

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

Transformacja energetyki w Polsce 2021 jest trudną lekcją dorastania.

Jak ją odrobić?

- część z nas musi zrozumieć triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego oraz stworzyć język, metodę i kompetencje elektroprosumeryzmu;
- część musi wyjść z tym zrozumieniem, językiem, metodą i kompetencjami poza Polskę;
 - wszyscy musimy przejść, krok po kroku, w ciągu trzech dekad do rynków elektroprosumeryzmu.

Jan Popczyk

25 października 2021 r.

USTAWA O DOSTĘPIE DO INFORMACJI – początek Prawa elektrycznego

ACT ON ACCESS TO INFORMATION – beginning of the Electricity Act

*Częściowe rozwiązania – politycznie wybiórcze – są gorsze niż brak rozwiązań.
Zastosowanie tej sentencji w wypadku prac rozwojowych dotyczących Prawa elektrycznego,
bardzo potrzebnego Polsce, rodzi w końcu 2021 r. ekstremalnie wysokie wymagania.
Decyduje o tym nałożenie się wymagań mających specyficznie polski kontekst historyczny
z wymaganiami dotyczącymi globalnej transformacji energetycznej,
mającej wpływ na nowy globalny układ sił.*

Z ogromną dynamiką utrwalają się na świecie cele polityczne transformacji energetycznej do neutralności klimatycznej 2050. W tym nurcie – celów politycznych – w dużym stopniu tworzą się podstawy nowego globalnego porządku: społecznego, gospodarczego i środowiskowego. Nie wykorzystując szans Polska ostatnie dwie dekady nie tylko straciła, ale znacznie gorzej, pogrążyła się w pułapce nieadekwatności rozwojowej (mniej elegancko: osunęła się w zacofanie, z którego wyjście będzie niezwykle bolesne i kosztowne we wszystkich trzech wymiarach zachodzących zmian). Artykuł – mimo niesprzyjających polskich okoliczności – kontynuuje konsolidację potrzebnych rozwiązań, stanowiących trójkąt sił sprawczych transformacji energetycznej bazującej na podstawach fundamentalnych. Transformacji umożliwiającej Polsce wydobyć się ze strefy wykluczenia. Koncentracja na Prawie elektrycznym (jednej z trzech sił sprawczych) ma w artykule symboliczny związek ze 100-leciem uchwalenia przez Sejm RP (21 marca 1922 r.) pierwszej ustawy elektrycznej, jednej z najnowocześniejszych wówczas w Europie (i na świecie, a światem – w kontekście elektryfikacji – były wtedy Europa i USA). Priorytet dla ustawy elektrycznej bezpośrednio po odzyskaniu niepodległości trzeba widzieć w sytuacji politycznej Polski, która była dramatyczna. Po raz pierwszy w historii została zamordowana (16 grudnia 1922 r.), z powodów politycznych podziałów, pierwsza osoba w Państwie, pierwszy Prezydent Niepodległej Polski Gabriel Narutowicz. I sytuacja w elektryfikacji była też tragiczna: w przodujących krajach roczne zużycie energii elektrycznej było na poziomie 100-200 kWh na osobę, a w Polsce 9 kWh. Jedno jednak wyróżniało Polskę wówczas na plus. Było to „osadzenie” w świecie. Czyli w strefie euroatlantyckiej, która wiek elektryczności uczyniła znakiem rozpoznawczym kolejnego etapu swojej wielkości. Mianowicie, w tym świecie, w powstających w nim firmach przemysłu elektrotechnicznego oraz w uczelniach technicznych na wydziałach mechanicznych, energetycznych, a nawet już elektrycznych, w gwałtownie przyspieszającej praktyce elektryfikacyjnej kształtowały się (przed uzyskaniem przez Polskę niepodległości) kompetencje polskich inżynierów i polskich profesorów, polskich przedsiębiorców oraz samorządów i organizacji społecznych jako organizatorów późniejszej elektryfikacji międzywojennego dwudziestolecia oraz fundamentów wojennego przetrwania i powojennego budowania elektroenergetyki. Elektroenergetyki, która w trybie wschodzącym zastąpiła schodzącą międzywojenną elektryfikację (realizowaną w postaci lokalnych systemów, dramatycznie zresztą zredukowanych w czasie wojny, nierzadko do „zera” [1]).

Słowa kluczowe: energetyka, transformacja, elektroprosumeryzm, prawo elektryczne

Political aims of energy transition to climate neutrality 2050 perpetuate in the world with a really high dynamics. In this trend – of political aims – to a large extent the fundamentals of a new global order: social, economic and environmental form themselves. Taking no advantage of opportunities Poland not only forfeited the last two decades, but – much worse – plunged into the trap of development inadequacy (less elegantly: slumped into underdevelopment, getting out of which will be incredibly painful and expensive in all three dimensions of the changes taking place). This article, despite unfavourable Polish circumstances, continues consolidation of necessary solutions forming the driving forces triangle of energy transition which bases on fundamental key-stones. The transition, enabling Poland breaking out of the exclusion pocket. Focusing on Electricity Act (one of the three driving forces) is in this article a symbolic link with the 100th anniversary of adoption by the Polish Parliament (on March 21, 1922) of the first electricity act, one of the most modern at that time in Europe (and in the world, as the world – in the context of electrification – were then Europe and the USA). Priority for the electricity act right after gaining independence must be viewed in the Polish political situation which was dramatic at that time. For the first time in this country's history there was murdered its First Citizen, first President of Independent Poland Mr Gabriel Narutowicz. The situation in electrification was also dramatic: in the leading countries the annual consumption of electric energy was on the level of 100-200 kWh per capita while in Poland it was equal only 9 kWh. But there was one thing that positively distinguished Poland from among other countries – it was its "grounding" in the world i.e. in the Euro-Atlantic region which made the "age of electricity" the hallmark of the next stage of its greatness. And in this world, in the coming into being electric engineering companies and technical universities with their faculties of mechanics, power engineering and even at last electrical ones, in the rapidly accelerating electrification practice there were being shaped (before Poland gained its independence) competences of Polish engineers and professors, Polish entrepreneurs as well as local governments and social organizations as the later organizers of interwar electrification, then creators of the foundations of war survival and finally builders of the after-war electric power industry. This power industry which in the rising mode replaced the descending interwar electrification (realized in the form of local systems, besides, dramatically reduced – very often to zero – during the war [1]).

Keywords: electric power industry, transition, electroprosumerism, Electricity Act

Tyle bezpieczeństwa energetycznego w najbliższej przyszłości, ile teraźniejszej prawdy o polityce energetycznej i potrzebnej informacji o rynku energii

1. Paradygmat egzergetyczny: pierwszy fundament bezpieczeństwa energetycznego.

Na poziomie praktycznym wykazują to już wyraźnie techniki weryfikacyjne tripletu paradygmatycznego. Przyspieszenie rozwoju tych technik miało przyczynę w wybiórczo mnożących się bieżących (zwłaszcza od początku 2021 r.) krajowych celach politycznych transformacji energetycznej (ale również unijnych celach poza neutralnością klimatyczną, mianowicie energetycznych oraz gospodarczych, i w coraz większym stopniu społecznych oraz środowiskowych). Mnożące się cele polityczne domagały się oczywiście ich skonfrontowania ze sprzężonymi heurystykami rynków elektroprosumeryzmu. W ten sposób doszło do przyspieszenia prac rozwojowych nad Prawem elektrycznym [2], a te w istotny sposób przyczyniły się do konsolidacji tripletu.

1.1. Pierwszym etapem konsolidacji było przejście od kosztu termoeologicznego zdefiniowanego w środowisku energetyki WEK-PK (z charakterystycznymi dla niej procesami spalania i ciepłymi [3,4] w źródłach energii elektrycznej i ciepła) do kosztu elektroekologicznego na rynkach elektroprosumeryzmu (z charakterystycznym dla nich monizmem elektrycznym [5]).

1.2. Drugim etapem była unifikacja wskaźnika kosztu elektroekologicznego z unijnym rynkiem uprawnień do emisji CO₂. Koncepcja tej unifikacji (wraz ze wskazaniem jej praktycznych skutków rozciągających się poza obszar źródeł energii elektrycznej i ciepła, mianowicie na sieci elektroenergetyczne) oraz pierwsze praktyczne oszacowania wskaźnika kosztu elektroekologicznego przedstawione zostały w raporcie (ekspertyzie) [6].

1.3. Z praktycznego punktu widzenia kluczowe jest przyporządkowanie kosztów elektroekologicznego i termoeologicznego do porządków prawnych: wschodzącego (Prawo elektryczne) i schodzącego (Prawo energetyczne), odpowiednio. Znaczenie przyporządkowania wynika z faktu, że w sposób jednoznaczny unifikuje ono relację między wielkimi porządkami ustrojowymi transformacji na trajektorii A→B: wschodzącym (rynki elektroprosumeryzmu, koszt elektroekologiczny, Prawo elektryczne) i schodzącym (energetyka WEK-PK, koszt termoeologiczny, Prawo energetyczne), odpowiednio.

1.4. W świetle dwóch wielkich porządków transformacyjnych termodynamiczny paradygmat egzergetyczny, drugi w triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego, jest „twardym” paradygmatem pierwotnym, powiązany bezpośrednio z entropią i egzergią (z drugą zasadą termodynamiki). W praktyce zarządzania trajektorią transformacyjną A→B realizowaną w kontekście polityki klimatycznej (neutralności klimatycznej) fundamentalne znaczenie ma

unifikacja paradygmatu egzergetycznego i kosztu elektroekologicznego z unifikowanym z unijnym rynkiem uprawnień do emisji CO₂. Wynikiem tej unifikacji jest wskaźnik kosztu elektroekologicznego sprzężony z unijnym rynkiem uprawnień do emisji CO₂, będący wielkością mianowaną powiązaną bezpośrednio z kosztem tych uprawnień.

1.5. Wskaźnik kosztu elektroekologicznego stanowi najważniejszą kategorię (pojęcie) w słowniku kanonicznym ustawy Prawo elektryczne. Jest to kategoria umożliwiająca wykorzystanie obiektywnych mechanizmów rynkowych (w zakresie, na który pozwala ich unifikacja z celami politycznymi) do rynkowego kształtowania trajektorii TETIP do elektroprosumeryzmu (dalej trajektoria TETIP).

1.6. Przy tym po raz pierwszy są to (potencjalnie) mechanizmy optymalizujące konkurencję na oślonie między rynkiem wschodzącym RCR (czasu rzeczywistego) i końcowymi rynkami schodzącymi w procesie długoterminowego wygaszania energetyki WEK-PK. Bezpośredniemu wygaszaniu podlega przy tym rynek końcowy energii elektrycznej należący do elektroenergetyki WEK-PK. Pośrodku natomiast dwa pozostałe rynki końcowe – ciepła i paliw transportowych – należące do podmiotów poszczególnych sektorów energetyki WEK-PK. Ważne jest, że w elektroenergetyce WEK-PK łączna optymalizacja rynku krótkoterminowego energii – cen (kosztów) zmiennych (paliw) – oraz długoterminowych kosztów rozwoju (nakładów inwestycyjnych) nigdy w historii nie była możliwa; to dlatego ekonomiści w przeszłości elektroenergetyką się nie zajmowali (wyłączyli ją z obszaru swoich profesjonalnych zainteresowań naukowych). Ekonomiści elektroenergetyki wzięli na siebie elektroenergetycy (w części systemowej) i energetycy (w części paliwowej).

1.7. Paradygmat egzergetyczny w praktyce oznacza odwoływanie się w bilansach energetycznych do egzergii będącej miarą użyteczności energetycznej bogactw naturalnych: paliw chemicznych, paliw jądrowych, ale także strumieni wody (posiadających dużą energię kinetyczną lub potencjalną), strug wiatru, promieniowania słonecznego, substratu biogazowego (rolniczego i z gospodarki GOZ), substratu węglowego (z gospodarki GOZ zawierającego węgiel pierwiastkowy); nie mniej ważną rolę w triplecie paradygmatycznym odgrywa egzergia surowców (materiałów) nieenergetycznych. Energetyczne bogactwa naturalne mają podstawowe znaczenie w przypadku źródeł energii końcowej (energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych). W pasytywizacji budownictwa, w sieciach energetycznych (przede wszystkim w sieciach elektroenergetycznych), w procesach przemysłowych (przede wszystkim w elektrotechnologiach) podstawowe znaczenie ma natomiast egzergia materiałów nieenergetycznych.

1.8. Praktyczna przydatność energetyczna materii jest równa zero, jeśli jest ona (materia) w równowadze termodynamicznej z otoczeniem. Stąd wynika

fundamentalne znaczenie osłon kontrolnych w opisie energetycznych procesów przepływowych i energii/egzergii strugi substancji przecinającej osłonę kontrolną jako wielkości podstawowej paradygmatu egzergetycznego. Zgodnie z tym paradygmatem heurystyki bilansowe trajektorii TETIP (A→B) są budowane z wykorzystaniem zbioru składników egzergii, zgodnym z klasyfikacją stosowaną w [3]. Zbiór ten obejmuje w szczególności egzergie: elektryczną, kinetyczną, potencjalną, termiczną (fizyczną i chemiczną), jądrową i inne. Alternatywnie, do budowania heurystyk transformacji wykorzystuje się globalną sprawność energetyczną [4]; konfrontacja globalnej sprawności energetycznej ze sprawnością lokalną (będącą niestety standardem metodycznym – zarazem największym błędem poznawczym – w energetyce WEK-PK) daje bardzo intuicyjny obraz fundamentalnego znaczenia paradygmatu egzergetycznego w koncepcji TETIP.

- 1.9.** Dla unifikacji całego tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego (w szczególności drugiego z dwoma pozostałymi) istnieje potrzeba przejścia w wypadku entropii termodynamicznej od opisu makroskopowego do opisu w terminach termodynamiki statystycznej. W tym wypadku termodynamiczną entropię S opisuje następujący wzór:

$$S = k \ln(W) \quad \text{lub} \quad S = -k \sum_i p_i \ln(p_i), \quad (1)$$

gdzie:

k – stała Boltzmanna,

W – liczba sposobów, na jakie makrostan (makroskopowy stan termodynamiczny układu) może być zrealizowany poprzez mikrostan (stany mikroskopowe),

p_i – prawdopodobieństwo stanu i .

Wzór (1) jest podstawą do unifikacji entropii termodynamicznej i entropii informacyjnej (2), której znaczenie gwałtownie rośnie w obszarze zarówno paradygmatu wirtualizacyjnego (trzeciego w triplecie), jak i elektroprosumenckiego (w triplecie pierwszego). Formuluje się tu hipotezę, że o wielkim potencjale tej unifikacji decyduje cyfryzacja transformacji energetycznej (zarówno realizowanej w trybie celów politycznych jak i odbywającej się w trybie podstaw fundamentalnych).

- 1.10.** Druga zasada termodynamiki (jak i pozostałe) ma sformułowanie wynikające z doświadczeń i obserwacji. W takim sensie entropia w termodynamice klasycznej jest przyjętą wielkością. Równanie (1) pozwala natomiast wyjaśnić istotę entropii: każdy układ zamknięty pozostawiony sam sobie albo się nie zmienia, albo zwiększa swoje nieuporządkowanie. Stąd prosta droga prowadzi do termodynamicznej (entropijnej) strzałki czasu: każdy makroskopowy układ zamknięty, który miał mniejszą entropię musiał się znajdować na osi czasu wcześniej niż układ o większej entropii.

1.11. Termodynamiczna strzałka czasu (wzrost entropii w czasie) powiązana z drugą zasadą termodynamiki w sformułowaniu R. Clausiusa (ciepło nie może samorzutnie przepłynąć ze źródła o niższej temperaturze do źródła o wyższej temperaturze) prowadzi do stwierdzenia, że Wszechświat dąży do śmierci cieplnej (do stanu termicznej równowagi), która oznacza zanik przemian termodynamicznych, $S = \max$.

