycznej stosowany jest praktycznie u 100% odbiorców rozliczanych według taryf niskonapięciowych.

Podobny system obowiązuje w przypadku dostawy ciepła. Właścicielem kotłowni lokalnej lub węzła grupowego jest najczęściej lokalny dostawca ciepła (przedsiębiorstwo energetyki cieplnej – PEC), który jest także właścicielem sieci przesyłowych i węzłów budynkowych. W niektórych przypadkach właścicielem systemu ciepłowniczego lub jego części (źródła ciepła, sieci przesyłowych lub węzłów obiektowych) może być odbiorca ciepła.

Zarówno OSD, jak i PEC stosują cenniki oparte na taryfach zatwierdzanych przez Urząd Regulacji Energetyki (URE). Odbiorca nie ma żadnego wpływu na wysokość stosowanych stawek przez dostawców tej energii, gdyż prawo nie przewiduje możliwości udziału odbiorcy w ustalaniu kosztów w taryfach.

Jest to typowy monopol narzucony systemowo, przez Prawo energetyczne i inne przepisy, a także wieloletnią praktykę. Mówi się nawet o tzw. monopolu naturalnym.

Należy podkreślić, że oba systemy, elektroenergetyczny oraz ciepłowniczy, są niepowiązane ze sobą i obsługiwane przez dwa zupełnie niezależne podmioty. Modele takich systemów funkcjonują powszechnie i nieprzerwanie od kilkudziesięciu lat (i to nie tylko w Polsce). Z tego także powodu rozwój energetyki rozproszonej, gdzie odbiorca jest jednocześnie właścicielem/współużytkownikiem systemu elektroenergetycznego i ciepłowniczego, jest w dzisiejszym stanie prawnym praktycznie niemożliwy.

Taki system dostawy ciepła funkcjonował także na naszym Osiedlu do końca września 2019 roku.

Osiedle zużywało następujące ilości ciepła:

- dla potrzeb ogrzewania budynków 1636 MWh/rok,
- dla potrzeb podgrzania cwu 1160 MWh/rok,
- moc zamówiona wynosiła 1,3 MW,

Razem koszt ciepła (taryfa): 925 000 zł/rok

Zużycie energii elektrycznej przez Osiedle:

- mieszkania 423 MWh/rok,
- części wspólne 100 MWh/rok,

Koszt dostawy energii elektrycznej 400 000 zł/rok

Nowy model energetyki – elektroprosumeryzm

W zaproponowanym modelu dostawy energii elektrycznej oraz ciepła do budynków odbiorca tej energii (w naszym przypadku spółdzielnia mieszkaniowa) staje się jednocześnie wytwórcą znacznej jej części. Oznacza to, że odbiorca **musi stać się** właścicielem źródeł energii, z których będzie ona dostarczana do budynków mieszkalnych. Celem głównym jest zawsze obniżenie zużycia energii i jej kosztów u odbiorcy końcowego. Celem pośrednim, lecz równie ważnym, jest także ograniczenie zużycia energii pierwotnej oraz emisji gazów cieplarnianych w skali globalnej.

W układzie tym zmienia się całkowicie sposób wytwarzania i dostawy energii elektrycznej i ciepła do budynków i mieszkań Osiedla, gdyż SM staje się elektroprosumentem.

Spółdzielnia kupuje gaz dla zasilania kotłowni i CHP (kogenerator gazowy) oraz energię elektryczną (brakującą) po stronie średniego napięcia (w taryfie B). Znaczną część energii elektrycznej produkuje CHP, ale moc układu CHP dobrana jest do zapotrzebowania Osiedla na ciepło niezbędne do podgrzania ciepłej wody. Obsługą całego systemu zajmuje się firma ESCO.

Niestety, w obecnym systemie prawnym, dostarczenie energii elektrycznej wymaga utworzenia lokalnego OSD, choć jest on tutaj zupełnie zbędny i generuje zbędne koszty (opłata dystrybucyjna + koszty dodatkowe) oraz obowiązki biurokratyczne. Jest to typowy przykład nadmiernego fiskalizmu i zbędnych prawnych regulacji, które są bardzo kosztowne dla odbiorców końcowych.

Rozwiązaniem w przyszłości może być zasada współużytkowania sieci niskonapięciowych. Od strony technicznej, a także opomiarowania odbiorców i ich rozliczania, współużytkowanie sieci nie stanowi już problemu, a dodatkowo wprowadzenie tej możliwości pozwoliłoby uniknąć wysokich nakładów finansowych związanych z koniecznością rozdzielni systemów dystrybucji, co niestety w obecnym stanie prawnym jest konieczne. Zasady współużytkowania sieci Nn (wraz ze stacjami transformatorowymi) oraz sposób rozliczania dostarczanej taką siecią energii powinny być ustalone w formie np. oddzielnej taryfy lub w formie porozumienia/umowy z aktualnym dystrybutorem. W celu „przetestowania” takiego rozwiązania można utworzyć lokalny Sandbox z obecnym dystrybutorem energii i sprawdzić możliwość współużytkowania sieci dystrybucyjnej wraz z modelami rozliczeniowymi (biznesowymi).

Trzy etapy programu

Etap I (wykonany w roku 2019/20)

1. Przejęcia systemu ciepłowniczego do dostawcy ciepła (wykonano w 2019).
2. Zawarcie umowy z dostawcą gazu na dostawę gazu dla potrzeb kotłowni (wykonano w 2019).
3. Modernizacja systemu ciepłowniczego Osiedla wraz z Systemem Zarządzania Energią SyNiS (wykonano w 2020).

Etap II (planowany do realizacji w roku 2021/22)

1. Budowa stacji transformatorowej 400 kVA (otrzymano z *Tauron* warunki zabudowy takiej stacji).
2. Wykonanie nowej rozdzielni niskiego napięcia.
3. Wykonanie nowych sieci energetycznych na terenie osiedla lub ich przejęcie/współużytkowanie z obecnym OSD (*Tauron*).
4. Zabudowa nowego układu kogeneracji gazowej o mocy elektrycznej 50 kW i cieplnej 90 kW.
5. Utworzenie lokalnego OSD (w razie konieczności!).
6. Montaż liczników energii u odbiorców (opomiarowanie mieszkań) lub ich zakup od *Tauron*.

Efekty wprowadzenia programu:

| | |
|--|-----------------------|
| Koszty przed modernizacją | 1 325 000 zł/rok |
| Koszty po modernizacji | 725 000 zł/rok |
| Roczna oszczędność | 600 000 zł/rok |
| Koszt modernizacji systemu ciepłowniczego | 1 380 000 zł |
| Koszt CHP i modernizacji systemu elektrycznego ²⁾ | 1 300 000 zł |
| Razem koszty modernizacji | 2 680 000 zł |
| Czas zwrotu nakładów | 4,5 lat |
| Redukcja emisji CO ₂ | 310 ton/rok |
| Obniżenie zużycia ciepła | 500 MWh/rok. |

²⁾ koszt byłby znacznie niższy (o ok. 50%) gdyby dopuścić współużytkowanie sieci nN

W kolejnym etapie planowana jest budowa instalacji PV na dachach budynków na terenie Osiedla (moc ok. 50 kW).

Etap III (perspektywa 5-10 lat)

Zakłada się opracowanie planu GOZ przez gminę i powołanie operatora ESCO (może nią być istniejący Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej). W ramach GOZ na terenie lokalnej oczyszczalni ścieków powstanie biogazownia produkująca biogaz z osadów ściekowych i organicznych odpadów komunalnych, zbieranych od mieszkańców i z terenów zielnych. Można także wykorzystać naturalny substrat z hodowli zwierząt lub z odpadów poprodukcyjnych roślin miejscowych rolników i hodowców.

Przewiduje się, że ok. 50% energii w tej miejscowości będzie produkowane lokalnie przez własne źródła energii (biogaz, kogeneracja gazowa, PV, elektrownia wiatrowa).

Dodatkowo zakłada się zmniejszenie zużycia energii o ok. 30% w ramach pasywizacji budownictwa oraz wprowadzenia nowych technologii (np. pompy ciepła). Do roku 2030 na terenie GOZ nie będzie źródeł węglowych ani innych na paliwa stałe. Źródła te zostaną zastąpione przez źródła gazowe/biogazowe oraz pompy ciepła. Dystrybucja energii elektrycznej nN na terenie gminy odbywać się będzie na zasadzie współużytkowania sieci energetycznych nN (sieci wraz z transformatorami i rozdzielniami).

Podsumowanie do produktu/usługi I

Zaprezentowane wyniki realizowanego projektu na niewielkim osiedlu jednoznacznie wskazują na bardzo wysoką opłacalność takiej inwestycji. Oczywiście, aby go zrealizować potrzebna jest wiedza i pomoc firm zewnętrznych działających w formule *ESCO*. Nie ma żadnych przeszkód, a wręcz należy dążyć do tego, aby firmami *ESCO* stały się firmy ciepłownicze, które są najczęściej właścicielami majątku ciepłowniczego. Należy „jedynie” przekazać ten majątek odbiorcy, zmodernizować go (finansowanie wspólne), zrezygnować z koncesji i taryf (paliwo kupuje odbiorca) i ustalić wynagrodzenie za obsługę systemu oraz podział generowanych oszczędności.

W kolejnym etapie można zabudować układ kogeneracji oraz dodatkowe źródła OZE. Następnym krokiem powinno być wprowadzenie zasady współużytkowania systemu dystrybucji energii elektrycznej na takim obszarze, obniżając tym samym koszty dystrybucji dla odbiorców końcowych.

Firma ESCO powinna zarabiać na eksploatacji systemu oraz generowanych oszczędnościach związanych z zużyciem i kosztami energii, a nie na sprzedaży energii.

Kolejnym krokiem będzie wprowadzenie planu GOZ i powołanie lokalnego operatora GOZ na terenie gminy, wdrażanie programów związanych z pasywizacją budownictwa, likwidacją źródeł węglowych, wprowadzanie źródeł energii opartych na biogazie oraz innych źródłach typu OZE.

Tego typu rozwiązania powinny być powszechne za 5-15 lat. Uzyskany efekt to znaczne obniżenie zużycia energii i jej kosztów, redukcja emisji gazów cieplarnianych i, w przyszłości, przejście do pełnego elektroprosumeryzmu.

Produkt/usługa II Samowystarczalne energetycznie gospodarstwo

Samowystarczalne Energetycznie Gospodarstwo (SEG) oznacza gospodarstwo hodowlane lub rolnicze (uprawy roślin) o prawie zerowej emisji odpadów i zanieczyszczeń. Jest to gospodarstwo, w którym nie jest pobierana energia zewnętrzna w żadnej postaci. W SEG realizowana jest pełna Gospodarka Obiegu Zamkniętego. Jest to także gospodarstwo, gdzie zasada elektroprosumeryzmu jest całkowicie spełniona.

Zakłada się, że takie gospodarstwo powinno mieć dostęp tylko do wody pitnej (np. studni). Tym samym jego lokalizacja jest niezależna od dostępu do mediów energetycznych, w tym także do energii elektrycznej. Oznacza to, że SEG pracuje w systemie tzw. wyspy energetycznej, bez dostępu do sieci elektroenergetycznej. Gospodarstwa takie mogą więc być lokalizowane z dala od siedzib ludzi, a wszystkie odpady organiczne poddane są utylizacji lub wykorzystywane do wytwarzania energii.

Budowa bezemisyjnego i samowystarczального energetycznie gospodarstwa hodowlanego/rolniczego w obecnym stanie techniki jest możliwa i jest już opłacalna. Biorąc pod uwagę efekty ekologiczne i wymagania środowiskowe (lokalizacja z dala od budynków mieszkalnych), takie gospodarstwa będą przyszłością każdej hodowli/chowu zwierząt.

Możliwe jest także dostosowanie istniejących gospodarstw do idei gospodarstwa SEG poprzez zabudowę mikrobiogazowni i odpowiednie dostosowanie urządzeń elektrycznych do współpracy z kogeneratorem zasilanym biogazem.

Cechy funkcjonalne systemu SEG

1. Podstawowym źródłem energii elektrycznej i ciepła jest kogeneracja zasilana biogazem.
2. Układ kogeneracji zasilany biogazem (co najmniej dwa silniki napędowe) o zmiennej charakterystyce generowanej mocy dostosowanej do potrzeb odbiorców. Dwa układy kogeneracyjne zapewniają bezpieczeństwo w przypadku planowych odstawień (serwisu) i awarii.
3. System zarządzania energią (SZE) optymalizuje zużycie energii przez budynki, instalacje i urządzenia.
4. Mikrobiogazownia (fermentator) „zasilana” jest odchodami zwierząt i dostępną biomasą z gospodarstwa.
5. Poferment, po procesie produkcji biogazu, staje się pełnowartościowym nawozem naturalnym.

Wymagania techniczne systemu SEG

1. Niskoenergetyczne napędy i odbiory o zmiennym i regulowanym obciążeniu sterowane przez SZE i współpracujące z kogeneracją (układy nadążne).
2. Odpowiedni standard energetyczny budynków, instalacji i urządzeń (energooszczędne).
3. Odpowiedni system magazynowania energii (zasobniki biogazu oraz ciepła) w celu zapewnienia ciągłości pracy urządzeń.
4. Awaryjne źródło zasilania w energię elektryczną (agregat na gaz LNG lub olej napędowy).
5. Zbiorniki na odchody i poferment zapewniające odpowiedni sposób ich przechowywania.
6. Dodatkowe źródło zasilania w ciepło (kocioł na biogaz).

SEG przyczynia się także do ogromnej redukcji emisji gazów cieplarnianych (CO₂ i metan). Przykładowo dla mikrobiogazowni z kogeneracją o mocy elektrycznej 20 kW redukcja gazów cieplarnianych przeliczona na CO₂ wynosi ok. 2900 ton na rok. Dla porównania redukcja emisji CO₂ dla układu fotowoltaiki (PV) tej samej mocy wynosi jedynie 16 ton na rok. Tak, więc **efekt ekologiczny dla mikrobiogazowni jest 180 razy większy niż dla PV!; jest to jedyne na świecie paliwo, którego spalanie powoduje REDUKCJĘ emisji gazów cieplarnianych.**

Etap I

W miejscowości Urbanowice pod Kędzierzynom-Koźle, na terenie fermy krów, funkcjonuje mikrobiogazownia kontenerowa o mocy elektrycznej 10 kW. Wcześniej mikrobiogazownia ta pracowała na fermie kur niosek w gospodarstwie pod Pszczyną (Studzionka). W mikrobiogazowni prowadzone są badania i testy związane z procesami fermentacji i produkcji biogazu oraz produkcji energii w kogeneracji (jednoczesna produkcja energii elektrycznej i ciepła z zastosowaniem silnika spalinowego zasilanego biogazem, napędzającego prądnicę asynchroniczną).

Mikrobiogazownia jest obsługiwana przez system SyNiS zapewniający pełny podgląd i sterowanie procesami z wykorzystaniem Internetu. Od połowy kwietnia 2021 roku biogazownia zostanie włączona do pracy ciągłej.

Etap II

W ramach dotacji z RPO realizowany jest projekt pt. „System dostosowujący biogazowy agregat spalinowy i prądnicę indukcyjną do regulacji mocy elektrycznej w układzie on-grid i off-grid”. Projekt ten dotyczy możliwości pracy gospodarstwa z mikrobiogazownią w układzie „wyspy energetycznej”. Planowany termin zakończenia projektu to czerwiec 2021 roku.

Agregaty kogeneracyjne oparto na silnikach Perkinsa (trzy modele o mocach prądnic 10, 20 i 40 kW). Silniki te stosowane są w polskich ciągnikach *Ursus* i są znakomicie znane rolnikom polskim. Prądnice asynchroniczne wykonano opierając się na typowych silnikach asynchronicznych (np. produkcji *Celmy Cieszyn*).

W etapie tym planuje się uruchomienie seryjnej produkcji takich kogeneratorów (mikrobiogazowni) w liczbie ok. 120 na rok. Przewidywane uruchomienie produkcji seryjnej mikrobiogazowni to początek 2022 roku (otrzymano dotację z funduszy norweskich na uruchomienie seryjnej produkcji takich małych biogazowni). Planuje się, że pierwsze gospodarstwo SEG powstanie na terenie budowanej fermy kur niosek w pobliżu Opola.

Etap III

Utworzenie samowystarczalnych i bezemisyjnych gospodarstw hodowli zwierząt i upraw rolniczych jest przyszłością rolnictwa i energetyki w Polsce i na świecie. Technologia ta może być także wykorzystana w firmach zajmujących się przetwarzaniem produktów rolnych (owoce, warzywa, zboża itp.) gdzie występują odpady organiczne poprodukcyjne.

W bardzo wielu przypadkach, ilość energii elektrycznej i ciepła pozwoli na utworzenie małych wysp energetycznych na terenach, gdzie nie ma dostępu do sieci energetycznych (eliminacja ubóstwa energetycznego związanego z brakiem dostępu do energii). Dodatkowo poferment staje się naturalnym nawozem, którym można zastąpić nawozy sztuczne.

Ważnym założeniem jest dostosowanie wielkości biogazowni do posiadanego substratu naturalnego; nie przewiduje się upraw energetycznych lub dowożenia dużych ilości substratów zewnętrznych do biogazowni. Takie małe biogazowe elektrociepłownie nie tylko zapewnią tanią energię, ale także przyczynią się do znacznej redukcji emisji gazów cieplarnianych (głównie biogazu). **Jest to najlepsze na świecie źródło energii, którego bilans emisji gazów cieplarnianych jest ujemny!, tzn., że przy produkcji energii z wykorzystaniem biogazu redukujemy emisję gazów cieplarnianych.** Produkcja takich lokalnych elektrociepłowni może opierać się na własnych, rodzimych fabrykach silników spalinowych w danym kraju. Jest to także bardzo skuteczna metoda na ograniczenie w świecie ubóstwa energetycznego, czyli braku dostępu do energii elektrycznej.

Przewagę mikrobiogazowni nad innymi źródłami OZE przedstawia tabela 1. Przyjęte wyliczenia dotyczą źródeł energii o mocy elektrycznej 40 kW.

Założenia do analizy porównawczej:

- liczba godzin – PV 1000 h/rok
- liczba godzin – elektrownia wiatrowa 2000 h/rok
- liczba godzin – mikrobiogazownia 8000 h/rok
- koszt CO₂ 35 euro/Mg
- wsparcie dla kogeneracji 155 zł/MWh
- cena energii elektrycznej 500 zł/MWh
- cena ciepła 100 zł/MWh.

Uwagi do tabeli 1:

1. Przeliczenie nakładów inwestycyjnych na moc zainstalowaną jest błędem powielanym w większości analiz; nie ma znaczenia, jaka jest moc źródła z punktu widzenia ekonomii, lecz ile energii z danego źródła uzyskamy i jaki będzie nakład inwestycyjny na 1 MWh produkowanej energii (nie tylko elektrycznej).
2. Czas użytkowania układu CHP wynosi ok. 8 lat. W nakładach na inwestycję ujęto konieczność wykonania remontu kapitalnego CHP po ok. ośmiu latach użytkowania.
3. Małe biogazownie były do tej pory nieopłacalne z uwagi na bardzo wysokie koszty eksploatacji jednostki wytwórczej. Koszt za 1 motogodzinę pracy kogeneratora wynosi na rynku od 15 do 25 zł, co daje roczne koszty eksploatacji na poziomie 120-200 tys. zł/rok. W proponowanych układach

(silniki Perkinsa) koszt ten wynosi ok 3 zł/mg, gdyż serwisem silnika zajmuje się użytkownik.