1.12. Entropia termodynamiczna, wyrażona w terminach termodynamiki statystycznej (p. 1.9) zunifikowana z entropią informacyjną (p. 2.4) pozwala w kontekście p. 1.11 lepiej dostrzec dramaturgię współczesnego świata i jednocześnie znaczenie transformacji TETIP. Mianowicie, do nieefektywności energetycznej (niepohamowanego wzrostu entropii, a jednocześnie braku dbałości w zakresie maksymalizacji egzergii) dołączyła już nieefektywność informacyjna, która w dodatku gwałtownie narasta, za przyczyną rozwoju technologicznego, ale też za przyczyną gwałtownego przekształcania informacji w dezinformację (w kłamstwo). Energetyka polska w tym obszarze zaszła już tak daleko, że utrata drugiego filaru bezpieczeństwa energetycznego (p. 2) stała się faktem.

2. Dostęp do informacji: drugi fundament bezpieczeństwa energetycznego.

Polityka PEP2040, Sprawozdanie z działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, dokumenty publikowane przez ministerstwa MAP i MKS (dotyczące koncepcji NABE, umowy społecznej w sprawie wygaszania kopalń węgla kamiennego, programów sprawiedliwej transformacji regionów węglowych, Elektrowni Ostrołęka, konfliktu turowskiego, bloku Jaworzno III, technologii gazowych ogłuszanych dziesięć lat za późno rozwiązaniami przejściowymi, „przemysłowych” małych bloków jądrowych, technologii wodorowych i bardzo wielu innych), to podstawowy zestaw informacji, które na mocy Prawa energetycznego powinny umożliwiać każdemu odbiorcy ocenę jego własnego bezpieczeństwa energetycznego. W żadnym wypadku jednak nie umożliwiają. I nie dlatego, że jest ich za mało. Dlatego, że jest ich nadmiar, są niespójne (w tym kontekście nawet infantylne), są w dużej części nieprawdziwe, w najmniejszym stopniu nie odpowiadają potrzebom sprostania transformacji TETIP. Dlatego, oceniając całościowo, są bezwartościowe.

2.1. Brak publicznego dostępu do wiarygodnej informacji o transformacji energetycznej wytwarza współcześnie w Polsce informacyjny monopol rządowo-korporacyjny, który z nawiązką zastępuje historyczny (choć niezupełnie historyczny, bo ciągle odradzający się) techniczny monopol sieciowy. Konsekwencje są katastrofalne: bezpieczeństwo energetyczne, którym wysługuje się establishment rządowo-korporacyjny stało się pustym hasłem. Jego utrata ma niestety już potwierdzenie empiryczne: nie kolejne lata, ale miesiące ujawniają następujące po sobie etapy bankructwa rządowej polityki (braku polityki) w dziedzinie energetyki.

2.2. Entropia informacyjna stanowiąca podstawę paradygmatów trzeciego (wirtualizacyjnego) i pierwszego (elektroprosumenckiego) jest drugim fundamentem

bezpieczeństwa energetycznego. To właśnie unifikacja (na razie głównie jakościowa) tych dwóch paradygmatów za pomocą entropii informacyjnej, w połączeniu z entropią termodynamiczną (paradygmatem egzergetycznym), stanowi potwierdzenie siły tripletu paradygmatycznego w całości.

- 2.3.** Informacja (brak wiarygodnej informacji o transformacji energetycznej) stała się w Polsce 2021 już główną przyczyną narastania katastrofy. Lawiny nie da się zatrzymać. Powiększający się brak dostępu do informacji o energetyce (w różnych aspektach/obszarach jej funkcjonowania), to narastający – w pętli coraz silniejszego dodatniego sprzężenia zwrotnego – brak bezpieczeństwa energetycznego. Trzy główne „składowe” sygnały „sterującego” w pętli sprzężenia zwrotnego mają związek z trzema deficytami informacji.
- 2.4.** Pierwszy jest spowodowany blokowaniem informacji rynkowej przez operatorów OSD. Głównie chodzi o informacje na ośłonach kontrolnych sieci nN i SN stanowiących podstawę dla wdrożenia zasady ZWZ-KSE, inaczej podstawę do wdrożenia mechanizmów konkurencji między rynkiem schodzącym i rynkami wschodzącymi energii elektrycznej (rys. 2). Ten deficyt jest uwarunkowany strategią blokowania dostępu do informacji realizowaną przez podmioty zasiedziałe (podmioty elektroenergetyki WEK-PK) wymierzoną przeciwko pretendantom do rynków elektroprosumeryzmu. Drugi deficyt informacji jest związany z ukrywaniem przez rząd prawdziwej informacji o katastrofalnej kondycji firm (sektorów) energetycznych. Trzeci ma natomiast związek z brakiem przygotowania do przejścia aktywnej roli w transformacji TETIP, na miarę potrzeb wynikających z transformacji przełomowej samorządów; tu stawia się hipotezę, że brak ten ma charakter przejściowy.
- 2.5.** Coraz większe znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego oprócz deficytu prawdziwej informacji ma nadmiar fałszywej informacji. Fałszywa informacja zawsze się nasila w wypadku zmian przełomowych, kiedy pretendenci do nowych rynków zderzają się z podmiotami zasiedziałymi na starych rynkach. W wypadku transformacji TETIP kluczowe znaczenie ma jednak wojna dezinformacyjna będąca znakiem rozwoju technologii informacyjnych, ogarniająca wszystkie dziedziny życia. W tym kontekście do (statystycznej) interpretacji entropii termodynamicznej (1) nawiązuje ściśle entropia informacyjna, będąca miarą średniej ilości informacji, wielkości matematycznej definiowanej i mierzalnej w przestrzeni probabilistycznej. Zgodnie z fundamentalną koncepcją teorii informacji ilość informacji (zmagazynowanej, wystanej, przesłanej, odebranej) nie odnosi się do znaczenia przekazywanej wiadomości, jest natomiast związana z prawdopodobieństwem, że wiadomość zostanie odebrana (odczytana). Wzór na entropię informacyjną ma postać:

$$H(p_1, p_2, \dots, p_m) = -c \sum_{i=1}^m p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

gdzie:

p_i – prawdopodobieństwo przypisane komunikatowi (nośnikowi wiadomości); podstawa funkcji logarytmicznej równa 2, wpisana do wzoru, jest przypadkiem szczególnym, związanym z systemem dwójkowym powszechnie obowiązującym w teorii informacji; tej podstawie odpowiada najmniejsza jednostka entropii informacyjnej – jest nią bit (8 bitów, to 1 bajt).

- 2.6.** Gdy w układzie nie ma niepewności (prawdopodobieństwo jednego ze stanów jest równe 1, to entropia informacyjna $S = 0$. Gdy wszystkie stany są jednakowo prawdopodobne, to entropia $S = \max$. Oczywiście, w takim ujęciu entropia informacyjna jest ściśle domeną informatyki i poprzez informatykę (cyfryzację) ma wpływ na transformację energetyki. Jeśli zatem korzysta się z uogólnionego pojęcia entropii – w zastosowaniu do zbioru funkcji, za pomocą których można opisać ilościowo różnorodność, niepewność czy losowość systemu – to jest zrozumiałe, że entropia informacyjna tworzy silne narzędzie do opisu rynku, szczególnie rynku energii elektrycznej.
- 2.7.** Dwa obszary potencjalnych zastosowań entropii informacyjnej dla potrzeb rynku energii elektrycznej są szczególnie ważne. Pierwszym jest współużytkowanie infrastruktury sieciowej, tworzenie nowych zasad tego współużytkowania. Mianowicie, odejście od (operatorskiego) monopolu sieciowego, zastąpienie tego monopolu zasadą ZWZ-KSE. Drugim jest kształtowanie końcowych cen energii elektrycznej (tworzenie nowych zasad cenotwórstwa końcowego: odejście od taryf będących emanacją przeciętnych cen rocznych, zastąpienie ich krańcowym cenotwórstwem czasu rzeczywistego na wschodzących rynkach RCR, czyli rynkach czasu rzeczywistego). To, że entropia informacyjna osiąga wartość maksymalną dla równomiernego rozkładu prawdopodobieństwa stanów zmiennej (statystycznej, probabilistycznej) prowadzi w odniesieniu do obydwu zagadnień do bardzo dalekiego wniosku: zarówno monopol sieciowy jak i ceny przeciętne (taryfy dla odbiorców końcowych) oznaczają śmierć entropijną rynku energii elektrycznej.
- 2.8.** Entropia informacyjna z istoty rzeczy wychodzi na procesy społeczne, czyli na obszar działania pierwszego paradygmatu w triplecie paradygmatycznym monizmu elektrycznego, mianowicie paradygmatu elektroprosumenckiego. W tym miejscu ujawnia się pełne pokrewieństwo entropii termodynamicznej i informatycznej. Mianowicie, tak jak potrzebne jest w transformacji TETIP ograniczanie termodynamicznej entropii i maksymalizowanie egzergii, tak potrzebne jest również ograniczanie entropii informacyjnej i maksymalizowanie użyteczności informacji, czyli maksymalizowanie „egzergii” informatycznej.

3. Jest potrzebna informacja o rynku energii elektrycznej, ale nie system CSIRE. Centralny System Informacji Rynku Energii będący w gestii operatora OIRE (Operator Informacji Rynku Energii – słowo „operator” czyni tę nazwę złowieszczą we współczesnym świecie cyfryzacji!) jest zamachem na wschodzące elektroprosumenckie (oddolne) rynki energii elektrycznej. Usytuowanie tego systemu (jego operatora) w PSE jest w aspekcie mentalnym (nie technologicznym) rodem z innej (socjalistycznej) epoki. Pokazuje niezdolność establishmentu polityczno-energetycznego do otwarcia się na przełomowe rozwiązania: mniej entropii, więcej egzergii; mniej centralnej aberracji (niewydolności intelektualnej, nieefektywności gospodarczej, nieadekwatności w sferze procesów społecznych), a więcej elektroprosumeryzmu (odpowiedzialności).

3.1. Porażający jest harmonogram centralizacji informacji, czyli nowego obszaru recentralizacji elektroenergetyki (po doprowadzonej do absurdu recentralizacji organizacyjnej/biznesowej). Mianowicie recentralizacji w tempie: 2023 – 15% wszystkich odbiorców; 2025 – 35%, 2027 – 65%, 2028 – co najmniej 80%. Pytanie – komu i po co to jest potrzebne, przy jednoczesnej blokadzie przez operatorów OSD informacji krytycznych dla rozwoju wschodzących oddolnych sieciowych rynków elektroprosumenckich? Czy po to na przykład, aby 12 mln ludności w 40 tys. sołectw do 1 tys. mieszkańców było skazanych na zasilanie z elektrowni jądrowych (PEP2040 !!!) i nie mogło wejść niezwłocznie w proces autonomizacji względem KSE na poziomie sieci (linii) nN? Wejście w ten nowy etap centralizacji, tym razem dotyczącej informacji, pokazuje, że doświadczenie z recentralizacją organizacyjną elektroenergetyki przeprowadzoną w okresie od 2000 r. poczynając (wytworzenie gigantycznych stranded costs w wyniku woluntarystycznych inwestycji na „największym placu budowy w Europie”) niczego establishmentu polityczno-energetycznego nie nauczyło.

3.2. Znamienne jest, że PSE weszło w system CSIRE w czasie, kiedy powinno skoncentrować się (we współdziałaniu z URE) na wydzieleniu rynku technicznego ze swojej struktury (oddzieleniu tego rynku od sieciowych funkcji właścicielskich przynależnych we współczesnym świecie takiej firmie jak PSE).

3.3. Znamienne jest również, że przyszłościowe rozwiązania – właściwe dla rynków wschodzących energii elektrycznej – zostały prawnie ustanowione w ramach skompromitowanego już całkowicie porządku ustrojowego schodzącego Prawa energetycznego, a nie w ramach (potencjalnego) wschodzącego porządku Prawa elektrycznego.

3.4. Wreszcie znamienne jest, że system CSIRE wytwarza ogromny nadmiar niepotrzebnej informacji, czyli nadmiar entropii informacyjnej, za to nie zapewnia użytecznej informacji („egzergii” informatycznej), potrzebnej od zaraz do pobudzenia konkurencji na dynamicznej wirtualnej ostrońce między rynkami energii elektrycznej: schodzącym zarządzanym w sferze informacji odgórnie przez operatora OIRE usytuowanego w strukturze operatora OSP i wschodzącymi zarządzanymi przez oddolnych operatorów(WSE).

4. Koncepcja TETIP do elektroprosumeryzmu. Triplet paradygmatyczny stabilizuje koncepcję TETIP do elektroprosumeryzmu (dalej koncepcja TETIP), ale nie jest to stabilizacja absolutna (bezwarunkowa). Dwa przypadki wymagające „monitorowania” koncepcji TETIP i ewentualnej jej modyfikacji są z praktycznego punktu widzenia szczególnie ważne, bo mają uniwersalny charakter (dotyczą Polski, ale także świata w całości, chociaż w zróżnicowany sposób).

4.1. Pierwszy przypadek ma przyczynę w najważniejszym błędzie poznawczym energetyki WEK-PK (błędzie metodyki tej energetyki). Otóż chodzi tu o błąd powszechnego dotychczasowego odrzucenia kosztu termoeologicznego w inwestycyjnych analizach ekonomicznych (na rynkach inwestycyjnych, czyli na rynkach rozwoju długoterminowego). Za ten błąd odpowiada destrukcyjna potęga polityczno-korporacyjnych interesów energetyki WEK-PK oraz niedostateczne zrozumienie strat i zagrożeń związanych z tym błędem po stronie społeczeństwa. Błędem, w wyniku którego w Polsce przegrywa środowisko naturalne w całości, a klimat w szczególności.

4.2. Na świecie ten błąd poznawczy przestaje już praktycznie działać: inwestycje rozwojowe w energetykę WEK-PK zostały w ostatnich dwóch dekadach wyhamowane, albo co najmniej są bardzo dynamicznie wyhamowywane. Polska wchodzi natomiast niestety w okres gwałtownego wzrostu kosztów osieroconych (stranded costs) po zrealizowaniu największego programu inwestycyjnego w energetykę WEK-PK w ostatniej dekadzie, a zwłaszcza w ostatnich pięciu latach. Programu całkowicie nieracjonalnego.

4.3. Drugi przypadek potrzeby „monitorowania” koncepcji TETIP w kontekście mnożących się w nadzwyczajny sposób unijnych celów politycznych występuje tylko w takim zakresie, w jakim druga zasada termodynamiki jest nieodporna ze swojej istoty na innowacje technologiczne. W tym miejscu trzeba pamiętać, że cele polityczne w dużym stopniu decydują o innowacyjności technologicznej i o ekonomii, a te czynniki w łańcuchu przyczynowo-skutkowym przenoszą się na praktyczny zakres stosowalności zasad rządzących entropią, zarówno termodynamiczną jak i informatyczną. Dlatego przyspieszanie celów politycznych UE wywołuje nieuchronność (potrzebę) rozwoju koncepcji TETIP, dostosowywania jej do skutków celów politycznych, również wtedy, kiedy te cele nie są w pełni racjonalne (albo w dużym stopniu).

4.4. Potrzebny jest w tym miejscu komentarz. W aspekcie praktycznym przyspieszanie celów politycznych UE wywołało potrzebę (celowość) rozszerzenia zbioru kardynalnego obszarów gospodarczych objętych w koncepcji mechanizmami (planami) transformacyjnymi, por. **p. 4.3.** Jest to rozszerzenie nie do przecenienia z punktu widzenia kompletności redukcjonistycznego opisu praktycznej złożoności trans-

formacji TETIP (tab. 1). Z kolei aspekt teoretyczny, unifikacja egzergii paliw kopalnych z jednej strony i egzergii surowców (materiałów) nieenergetycznych oraz entropii termodynamicznej i informatycznej prowadzi do zaskakującej przejrzystości koncepcji TETIP, przejrzystości mającej fundamentalne znaczenie. Na przykład tej, która pokazuje, że termodynamiczna osłona kontrolna transformacji TETIP (między elektroprosumeryzmem i całą energetyką WEK-PK) pokrywa się w gruncie rzeczy z rynkową osłoną kontrolną transformacji TETIP (na której konkurują rynki energii elektrycznej: wschodzący i schodzący). To ten aspekt wymógł i przyspieszył z jednej strony zapoczątkowanie prac rozwojowych nad kosztem elektroekologicznym technologii charakterystycznych dla wschodzących rynków elektroprosumeryzmu, a z drugiej strony nad znaczeniem dostępu do informacji (prawdziwej i minimalnej) jako podstawy bezpieczeństwa energetycznego oraz odporności elektroprosumenckiej, por. p. 2.4.

4.5. Nowym obszarem oddziaływania wprowadzonym do koncepcji (rozumianej tak jak to wynika z jej opisu charakterystycznego dla platformy PPTe2050 pod wpływem celów politycznych UE) jest obszar oddziaływań, które dotychczas traktowane były jako „miękkie”, a pod wpływem postępującej unifikacji koncepcji (na platformie PPTe2050) mającej bazę w cyfryzacji (masowe zastosowanie technologii teleinformatycznych i energoelektronicznych) stają się identyfikowalne w rozumieniu empirycznym. W rezultacie standardowy opis zbioru obszarów oddziaływania przyjmuje w koncepcji postać zbioru pięcioelementowego ($i = 1$ do 5), ze ściśle określonym rankingiem priorytetów (tab. 1).

4.6. Jeśli koncepcja bazuje na podstawach fundamentalnych, to w tym zakresie nie może być unifikowana z celami politycznymi (bo z istoty jest ponad nimi), wymaga za to badań. Najbardziej charakterystycznymi badaniami (przyspieszonymi i ukierunkowanymi przez nowe unijne cele polityczne), które rozszerzyły i ugruntowały triplet paradygmatyczny koncepcji, są badania nad kosztem elektroekologicznym [6]. Nośnik kosztu elektroekologicznego na trajektorii A→B transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu w postaci kosztu uprawnień do emisji CO₂ zapewnia bardzo duży potencjał rynkowej unifikacji koncepcji oraz unijnych celów politycznych. Przekłada się to na praktyczną możliwość efektywnego zarządzania trajektorią A→B (wygaszaniem rynków końcowych energetyki WEK-PK oraz pobudzaniem wschodzących rynków elektroprosumeryzmu za pomocą konkurencji na dynamicznych osłonach „organizujących” tę konkurencję).

5. Druga ustrojowa reforma elektroenergetyki (DURE).

Jest to reforma, która ma zapewnić, na całej trajektorii A→B transformacji TETIP (w ciągu trzech dekad), wygaszenie podsektora wytwórczego WEK-PK oraz rekonfigurację sieciową i rynków technicznych KSE zapewniającą

pełną odporność elektroprosumencką Polski w stanie B (2050). Takie sformułowanie celu czyni reformę DURE [7] bardzo przejrzystą, ale jednocześnie pokazuje, że koncepcja NABE jest nie do obrony.

5.1. Zastąpienie koncepcji NABE reformą DURE oznacza w kolejnych trzech dekadach urynkowanie wygaszania podsektora WEK-PK na osłonie kontrolnej (za pomocą osłony kontrolnej) między korporacyjnym rynkiem schodzącym i elektroprosumenckimi rynkami wschodzącymi energii elektrycznej. W tym kontekście rynkowa restrukturyzacja sektora wytwarzania WEK-PK musi zapewniać równowagę sił rynkowych między konkurującymi rynkami na osłonie kontrolnej oraz, z drugiej strony, równowagę bezpieczeństwa energetycznego odbiorców na rynku schodzącym energii elektrycznej i odporności elektroprosumenckiej (adekwatności rynkowej) elektroprosumentów na rynkach wschodzących elektroprosumeryzmu.

5.2. To pociąga za sobą wymaganie decentralizacji wytwarzania energii elektrycznej (do poziomu sprzed 2000 r.), czyli takiej, która była charakterystyczna dla pierwszej ustrojowej reformy elektroenergetyki rozpoczętej w 1990 r. Inaczej, wydzielenia elektrowni z grup energetycznych i nadania im statusu niezależnych przedsiębiorstw). Chodzi tym samym o podanie zdecentralizowanych przedsiębiorstw wytwórczych reżimowi konkurencji na osłonie kontrolnej rozdzielającej rynek schodzący i rynki wschodzące energii elektrycznej.

5.3. Odrębną sprawą jest potrzeba wydzielenia biznesowego – do standardu jednostek (przedsiębiorstw) – poszczególnych (pojedynczych) bloków węglowych i gazowych zbudowanych po 2000 r. (bloki klasy 450 MW *Pątnów II, Łagisza, Stalowa Wola, Turów* oraz bloki klasy od 850 MW do 1070 MW: *Betchatów, Kozienice*, dwa bloki w *Elektrowni Opole, Jaworzno*). Potrzeba ta ma trzy przyczyny.

- Pierwszą jest fakt polegający na tym, że każdy z tych bloków ma znaczenie systemowe (w KSE), którego nie wolno zbagatelizować (bo dotyczy ono ograniczeń sieciowych związanych z topologią istniejącej sieci zamkniętej NN (400 i 220 kV, a w pewnym zakresie także 110 kV).
- Drugą, związaną z pierwszą, jest fakt, że każdy z tych bloków musi konkurować na osłonie kontrolnej z „własnym” (węglowym, przynależnym blokowi) rynkiem wschodzącym.
- Trzecią przyczyną jest bardzo wielki nadmiar rezerwy technicznej; dlatego może się okazać, że indywidualne koszty zmienne poszczególnych bloków tego zbioru nie są wystarczającym kryterium ich (bloków) istnienia (w praktyce chodzi o to, że to inwestor podjął błędną decyzję o budowie bloku i powinien pokryć osierocone koszty kapitałowe).

5.4. Umowa społeczna wygaszania kopalń węgla kamiennego w horyzoncie 2049 nie może być oderwana od trajektorii wygaszania elektrowni/bloków na węgiel kamienny i wygaszania regionów górniczych

węgla brunatnego (konińskiego, turowskiego i bełchatowskiego). Zastosowane arbitralnie rozstrzygnięcie tych trzech trajektorii jest nie tylko eskalowaniem konfliktu Polski z UE, ale także pozbawianiem społeczności lokalnych korzyści wynikających z rynkowego potencjału transformacji TETIP.

- 5.5. Decentralizacja podsektora wytwórczego elektroenergetyki WEK-PK i poddanie go wygaszeniu w trybie konkurencji przez rynki wschodzące elektroprosumeryzmu pociąga za sobą potrzebę rekonfiguracji sieciowej i rynków technicznych KSE. Rekonfiguracja, która zapewni Polsce za pomocą połączeń transgranicznych uczestnictwo w rynku JREE, a z drugiej strony zapewni za pomocą układu dosyłowego dostęp korytarza urbanistyczno-infrastrukturalnego północ-południe (typu kotwica) do rynku offshore na Morzu Bałtyckim (rys. 1). Ponadto, zapewni adekwatność sieci rozdzielczych (nN, SN i 110 kV) operatorów OSD do potrzeb rynków elektroprosumenckich (rys. 2).
- 5.6. Istotą restrukturyzacji operatora OSP jest wydzielenie z KDM (Krajowa Dyspozycja Mocy) operatora ORT (Operator Rynku Technicznego), dedykowanego wyłącznie rynkowi schodzącemu energii elektrycznej, rozciągającemu się na cały system KSE.
- 5.7. W wypadku segmentu operatorskiego OSD najważniejszymi decyzjami w ramach reformy DURE są te, które zapewnią wdrożenie zasady ZWZ-KSE. W praktyce oznacza to wydzielenie operatorów ze skonsolidowanych struktur (grup energetycznych) i zapewnienie im rzeczywistej niezależności, takiej jaką zapewniła Zakładom Energetycznym (kiedy jeszcze nie było operatorów OSD) pierwsza ustrojowa reforma elektroenergetyki. Jednocześnie operatorzy OSD muszą być ograniczeni do realizacji funkcji właścicielskiej sieci. Nie mogą natomiast wejść w tryb budowania rynków technicznych na swoich sieciach, w zakresie których nie mają zresztą żadnego doświadczenia. Dlatego, bo nie skorzystali w przeszłości z szansy zbudowania swoich kompetencji potrzebnych na rynkach bilansujących, które funkcjonują już w UE od początku 2021 r.

6. Prawo elektryczne 2025/27, z trzema ustawami pilotażowymi. Prawo to, oznaczające drugi, równoległy względem Prawa energetycznego, porządek ustrojowy transformacji TETIP, jest potrzebne generalnie do wytworzenia wschodzących rynków energii elektrycznej. To oznacza dalej, że w przepisach ustaw pilotażowych do Prawa elektrycznego musi wystąpić dualizm nazewniczy. Mianowicie, jedne przepisy muszą być wyrażone językiem ustawy Prawo energetyczne. Inne natomiast wymagają zastosowania języka ustawy Prawo elektryczne (języka potencjalnego, zaczerpniętego – przed uchwaleniem Prawa elektrycznego – z koncepcji transformacji TETIP). Trajektoria dojścia do wersji docelowej Prawa elektrycznego (trzy ustawy pilotażowe, cztery etapy), uwzględniająca tę złożoną sytuację – jest następująca.

- 6.1. *Ustawa o dostępie do informacji o transformacji energetycznej.* Najogólniej informacja (publicznie dostępna), o którą chodzi w tej ustawie musi być ustrukturo-

ryzowana w sposób zapewniający pretendantom zdobywanie (i zdobycie) rynków elektroprosumeryzmu, mających potencjał wygaszenia rynków końcowych energii należących do podmiotów zasiedziały w energetyce WEK-PK. Problemem jest to, że katalog tych informacji jest na razie słabo rozpoznany. Są jednak rzeczy pewne. Mianowicie, to że jest to katalog bardzo rozbudowany, że trzeba go tworzyć w środowisku zaostrzającego się konfliktu, że projekt prawa jest potrzebny bardzo pilnie, wreszcie, że podmioty, które mają zapewnić dostęp do informacji muszą mieć na to czas (muszą mieć możliwość zrealizowania różnorodnych przygotowań). Realny harmonogram czasowy związany z tą ustawą, uwzględniający wskazane okoliczności, jest następujący: opracowanie projektu – koniec 2021; czas od uchwalenia do wejścia w życie – jeden rok.

- 6.2. *Ustawa o rynkach technicznych w segmencie operatorskim KSE.* Jest to ustawa, która ma na celu rekonfigurację sieciową i rynków technicznych KSE, zapewniającą pełną odporność elektroprosumencką Polski w stanie B (2050). Zatem jest to ustawa, dla której językiem „podstawowym” musi być język ustawy Prawo energetyczne. Dodatkowo, ta ustawa wymaga co najmniej średniozaawansowanych prac rozwojowych. Dlatego realny harmonogram czasowy dla ustawy, to: projekt – koniec 2022 (termin warunkowany pracami rozwojowymi); czas od uchwalenia do wejścia w życie – pół roku (o krótkim czasie decyduje fakt, że implementacja ustawy ogranicza się w podstawowym stopniu do profesjonalnego środowiska operatorskiego).
- 6.3. *Ustawa o współużytkowaniu zasobów KSE.* Ta ustawa ma krytyczne znaczenie na drodze do Prawa elektrycznego. Jej złożoność wymaga zaawansowanych prac rozwojowych. A wejście ustawy w życie wymaga utworzenia dwóch urzędów (ich wersji „startowych”), mianowicie: Urzędu Rozwoju Elektroprosumeryzmu i Rady Odporności Elektroprosumeryzmu [2]. W efekcie realny harmonogram czasowy dla ustawy, to: projekt – koniec 2023; czas od uchwalenia do wejścia w życie – jeden rok.
- 6.4. W wypadku samego Prawa elektrycznego, zamykającego czwarty etap prac rozwojowych, stanowiącego nowy porządek ustrojowy, w stosunku do którego wymagana jest stabilność trwająca przez ponad dwie dekady, krytyczne znaczenie mają prace rozwojowe w zakresie unifikacji kosztu elektroekologicznego elektroprosumeryzmu z kosztem uprawnień do emisji CO₂ (koszty innych szkodliwych produktów są już w wypadku UE przedmiotem wymagań BAT). Dalej zaś prace rozwojowe nad unifikacją kosztu elektroekologicznego z przepisami Prawa elektrycznego dotyczącymi cenotwórstwa na rynku RCR (rynek czasu rzeczywistego, inaczej cen krańcowych krótkoterminowych). Dlatego realny harmonogram czasowy dla ustawy, to: projekt – koniec 2024; czas od uchwalenia do wejścia w życie – jeden rok do dwóch lat.

USTAWA O DOSTĘPIE DO INFORMACJI (o transformacji energetycznej)

7. Naruszenie (a w świetle tripletu paradygmatycznego praktycznie już utrata, punkty 1, 2 i 3) dwóch fundamentów bezpieczeństwa energetycznego stawia bardzo wysokie wymagania przed przepisami ustawy Prawo elektryczne, a w szczególności także przed przepisami ustawy o dostępie do informacji. Odpowiedzią na te wymagania jest mapa transformacji TETIP przedstawiona na rysunku 1. Istotą mapy są dwie części składowe opisu. Pierwszą jest opis redukcjonistyczny transformacji TETIP za pomocą heurystyk (bilansowych, ekonomicznych) będących wynikiem stosowania metody dedukcyjnej w przestrzeni tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego. Drugą jest opis transformacji TETIP jako złożoności, w takim sensie, jak termin ten jest rozumiany w [8] (złożoność świata empirycznego; metody badań indukcyjnych).
8. W kontekście unifikacji bogactwa praktyki transformacji TETIP jako złożoności, a z drugiej strony redukcjonizmu tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego, mapa 1 jest nadspodziewanie płodna/skuteczna. Dlatego, bo jak w soczewce widać na niej, że transformacja TETIP wychodzi naprzeciw wszystkim najistotniejszych dylematów, które stały się udziałem współczesnego świata. Przy tym siła tej transformacji jest związana bezpośrednio z jej znaczeniem gospodarczym. Przykładowo, wartość rynków końcowych energetyki WEK-PK, wynosząca przed pandemią (2019) około 6 bln USD (i praktycznie tyle samo w euro) jest ponad 3-krotnie większa od globalnych wydatków na zbrojenia, które w 2019 wynosiły 1,9 bln USD (Międzynarodowy Instytut Badań nad Pokojem [SIPRI] w Sztokholmie). W konse-

kwencji dochodzi do strukturalnej zmiany ekonomii (p. 17) i strukturalnej alokacji odpowiedzialności za transformację TETIP (p. 18). Zarówno strukturalne zmiany ekonomii jak i strukturalna alokacja odpowiedzialności idą w odwrotnym kierunku niż to, co wynika z Polskiego Ładu. Mianowicie, na pewno nie chodzi już o naśladowczą transformację energetyczną. Chodzi o przełomową transformację energetyczną bardzo ściśle sprzężoną z przełomową transformacją społeczną (prowadzącą do nowej, spłaszczonej struktury społecznej), gospodarczą (bazującą na koszcie elektroekologicznym, prowadzącą do ekonomii behawioralnej, do nowego systemu podatkowego), środowiskową (prowadzącą do globalnej neutralności klimatycznej) i lokalnej odporności środowiskowej (w Polsce jest to sfera odpowiedzialności samorządów, JST).