4. Do dodatkowych przychodów należy doliczać unikniętą emisję CO₂. Jest to propozycja zmiany dotychczasowego systemu rozliczeń. W rozliczaniu opłat za CO₂ dotychczas biorą udział tylko wytwórcy energii oraz państwa. Odbiorca energii (elektroprosument) nie bierze udziału w tym handlu, a jest to błąd. Taki system zachęty dla odbiorców energii wymaga jednak zmian legislacyjnych i woli politycznej.
5. Biogazownie muszą korzystać tylko i wyłącznie z dostępnego naturalnego substratu; uprawa roślin energetycznych jest błędem. Także budowa dużych biogazowni, które wymagają dowożenia całego lub większej części substratu, jest błędem. Ilość naturalnego substratu jest ogromna i nie ma potrzeby, aby uprawić rośliny energetyczne, co wiąże się z dodatkowym obciążeniem środowiska i zajmowaniem ziemi pod takie uprawy.
6. Efektem dodatkowym użytkowania biogazowni jest utylizacja odpadów organicznych – nie ujęto tego w analizach, ale w wielu przypadkach jest to problem, który można najlepiej rozwiązać stosując biogazownie. Koszty utylizacji np. osadów ściekowych to obecnie od 200 do nawet 1000 zł/tonę. W przypadku biogazowni 40 kW przerobić można ok. 10 ton osadu na dobę. Uniknięte koszty roczne związane z utylizacją osadów są więc bardzo duże. Małe oczyszczalnie na terenie gminy/powiatu mogą dowozić osad w jedno miejsce, gdzie będzie on utylizowany w lokalnej biogazowni.
7. Efektem jest także uzyskanie pofermentu pozbawionego części organicznych, przykrego zapachu (fetoru) i odgazowanego. Jest to naturalny nawóz do gospodarczego wykorzystania, nieszkodliwy dla środowiska, który można wykorzystać w miejsce nawozów sztucznych.

Podsumowanie do produktu/usługi II

Gospodarstwa SEG to przyszłość hodowli i chowu zwierząt, a także innych gospodarstw (zakładów) z dostępem do odpadów organicznych. Należy zmienić politykę ekologiczną i mocno promować biogaz z naturalnych odpadów jako naturalne źródło energii i sposób na walkę z globalnym ociepleniem klimatu. Gospodarstwa takie powinny stać się przykładem drogi do pełnego elektroprosumeryzmu w rolnictwie.

Tabela 1

Porównanie różnych źródeł OZE

| Źródło | Moc, kW | Ilość energii elektrycznej oddawanej, MWh/rok | Ilość oddawanego ciepła, MWh/rok | Razem energia oddana, MWh/rok | Emisja uniknięta CO ₂ , Mg/rok | Koszt inwestycji | Lata użytkownia | Produkcja energii w czasie użytkowania, MWh | Nakłady na 1 MWhel | Nakłady na 1 MWh całość energii |
|--------------|---------|---|----------------------------------|-------------------------------|---|------------------|-----------------|---|--------------------|---------------------------------|
| PV | 40 | 40 | 0 | 40 | 32 | 160 000 | 20 | 800 | 200 | 200 |
| El. wiatrowa | 40 | 80 | 0 | 80 | 64 | 240 000 | 20 | 1 600 | 150 | 150 |
| Biogaz | 40 | 288 | 224 | 512 | 5 495 | 1 200 000 | 16 | 8 192 | 335 | 146 |

| Źródło | Roczne koszty uniknięte zakupu energii | Roczne koszty eksplat. | Przychody świadectwa | Wynik finansowy | Czas zwrotu | Ekw. CO ₂ zł/rok | Wynik z CO ₂ | Czas zwrotu z CO ₂ |
|--------------|--|------------------------|----------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| PV | 20 000 | 200 | 0 | 19 800 | 8,08 | 4 928 | 24 728 | 6,47 |
| El. wiatrowa | 40 000 | 3 000 | 0 | 37 000 | 6,49 | 9 856 | 46 856 | 5,12 |
| Biogaz | 166 400 | 28 000 | 49 600 | 188 000 | 6,38 | 846 207 | 1 034 207 | 1,16 |

Produkt/usługa III Elektroprosumeryzm w przemyśle

Przemysł stanowi ogromny potencjał na drodze do elektroprosumeryzmu.

W pierwszej kolejności należy podnieść efektywność energetyczną w występujących procesach technologicznych i energetycznych. W tym celu szukamy sposobów na wykorzystanie energii odpadowej z procesów technologicznych oraz zwiększamy efektywność energetyczną w istniejących źródłach i odbiorach energii. Najważniejszym dokumentem przy tego typu zadaniach staje się audyt energetyczny, który pokazuje takie możliwości.

W tabeli 2 pokazano wyniki wdrożenia zaleceń audytów energetycznych w ośmiu zakładach przemysłowych. W trzech zakładach energii odpadowej było tak dużo, że udało się je odłączyć od zewnętrznych źródeł ciepła.

W tych ośmiu zakładach zaoszczędzono ponad 44 GWh/rok energii (to mniej więcej tyle, ile rocznie potrzebuje 20-tysięczne miasto na ogrzewanie). Wydaliliśmy na te przedsięwzięcia 17,64 milionów złotych, uzyskując roczne oszczędności na poziomie 10 mln zł. Uzyskaliśmy wsparcie w formie „białych certyfikatów” na poziomie 2,5 mln złotych, przy czym w dwóch zakładach wpływy za sprzedaż „białych świadectw” przekroczyły nakłady. Czas zwrotu nakładów wyniósł średnio niecałe półtora roku. Efekt ekologiczny to redukcja emisji ok. 9000 ton CO₂ rocznie. Nad koncepcją i projektami pracował pięcioosobowy zespół.

Przykłady zrealizowanych działań w zakładach przemysłowych

W zakładach przemysłowych często występują procesy technologiczne, podczas których zużywa się duże ilości ciepła (przemysł odlewniczy, chemiczny, hartowanie, mleczarnie, przemysł spożywczy). Ciepło to dostarczane może być w różnej postaci (para, ciepło w wodzie gorącej, spaliny ze spalania paliw) i prawie zawsze w takich procesach występuje ciepło odpadowe.

Przykładem mogą być procesy obróbki cieplnej metali, gdzie spaliny opuszczające piece technologiczne mają temperaturę często powyżej 400°C. Często takie procesy prowadzone są w sposób ciągły, a nierzadko proces obróbki cieplnej trwa nieprzerwanie

nawet kilka miesięcy (w procesach cynkowania lub produkcji związków z produkcją wełny mineralnej nawet kilka lat).

Drugim niewykorzystanym źródłem ciepła może być ciepło z chłodzenia sprężarek powietrza (sam proces sprężania wykorzystuje jedynie ok. 6-7% dostarczonej energii elektrycznej, reszta jest zamieniana na ciepło). Ocenia się, że ok. 10% energii elektrycznej w zakładach produkcyjnych to energia zużywana dla potrzeb sprężania powietrza. Przy tak niskiej sprawności energetycznej tego medium (6-7%) ilość niewykorzystanej energii jest ogromna.

Innym rodzajem ciepła odpadowego jest ciepło z odparowania wtórnego kondensatu w zakładach, gdzie wykorzystuje się parę technologiczną. Dobrym rozwiązaniem w przypadku pary technologicznej jest wprowadzenie zamkniętych (wysokociśnieniowych) układów odbioru kondensatu (z reguły stosowany jest odbiór grawitacyjny).

Prawie każde ciepło odpadowe może być wykorzystane do różnych celów, głównie do ogrzewania zakładu, podgrzewania ciepłej wody lub w procesach technologicznych, gdzie wymagana jest niższa temperatura czynnika (np. myjki, wstępne podgrzewacze wody, ciepło technologiczne itp.). W wielu przypadkach ilość ciepła odpadowego może zaspokoić prawie całkowicie potrzeby ogrzewania hal i biur oraz podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Odpowiednie wykorzystanie tego ciepła nierzadko pozwala całkowicie zrezygnować z zakupu ciepła z sieci miejskiej lub znacznie ograniczyć pracę własnej kotłowni.

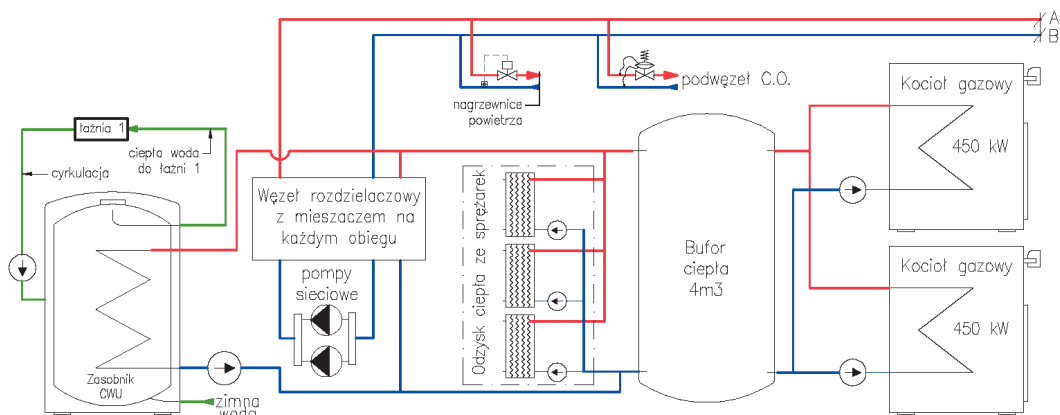
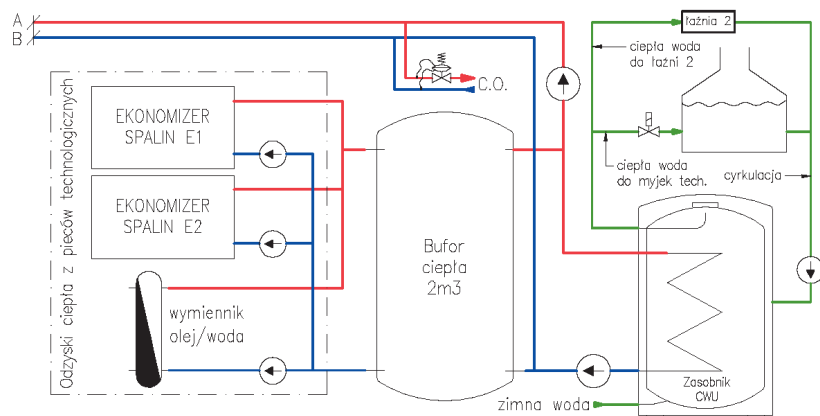
Przykładem wzorcowego wręcz wykorzystania ciepła odpadowego z procesów technologicznych (i sprężarek) jest jeden z zakładów na Śląsku. W procesach technologicznych wykorzystywane są dwie linie technologiczne hartownicze opalane palnikami gazowymi (moc pieca hartowniczego ok. 1 MW każdy). W zakładzie pracuje także 6 śrubowych sprężarek powietrza (moce elektryczne: 110, 100, 75, 65, 45, 45 kW). Do 2017 roku zakład ogrzewany był ciepłem z ciepłowni miejskiej (moc zamówiona 1,9 MW i zużycie ciepła 2000 MWh/rok), a cwu podgrzewano w miejscowych podgrzewaczach elektrycznych lub kotłowniach gazowych.