9. Kluczowe znaczenie ma fakt, że pięć obszarów w opisie redukcjonistycznym złożoności transformacji TETIP obejmuje całą trajektorię TETIP(A→B). Pierwotną podstawą tego opisu są heurystyki bilansowe i ekonomiczne stanu końcowego B transformacji TETIP. Przy tym w wypadku transformacji TETIP, tak jak w wypadku każdej innej złożoności, redukcjonizm jest pomocny (jeśli jest) tylko „chwilowo”. I nieważne, że w konkretnym wypadku ta chwila ma trwać aż trzy dekady. Ważne natomiast, czy zaproponowany redukcjonizm podpowiada rozwiązania potrzebne praktyce (złożoności) transformacji TETIP. Czy odpowiada, i jak, na żywotne pytania tej praktyki, czyli na pytania ze strony świata badań indukcyjnych (empirycznych). Pięć najważniejszych hipotez w tym zakresie tworzy następującą ich listę.
- 9.1. Transformacja TETIP jako złożoność pozwala spojrzeć optymistycznie na przyszłość rynków elektroprosumeryzmu pod „władzą” sztucznej inteligencji. Mianowicie, ta transformacja, realizowana w trybie

Tabela 1

Mapa transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu jako złożoności wyrastającej z redukcjonistycznego tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego

Transformacja TETIP	
<p>REDUKCJONIZM ----- podejście metodologiczne dedukcyjne (triplet paradygmatyczny monizmu elektrycznego, heurystyki)</p>	<p>ZŁOŻONOŚĆ ----- podejście metodologiczne indukcyjne (empiryzm, dylemat jak wykorzystać sztuczną inteligencję do zarządzania złożonością transformacji TETIP)</p>
<p>Pięć zredukowanych (w przestrzeni tripletu paradygmatycznego) obszarów transformacji TETIP, ze ściśle określonym rankingiem priorytetów, $i =$ od 1 do 5 ----- 1) pasywizacja budownictwa ($i = 1$) 2) elektryfikacja ciepłownictwa ($i = 2$) 3) elektryfikacja transportu ($i = 3$) 4) użytkowanie energii elektrycznej, elektrotechnologie, przemysł 4.0, GOZ ($i = 4$) 5) reelektryfikacja OZE ($i = 5$)</p>	<p>Trzy obszary działań praktycznych ----- 1. Rynek - koncepcja TETIP (koncepcja rynku, jego mechanizmów) 2. DURE – restrukturyzacja energetyki WEK-PK w trybie polityki państwowej (natomiast nie energetycznej) 3. Prawo elektryczne (doktryna prawna na skalę doktryny oświeceniowej „wszyscy muszą wydorosnąć” [I. Kant])</p>
<p>Trzy wymiary społeczne ludzkich preferencji/motywacji, $j =$ od 1 do 3 ----- 1) pożądanie i deficyt, co jest pierwsze: pożądanie rodzi deficyt, czy odwrotnie – deficyt rodzi pożądanie? ($j = 1$) 2) trzy „podatności” człowieka na inżynierię społeczną władzy/polityków: strach, pycha, chciwość ($j = 2$) 3) cztery potrzeby człowieka progresywnego: zakorzenienia, tożsamości, twórczości, relacji [E. Fromm] ($j = 3$)</p>	

przełomowym, pozwoli uczyć się systemom sztucznej inteligencji na koncepcji TETIP, tzn. na jej zasadach (po ich zalgorytmizowaniu). Przy całkowitym odcięciu się od konieczności sięgania po historyczne dane, które byłyby konieczne w wypadku, gdyby transformacja energetyczna była realizowana w trybie naśladowczym.

9.2. Właściwy opis empiryczny stanu początkowego A trajektorii (charakterystyczny dla metodologii badań indukcyjnych) umożliwi dedukcyjny (redukcjonistyczny) opis (w postaci prostych heurystyk bilansowych i ekonomicznych) stanu końcowego B złożoności, którą jest transformacja TETIP. Znajomość obydwu stanów otwiera drogę do projektowania mechanizmów rynkowych transformacja TETIP działających na całej jej trajektorii (A→B).

9.3. Wielorakie znaczenie pięciu obszarów w opisie redukcjonistycznym charakterystycznym dla koncepcji TETIP trzeba też widzieć między innymi jako zaproszenie do przekroczenia granic dziedzinowych (barier silosowych) w praktycznej realizacji złożoności transformacji TETIP. Jest to sprawa nie do przecenienia.

9.4. Dalej, nowy ranking usytuowania (znaczenia) poszczególnych działań wydobywa transformację TETIP z pułapki populizmu i narkotycznych systemów wsparcia (nazywanych „rozwojowymi”), panoszenia się popenergetyki, kreowania w sposób woluntarystyczny nowych silosów („dobrych, bo naszych”).

9.5. Pięć obszarów w opisie redukcjonistycznym określa polski trójkąt unifikacyjny rynków elektroprosumeryzmu, stanowi fundament tego trójkąta. Znowu jest to sprawa nie do przecenienia.

9.6. Pięć obszarów alokuje w Polsce systemowo (fundamentalnie) odpowiedzialność za transformację TETIP z poziomu centralnego (krajowego) na poziomy: samorządowy, sektora MMSP oraz elektroprosumencki. Samorządy, jeśli nawet nie mają jeszcze kompetencji, stają się właściwe (w kontekście redukcjonistycznego opisu pięciu obszarów) do przejęcia odpowiedzialności za wytworzenie właściwych mechanizmów. Sektor MMSP (jeśli ma wejść w tryb budowy nowej generacji samego siebie) ma historyczną szansę, albo alternatywę osunięcia się w niebyt. Elektroprosumenci zyskują środowisko (w postaci rynków elektroprosumeryzmu) do sprawdzenia się w roli człowieka produktywnego (**p. 10.1**).

10. Pełna złożoność transformacji TETIP na całej trajektorii TETIP(A→B) w części wychodzącej poza zakres nauk ścisłych, obejmująca nauki społeczne – w szczególności socjologię i psychologię, w tym ekonomię behawioralną, a także prawo – w opisie redukcjonistycznym w tabeli 1 sprowadza się do trzech uniwersalnych ludzkich preferencji/motywacji. Tych, które nakazują zawsze pamiętać zarówno o ułomnościach ludzkiej natury jak i jej wzniosłości. I za pomocą prawa elektrycznego, praktycznej podstawy złożoności transformacji TETIP, blokować pierwsze, a wzmacniać drugie.

10.1. Odwieczny dylemat – co jest pierwsze: deficyt czy pożądanie – jest już centralnym problemem transformacji TETIP – jeśli tylko mieć odwagę dostrzec skrajną nierównowagę zużycia energii w skali globalnej i niewydolność środowiska przyrodniczego, w tym odporności klimatycznej. To ten dylemat jest dobrym punktem wyjścia do projektowania mechanizmów zrównoważonego rozwoju, między rozpasanym konsumpcjonizmem świata zelektryfikowanego w modelu energetyki WEK-PK (kraje OECD, ponad 1 mld ludzi) oraz światem ciągle pozbawionym dostępu do energii elektrycznej (około 1,5 mld ludzi). Z kolei trzy odwieczne siły determinujące ludzkie zachowanie – strach, pycha, chciwość – stanowią już we współczesnym świecie (w świetle ciągle doskonałych przez polityków technik inżynierii społecznej) główne paliwo autorytaryzmu. Zagrożenie z tym związane przybiera wręcz wymiar dramatyczny. Prawo elektryczne powinno w takiej sytuacji tworzyć w Polsce zapórę przed autorytaryzmem, a wzmacniać oświeceniowy porządek ustrojowy strefy euroatlantyckiej. Wreszcie cztery potrzeby człowieka progresywnego [E. Fromm] szczególnie zasługują na ochronę i pobudzenie – w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego – za pomocą przepisów Prawa elektrycznego.

10.2. Trzy wymiary społeczne ludzkich preferencji/motywacji na mapie przedstawionej w tabeli 1 stanowią także współcześnie fundamentalną podstawę do uwzględnienia struktury zdolności (intelektualnych, społecznych) ludzi w kontekście ich uczestnictwa w złożoności transformacji TETIP. Stawia się tu hipotezę, że jest to struktura: μ -5-25-30-30-10 (%). Pierwszy zbiór (μ – znikomy ułamek procentu, poza praktycznymi regułami statystyki), to ludzie wybitnie zdolni, częściej do „dobrego” (wybitnie zdolni uczeni i wynalazcy, przywódcy polityczni zdolni do oświeceniowej odpowiedzialności za państwo, filozofowie świeccy i religijni, a także przemysłowcy), niestety również do „złego” (do autorytaryzmu politycznego, do coraz bardziej niszczącego wykorzystania technologii teleinformatycznych, do wzmacniania niszczącej siły korporacjonizmu). Ludzie z tego zbioru, zdolni do odpowiedzialności, są obecnie potrzebni do stworzenia zasad porządkowania złożoności transformacji TETIP na poziomie globalnym. Drugi zbiór (5%) to ludzie bardzo zdolni. Zdolni do podjęcia odpowiedzialności za innych. W złożoności transformacji TETIP odgrywający kluczową rolę na poziomie unijnym, krajowym, i samorządowym metropolitalnym. Trzeci zbiór (25%) to zbiór ludzi zdolnych, potencjalne środowisko społeczne innowatorów-pretendentów do rynków elektroprosumeryzmu. Czwarty zbiór (30%) to ludzie zdolni wziąć (pod presją regulacji ustawy Prawo elektryczne) odpowiedzialność za siebie i wytworzyć nadwyżkę potrzebną na wsparcie zbioru piątego (także 30%) do poziomu równowagi (między charakterystycznym dla tego poziomu pożądaniami i deficytem). Szósty zbiór (10%), to ludzie wymagający daleko idącego

wsparcia (w ramach zasady pomocniczości) przez kapitał społeczny i samorządy.

Transfery społeczne między zbiorami czwartym, piątym i szóstym w transformacji TETIP jako złożoności mogą się odbywać tylko za pomocą rynkowego systemu podatkowego charakterystycznego dla elektroprosumeryzmu, systemu podatkowego biegunowo różniącego się od systemu charakterystycznego dla energetyki WEK-PK.

10.3. Wreszcie, trzy wymiary społeczne ludzkich preferencji/motywacji są punktem wyjścia do projektowania nowej struktury zasady pomocniczości (subsidiaryzmu). Stawia się tu hipotezę, że w wypadku współczesnej złożoności transformacji TETIP należy mówić o zasadzie pomocniczości obejmującej sześć poziomów.

Są to, od najniższego do najwyższego, następujące poziomy:

- poziom kapitału społecznego ($k = 1$),
- samorządowy ($k = 2$),
- krajowy ($k = 3$),
- unijny ($k = 4$),
- globalny korporacyjny ($k = 5$),
- zinstytucjonalizowanego świata ($k = 6$).

Na pierwszym poziomie dochodzi do ustrojowej zmiany: kapitał społeczny, w tym sektor NGO, zastępuje w elektroprosumeryzmie związki zawodowe w energetyce WEK-PK. Na drugim poziomie również dochodzi do ustrojowej zmiany: samorządy zastępują państwo. Zadaniem państwa na trzecim poziomie jest w Polsce (w każdym kraju członkowskim UE) tworzenie porządku ustrojowego zasady pomocniczości na poziomie unijnej infrastruktury energetycznej i transportowej, w szczególności na połączeniach transgranicznych (europejskiego) JREE. Na czwartym poziomie UE, razem z USA i Chinami musi przejąć odpowiedzialność za tworzenie całkowicie nowego porządku ustrojowego zasady pomocniczości w skali globalnej, w taki sposób, aby elektroprosumeryzm stał się główną siłą zmniejszającą nierówności regionalne i zmniejszającą zagrożenie migracji do Europy mające źródło w zmianach klimatycznych i ekstremalnych nierównościach rozwojowych. Piąty poziom, globalny korporacyjny, musi przejąć odpowiedzialność za odporność klimatyczną i niwelowanie rozwarstwienia gospodarczego świata oraz ograniczanie własnej innowacyjności biznesowej, degenerującej struktury społeczne samego korporacjonizmu, jak i innowacyjności technologicznej (na styku łączenia biotechnologii oraz technologii informacyjnej) niszczącej struktury społeczne poza korporacjonizmem. Szósty poziom, świata zinstytucjonalizowanego, czeka na nowe inicjatywy w rodzaju wyspecjalizowanej agendy ONZ, na przykład takiej, jak Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (tylko lepszej).

10.4. W kontekście ustawy o dostępie do informacji podstawowe znaczenie ma w Polsce dostęp do informacji w pięciu zredukowanych (w przestrzeni tri-

pletu paradygmatycznego) obszarach transformacji TETIP, ze ściśle określonym rankingiem priorytetów, $i =$ od 1 do 5. W punktach od **11** do **15** są zasygnalizowane hasłowo wybrane problemy dotyczące dostępu do informacji w tych obszarach. W tym kontekście bardzo ważne są heurystyki możliwe do pozyskania w opisie redukcjonistycznym transformacji TETIP. Dlatego tam, gdzie jest to już możliwe przytacza się je za źródłami [9-11].

11. Dostęp do informacji w obszarze pasywizacji budownictwa. Ten obszar powinien mieć najwyższy priorytet w dostępie do informacji ze względu na jego największy potencjał w kontekście redukcji kosztu elektroekologicznego (zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło, poprawy efektywności energetycznej). Jest to obszar, w którym właściwe standardy informacji muszą wytworzyć: samorządy (JT) i rząd (państwo). Standardy te powinny być koherentne z redukcjonistycznymi heurystykami, zwłaszcza bilansowymi.

11.1. Najważniejsza heurystyka pasywizacji polskiego budownictwa (mieszkaniowego), odnosząca się do redukcji ciepła grzewczego, mówi o około 5-krotnym potencjale takiej redukcji. Do heurystyki tej dochodzi się poprzez krzyżową weryfikację podanej wartości liczbowej: dla pojedynczego budynku i na poziomie rynku krajowego energii końcowej (ciepła) i energii pierwotnej (chemicznej paliw). W odniesieniu do budynku jest to redukcja przeciętnego rocznego zużycia ciepła grzewczego 180 kWh/m² (stan A transformacji, początkowy) do racjonalnego, wynoszącego około 35 kWh/m² (stan B, końcowy). Na poziomie krajowego rynku energii końcowej heurystyka oznacza natomiast redukcję zużycia ciepła grzewczego, jako energii końcowej, równego około 160 TWh do około 30 TWh. Podstawą do wyznaczenia pierwszej liczby jest zużycie paliw (w dominującej części węgla i gazu); obrót paliw jest podstawą najbardziej wiarygodną, bo jest najściślej kontrolowany ze względu na rygory podatkowe. Dalej, podstawą są dane o podziale rynku końcowego ciepła na rynek ciepła sieciowego (zasilanego z wielkich źródeł kogeneracyjnych i wielkich kotłowni) oraz pozasieciowego (budynkowe instalacje ciepłownicze). Wreszcie dane o strukturze źródeł ciepła (w tym o ich lokalnej sprawności energetycznej). Z kolei druga liczba (30 TWh) została wyznaczona przy wykorzystaniu racjonalnego zużycia jednostkowego dla stanu B (35 kWh/m²), zapewniającego równowagę ekonomiczną między pasywizacją budynkową i energetyczną elektryfikacją. Ponadto, przy uwzględnieniu prognoz demograficznych, strategii wyburzeń, i najważniejsze – polityki równoważenia potrzeb mieszkaniowych (polityki obejmującej szeroko rozumiane procesy społeczne, w tym indywidualne preferencje ludzkie, a z drugiej strony coraz skuteczniej unifikowane wymagania klimatyczne i środowiskowe lokalne, a także ograniczenia surowcowe (koszt elektroekologiczny też zaczyna w tym zakresie odgrywać już rolę).

11.2. Kluczowa rola w zakresie standardu potrzebnej informacji dotyczącej pasywizacji budownictwa należy do samorządu. Potrzebna informacja – publicznie dostępna, po to, aby mógł dobrze działać rynek usług w obszarze pasywizacji – musi być zapewniona przez samorząd (na tym polega zasada pomocniczości). Najogólniej chodzi o informację co najmniej w postaci założeń do planu pasywizacji JST, ale lepiej w postaci samego planu. Dokumenty takie dostępne w biuletynie BIP powinny obejmować właściwie ustrukturyzowane dane statystyczne o zasobach budynkowych JST (struktura zasobów budynkowych, dostęp do bazy danych kartograficznych, ...) oraz narzędzia z zakresu prawa miejscowego (Prawo miejscowe dla zróżnicowanych obszarów, takich jak: niska emisja ..., wyburzenia ..., pomoc dla mieszkańców wymagających wsparcia w ramach zasady pomocniczości, inne).

12. Dostęp do informacji w obszarze elektryfikacji ciepłownictwa. Standardy informacji właściwe dla złożoności transformacji TETIP w tym obszarze nie istnieją; nie mają takich standardów obecnie ani rząd, ani korporacja ciepłownicza, ani samorządy. Istnieją jednak w wypadku tego obszaru wiarygodne heurystyki.

12.1. Najważniejszą heurystyką dotyczącą elektryfikacji wytwarzania ciepła grzewczego i produkcji ciepłej wody użytkowej jest heurystyka bazująca na współczynniku eksploatacyjnej wartości COP pompy ciepła równym 3. Wykorzystanie tej wartości prowadzi do heurystyki krajowego zapotrzebowania na ciepło grzewcze (po pasywizacji) oraz ciepło potrzebne do produkcji ciepłej wody użytkowej i energii elektrycznej potrzebnej do napędu pomp w postaci: (30 + 30) TWh → 20 TWh, odpowiednio. Ważna jest także elektryfikacja za pomocą technologii „wsparcia” głównej technologii, którą jest pompa ciepła. Na przykład w wypadku elektryfikacji ciepłownictwa bazującego na rozległych wysokotemperaturowych sieciach ciepłowniczych (przypadek Warszawy) obiecującą technologią wsparcia są kotły indukcyjne.

12.2. Kluczowa rola w zakresie standardu potrzebnej informacji dotyczącej elektryfikacji znowu należy do samorządu. Również w tym wypadku informacja powinna mieć postać założeń, lub lepiej planu, oczywiście założeń/planu elektryfikacji ciepłownictwa JST.

13. Dostęp do informacji w obszarze elektryfikacji transportu. Jest to trzeci obszar, w którym na poziomie złożoności transformacji TETIP właściwe standardy informacji nie istnieją; nie mają obecnie takich standardów ani rząd, ani samorządy.

13.1. Najważniejsza heurystyka dotycząca elektryfikacji transportu, mająca podstawy metodologiczne podobne jak heurystyka pasywizacji budownictwa (p. 11) i elektryfikacji ciepłownictwa (p. 12) pokazuje w wypadku poziomu krajowego redukcję rynku energii końcowej (chemicznej w paliwach transportowych) wynoszącej w stanie A 200 TWh do wartości energii

elektrycznej ze źródeł OZE w stanie B, wynoszącej około 60 TWh. Podstawą tej heurystyki jest stosunek („lokalnej”) sprawności eksploatacyjnej samochodu z silnikiem elektrycznym (napędzanego energią elektryczną) i samochodu z silnikiem spalinowym (napędzanego energią chemiczną) wynoszący około 3.

13.2. Po raz trzeci kluczowa rola w zakresie standardu potrzebnej informacji dotyczącej elektryfikacji należy do samorządów. I po raz trzeci powinna to być dla jednostki JST informacja w postaci założeń/planu elektryfikacji transportu.

13.3. W wypadku elektryfikacji strategicznej infrastruktury transportu kolejowego (magistrale kolejowe) i drogowego (autostrady) za właściwą informację, dostępną publicznie, odpowiedzialny jest rząd. Właściwą formą informacji jest długoterminowa (horyzont 2050) strategia rozwoju infrastruktury oraz średnioterminowy plan rozwoju (w 2021 jest to plan z horyzontem 2030).

13.4. W wypadku transkontynentalnego transportu lotniczego zagwarantowanie publicznego dostępu do informacji dotyczącego dojścia do neutralności klimatycznej jest właściwością zinstytucjonalizowanego świata (najwyższego poziomu realizacji zasady pomocniczości). Rolą polskiego rządu jest natomiast udział w procesie wypracowywania rekomendacji UE kierowanych na poziomy biznesowy i globalny.

14. Dostęp do informacji w obszarze użytkowanie energii elektrycznej. Jest to obszar o największej złożoności i zarazem o najmniejszym jej rozpoznaniu (dla tego obszaru na razie nieosiągalne są heurystyki, które uprawniałyby wiarygodne oszacowanie potencjału). Jedno i drugie (złożoność i małe rozpoznanie) jest związane z „rozległością” obszaru rozciągającą się na zarządzanie DSM/DSR w środowisku cyfrowym, na ekspansję elektrotechnologii, przemysł 4.0, gospodarkę GOZ i całą gospodarkę surowcową. Konsekwencją jest skomplikowana struktura potrzebnego standardu dostępu do informacji, obejmująca wiele źródeł informacji.

14.1. Cztery najważniejsze w tym obszarze źródła potrzebnych informacji w wymiarze polskim, to: rynek, operatorzy OSD, rząd, samorządy. Dojrzały rynek AGD jest przykładem publicznego dostępu wszystkich zainteresowanych do potrzebnej informacji; oczywiście nawet w tym wypadku potrzebna jest jednak certyfikacja urzędów (artykułów). Operatorzy OSD są odpowiedzialni za zagwarantowanie publicznego dostępu do informacji sieciowej (w 2021 krytyczną taką informacją są w szczególności profile pomiarowe obciążenia – godzinowe, 15-minutowe, a nawet już 5-minutowe – linii nN w polach liniowych stacji transformatorowych SN/nN oraz takie same profile dla transformatorów). Rząd w czwartym obszarze jest odpowiedzialny przede wszystkim za politykę surowcową, ale także za strategię cyfryzacji, wykorzystania elektrotechnologii, rozwoju przemysłu 4.0 i w dziedzinie gospodarki GOZ. Samorządy są odpowiedzialne za plany jednostek JST w dziedzinie gospodarki GOZ.

14.2. Środowiskiem do racjonalizowania wymagań krajowych w zakresie dostępu do informacji w obszarze czwartym elektroprosumeryzmu są polityki, strategie i regulacje na poziomach: unijnym, korporacyjnym globalnym i zinstytucjonalizowanego świata. Polityka surowcowa współcześnie powinna być jednym z najwyższych priorytetów tego ostatniego; w konsekwencji również regulacje dotyczące gospodarki GOZ powinny mieć najwyższy priorytet zinstytucjonalizowanego świata. Cały obszar czwartego elektroprosumeryzmu współcześnie jest już silnie warunkowany globalnym korporacjonizmem trójkąta: UE (przemysł niemiecki) – Chiny (przemysłowy „korporacjonizm” państwowy) i USA; ten trójkąt zdobył już absolutną przewagę nad resztą świata w zakresie produkcji dóbr inwestycyjnych dla rynków elektroprosumeryzmu. Z drugiej strony istnieje pole do równoważenia tego globalnego korporacjonizmu lokalnym elektroprosumeryzmem bazującym na lokalnych endogenicznych zasobach rozwojowych.

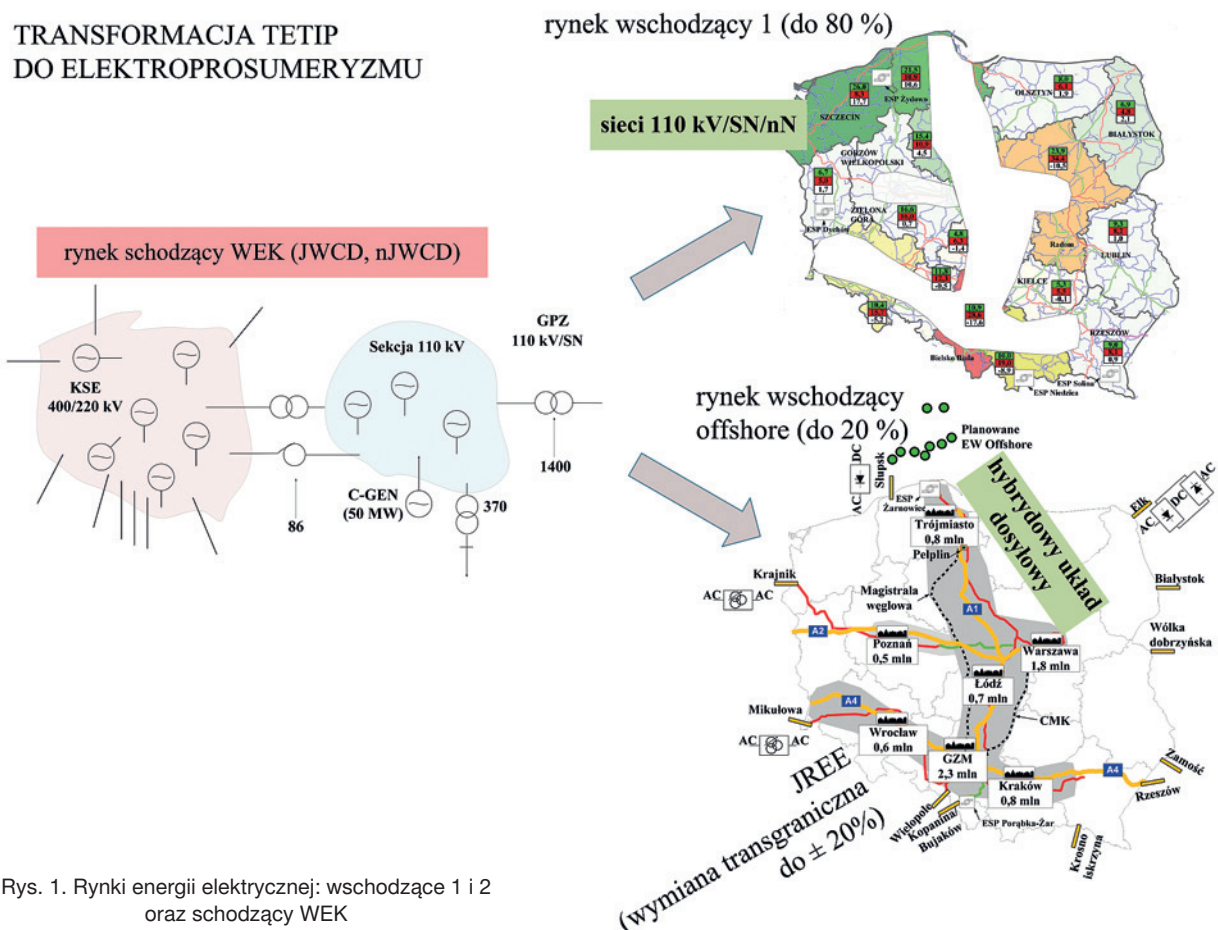
15. Dostęp do informacji w obszarze reelektryfikacji OZE.

Bez wątplenia ten obszar transformacji TETIP znajduje się w fazie konsolidacji technologicznej, której skutki da się porównać tylko z konsolidacją technologiczną (pierwotnej) elektryfikacji w latach 1885-1891).

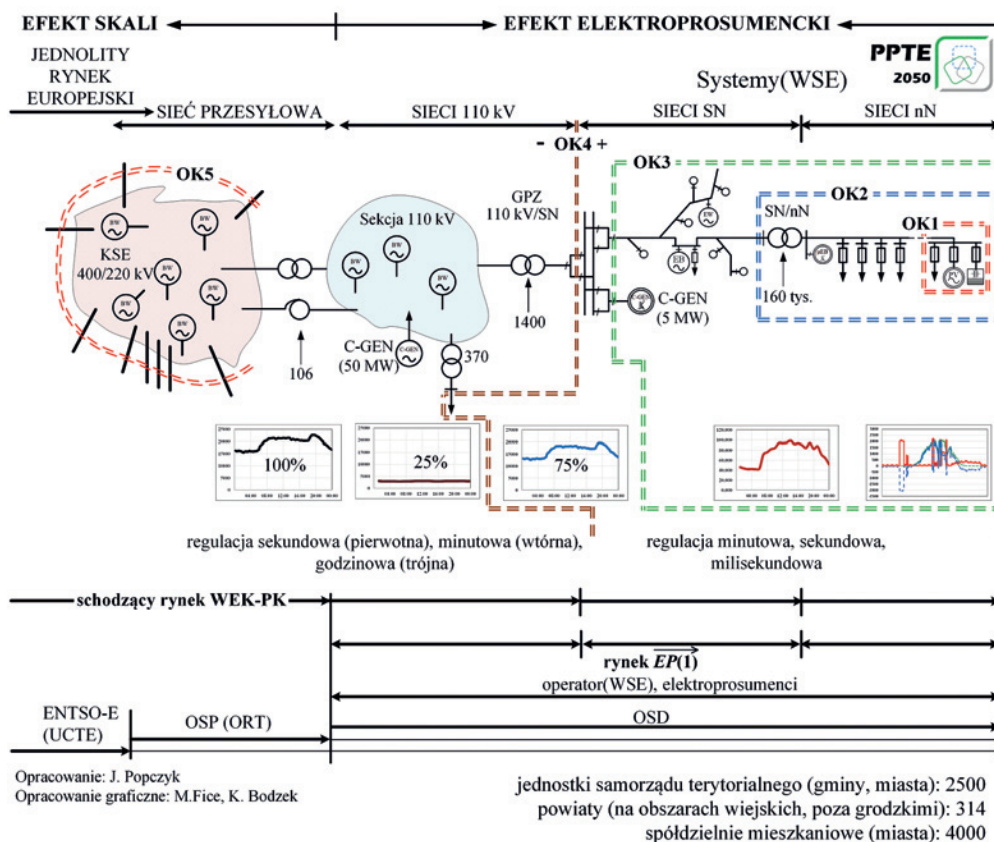
15.1. W tym kontekście można doszukiwać się pewnego podobieństwa walki o dostęp do informacji technicznej (współcześnie w szczególności operatorskiej) – warunkujący przyspieszenie wdrożenia zasady ZWZ-KSE – z morderczą walką między *Westinghouse Electric Company* (prąd przemienny) i *General Electric* (prąd stały). Mianowicie, blokowanie publicznego dostępu do informacji operatorskiej (p. 14.1) jest wypowiedzeniem wojny przez podsektor OSD wszystkim pretendantom do rynków elektroprosumeryzmu. Wojna ta zaczyna dominować nad racjonalną (zrównoważoną) konkurencją.

15.2. Inny przykład, który można wskazać w 2021 r. jest związany z nadzwyczajną ofensywą na rzecz technologii wodorowych. W rozwój tych technologii są angażowane (w trybie rozdymania programów bez dobrego początku i bez dobrego końca, czyli w trybie dalszego ekspansjonizmu finansjalizacji świata na koszt przyrody i przyszłych pokoleń) gigantyczne fundusze rozwojowe (budżetowe unijne, ale też globalnych firm energetycznych). Drugą stroną tej ofensywy jest blokowanie weryfikacji technologii wodorowych technikami tripletu paradygmatycznego, w szczególności technikami kosztu elektroekologicznego, które to techniki zawężają bardzo mocno fundamentalny potencjał zastosowania technologii wodorowych.

TRANSFORMACJA TETIP DO ELEKTROPROSUMERYZMU



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



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

15.3. Największym problemem jest blokowanie przez operatorów dostępu do informacji operatorskiej przy jednoczesnym budowaniu systemu CSIRE (p. 3). Odwołania do rysunków 1 i 2 (kolejny raz zmodyfikowanych, dostosowanych do nowej strukturyzacji reformy DURE rozumianej jako „wygaszanie podsektora wytwórczego WEK-PK oraz rekonfiguracja sieciowa i rynków technicznych KSE”) pokazują absurd sytuacji, w której znalazła się Polska. Dostęp do profili 5-minutowych wymiany energii na osłonie OK5 (przecinającej połączenia transgraniczne) jest standardem rynku JREE. Profile na osłonach OK2 i OK3 (stanowiące warunek rozwoju rynków elektroprosumenckich na infrastrukturze sieciowej nN oraz SN) jest natomiast całkowicie blokowany przez operatorów OSD (i to pod „okiem”, z pełnym przyzwoleniem URE). Wreszcie, operator przesyłowy OSP centralizuje (monopolizuje) całkowicie informacje pomiarowe wszystkich odbiorców przyłączonych do sieci nN i SN (CSIRE, p. 3).

16. Dostęp do informacji ekonomicznych (dotyczących grup skonsolidowanych). Za te informacje w pełni odpowiada rząd. Niestety, rząd nie ma standardów takich informacji, właściwych z punktu widzenia zarządzania złożonością transformacji TETIP. Więcej, zarządza tą złożonością w trybie niepozwalającym mieć najmniejszego zaufania do tego zarządzania.

- Mianowicie, standard informacji, która musi być publicznie dostępna obejmuje rządową odpowiedzialność za politykę klimatyczną, która oznacza wygaszenie wszystkich paliw kopalnych w horyzoncie 2050. Odpowiedzialność tę są zobowiązane potwierdzać wszystkie instytucje państwa. Brak dostępu publicznego do takich potwierdzeń jest naruszeniem praw obywatelskich.
- Dalej rząd jest zobowiązany zapewnić publiczny dostęp do informacji o stanie bezpieczeństwa energetycznego. W kontekście dokonujących się (druga połowa 2021 r.) drastycznych podwyżek cen gazu, energii elektrycznej oraz paliw transportowych jest jasne, że państwo nie wywiązuje się z tego obowiązku. Obywatele są w szczególności pozbawieni informacji, w jaki sposób urząd URE, przyznający koncesje przedsiębiorstwom WEK-PE, zapewni gospodarce bezpieczeństwo energetyczne – przynajmniej na takim poziomie, który ochroni Polskę przed niekontrolowaną inflacją.
- Dlatego potrzebna jest ustawa Prawo elektryczne, na mocy której Urząd Rozwoju Elektroprosumeryzmu oraz Rada Odporności Elektroprosumeryzmu – organy państwa adekwatne do potrzeb transformacji TETIP – dokonają ustrojowej przebudowy rynkowej polskiej elektroenergetyki, obejmującej dostęp do informacji zapewniającej odporność elektroprosumeryzmu.