W roku 2016 wykonano audyt energetyczny tego zakładu, którego rezultatem był program wykorzystania ciepła odpadowego do ogrzewania zakładu, podgrzewania cwu oraz wody ciepłej dla myjek. W 2017 roku wyłączono zakład z ogrzewania miejskiego i wprowadzono własne źródła ogrzewania, a w 2018 zakończono całą modernizację. Schemat blokowy układu ogrzewania przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 2

Wyniki wdrożenia zaleceń audytów wykonanych przez eGIE w zakładach w latach 2013-2018

| Numer zakładu | Oszczędność, MWh/rok | Oszczędność, % | Nakłady, tys. zł | Oszczędność, tys. zł/rok | Uzyskane „białe certyfikaty”, tys. zł | Czas zwrotu, lata |
|----------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Zakład 1 (Gor) | 14 900 | 24,30 | 8 500 | 4 100 | 300 | 2 |
| Zakład 2 (Iso) | 3 100 | 3,00 | 1 100 | 1 400 | 0 | 0,79 |
| Zakład 3 (Rod) | 4 600 | 5,60 | 2 990 | 2 240 | 0 | 1,33 |
| Zakład 4 (Byt) | 4 500 | 8,50 | 1 460 | 850 | 140 | 1,55 |
| Zakład 5 (Jas) | 8 972 | 28,00 | 400 | 600 | 800 | 0 |
| Zakład 6 (Lub) | 1 600 | 4,00 | 850 | 420 | 0 | 2,02 |
| Zakład 7 (Bul) | 2 174 | 6,68 | 1 600 | 566 | 300 | 2,3 |
| Zakład 8 (Pol) | 4 500 | 9,40 | 740 | 320 | 920 | 0 |
| Suma | 44 346 | 16,91 | 17 640 | 10 496 | 2 460 | 1,45 |



Rys. 2.
System odzysku ciepła odpadowego w zakładzie produkcyjnym

Układ ten składa się z następujących źródeł:

- 1) ekonomizer spalin linii technologicznej nr 1 o mocy 140 kW i docelowej produkcji ciepła ok. 440 MWh/rok; wymiennik spaliny/woda schładza spaliny do temperatury ok. 120°C i podgrzewa wodę grzewczą do temp. ok. 80°C; w okresie letnim spaliny kierowane są przez obejście wymiennika lub dla potrzeb myjek technologicznych;
- 2) ekonomizer spalin linii technologicznej nr 2 o mocy 125 kW i docelowej produkcji ciepła 410 MWh/rok; układ ten działa analogicznie jak układ nr 1;
- 3) odzysk ciepła z chłodzenia oleju wykorzystywanego w procesie hartowania o mocy maksymalnej 150 kW i docelowej produkcji ciepła 300 MWh/rok; jest to ciepło odbierane przez wymienniki typu Jad z gorącego oleju (60-75°C), w którym schładzane są hartowane detale; woda w obiegu wtórnym podgrzewana jest do temperatury 60-65°C; ciepło z układów 1-3 magazynowane jest w postaci wody grzewczej w buforze o pojemności 2 m³ i wykorzystywana w instalacji CO lub w układzie podgrzewu wody użytkowej dla łazieni i wody kierowanej do osmiu myjek technologicznych;
- 4) odzysk ciepła z pięciu sprężarek o łącznej mocy 200 kW (gdy pracują wszystkie sprężarki) i docelowej produkcji ciepła ok. 700 MWh/rok; układ odzysku pracuje z buforem ciepła o pojemności 4 m³, który pełni także funkcję sprężła hydraulicznego dla układu kotłowego w nowej kotłowni; zgromadzone ciepło wykorzystywane jest na potrzeby CO i do podgrzewu wody użytkowej dla łazieni zakładowej;

- 5) kotłownia gazowa 1 MW pracująca jako źródło rezerwowe i szczytowe (docelowa produkcja ciepła < 550 MWh/rok); ciepło z kotłowni przekazywane do bufora w przypadku, gdy temperatura w nim jest niższa od zadanej.

Należy zaznaczyć, że poszczególne odzyski ciepła i kotłownie są w różnych lokalizacjach, a cały system ciepłowniczy został połączony i skonfigurowany w taki sposób, aby priorytetowo zagospodarować odzyskane ciepło odpadowe.

Wykonano także nowe węzły cieplne i zastosowano nowoczesne systemy automatyki. Cały system ogrzewania zakładu i wykorzystania energii odpadowej nadzorowany jest i sterowany z wykorzystaniem systemu zarządzania energią (system SyNIS). Całość prac zakończono w 2018 roku.

Koszty zewnętrzne związane z ogrzewaniem zakładu oraz podgrzewania cwu i wody do myjek technologicznych wynosiły przed modernizacją ok. 700 000 zł/rok. Po uruchomieniu całego systemu koszty te spadły do poziomu ok. 150 000 zł/rok (koszt gazu do kotłowni rezerwowej oraz przeglądy i konserwacje kotłów i ekonomizerów). Uzyskana roczna oszczędność kosztów eksploatacyjnych wyniosła ok. 550 000 zł/rok. Nakłady na modernizację systemu ogrzewania (łącznie) wyniosły 1,6 mln zł. Dodatkowo zakład otrzymał świadectwa efektywności energetycznej (tzw. białe świadectwa) na kwotę 300 000 zł.

Z uwzględnieniem wsparcia w postaci „białych certyfikatów”, koszty modernizacji wyniosły 1,3 mln zł, a prosty czas zwrotu inwestycji wyniósł ok. 2,3 roku. Niebagatelnym jest też efekt ekologiczny, gdyż modernizacja pozwoliła na redukcję emisji CO₂ na poziomie ok. 950 ton na rok.

Opisany przykład zrealizowanego projektu w funkcjonującym zakładzie produkcyjnym pokazuje, jak ogromne możliwości oszczędzania energii i jej kosztów występują w przemyśle.

Poniżej przedstawiono wybrane przykłady zastosowanych rozwiązań i wyniki ich wdrożenia w innych zakładach (ostatnie 7 lat).

1. Układ modernizacji systemu chłodzenia pieców technologicznych (koszt 700 000 zł; efekt 340 000 zł/rok).
2. Układ zmiany systemu chłodzenia wody technologicznej w zakładzie (koszt 255 000 zł; efekt 125 000 zł/rok).
3. Wykorzystanie ciepła odpadowego do ogrzewania biur i ciepłej wody (koszt 500 000 zł; efekt 125 000 zł/rok).
4. Układ wykorzystania ciepła wtórnego z układu kondensacji pary technologicznej (koszt 200 000 zł; efekt 90 000 zł/rok).
5. Układ kogeneracji gazowej w szpitalu współpracujący z instalacją kolektorów słonecznych (koszt 600 000 zł – dotacja 300 000; efekt 170 000 zł/rok).
6. Modernizacja systemu ogrzewania parowego 3 MW (koszt 400 000 zł; efekt 700 000 zł/rok).
7. Modernizacja systemu odbioru kondensatu na wysokociśnieniowy (koszt 2 800 000 zł efekt 800 000 zł/rok)
8. Wymiana kotła parowego węglowego na kocioł z automatycznym zasypem (koszt 380 000 zł; efekt 600 000 zł/rok).

Podsumowanie do produktu/usługi III

Ile jest takich zakładów produkcyjnych w Polsce i na świecie? Nie wiemy. Wiemy jednak, że gdyby udało się wykorzystać więcej energii odpadowej i zwiększyć efektywność w zakładach produkcyjnych, to w szybkim czasie zaoszczędzilibyśmy ogromne ilości energii i pieniędzy oraz zredukowalibyśmy olbrzymie ilości gazów cieplarnianych.

Nasuwa się pytanie, czemu takie rozwiązania nie są wykorzystywane na większą skalę? Przypuszczamy, że to brak wiedzy i niedocenianie efektów związanych z oszczędzaniem energii w procesach technologicznych i pomocniczych (pokutuje zasada: „produkcja jest najważniejsza”).

Rozwiązanie to wprowadzenie usługi operatora/audytora zewnętrznego, którego zadaniem byłoby wdrażanie takich rozwiązań i stała kontrola (korekta) działań w zakresie podnoszenia efektywności w zakładach. Na dziś jednak, zakłady nie chcą się godzić na taką usługę.

Analiza wykonanych modernizacji związanych z efektywnością energetyczną oraz wykorzystania energii odpadowej w przemyśle wykazuje, że nakłady inwestycyjne na takie przedsięwzięcia bardzo szybko się zwracają. Dodatkowo, uzyskane wsparcie do kosztów na modernizację w formie sprzedaży świadectw efektywności energetycznej („białe świadectwa”) na giełdzie powoduje zwiększenie opłacalności takich inwestycji.

Obecne bardzo wysokie ceny energii elektrycznej powodują także wysoką opłacalność układów kogeneracji gazowej. Wykonane analizy pokazują, że czasy zwrotu takich inwestycji to 3-4 lata (dla przemysłu). Ważne jest jednak zapewnienie pełnego wykorzystania ciepła z takich układów, często także w formie produkcji chłodu w układach absorpcyjnych.

Przemysł powinien zacząć swoją drogę do elektroprosumeryzmu właśnie od takich działań. Wymaga to jednak wykształcenia w najbliższych latach odpowiedniej kadry audytorów przemysłowych.

Niezmierzalnie ważnym elementem zapewniającym osiągnięcie wysokich oszczędności w zużyciu i kosztach energii jest zastosowanie **systemów zarządzania energią (SZE)**. Niestety większość dziś stosowanych SZE nie spełnia nawet podstawowych wymaganych funkcji.

Poniżej opisano system, który jest podstawowym narzędziem pracy każdego operatora i nie może być pominięty w żadnym z proponowanych rozwiązań. Głównym zadaniem SZE jest pełna kontrola i zarządzanie produkcją i rozdziałem energii na danym obszarze (gmina, zakład, spółdzielnia, budynek).

Przedstawiony poniżej system (System SyNiS) monitoruje, kontroluje i steruje pracą ok. 200 obiektów na terenie Polski.

Opis działania Systemu SyNiS

Poniżej przedstawiono schemat funkcjonalny działania systemu zarządzania energią. Zasada podstawowa to możliwość kontroli i sterowania każdym odbiorem lub źródłem przez Internet przy wykorzystaniu różnych aplikacji komunikacyjnych.