17. Szacowanie skutków, w tym kosztów i korzyści dla budżetu (Zamiast Zakończenia 1).

Ustawy pilotażowe do ustawy Prawo elektryczne i samo Prawo elektryczne wymagają przełomowego (tak jak transformacja TETIP) podejścia do szacowania ich skutków. W takim sensie, że tradycyjne oszacowania skutków, ukierunkowane na koszty i korzyści dla budżetu, muszą tu być zastąpione systemem heurystyk dających obraz skutków tych ustaw.

17.1. W tym miejscu przedstawia się najważniejszą heurystykę „domykającą” w istotny sposób pozyskane dotychczas [9-11] bilansowe i ekonomiczne heurystyki transformacji TETIP (zaprezentowane w wielkim uproszczeniu w p. 11, 12, 13 i 15). Jest to mianowicie heurystyka zasobów potrzebnych do realizacji transformacji TETIP. Fakt, że jest mowa o heurystyce determinuje rodzaj zasobów, a w konkretnym wypadku determinuje opis redukcjonistyczny tych zasobów, różny od tego, który jest potrzebny w opisie praktycznej złożoności transformacji TETIP.

17.2. Tabela 2 przedstawia heurystykę zasobów w postaci liczby firm potrzebnych do zrealizowania transformacji TETIP. Znaczenie tej heurystyki polega na tym, że w sposób drastyczny woła ona o racjonalizację „rozwarcia” między populizmem (brakiem umiarkowania dotyczącego zapotrzebowania na potrzeby energetyczne) i najważniejszymi realnymi (dysponowanymi) zasobami (ludzkimi, kompetencyjnymi i kapitałowymi), które pozwoliłyby na taki rozwój, który nie będzie rozwojem przekraczającym wydolność środowiska przyrodniczego i powodującym zadłużenie przyszłych pokoleń.

Tabela 2

Liczba mikro- i małych firm potrzebnych w Polsce do zrealizowania transformacji TETIP

	Liczba firm	Liczba pracowników w firmie	Liczba zatrudnionych w Polsce
Firmy mikro	64 tys.	6	384 tys.
Firmy małe	4 tys.	24	96 tys.
Razem	(-)	(-)	480 tys.

17.3. Liczby pokazane w tabeli 2 można by odczytać bardzo optymistycznie. Pojawia się oto szansa na wielki segment mikro- i małych przedsiębiorstw nowej generacji, potrzebnych Polsce jak mało co. Segment o wielkim potencjale innowacyjności i wzrostu efektywności. W dodatku włączający Polskę w globalny trend rozwojowy z przełomową transformacją energetyczną w centrum. Jest jednak problem. Potrzebny jest wielki wysiłek ludzki, wysokie kompetencje, silne motywacje „wyższe”. Trzy wymiary społeczne ludzkich preferencji/motywacji (tab. 1), w szczególności struktura społecznych zdolności ludzi (p. 10.2) oraz potrzebna nowa struktura zasady pomocniczości (p. 10.3) nakazują ostrożność. Podpowiadają też potrzebę samoograniczenia się i bezwzględnego zerwania z populizmem energetycznym (w wypadku tego ostatniego czerwona linia już dawno została przekroczona).

18. Uzasadnienie do ustawy (Zamiast Zakończenia 2).

Koncepcja TETIP unifikująca teorię i praktykę ma kardynalne znaczenie jako odpowiedź na szczególne unijne „pobudzenie” w zakresie niekontrolowanego tworzenia kolejnych programów politycznych oraz biegunowo odmienne polskie rozgorączkowanie w postaci politycznego Polskiego Ładu.

18.1. Mianowicie, koszt elektroekologiczny i mapa transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu jako złożoności wyrastającej z redukcjonistycznego tripletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego (tab. 1) jest dobra na obydwie populistyczne przypadłości (po stronie UE są to EZŁ, NGEU, Fit for 55, CBAM, i inne, a po stronie polskiej PEP2040, energetyka WEK-OZE(iEJ), koncepcja NABE, Polski Ład i inne).

18.2. W takim sensie transformacja TETIP stanowi bardzo dobrą podstawę powrotu Polski do UE z obustronną korzyścią. Polska może się uwolnić od roli hamulcowego głównego celu politycznego UE (i świata). Ale może też stać się w UE innowacyjnym sandbox'em (na skalę piątego kraju członkowskiego), pokazać wyjście z populistycznej pułapki. Transformacja TETIP na pewno czyniłaby uprawnionymi ewentualne starania Polski na rzecz uzyskania dla Prawa elektrycznego statusu regulacji pilotażowej (krajowego sandbox'u) realizowanej przez kraj członkowski na rzecz (europejskiego) JREE, w powiązaniu z szansą na inne korzyści. Z dużym prawdopodobieństwem mogłaby to być na przykład redukcja polityki WPR.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Popczyk J., 800 numerów (74 lata) „Energetyki”. Jubileusze 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.
- [2] Popczyk J., PRAWO ELEKTRYCZNE – mapa prac rozwojowych i proponowana struktura (rozdziały) ustawy. „Energetyka” 2021, nr 7, Biuletyn PPTE2050 nr 2(4)/2021.
- [3] Szargut J., Termodynamika techniczna. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2011.
- [4] Stanek W., Analiza egzergetyczna w teorii i praktyce. Monografia, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2016.
- [5] Popczyk J., Transformacja energetyki. Paradygmatyczny triplet i mapa oraz trajektoria. Część 1 i 2. „Śląskie Wiadomości Elektryczne” 2018, nr 5, Część 3. „Śląskie Wiadomości Elektryczne” 2019, nr 1.
- [6] Popczyk J, Bodzek K., ELEKTROPROSUMERYZM vs ENERGETYKA WEK-OZE w świetle wydajności elektroekologicznej (oraz termoeologicznej) i społecznej (oraz gospodarczej) na przykładzie regionu górniczego, Ekspertyza Gliwice, wrzesień 2021
- [7] Popczyk J., DRUGA USTROJOWA REFORMA ELEKTROENERGETYKI – główny filar transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu. „Energetyka” 2021, nr 4, Biuletyn Rynki Elektroprosumeryzmu nr 1(2)/2021.
- [8] Coveney Peter, Highfield. Granice złożoności. Poszukiwania porządku w chaotycznym świecie. Na ścieżkach nauki, Prószyński i S-ka. Warszawa 1997.
- [9] Cykl 12 Raportów Biblioteki Źródłowej Energetyki Prosumenckiej. Październik 2017 – luty 2018.
- [10] Cykl Raportów Biblioteki Powszechnej Energetyki Prosumenckiej. Luty 2018 – listopad 2019.
- [11] Biuletyny PPTE2050 (od 1 do 4) i RE (1, 2). „Energetyka” 2020 nr 5, 7, 11, „Energetyka” 2021, nr 1, 4, 7.



dr inż. Krzysztof Konopka

Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, Katedra Metrologii, Elektroniki i Automatyki
Zakład Elektroniki i Automatyki Przemysłowej ELKON sp. z o.o.

dr inż. Zdzisław Konopka

Zakład Elektroniki i Automatyki Przemysłowej ELKON sp. z o.o.

Kocioł indukcyjny w węźle z pompą ciepła w wysokotemperaturowej sieci ciepłowniczej sukcesywnie eliminowanej w transformacji TETIP do elektroprosumeryzmu

Induction boiler in a substation with a heat pump working for a high-temperature heating network gradually eliminated during the TETIP transition to electroprosumerism

W artykule opisano koncepcję indukcyjnego węzła ciepłowniczego zasilającego budynki wielorodzinne jako uzupełnienie systemowej sieci ciepłowniczej. Głównym elementem węzła jest kocioł indukcyjny, który może stanowić awaryjne źródło ciepła lub całkowicie zastąpić systemową sieć ciepłowniczą.

Słowa kluczowe: kocioł indukcyjny, indukcyjny węzeł ciepłowniczy

Described is the concept of an induction heating substation supplying multi-family buildings as an addition to the existing heating network. The main element of the substation is an induction boiler which can serve as an emergency heat source or even fully replace the system heating network.

Keywords: induction boiler, induction heating substation

Wprowadzenie

Dynamika wprowadzania zielonego ładu w strefie państw Unii Europejskiej – w szczególności wynikająca z ustaleń UE, zgodnie z którymi ograniczenia, a w przyszłości eliminacja energii pozyskiwanej ze źródeł kopalnych, w tym również z gazu i ropy, są tendencją nieodwracalną – determinuje transformację energetyczną w Polsce, która wymaga działań przełomowych w zakresie produkcji i przesyłania energii, transportu, ciepła komunalnego oraz technologii przemysłowych.

Elektroprosumeryzm – rozwijający się w Polsce dynamicznie głównie w wyniku montażu instalacji fotowoltaicznych z przekazywaniem wyprodukowanej energii do sieci energetyki zawodowej – powoduje coraz większe zatory w przyjęciu i zagospodarowaniu tej energii. Celowa jest zatem jej autokonsumpcja lub magazynowanie, aby nie stwarzać konieczności strefowego wyłączenia elektroprosumentów, a to wymaga działań zmierzających do zarządzania energią, zwłaszcza wśród elektroprosumentów przemysłowych [1, 2].

W technologiach przemysłowych, w szczególności w procesach obróbki cieplnej metali, chociaż nadal stosowane są procesy oparte na energii pozyskiwanej ze źródeł kopalnych, następuje dynamiczna transformacja w kierunku elektrotechnologii, zwłaszcza zautomatyzowanej, co stwarza warunki do zarządzania energią elektryczną.

W energetyce cieplnej transformacja w kierunku elektroprosumeryzmu wymaga istotnej przebudowy infrastruktury oraz zmian świadomości społecznej, głównie wśród osób zarządzających. Elektrociepłownie miejskie opalane paliwem kopalnym, zwłaszcza węglem oraz rozbudowane sieci ciepłownicze należy uznać za rozwiązania już historyczne, które spełniły swoją funkcję w epoce „węgla i stali”. Sieci ciepłownicze wymagają gruntownego remontu, zatem rozkopania ulic miast, co jest zadaniem kosztownym i społecznie uciążliwym. Z tymi problemami spotykają się, lub spotkają w najbliższej przyszłości, prezydenci i burmistrzowie wszystkich miast w Polsce. Wiele miast „przeżyło” problemy komunikacyjne związane z remontem lub budową nowych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.

W przypadku sieci ciepłowniczej powyższe problemy mogą być wyeliminowane za pomocą elektryfikacji węzła ciepłowniczego. Transport energii elektrycznej jest łatwiejszy niż cieplnej i prowadzenie instalacji elektrycznej nie burzy infrastruktury komunikacyjnej, jak w przypadku budowy lub remontu sieci ciepłowniczej. Transformacja energetyki cieplnej, konieczna i niezbędna, może być rozłożona w czasie i dotyczyć odcinków sieci ciepłowniczej, najbardziej narażonych na awarię i w których usunięcie awarii skutkuje największymi problemami komunikacyjnymi i społecznymi.

Chociaż rok 2050 wydaje się być odległym, jednak wielkość zadań i nakładów inwestycyjnych powinna skłonić prezydentów i burmistrzów do działań planowanych na czas przekraczający

ich kadencje i realizowanych również przez ich następców. Konieczność zajęcia się zagadnieniami elektrotermicznymi w zakresie ogrzewania budynków i wody użytkowej jest zatem niezbędna i pilna.

Badania naukowe dynamizujące rozwój fotowoltaiki, wzrost wydajności ogniw, nowoczesne rozwiązania ogniw fotowoltaicznych perowskitowych, a w szczególności badania nad fotowoltaiką kosmiczną, stanowią o wtórnej elektryfikacji świata, w której energia pozyskiwana będzie z niewyczerpywalnego źródła, jakim jest słońce i wiatr [3-6]. Energia cieplna będzie pozyskiwana głównie z prądu, zatem przetwarzanie energii elektrycznej na ciepło użytkowe jest głównym kierunkiem transformacji energetyki ciepłej. Wszelkie inne działania, w których pozostawiana jest tradycyjna sieć ciepłownicza i proponowane jest wprowadzanie zastępczych źródeł energii, np. solarne wraz z magazynowaniem ciepła w okresie letnim, aby wykorzystywać go w okresie zimowym, są tylko pozorowaną innowacją.

Dynamika transformacji energetycznej i jej przetłomowy charakter wymagają nowego Prawa Elektrycznego, uwzględniającego nowe obszary wytwarzania i użytkowania, a zatem zarządzania energią elektryczną.

Transformacja energetyki ciepłej poprzez pasywizację budownictwa i elektryfikację ciepłownictwa (z wykorzystaniem pomp ciepła, kotłów indukcyjnych i innych rozwiązań) jest kanonicznym przykładem konieczności Transformacji Elektroenergetyki w Trybie Innowacji Przetłomowej (TETIP) do elektroprosumeryzmu [1].

Indukcyjny węzeł ciepłowniczy

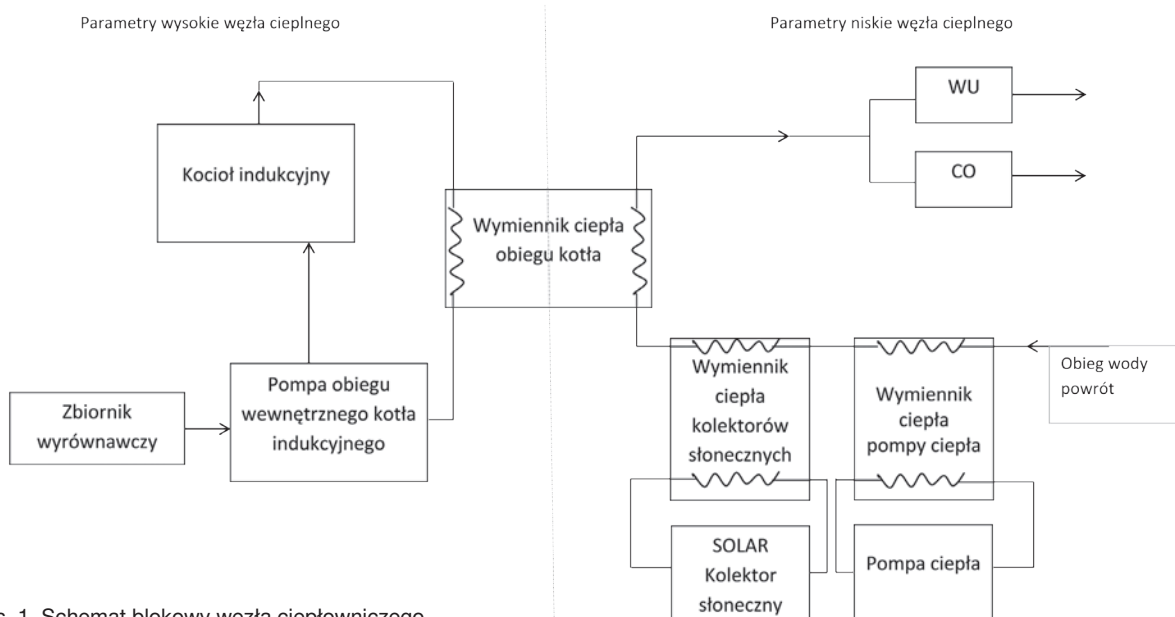
Zastosowanie grzejnictwa indukcyjnego w ciepłownictwie komunalnym, mimo uwag krytycznych i dyskusji, jest obszarem intensywnego zainteresowania technicznego, o czym świadczą artykuły prasowe reklamujące te rozwiązania oraz zgłoszone patenty. Opatentowane rozwiązania kotłów indukcyjnych wykorzystują zjawisko indukcji elektromagnetycznej i dotyczą konstrukcji, w której cewka indukcyjna umieszczona jest na rdzeniu

z materiału ferromagnetycznego, indukując w nim prądy nagrzewające ten rdzeń, a wewnątrz rdzenia przepływa nagrzewana ciecz, z reguły woda. Zastrzeżenia patentowe dotyczą rozwiązań konstrukcyjnych i kształtu obwodu magnetycznego [7-9].

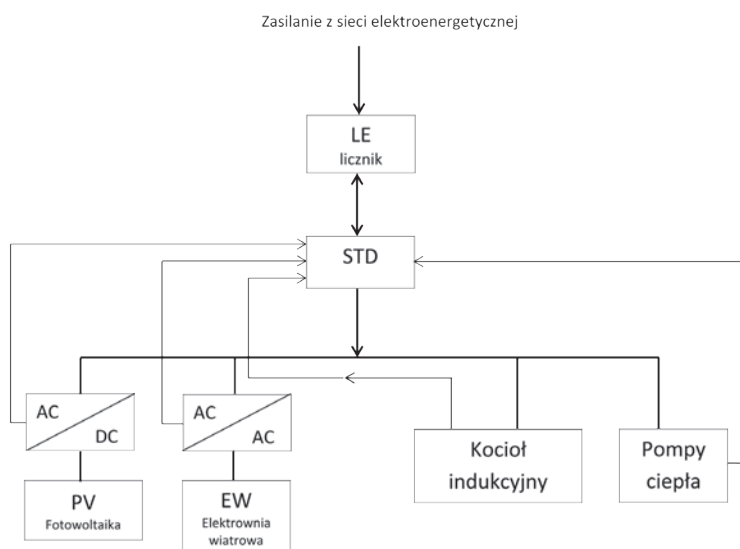
Nie wnikając w szczegóły rozwiązania technicznego kotła indukcyjnego w wykonaniu firmy *ELKON*, który jest przedmiotem badań własnych prowadzonych w firmie, autorzy artykułu proponują zastosowanie węzła ciepłowniczego w miejscu przyłączenia sieci ciepłowniczej systemowej do budynku, w którym, po odcięciu dopływu ciepła z sieci o wysokich parametrach, byłby podłączony kocioł indukcyjny, zasilający węzeł takimi samymi parametrami jak z magistrali ciepłowniczej, lub wyższymi. Pozostałe elementy systemu grzewczego i sterowania mogą być zachowane, lub rozszerzone, zwłaszcza doposażone w pompy ciepła po stronie niskich parametrów układu grzewczego. Energia elektryczna może być pozyskiwana z fotowoltaiki zainstalowanej w obiekcie oraz z sieci elektrycznej systemowej, integrującej różne źródła pozyskiwania energii OZE. Wymaga to inteligentnego zarządzania energią poprzez sieciowy terminal dostępowy (STD) – interfejs między elektroprosumencką instalacją służącą elektroprosumenckiej elektryfikacji ciepłownictwa a zasobami sieciowo-bilansującymi KSE – zbierający informacje ze wszystkich możliwych źródeł, np. z systemu zarządzającego budynkiem (automatyka ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji) oraz dodatkowych czujników opisujących stan cieplny obiektu.

Schematycznie węzeł ciepłowniczy przedstawiono na rysunku 1, a schemat zasilania i sterowanie pracą węzła ciepłowniczego przedstawia rysunek 2. Na rysunku 2 zaznaczono jedynie sygnały zwrotne z urządzeń wykonawczych, dochodzące do STD, nie zaznaczono sygnałów z czujników pomiarowych opisanych w dalszej części artykułu.

Propozycja rozwiązania dotyczy ciepłownictwa systemowego (sieciowego), które jest obecnie oparte w 75% na węglu, w 10% na gazie i w 5% na oleju opałowym. Dotyczy to rynku ciepła o szacunkowej rocznej wielkości sumarycznej energii 110 TWh, zatem jest to rynek obszerny i wymagający dużej niezawodności systemu [1].



Rys. 1. Schemat blokowy węzła ciepłowniczego



Rys. 2. Schemat elektryczny zasilania i sterowania kotłem indukcyjnym

Struktura budowy i sterowania indukcyjnym węzłem ciepłowniczym

Wspomniano powyżej o zastosowaniu indukcyjnego węzła ciepłowniczego w przyłączy sieci ciepłowniczej systemu obiektu budowlanego, w którym po odcięciu dopływu ciepła sieciowego byłby podłączony kocioł indukcyjny, zasilający węzeł takimi samymi parametrami jak z magistrali ciepłowniczej, lub wyższymi. Indukcyjny węzeł ciepłowniczy zastępuje zatem węzeł przyłącza ciepłowniczego, lub może zbocznikować przyłączy, stanowiąc rozwiązanie buforowe. Zakładając odłączenie obiektu budowlanego od sieci ciepłowniczej systemowej, wymiennik ciepła na styku sieć zewnętrzna – sieć wewnętrzna będzie zastąpiony wymiennikiem stanowiącym element indukcyjnego węzła ciepłowniczego (rys.1). Podobne rozwiązanie wystąpi w nowo budowanych obiektach, niepodłączanych już do sieci ciepłowniczej systemowej.

Strukturę indukcyjnego węzła ciepłowniczego opisano poniżej.

- Wymiennik główny ciepła – po stronie obiegu pierwotnego zasilany jest z kotła indukcyjnego cieczą o temperaturze 130°C (lub wyższą), czyli o parametrach odpowiadających parametrom sieci systemowej. System regulacji temperatury, np. pogodowy oraz rozdziału ciepła na obieg grzewczy i obieg wody użytkowej, może pozostać niezmienny, bądź może być zastąpiony Sieciowym Terminalem Dostępowym.
- Kocioł indukcyjny – nagrzewający ciecz w obiegu pierwotnym wymiennika głównego (olej termalny) wraz z systemem obiegu tej cieczy oraz układem pomiaru temperatury cieczy, przepływu i układem sterowania mocą kotła dla utrzymania wymaganych parametrów cieplnych cieczy w obiegu pierwotnym.
- Zbiornik buforowy oleju (alternatywnie) – nagrzewany z kotła indukcyjnego w okresie pozyskiwania energii elektrycznej z własnych ogniw fotowoltaicznych, będący magazynem energii cieplnej. Zbiornik włączany jest do systemu za pomocą elektrozaworów sterowanych przez Sieciowy Terminal Dostępowy.
- Pompa ciepła zainstalowana po stronie niskich parametrów – wymiennik ciepła pompy jest zamontowany na wejściu wymiennika głównego po stronie niskich parametrów.
- System zasilania elektrycznego i sterowania procesem cieplnym obiektu. Zakłada się, że na przyłączy elektrycznym obiektu będzie pole zasilania energią elektryczną z sieci systemowej oraz z fotowoltaiki własnej, obiektowej.

- Sieciowy Terminal Dostępowy (STD) – zapewniający sterowanie procesem cieplnym obiektu (ogrzewanie i ciepła woda użytkowa), który ponadto sterować będzie wentylacją, klimatyzacją i zasilaniem elektrycznym. W szczególności zadaniem STD będzie inteligentne sterowanie procesem cieplnym obiektu poprzez zarządzanie kotłem indukcyjnym, pompą ciepła, wentylacją, klimatyzacją, ogniwami fotowoltaicznymi własnymi i zasilaniem elektrycznym sieciowym, zapewniając minimalne zużycie energii elektrycznej. Informacje dotyczące dynamiki zmiany temperatury w obiekcie, pory dnia i prognozy mocy pozyskiwanej z fotowoltaiki, a także informacje o cenach energii z sieci systemowej pozwolą tak sterować elementami wykonawczymi, aby zapewnić wymagane parametry cieplne, minimalizując zużycie energii elektrycznej.

Kocioł indukcyjny

Prowadzone są badania prototypu kotła indukcyjnego w węzle ciepłowniczym. Stanowisko badawcze przedstawiono na rysunku 3.

W celu optymalnego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej w technice grzewczej wykorzystano istotę budowy transformatora, a więc zamkniętego obwodu magnetycznego. Wybrano konstrukcję transformatora kubkowego z rdzeniem litym udrożnionym wewnątrz dla przepływu cieczy. To udrożnienie uzyskano wykonując rdzeń z rur lub profili stalowych zamkniętych. Na kolumnie wewnętrznej rdzenia umieszczono uzwojenie wykonane z rury, np. miedzianej. Uzwojenie podłączone jest do generatora średniej lub wysokiej częstotliwości. Nagrzewanie cieczy (oleju termalnego) odbywa się w rdzeniu i uzwojeniach, zatem jest to nagrzewanie wykorzystujące straty w transformatorze. Obieg cieczy jest wymuszony pompą i zamyka się przez wymiennik główny indukcyjnego węzła ciepłowniczego. Kocioł indukcyjny jest aktualnie poddawany testom, głównie dotyczącym sprawności energetycznej, a jego rozwiązanie znajduje się w trakcie postępowania patentowego.

Wykonany w firmie *ELKON*, w ramach własnych badań przemysłowych, indukcyjny węzeł ciepłowniczy zawierający kocioł indukcyjny, pompę obiegową, wymiennik płytowy ciepła i zbiornik wyrównawczy cieczy w obiegu węzła ciepłowniczego, wyposażono w system czujników temperatury, ciśnienia i przepływu wraz z systemem pomiaru i rejestracji mierzonych parametrów, które umożliwiają badania pola temperaturowego w rdzeniu kotła oraz w uzwojeniach, a w konsekwencji wyznaczenie sprawności kotła indukcyjnego zasilanego z generatora wysokiej częstotliwości.



Rys. 3. Badawczy indukcyjny węzeł ciepłowniczy

Struktura sterowania Sieciowego Terminala Dostępowego (STD)

Sygnały wejściowe:

- temperatura wody CO,
- temperatura wody użytkowej,
- temperatura powietrza w obiekcie (klatka schodowa),
- temperatura powietrza w obiekcie (wybrany punkt pomiarowy),
- temperatura zewnętrzna powietrza,
- temperatura czynnika grzewczego kotła indukcyjnego (olej termalny),
- temperatura czynnika grzewczego w zbiorniku buforowym,
- sygnał pracy pompy ciepła,
- sygnał podłączenia zasilania sieciowego,
- sygnał podłączenia zasilania z baterii fotowoltaiki,
- sygnał aktualnej wydajności baterii fotowoltaicznej i dynamikę jej zmiany,
- sygnał aktualnej wydajności pompy ciepła i dynamikę jej zmiany,
- informacja o cenie energii sieciowej i dobowej zmianie ceny,
- sygnały z elektrozaworów zbiornika buforowego.

Sygnały wyjściowe:

- sterowanie pracą pompy ciepła – załączanie i wyłączenie pompy,
- sterowanie pracą kotła indukcyjnego – złączanie i wyłączenie kotła,
- sterowanie mocą generatora kotła indukcyjnego,
- sterowanie załączaniem zasilania sieciowego,
- sterowanie załączaniem zasilania z baterii ogniw fotowoltaicznych,
- sterowanie elektrozaworami zbiornika buforowego.

Sieciowy Terminal Dostępowy (STD) służy do sterowania pracą węzła ciepłowniczego i zarządzając energią elektryczną i ciepłą optymalizuje jego pracę pod względem zużycia energii i komfortu cieplnego użytkowników obiektu. Pełni funkcję inteligentnego regulatora pogodowego, zarządza energią elektryczną wybierając jej dostawcę: własne zasilanie z baterii fotowoltaicznej lub zasilanie sieciowe oraz zarządza energią ciepłą wybierając źródło zasilania: pompa ciepła, pompa ciepła plus kocioł indukcyjny, tylko kocioł indukcyjny lub kocioł indukcyjny i zbiornik wyrównawczy. Jest to zatem sterownik programowalny o określonym algorytmie pracy, który mierzy i analizuje tendencje zmiany temperatury zewnętrznej i wewnętrznej obiektu, rejestruje porę dnia, wydajność ogniw fotowoltaicznych, wydajność pompy ciepła i na tej podstawie zarządza pracą źródeł energii.

Cechą charakterystyczną STD jest bieżąca analiza zapotrzebowania na energię ciepłą, uwzględniająca obiekt budowlany jako magazyn energii cieplnej. Inercja zmiany temperatury wewnętrznej obiektu i jej rejestracja umożliwia sterowanie dostawą ciepła zapewniającą stabilizację temperatury wewnątrz obiektu, przy uwzględnieniu dynamiki zmiany temperatury zewnętrznej, nasłonecznienia i minimalnej ceny energii elektrycznej w okresach dobowych.

Zakończenie

Przedstawiony indukcyjny węzeł ciepłowniczy jest uzupełnieniem systemowej sieci ciepłowniczej. W przypadku sieci przestarzałej, wymagającej kosztownych remontów, kocioł indukcyjny może stanowić awaryjne źródło ciepła lub całkowicie zastąpić systemową sieć ciepłowniczą.

Zintegrowanie w węzle pomp ciepła i kolektorów słonecznych umożliwia transformację energetyczną do elektroprosumeryzmu z minimalną ingerencją w istniejącą strukturę ogrzewania, tym bardziej że kocioł indukcyjny można również zasilac z paneli fotowoltaicznych.

Zbudowany indukcyjny węzeł ciepłowniczy służy obecnie do badań dotyczących optymalizacji konstrukcji i maksymalizacji sprawności.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Popczyk J., Materiały związane z Konwersatorium Inteligentna Energetyka, Gliwice rok
- [2] Kucharska A., *Polityka transformacji energetycznej*. „Napędy i Sterowanie” 2021, nr 9.
- [3] Kobos W., Sobieski R. *Inteligentny hybrydowy magazyn energii z przekształtnikami energoelektronicznymi wykorzystującymi wysokonapięciowe niskoindukcyjne moduły mocy SiC Mosfet*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2021, nr 2, Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych, materiały na 29. Międzynarodową Konferencję Naukową.
- [4] Opach S., *Prosumpcja energii elektrycznej w domu wielorodzinnym w świetle możliwości technicznych i prawnych*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2021, nr 2, Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych, materiały na 29. Międzynarodową Konferencję Naukową.
- [5] Bakalarczyk J., *Układ szybkiego ładowania baterii akumulatorów w systemach Fotowoltaicznych*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2021, nr 2, Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych, Materiały na 29. Międzynarodową Konferencję Naukową.
- [6] Biernat J., Gawron S., Glinka T., Polak A., *Stacja szybkiego ładowania pojazdów Elektrycznych*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe” 2021, nr 2, Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych, materiały na 29. Międzynarodową Konferencję Naukową.
- [7] Bron A., Kooijker K., *Flow-through Induction Heater*. Patent WO 2009/050631 A1, 23.04.2009.
- [8] Głogowski P., Głogowski J., *Indukcyjny kocioł grzejny*. Patent PL 224946 B1, 13.02.2014
- [9] Polyakov A. V., Pivovarov M. V., *Liquid-medium Induction Heater*. Patent WO 2013/119137 A1, 15.08.2013.



Zasady współużytkowania sieci niskiego napięcia

Principles of LV networks sharing

W artykule zaproponowano zasady rozliczeń z lokalnym OSD za współużytkowanie sieci nN na przykładzie niewielkiego osiedla mieszkaniowego należącego do spółdzielni mieszkaniowej. Proponowany system rozliczeń i zawarcie umowy cywilnoprawnej z lokalnym OSD to próba wprowadzenia bardzo ważnego elementu, jakim jest zasada współużytkowania sieci nN. Brak takiego rozwiązania stanowi duży problem związany z możliwością wykorzystania potencjału, jaki daje autoprodukcja energii bezpośrednio przez jej odbiorców po stronie nN. Jest też barierą rozwoju energetyki rozproszonej i eliminacji zjawiska ubóstwa energetycznego. Posiadanie własnego źródła energii i nowy system rozliczeń będą elementem częściowego przynajmniej zniwelowania obecnych wahań cen gazu i energii elektrycznej.