Dane z obiektów (źródła energii i odbiory) przekazywane są do sterownika lokalnego. Zebrane dane i informacje są następnie odczytywane przez sterownik i służą do aktywnego sterowania pracą wszystkich urządzeń obiektowych poprzez zmianę parametrów pracy tych urządzeń. Sterownik steruje pracą urządzeń autonomicznie (nie musi być połączony z Internetem).

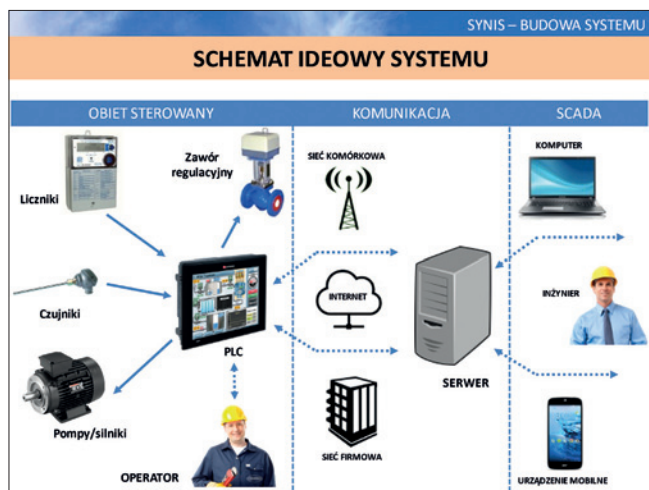
Sterownik w trybie „on-line” komunikuje się z Centrum Sterowania i przekazuje wszelkie informacje i dane o pracy obiektu. Dane te wykorzystywane są do aktywnego sterowania pracą obiektu, z wykorzystaniem ustalonych algorytmów pracy konkretnych urządzeń. Dodatkowo system na bieżąco zbiera wszelkie informacje o obiekcie (temperatury, przepływy, wskazania liczników ciepła lub energii elektrycznej) i je archiwizuje. W sposób automatyczny (np. informacja wysyłana na telefon komórkowy obsługi) system powiadamia operatora lub obsługę o awariach lub błędnej pracy urządzeń obiektu. Umożliwia on także bieżące podawanie stanu liczników (wodomierze, liczniki ciepła, licznik energii elektrycznej, gazomierz itp.).

Cała komunikacja między sterownikiem a Centrum Sterowania oraz między Centrum Sterowania a użytkownikami systemu (operatorzy, serwis, odbiorca i dostawca energii, dowolny użytkownik) odbywa się z wykorzystaniem Internetu. System archiwizacji danych umożliwia prezentację wyników pracy obiektu w wybranej formie (wykresy, dane tabelaryczne, grafeny) oraz przekazuje dane do odpowiednich osób (operator, dział rozliczeń, kadra zarządcy). Każdy z uczestników systemu może mieć dostęp do odpowiednich danych w zależności od ustalonego „progu dostępności”. Przykładowo, odbiorca energii będzie miał dostęp do danych bieżących lub historycznych dotyczących parametrów pracy obiektu i zużycia energii, serwis może wprowadzać ręczne korekty pracy obiektu w stanach awaryjnych, a operator systemu może zmieniać algorytmy pracy sterownika (także na życzenie odbiorcy) i w ten sposób zmieniać parametry pracy sterownego obiektu.

Ważną funkcją jest możliwość zmiany oprogramowania sterowników obiektowych z wykorzystaniem łączności internetowej, tj. bez konieczności obecności operatora na obiektach.

Wymagana funkcjonalność Systemu Zarządzania Energią

| OPIS WYMAGANIA | |
|--------------------------------|---|
| OGÓLNE WYMAGANIA FUNKCJONALNE | |
| A | |
| A01 | Pozyskiwanie, archiwizacja i prezentacja danych pomiarowych z czujników i urządzeń pomiarowych, a także aktualnych parametrów pracy (stanu) sterowanych elementów wykonawczych |
| A02 | Sterowanie elementami wykonawczymi, źródłami i odbiorami energii (technologią) |
| A03 | Alarmowanie w przypadku zaistnienia dowolnie zdefiniowanych stanów granicznych systemu |
| A04 | Autoryzacja dostępu do systemu dowolnie zdefiniowanej listy użytkowników |
| WYMAGANIA NIEFUNKCJONALNE | |
| B | |
| B01 | Dostęp do systemu SCADA za pomocą przeglądarki internetowej (np. Firefox, Chrome, Internet Explorer), bez konieczności instalowania dodatkowych wtyczek (np. Flash, Silverlight, JAVA) |
| B02 | Możliwość uruchomienia serwerowej części systemu SCADA pod kontrolą systemu operacyjnego Windows i Linux |
| B03 | Możliwość komunikacji między serwerową częścią systemu SCADA a częścią pomiarowo-wykonawczą za pomocą łącza kablowego (ETHERNET) oraz łącza bezprzewodowego (sieć komórkowa) |
| B04 | Poprawna praca elementów wykonawczych zgodnie z zadaniem algorytmem działania w przypadku braku komunikacji z częścią serwerową systemu SCADA (autonomiczne działanie systemów regulacji) |
| B05 | Możliwość późniejszej rozbudowy systemu o kolejne elementy pomiarowe lub wykonawcze, a także o kolejne raporty i narzędzia analityczne |
| B06 | Archiwizacja danych w relacyjnej bazie danych typu SQL, do której możliwy jest dostęp z zewnętrznych systemów informatycznych |
| WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A01 | |
| C | |
| C01 | Współpraca z czujnikami temperatury typu: PT100, NI100, NI120, PT1000, NI1000, termopary B, E, J, K, N, R, S, T |
| C02 | Współpraca z dowolnymi czujnikami i urządzeniami pomiarowymi wystawiającymi informację w postaci napięciowej (np. 0-10V) i/lub prądowej (np. 4-20 mA) i/lub impulsowo |
| C03 | Możliwość komunikacji z dowolnymi urządzeniami pomiarowymi obsługującymi protokoły MODBUS, CANBUS, PROFIBUS, ETHERNET, RS485 i/lub RS232, w tym także z licznikami ciepła (częstotliwość przesyłu danych z liczników ciepła 5-30 sekund) |
| C04 | Archiwizacja aktualnych danych z dowolnie wskazaną częstotliwością próbkowania w zakresie od 1 do 300 sekund |
| C05 | Prezentacja aktualnych danych w Systemie SCADA w postaci uproszczonych schematów technologicznych z naniesionymi odczytami z czujników i urządzeń |
| C06 | Prezentacja historycznych danych pomiarowych z czujników i urządzeń w postaci wykresów |
| C07 | Prezentacja danych pomiarowych z wielu czujników i urządzeń na jednym wykresie wraz z możliwością skalowania poszczególnych linii w celu łatwiejszej analizy przebiegów |
| C08 | Prezentacja aktualnych i historycznych danych pomiarowych w postaci zdefiniowanych raportów w formacie PDF, CSV i EXCEL |
| C09 | Prezentacja danych ze zliczających urządzeń pomiarowych (np. wodomierzy) w postaci wykresów przepływów wyliczonych na podstawie czasu pomiędzy kolejnymi zliczonymi impulsami (z dokładnością do 0,1 m ³ /h) |
| C10 | Prezentacja danych ze zliczających urządzeń pomiarowych (np. wodomierzy) w postaci wykresów przyrostów ilości mierzonego medium w zadanych okresach |
| C11 | Dostęp do aktualnych oraz historycznych danych za pomocą systemu komputerowego (przeglądarki internetowej) oraz za pomocą ekranów (np. LCD, LED) umieszczonych przy części pomiarowo-wykonawczej systemu |
| WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A02 | |
| D | |
| D01 | Sterowanie dowolnymi urządzeniami wykonawczymi (np. pompy stałobrotowe, pompy zmiennobrotowe, zawory 2-drogowe, zawory 3-drogowe, elektrozawory, przepustnice i inne) za pomocą sygnałów napięciowych (np. 0-10 V), prądowych (4-20 mA) i/lub binarnych (WŁĄCZ/ WYŁĄCZ) |
| D02 | Sterowanie dowolnymi urządzeniami wykonawczymi obsługującymi protokoły MODBUS, CANBUS, PROFIBUS, ETHERNET, RS485 i/lub RS232 |
| D03 | Praca wszystkich elementów wykonawczych zgodnie ze zdefiniowanym wcześniej algorytmem pracy, z uwzględnieniem informacji z aktualnych i wcześniejszych danych pomiarowych |
| D04 | Możliwość regulowania pracą elementów wykonawczych za pomocą regulacji typu PID z dowolnie zdefiniowanymi nastawami członów P, I oraz D |
| D05 | Możliwość zmiany nastaw pracy elementów wykonawczych za pomocą systemu komputerowego (przeglądarki internetowej) oraz za pomocą ekranów dotykowych umieszczonych przy części pomiarowo-wykonawczej systemu |
| D06 | Możliwość zmiany programów w sterownikach obiektowych z wykorzystaniem łączności internetowej |
| WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A03 | |
| E | |
| E01 | Dowolne definiowanie warunków, w których wystąpi sytuacja wymagająca zaalarmowania (np. przekroczenie progu wartości mierzonej przez zdefiniowany okres) |
| E02 | Alarmowanie za pomocą wiadomości SMS wysyłanych do zdefiniowanej z osobna dla każdej sytuacji alarmowej listy numerów telefonów komórkowych |
| E03 | Alarmowanie za pomocą wiadomości e-mail wysyłanych do zdefiniowanej z osobna dla każdej sytuacji alarmowej listy skrzynek pocztowych |
| E04 | Minimalizacja liczby wysyłanych komunikatów alarmowych (SMS i/lub e-mail) poprzez ich grupowanie i wysyłanie z określonym interwałem czasowym |
| E05 | Archiwizacja informacji o wszystkich wystąpieniach sytuacji alarmowych i ich zakończeniach |
| WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOT. A04 | |
| F | |
| F01 | Tworzenie dowolnej liczby kont użytkowników wraz z definiowaniem ich haseł dostępowych |
| F02 | Przypisywanie użytkowników do dowolnej liczby grup uprawnień |
| F03 | Przypisywanie grupom uprawnień dowolnej liczby uprawnień |
| F04 | Dostęp do poszczególnych elementów systemu tylko w przypadku posiadania odpowiednich uprawnień przez użytkownika |
| F05 | Archiwizacja dostępu poszczególnych użytkowników do poszczególnych elementów systemu |



Rys. 3. System Zarządzania Energią SyNiS

Programy nadrzędne powinny dawać możliwość pełnej współpracy (współdziałania) wszystkich źródeł i odbiorów energii włączonych do systemu. System ma strukturę otwartą, więc może być rozbudowywany o nowe funkcje i nowe układy. Ważny jest także brak opłat za oprogramowanie narzędziowe sterownika (swobodnie programowalny sterownik). W tabeli 3 pokazano, jakie funkcje i zadania powinien spełniać pełny System Zarządzania Energią.

Podsumowanie

System SyNiS steruje pracą już 200 obiektów na terenie Polski. Są to obiekty o różnych funkcjach; zaczynając od prostych układów monitorowania, a kończąc na bardzo skomplikowanych układach technologicznych w przemyśle. Doświadczenia z pracy systemu SyNiS zebrane w okresie ostatnich 10 lat pozwalają na stworzenie już obecnie platformy operatorskiej systemu działającego w formule Sandboxów. Taka platforma może zarządzać pracą źródeł i odbiorów energii na danym terenie, w tym także z zastosowaniem OZE; może rozliczać dostawców i odbiorców energii w trybie „on-line”.

Dużego potencjału rozwoju platformy w sandboxach upatruje się w wyjściu na funkcje operatora (WSE) – operatora zarządzającego platformą techniczno-handlową wirtualnego systemu elektrycznego w procesie reelektryfikacji OZE, pasytywizacji budownictwa i elektryfikacji transportu.

Wnioski końcowe

Przedstawione praktyczne przykłady zastosowania idei elektroprosumeryzmu pokazują, w jakim kierunku powinniśmy podążać jako konsumenci, producenci i decydenci. Elektroprosumeryzm jest ideą, która może nam pomóc w dokonaniu mądrych zmian w naszym świecie.

Niedocenianym, z niezrozumiałych powodów i często pomijanym „paliwem” przyszłości jest biogaz, którego spalanie powoduje ogromną redukcję gazów cieplarnianych; żadne inne paliwo/źródło nie da nam takiego efektu.

Gospodarka Obiegu Zamkniętego musi być priorytetowym zadaniem dla samorządów, ale także dla polityki energetycznej naszego kraju, Europy i świata. Jest to także droga do pełnego elektroprosumeryzmu.

W swoich działaniach musimy wykorzystać potencjał istniejącej infrastruktury technicznej (współużytkowanie sieci ciepłowniczych, gazowych i elektroenergetycznych), wprowadzać nowe technologie (zwłaszcza OZE i pompy ciepła), zasadę decentralizacji systemów wytwarzania energii, wykorzystać każdy rodzaj energii odpadowej, wprowadzać powszechnie systemy zarządzania energią i dążyć do pełnej pasytywizacji budownictwa. Ogromny, lecz niedoceniany potencjał tkwi także w kontraktach typu ESCO, które powinny zastąpić typowe umowy na dostawę energii.

Podstawowym zadaniem przed nami, jako cywilizacji, jest zmiana filozofii naszego działania w dzisiejszym świecie. Niech inspiracją do tych zmian będą słowa naszego Papieża Franciszka: „Po okresie irracjonalnej wiary w postęp i ludzkie możliwości, część społeczeństwa wkracza w etap głębszej świadomości. Dostrzegamy rosnącą wrażliwość na środowisko i troskę o przyrodę oraz szczerą i pełną bólu obawę o to, co się dzieje z naszą planetą” (Encyklika LAUDATO SI’ Papieża Franciszka – czerwiec 2016).

Jeżeli motorem naszych działań będzie współdzielenie, a nie rywalizacja, będzie racjonalność i oszczędność, a nie będzie „parcie” na zysk (wyzysk), gdy zaczniemy wykorzystywać naszą wiedzę w celu osiągnięcia wspólnych celów, a nie celów korporacji czy poszczególnych państw, i gdy w końcu zaczniemy patrzeć na świat i życie z troską o przyszłe pokolenia, to na pewno uda nam się zmienić ten świat na lepszy, w którym nie będziemy się bać o nasze życie. Wróćmy do natury i zaczniemy z nią współpracować, a wtedy mamy szansę na uratowanie świata dla przyszłych pokoleń.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Popczyk J., *Transformacja energetyki – paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria*, platforma PPTe2050 (www.ppte2050.pl), 2018, „Śląskie Wiadomości Elektryczne” cz. 1 i 2 – 2018, nr 5, s. 4-16, cz. 3 – 2019, nr 1, s. 9-46, Portal CIRE (www.cire.pl), 2019.
- [2] Popczyk J., *Od działań kryzysowych 2020 do elektroprosumeryzmu 2050 – transformacja energetyki w trybie przełomowym: cz. I. Rozległe uwarunkowania i punkt oddolnego praktycznego startu, cz. II. Słownik encyklopedyczny teorii i zarys koncepcji rynku wschodzącego 1 na poziomie praktyki* (55 stron tekstu komputerowego), platforma PPTe2050 (www.ppte2050.pl), 2020. Portal CIRE (www.cire.pl), 2020. „Energetyka” 2020, nr 5, Biuletyn PPTe2050 nr 1/2020, cz. II, s. 216-234.
- [3] Popczyk J., *Transformacja energetyczna TETIP (transformacja energetyki w trybie innowacji przełomowej) do elektroprosumeryzmu wehikulem do przyszłości tu i teraz*, <https://ppte2050.pl/platforman/pwiedzy/index.php?display=76>
- [4] Stanek W., *Ocena efektywności energetycznej i ekologicznej transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu w środowisku paradygmatu egzergetycznego – koszt termoeologiczny: elektroprosumeryzm vs energetyka WEK-PK*, <https://ppte2050.pl/platforman/bzppte/wyniki.php>
- [5] Jurkiewicz A., *Kontrakty typu ESCO. Przyszłość firm ciepłowniczych i energetycznych*, <http://egie.pl/artykuly/kontrakty-typu-esco-przyszlosc-firm-cieplowniczych-i-energetycznych>



TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA SUBREGIONU WAŁBRZYSKIEGO

Trajektoria redukcji CO₂ w modelu transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu¹⁾

ENERGY TRANSFORMATION OF WAŁBRZYCH SUBREGION

Trajectory of CO₂ reduction in the model of TETIP transformation to electroprosumerism

Zaproponowany w artykule standard metodyczny wyznaczania heurystyki trajektorii redukcji CO₂ został zastosowany w odniesieniu do Subregionu Wałbrzyskiego. Stanowi on drugą iterację weryfikacji monizmu elektrycznego na platformie PPTE2050 – otwiera drogę do budowania heurystyk dla transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu z zastosowaniem technik modelowania procesów na bardzo różnym poziomie zaawansowania. Najważniejsze jest osiągnięcie postępu w aspekcie 4-wymiarowości: pasytywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa, elektryfikacji transportu oraz reelektryfikacji OZE. W przedstawionym standardzie metodycznym ta wielowymiarowość została przekształcona w trajektorię redukcji emisji CO₂ jako procesu zależnego od bardzo silnie uwikłanych procesów/obszarów: skalowalności elektroprosumeryzmu, rynku wschodzącego OZE-RCR i trzech schodzących rynków końcowych energii należących do energetyki WEK-PK. Do tak ustrukturyzowanej (w aspekcie szacowania emisji CO₂) transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu platforma PPTE2050 „dodała” w ostatnim czasie zaawansowane modelowanie trajektorii rynku wschodzącego OZE-RCR.

Słowa kluczowe: redukcja emisji CO₂, transformacja energetyczna, Subregion Wałbrzyski

Proposed in this article methodological standard of determining the CO₂ reduction trajectory heuristics was applied in relation to Wałbrzych Subregion. It represents the second iteration of electrical monism verification on the PPTE2050 platform – it opens the way to build heuristics for TETIP transformation to electroprosumerism with the use of process modelling techniques being on very different levels of advancement. But the most important is to achieve a progress in the 4-dimensional aspect: building construction passivization, heating sector electrification, electrification of transport and re-electrification of OZE. In the presented methodological standard this multidimensionality was transformed into the trajectory of CO₂ emission reduction as the process dependent on very strongly involved processes/areas: scalability of electroprosumerism, emerging market OZE-RCR and the three descending end-markets of energy belonging to the WEK-PK power industry. To such structured (in the aspect of estimation of the CO₂ emission) TETIP transformation to electroprosumerism, the PPTE2050 platform has recently "added" an advanced modelling of the OZE-RCR emerging market trajectory.

Keywords: reduction of CO₂ emission, energy transformation, Wałbrzych Subregion

Wprowadzenie i o metodzie

W opracowaniu wykorzystano do oszacowania redukcji CO₂ koncepcję transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu i charakterystyczne metody analizy (rozwijane w odniesieniu do tej transformacji) na platformie PPTE2050 [1]. W tym miejscu ważna jest, w kontekście opracowania, dodatkowa informacja o tym, że powstał przewodnik do platformy [1] po materiałach i zagadnieniach często dyskutowanych w ramach prac nad planem TPST [2]. Dane źródłowe do obliczeń pochodzą z opracowania studialnego [3] obejmującego trzy charakterystyczne modele transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, właściwe dla Subregionu Wałbrzyskiego. Przywołane opracowanie studialne [3] jest częścią Społecznego Planu Sprawiedliwej Transformacji Subregionu Wałbrzyskiego [4] ukierunkowanego na pozyskanie środków unijnych z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji.

Chociaż bezpośrednim celem opracowania jest uzyskanie konkretnych wyników dla Subregionu Wałbrzyskiego na ścieżce starań o środki z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji, to autorzy opracowania potrzebę modelowania trajektorii redukcji CO₂ widzą jednak szerzej, w kontekście wszystkich programów pomocowych UE zaprojektowanych na perspektywę budżetową 2021-2027. Potrzeba taka wynika z „przebudowy” tej perspektywy przez „instytucjonalną” UE pod wpływem załamania gospodarczego spowodowanego pandemią COVID-19 (spadek GDP w 2020 r. o 7,5%). Przebudowy, której wynikiem jest Plan odbudowy dla Europy i długoterminowy budżetu UE na lata 2021-2027 wynoszący 1,8 bln euro (łącznie z instrumentem pożyczkowym NextGenerationUE wynoszącym 750 mld euro). Naturalnym wynikiem Planu odbudowy dla Europy, i jego wielkiego funduszu, jest przebudowa struktury budżetowej UE w Fundusz InvestUE [5]. Zatem jest zrozumiałe, że transformacja TETIP do elektroprosumeryzmu jest dla Subregionu Wałbrzyskiego koncepcją bazową do starań o środki dostępne ze wszystkich źródeł finansowania w strukturze Funduszu InvestUE.

¹⁾ Artykuł został opracowany we współpracy z Eko-Unią i Przewodniczącym Zespołu autorskiego Społecznego Planu Sprawiedliwej Transformacji Subregionu Wałbrzyskiego – Radosławem Gawlikiem.

Pośrednim celem opracowania jest stworzenie standardu metodycznego jednej z kardynalnych – w świetle unijnej polityki klimatyczno-energetycznej 2050 – heurystyk transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu, mianowicie heurystyki trajektorii redukcji CO₂. Właśnie wytworzeniu tego standardu na potrzeby elektroprosumeryzmu podporządkowana jest struktura opracowania.

- Bazą (pierwszym krokiem) w tym standardzie jest tabela współczynników skalowalności elektroprosumeryzmu (w stanie końcowym, w tendencji) jak i transformacji TETIP (jej trajektorii).
- Drugim krokiem jest modelowanie trajektorii wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR (ryнку energii elektrycznej brutto wyprodukowanej w źródłach OZE, i energii netto – napędowej, potrzebnej elektroprosumentom).
- Trzecim krokiem jest trajektoria redukcji rynków końcowych energetyki WEK-PK:
 - 1 – energii elektrycznej,
 - 2 – ciepła (a – grzewczego, b – CWU),
 - 3 – energii chemicznej w paliwach transportowych.
- Czwartym, końcowym krokiem jest wyznaczenie (oszacowanie) trajektorii redukcji CO₂ (jej heurystyki).

Standard wytworzony w ramach opracowania bazuje na krajowych heurystykach bilansowych monizmu elektrycznego stosowanych na platformie PPTE2050, uzyskanych – z wykorzystaniem tripletu paradygmatycznego – w 2019 r. [6]. To te heurystyki – jako rezultat pierwszej iteracji badań weryfikacyjnych skuteczności monizmu elektrycznego (i tripletu paradygmatycznego) – były podstawą sformułowania koncepcji transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu w 2020 r. Oczywiście, za pierwszą iteracją powinny pójść następne iteracje. Z rozpoznania autorów wynika jednak, że poza platformą PPTE2050 nie została podjęta dotychczas żadna (w żadnym zakresie) próba drugiej pętli itera-

cyjnej. Niniejsze opracowanie jest w takiej sytuacji drugą iteracją. Wprowadzie odnoszącą się do bardzo zawężonego obszaru, ograniczonego do heurystyki redukcyjnej CO₂ transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu Subregionu Wałbrzyskiego. Niemniej, stanowi ona (iteracja) istotny postęp w kontekście bardzo potrzebnych dalszych badań.

Tabela współczynników skalowalności

W opracowaniu wykorzystuje się skalowania za pomocą współczynników skalujących (tab. 2 i 3) które zostały opracowane na podstawie aktualnych danych dla Polski i odniesieniu ich do lokalnych uwarunkowań Subregionu Wałbrzyskiego (tab. 1).

Potrzebną energię elektryczną w elektroprosumeryzmie wyznaczono dla trzech modeli powiązanych z podziałem terytorialnym charakterystycznym dla Subregionu Wałbrzyskiego. Struktura ta obejmuje:

- **model 1** – sołectwo (wieś) do 1000 mieszkańców zasilane ze stacji transformatorowej SN/nN (413 sołectw, łącznie 117 tys. mieszkańców) – horyzont pełnej transformacji 2035,
- **model 2** – gmina (wiejska, miejsko-wiejska), miasto 20-50 tys. mieszkańców (łącznie 360 tys. mieszkańców – bez sołectw do 1 tys. mieszkańców) – horyzont pełnej transformacji 2040,
- **model 3** – miasto 50-100 tys. mieszkańców oraz Wałbrzych (łącznie 168 tys. mieszkańców) – horyzont pełnej transformacji 2045.

Struktura potrzeb energii elektrycznej dla Subregionu Wałbrzyskiego wraz ze współczynnikami skalującymi elektroprosumeryzmu zamieszczono w tabeli 3. Współczynniki skalujące dobrane są na podstawie heurystyk, związanych z analizą zapotrzebowania na energię elektryczną jednostek JST, natomiast podstawą skalowania jest liczba mieszkańców.

Tabela 1

Wskaźniki (dane) charakteryzujące Subregion Wałbrzyski i Polskę [7, 8]

| Powiaty | Liczba mieszkańców, tys. | Liczba pojazdów na 1000 mieszkańców | | Zasoby mieszkaniowe, tys. | Przeciętna powierzchnia użytkowa jednego mieszkania, m ² |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|---|
| | | wszystkich | samochodów osobowych | | |
| Dzierżoniowski | 101 | 707 | 564 | 39,8 | 63,8 |
| Kłodzki | 158 | 806 | 646 | 64,5 | 69,0 |
| Świdnicki | 157 | 751 | 592 | 60,8 | 69,1 |
| Wałbrzyski | 56 | 1239 | 963 | 22,3 | 66,0 |
| Ząbkowicki | 65 | 901 | 687 | 24,1 | 77,4 |
| m. Wałbrzych | 111 | 371 | 317 | 50,7 | 54,3 |
| Średnia ważona dla SW | 647 | 749 | 595 | 49,7 | 66,3 |
| Polska | 38383 | 802 | 610 | 14615,1 | 74 |

Tabela 2

Oczekiwane zapotrzebowanie na energię elektryczną w elektroprosumeryzmie (współczynniki skalujące)

| | Polska | | Współczynnik skalujący | | Subregion Wałbrzyski | | |
|--------------------------|---------|------|------------------------|-----|----------------------|------------------------|-------------|
| | obecnie | 2050 | | | obecnie | horyzont transformacji | |
| | | | | | | | |
| Energia elektryczna, TWh | 165 | 200 | model 1 | 0,5 | 0,21 | 2035 | 0,25 |
| | | | model 2 | 0,7 | 1,01 | 2040 | 1,18 |
| | | | model 3 | 0,8 | 0,58 | 2045 | 0,68 |

Tabela 3**Oczekiwane potrzeby energetyczne w elektroprosumeryzmie (współczynniki skalujące)**

| | Polska | | Współczynnik skalujący | Subregion Wałbrzyski | |
|----------------------|---------|------|------------------------|----------------------|-------------|
| | obecnie | 2050 | | obecnie | 2045 |
| Ciepło grzewcze, TWh | 170 | 30 | 1,5 | 2,9 | 0,45 |
| CWU, TWh | 40 | 30 | 1,0 | 0,7 | 0,30 |
| Paliwa, TWh | 220 | 60 | 0,8 | 3,7 | 0,50 |

Analiza heurystyczna zmian zapotrzebowania na energię na rynku ciepła i paliw uwzględnia trzy paradygmaty elektroprosumeryzmu [6]. Na podstawie wskaźników z tabeli 1 zostały oszacowane współczynniki skalujące, które dla ciepła uwzględniają zasoby mieszkaniowe, przeciętną powierzchnię użytkową jednego mieszkania oraz rodzaj budynków, natomiast dla paliw liczbę pojazdów oraz ich rodzaj. Współczynniki skalujące oraz antycypowane potrzeby energetyczne obliczone na podstawie tych współczynników (uwzględniające liczbę mieszkańców), zamieszczono w tabeli 3. Należy podkreślić, że w horyzoncie transformacyjnym potrzeby te będą w całości pokrywane za pomocą energii elektrycznej wyprodukowanej w źródłach OZE, a więc o zerowej emisji.

Trajektoria wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR (ryнку energii elektrycznej: wyprodukowanej brutto w źródłach OZE oraz napędowej netto – potrzebnej elektroprosumentom)

Analiza wzrostu produkcji energii elektrycznej ze źródeł OZE, obejmująca pięć technologii wytwórczych: źródła PV, mikroelektrownie wiatrowe, elektrownie wiatrowe lądowe, mikroelektrownie biogazowe i elektrownie biogazowe, została wykonana dla trzech zdefiniowanych modeli transformacyjnych.

W artykule [2] każdy z modeli został opisany za pomocą trajektorii transformacyjnych wyszczególnionych źródeł OZE. Na podstawie tych trajektorii wyznaczono cztery horyzonty (kluczowe punkty) transformacyjne mianowicie: 2030, 2035, 2040 oraz 2045. Dla analizowanych horyzontów obliczono procentowy udział poszczególnych technologii w pokryciu potrzeb energetycznych Subregionu Wałbrzyskiego. Trajektorie te posłużyły do obliczenia redukcji rynków końcowych energetyki WEK-PK.

Trajektoria redukcji rynków końcowych energetyki WEK-PK: energii elektrycznej, ciepła (grzewczego i CWU) i energii chemicznej w paliwach transportowych

Energia elektryczna

Do obliczenia redukcji rynków końcowych energii elektrycznej przyjęto założenia o zwiększeniu się zapotrzebowania wynikającego z elektryfikacji ciepłownictwa i transportu, ale także zwiększeniu efektywności w ramach obecnego sposobu użytkowania energii elektrycznej, co prowadzi do obniżenia zapotrzebowania w przypadku obecnego sposobu użytkowania energii elektrycznej. Trajektoria transformacyjna zmiany zapotrzebowania z energii elektrycznej brutto obecnie, na energię napędową w elektroprosumeryzmie została opisana w [12]. Wykorzystując metodę skalowania można obliczyć trajektorie zapotrzebowania na energię elektryczną (tab. 5)

Ciepło

Trajektoria wzrostu rynku wschodzącego ciepła i CWU została oszacowana na podstawie trajektorii wzrostu źródeł OZE. Zakłada się, że wzrost ten jest związany z elektryfikacją ciepłownictwa, czyli eliminacją paliw kopalnych z rynku ciepła.

Tabela 4

Kluczowe punkty na trajektorii wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR z podziałem na trzy modele transformacyjne Subregionu Wałbrzyskiego

| | Model 1 | | Model 2 | | | Model 3 | | | |
|-------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 2030 | 2035 | 2030 | 2035 | 2040 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| Źródła PV, % | 39,7 | 40,0 | 39,6 | 40,0 | 40,0 | 31,9 | 32,0 | 32,0 | 32,0 |
| Mikroelektrownie wiatrowe, % | 2,9 | 5,0 | 1,6 | 3,1 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Elektrownie wiatrowe, % | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 21,0 | 25,0 | 10,9 | 22,0 | 32,3 | 38,0 |
| Mikroelektrownie biogazowe, % | 45,0 | 55,0 | 8,8 | 9,9 | 10,0 | 4,4 | 4,9 | 5,0 | 5,0 |
| Elektrownie biogazowe, % | 0,0 | 0,0 | 8,9 | 16,8 | 20,0 | 8,9 | 16,8 | 22,5 | 25,0 |
| Suma OZE, % | 87,6 | 100,0 | 68,9 | 90,8 | 100,0 | 56,1 | 75,7 | 91,8 | 100,0 |

Tabela 5

Kluczowe punkty na trajektorii wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR z podziałem na trzy modele transformacyjne Subregionu Wałbrzyskiego

| | Model 1 | | Model 2 | | | Model 3 | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2030 | 2035 | 2030 | 2035 | 2040 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| Zapotrzebowanie, TWh | 0,22 | 0,25 | 1,07 | 1,12 | 1,18 | 0,64 | 0,65 | 0,67 | 0,68 |
| Suma OZE, % | 87,6 | 100,0 | 68,9 | 90,8 | 100,0 | 56,1 | 75,7 | 91,8 | 100,0 |
| Produkcja energii z OZE (redukcja produkcji z WEK-PK), TWh | 0,22 | 0,25 | 0,81 | 1,07 | 1,18 | 0,38 | 0,52 | 0,63 | 0,68 |

Kluczowe punkty na trajektorii wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR (redukcji na rynku WEK-PK) ciepła grzewczego i CWU

| | Ciepło grzewcze | | | | CWU | | | |
|--|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| Zapotrzebowanie rynku WEK-PK, TWh | 2,0 | 1,4 | 0,8 | 0 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0 |
| Uniknięta produkcja energii na rynku WEK-PK (po pasywizacji budownictwa i elektryfikacji ciepłownictwa), TWh | 0,9 | 1,5 | 2,1 | 2,9 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |

Założenie to pozwala na oszacowanie redukcji zużycia energii na rynku WEK-PK (tab. 6). Ma to związek z przejmowaniem produkcji ciepła grzewczego i CWU przez technologie wykorzystujące energię elektryczną, takie jak pompy ciepła. Zaletą metody jest korelacja rynku urządzeń ze wzrostem produkcji energii na rynku wschodzącym OZE-RCR, czyli produkcją ciepła za pomocą energii z OZE, a nie paliw kopalnych na rynku WEK-PK.

Paliwa transportowe

Trajektorie transformacyjne rynku paliw transportowych wyznaczono uwzględniając metodykę analogiczną jak dla analizy ciepła. Metoda ta zakłada, że samochody elektryczne zastąpią samochody spalinowe w horyzoncie 2045. Trajektorię unikniętej produkcji energii na rynku WEK-PK zamieszczono w tabeli 7.

Tabela 7

Kluczowe punkty na trajektorii wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR (redukcji na rynku WEK-PK) paliw

| | Paliwa | | | |
|--|--------|------|------|------|
| | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| Zapotrzebowanie rynku WEK-PK, TWh | 2,6 | 1,8 | 1,0 | 0 |
| Uniknięta produkcja energii na rynku WEK-PK, (po elektryfikacji transportu), TWh | 1,1 | 1,9 | 2,7 | 3,9 |

Tabela 8

Wskaźniki emisyjności dla Polski [9-11]

| | Emisyjność, kg/MWh |
|---------------------|--------------------|
| Energia elektryczna | 719 |
| Ciepło | 480 |
| CWU | 480 |
| Paliwa transportowe | 280 |

Trajektoria redukcji CO₂

Obliczenie trajektorii redukcji CO₂ obejmuje cztery rynki końcowe: energii elektrycznej, ciepła, CWU i paliw transportowych. Do analizy wykorzystuje się wskaźniki emisyjności (tab. 8).

Metodyka obliczenia redukcji emisji wykorzystuje trajektorie wzrostu rynku wschodzącego OZE-RCR, który zastępuje obecne rynki WEK-PK (energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe). Zamieszczone w tabelach od 5 do 7 wyniki redukcji energii z paliw kopalnych stanowią podstawę do obliczenia redukcji emisji CO₂. Warto zauważyć, że na podstawie przyjętych założeń, antycypowana redukcja emisji Subregionu Wałbrzyskiego wynosi około 20% na 5 lat (dla bazy 2020). Taka redukcja jest konieczna, żeby osiągnąć zeroemisijną gospodarkę w horyzoncie 2045.

Jednak w zależności od obszaru proces jej wdrażania różni się. Najszybciej, bo już w roku 2035, zerową emisję mogą osiągnąć najmniejsze i małe sołectwa, do 1000 mieszkańców, mogące się autonomizować względem KSE na sieciowym poziomie napięciowym nN. Miastu Wałbrzych ten proces może zająć o 10 lat dłużej; autonomizacja Wałbrzycha na poziomie napięciowym 110 kV jest możliwa w roku 2045.

Wniosek

Zaproponowany standard metodyczny wyznaczania (szacowania) heurystyki trajektorii redukcji CO₂ (w opracowaniu standard został zastosowany w odniesieniu do Subregionu Wałbrzyskiego) – stanowiący drugą iterację weryfikacji monizmu elektrycznego na platformie PPTE2050 – otwiera drogę do budowania heurystyk dla transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu w bardzo szerokim zakresie podmiotowym elektroprosumeryzmu, z zastosowaniem technik modelowania procesów na bardzo różnym poziomie zaawansowania. Najważniejsze jest przy tym osiągnięcie postępu w aspekcie wielowymiarowości, mianowicie 4-wymiarowości: pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa, elektryfikacji transportu oraz reelektryfikacji OZE.

Tabela 9

Redukcja emisji CO₂ – rynek energii elektrycznej

| | Redukcja emisji, mln ton CO ₂ | | | | | Redukcja emisji CO ₂ (dla bazy 2020), % |
|------|--|--------|------|---------------------|-------|--|
| | energia elektryczna | ciepło | CWU | paliwa transportowe | razem | |
| 2030 | 1,02 | 0,42 | 0,10 | 0,32 | 1,86 | 43 |
| 2035 | 1,32 | 0,70 | 0,17 | 0,52 | 2,71 | 63 |
| 2040 | 1,48 | 1,02 | 0,25 | 0,76 | 3,51 | 82 |
| 2045 | 1,52 | 1,39 | 0,34 | 1,04 | 4,28 | 100 |

W przedstawionym w opracowaniu standardzie metodycznym ta wielowymiarowość została przekształcona w trajektorię redukcji emisji CO₂ jako procesu zależnego od bardzo silnie uwikłanych (wzajemnie zależnych w bardzo różny sposób) procesów/obszarów: skalowalności elektroprosumeryzmu, dalej rynku wschodzącego OZE-RCR, i wreszcie trzech schodzących rynków końcowych energii należących do energetyki WEK-PK. Do tak ustrukturyzowanej (w aspekcie szacowania emisji CO₂) transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu platforma PPTE2050 „dołożyła” w ostatnim czasie zaawansowane modelowanie trajektorii rynku wschodzącego OZE-RCR [12]. Łącznie zrobiony został zatem nowy krok na drodze zwiększenia adekwatności modelowania transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu względem jej rzeczywistej złożoności, na którą składają się: z jednej strony bardzo silne współzależności wielu procesów czasowych, a z drugiej strony obciążone dużą niepewnością ich (czasowe) trajektorie.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Platforma PPTE2050 (w całości), <https://ppte2050.pl>
 [2] Popczyk J., Bodzek K., *Zagadnienia do dyskusji w zakresie wykorzystania idei elektroprosumeryzmu jako metody osiągnięcia autonomii energetycznej wytypowanych obszarów*. PPTE2050 – Ścieżka 2 – luty 2021, <https://ppte2050.pl>

- [3] Popczyk J., Bodzek K., *TPST Subregionu Wałbrzyskiego. Transformacja energetyczna do elektroprosumeryzmu*, „Energetyka” 2021, nr 1, Biuletyn PPTE2050 nr (3) 1/2021.
 [4] Terytorialny Plan Sprawiedliwej Transformacji Subregionu Wałbrzyskiego – Fundusz Sprawiedliwej Transformacji UE.
 [5] *Rezolucja ustawodawcza Parlamentu Europejskiego z dnia 9 marca 2021 r. w sprawie wniosku dotyczącego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego Program InvestEU* (COM(2020)0403 – C9-0158/2020 – 2020/0108(COD))
 [6] Popczyk J.: *TRANSFORMACJA ENERGETYKI. Od ustrojowej reformy rynku energii elektrycznej i programu restrukturyzacji energetyki paliw kopalnych do rynków monizmu elektrycznego OZE*, <https://ppte2050.pl>,
 [7] Portal Główny Urząd Statystyczny: <https://stat.gov.pl/>
 [8] Portal Polska w Liczbach: <https://www.polskawliczbach.pl/>
 [9] Rabeiga W.P., Sikora P., *Ścieżki redukcji emisji CO₂ w sektorze transportu w Polsce w kontekście „Europejskiego Zielonego Ładu*. CAKE, KOBIZE, Warszawa, październik 2020.
 [10] *Elektryfikacja ciepłownictwa w Polsce. Droga do czystego ciepła*. Forum-energii, styczeń 2021.
 [11] *Czas na ciepłownictwo*, Polski Instytut Ekonomiczny, „Policy Paper” 2019, nr 12.
 [12] Bodzek K., *Modelowanie trajektorii transformacyjnych energetyki do elektroprosumeryzmu w wybranych ostonach kontrolnych*. „Energetyka” 2020, nr 11, Biuletyn RE nr 1/2020.



MIĘDZYNARODOWE ENERGETYCZNE TARGI BIELSKIE

34 **BIELSKO-BIAŁA INTERNATIONAL POWER INDUSTRY FAIR**

14-16.09.2021

ENERGETAB®

Targi z rekomendacją Polskiej Izby Przemysłu Targowego

www.energetab.pl