Słowa kluczowe: współużytkowanie sieci nN, zasady rozliczeń z lokalnym OSD, posiadanie własnego źródła energii, eliminacja zjawiska ubóstwa energetycznego

Proposed are terms of settlement with the local DSO for sharing the LV network on the example of a small housing estate belonging to a housing cooperative. The presented settlement system and conclusion of a civil-law contract with the local DSO is an attempt to introduce a very important element which is the rule of LV networks sharing. The lack of such solution is a major problem connected with possibility to utilise the potential of energy autoproduction directly by its recipients on the LV side. It is also a barrier for development of distributed generation and elimination of the energy poverty phenomenon. Possession of one's own energy source and a new settlement system will be the element of at least partial levelling off the present fluctuations in gas and electric energy prices.

Keywords: LV network sharing, settlement terms with local DSO, possession of one's own energy source, elimination of the energy poverty phenomenon

Wstęp

Obecny sposób dostawy energii elektrycznej do odbiorców końcowych jest praktycznie niezmienny od wielu lat. Prawnie, produkt, jakim jest energia, rozdzielono na trzy rodzaje „usług”: produkcję (wytworzenie) energii, jej przesył (dystrybucję) i jej sprzedaż (obrot). Wprawdzie odbiorca może wybrać wytwórcę energii i od kogo ją kupi (spółka obrotu), ale nie ma w zasadzie żadnego wpływu na jej dystrybucję. Dotyczy to szczególnie odbiorców niskiego napięcia (400 V) rozliczanych w taryfach G i C.

Od niedawna odbiorca może stać się prosumentem, czyli produkować własną energię (najczęściej w instalacji PV) i zużywać ją na własne potrzeby, a ewentualne nadwyżki ma prawo „magazynować” w sieci energetycznej i odebrać je wtedy, kiedy potrzebuje. Za magazynowanie energii prosument oddaje część energii produkowanej w swojej instalacji spółce dystrybucyjnej (20% dla instalacji o mocy do 10 kW lub 30% dla instalacji o mocy od 10 do 50 kW). Jest to dobry system rozliczania energii i chętnie obecnie stosowany przez odbiorców-prosumentów, zwłaszcza że ze strony Państwa takie inwestycje są wspierane finansowo (program „Mój prąd” i ulgi podatkowe). Zapowiadane są jednak zmiany w zasadach rozliczeń (niestety na gorsze).

W przypadku dystrybucji energii elektrycznej odbiorca końcowy po stronie niskiego napięcia (nN) „skazany” jest na korzystanie z usług istniejących na danym terenie spółek dystrybucyjnych. W przypadku odbiorców przemysłowych (małych i średnich) czasem opłacalne jest wybudowanie własnego transformatora i zmianę taryfy z C na B (w taryfie B rozliczamy się z dystrybutorem po stronie średniego napięcia, a więc koszt dystrybucji jest niższy niż w taryfie C).

Dla osób fizycznych (także spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych) i innych odbiorców energii po stronie nN (urzędy, szkoły, sklepy, małe zakłady itp.) zmiana zasad i ewentualne

zmniejszenie kosztów dystrybucji energii jest w obecnym systemie prawnym niemożliwa. W przypadku taryfy G, dotyczącej osób fizycznych, prawo nakazuje wręcz konieczność korzystania z usług spółki dystrybucyjnej, uzasadniając to „zapewnieniem bezpieczeństwa dostaw energii” dla odbiorców fizycznych. Jest to tzw. monopol naturalny, narzucony prawnie, stosowany powszechnie od „zawsze” i to nie tylko w Polsce.

Inaczej wygląda dostawa ciepła do naszych budynków, gdyż tu mamy już pewną swobodę (choć nie do końca) w wyborze sposobu wytwarzania i dostawy tej energii. Jednak w większości miast czy osiedli, w których istnieją miejskie systemy ciepłownicze, sposób dostawy ciepła do mieszkań jest podobny jak dostawa energii elektrycznej: jest ciepłownia (elektrociepłownia) produkująca ciepło, jest spółka dystrybucyjna przesyłająca to ciepło do budynków, i jest sprzedawca ciepła (czasem te trzy usługi świadczy jedna firma). W takim przypadku, podobnie jak w przypadku energii elektrycznej, rozliczanie odbiorców następuje według zatwierdzanych przez URE taryf (dla źródeł powyżej 5 MW mocy). Znowu mamy tu do czynienia z „monopolem naturalnym” i to także prawnie chronionym¹.

Oba systemy: elektryczny i ciepłowniczy, są najczęściej obsługiwane przez oddzielne podmioty i działają oraz rozliczają się z odbiorcami według zatwierdzanych przez URE taryf, niezależnie od siebie.

Sposób obniżenia kosztów związanych z ciepłem w ramach kontraktów ESCO (i nie tylko) opisano w artykule Andrzeja Jurkiewicza pt. *Kontrakty typu ESCO. Przyszłość firm*

¹ W większości przypadków nie można w zasadzie wybudować i korzystać z własnego źródła ciepła w sytuacji, gdy istnieje możliwość podłączenia się do sieci miejskiej.

ciepłowniczych i energetycznych [1]. Na rzeczywistym przykładzie, niewielkiego osiedla spółdzielni mieszkaniowej pokazano, jak można obniżyć koszty dostawy ciepła do budynków mieszkalnych o ok. 40% poprzez zmodernizowanie systemu ciepłowniczego, rezygnację z taryf i wprowadzenie kontraktu ESCO. Takie kontrakty nie są jeszcze powszechne, ale na pewno będą w niedalekiej przyszłości. Spółki ciepłownicze w obecnych warunkach prawnych (taryfy i koncesje), finansowych (koszt emisji CO₂ przy cenie ponad 60 €/tonę dla ciepłowni węglowych stanowi nierzadko 50% kosztów bezpośrednich) oraz technicznych (systemy oparte na węglu o niskich sprawnościach wykorzystania energii chemicznej paliwa z rozległymi systemami przesyłowymi) zostaną zmuszone do szukania innych metod prowadzenia swojej działalności, gdyż inaczej po prostu zbankrutują. Kontrakty ESCO, rozproszenie (nawet częściowe) systemów ciepłowniczych, wejście w systemy kogeneracyjne (produkcja ciepła i energii elektrycznej jednocześnie) i w końcu dojście do elektroprosumeryzmu – to przyszłość ciepłownictwa.

W przypadku energii elektrycznej, z uwagi na uwarunkowania prawne oraz techniczne, zmiany w sposobach wytwarzania i dystrybucji energii są już jednak trudniejsze, ale możliwe. Celem podstawowym zaproponowanych zmian jest obniżenie kosztów tej energii u odbiorcy końcowego. Cel ten można osiągnąć poprzez wprowadzenie zasady współużytkowania sieci niskiego napięcia, wykorzystanie synergii produkcji energii elektrycznej i ciepła w układach kogeneracyjnych, produkcję energii elektrycznej we własnych źródłach OZE zużywanej głównie na własne potrzeby odbiorców oraz rezygnację z umów indywidualnych na dostawę energii elektrycznej (grupy odbiorca energii). Odbiorca energii staje się w tym przypadku elektroprosumentem [2].

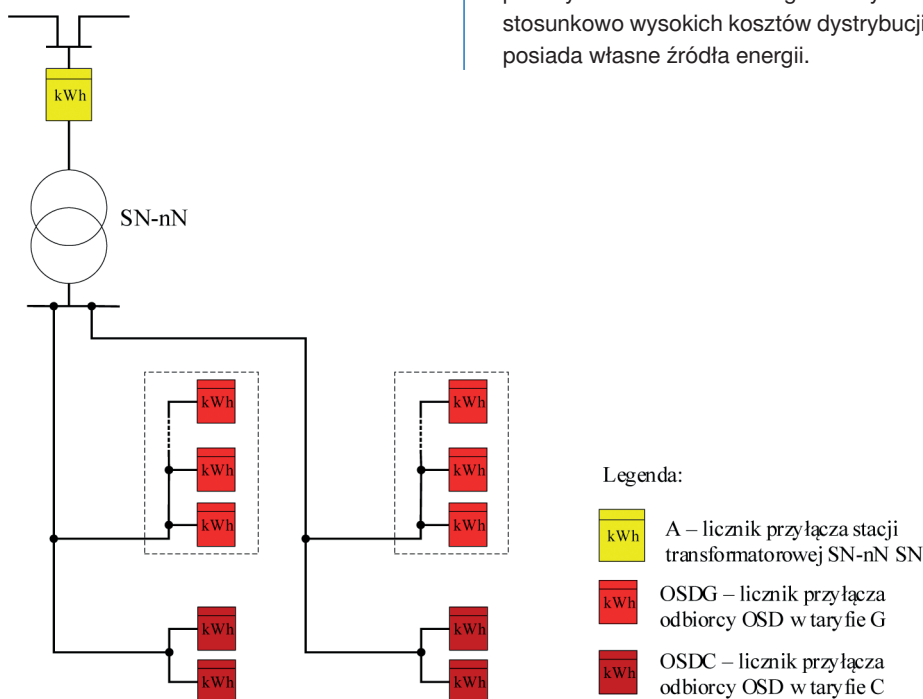
W artykule zaproponowano zasady rozliczeń z lokalnym OSD za współużytkowanie sieci nN na przykładzie niewielkiego osiedla mieszkaniowego należącego do spółdzielni mieszkaniowej (SM).

Stan aktualny dostawy energii elektrycznej do odbiorców nN

Typowy układ dostawy i odbioru energii elektrycznej na osiedlu mieszkalnym należącym do spółdzielni mieszkaniowej przedstawiono na rysunku 1. 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 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 rozliczani są według taryf niskonapięciowych (do 400 V): osoby fizyczne wg taryfy G, a instytucje (także części wspólne budynków) wg taryfy C. Dostawą energii elektrycznej zajmuje się lokalny operator OSD. Taki system dostawy energii elektrycznej stosowany jest praktycznie u 100% odbiorców rozliczanych według taryf niskonapięciowych. Niestety, w obecnym systemie prawnym dostarczanie energii elektrycznej wymaga ponoszenia stosunkowo wysokich kosztów dystrybucji, nawet jeżeli odbiorca posiada własne źródła energii.



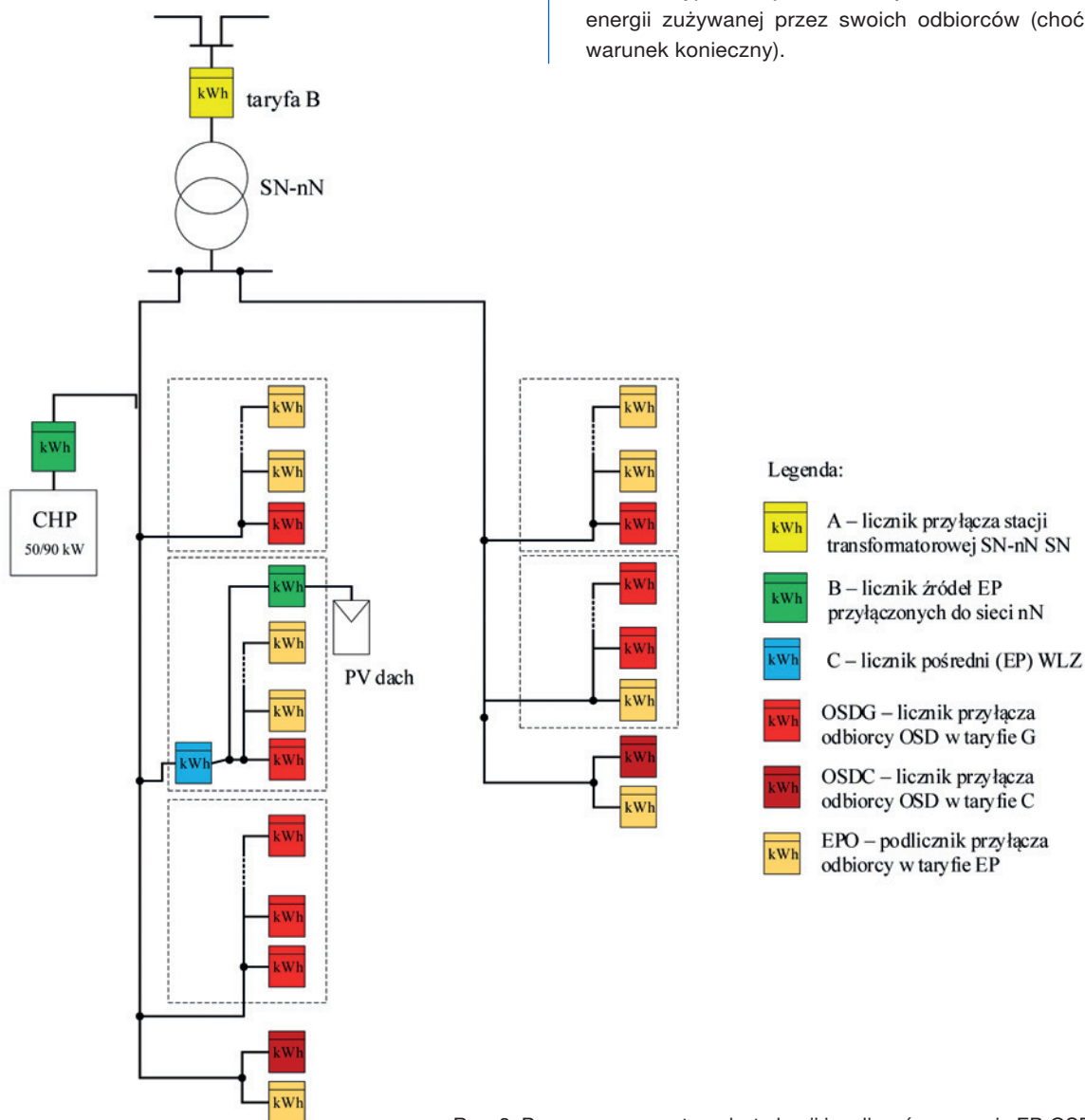
Rys. 1. Powszechnie stosowany system dostawy energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci nN

Proponowany model produkcji i dostawy energii elektrycznej dla elektroprosumenta

W proponowanym układzie zmienia się całkowicie sposób i miejsce wytwarzania oraz dostawy energii elektrycznej i ciepła do budynków i mieszkań osiedla, gdyż SM staje się elektroprosumentem (EP). Wybudowanie przez EP własnej stacji transformatorowej, własnych sieci niskiego napięcia i liczników energii elektrycznej jest możliwe, ale bardzo drogie i w sumie niepotrzebne. Mało tego, zgodnie z obowiązującym prawem, w takim nowym systemie przesył energii musi być realizowany przez spółkę dystrybucyjną z koncesją i zatwierdzoną przez URE taryfą, co zmusza EP do niepotrzebnych wydatków i obowiązków. Na takim rozwiązaniu (dwóch dystrybutorów na jednym obszarze) straci także obecna spółka dystrybucyjna, gdyż pozostaje z niewykorzystaną infrastrukturą sieciową i znacznie mniejszą liczbą odbiorców.

Tych problemów można uniknąć wprowadzając zasadę **współużytkowania sieci niskonapięciowych**. Od strony technicznej, a także metody opomiarowania odbiorców i ich rozliczania, współużytkowanie sieci nie będzie stanowiło problemu, a wprowadzenie takiej możliwości pozwoli uniknąć wysokich nakładów finansowych związanych z koniecznością rozdzielania systemów dystrybucji, co niestety w obecnym stanie prawnym byłoby konieczne. Zasady współużytkowania sieci nN (wraz ze stacjami transformatorowymi) oraz sposób rozliczania dostarczanej taką siecią energii powinny być ustalone w umowie cywilnoprawnej z aktualnym dystrybutorem. Próba rozliczania takiej usługi na zasadzie stworzenia osobnej taryfy jest znacznie bardziej skomplikowana od strony formalnej, głównie z powodu konieczności zatwierdzenia nowej taryfy przez URE.

Umowa z OSD o współużytkowaniu sieci nN jest szczególnie potrzebna, gdy SM postanowi wybudować własne źródła energii, np. układ kogeneracyjny (CHP) i instalacje PV na dachach swoich budynków i dostarczać tę energię do własnych odbiorców i sieci energetycznej. Zakłada się, że elektroprosument wyprodukuje we własnych źródłach co najmniej 50% energii zużywanej przez swoich odbiorców (choć nie jest to warunek konieczny).



Rys. 2. Proponowany system dystrybucji i rozliczeń w umowie EP-OSD

W celu przetestowania takiego rozwiązania proponuje się utworzyć lokalny *Sandbox* [3] z obecnym dystrybutorem energii i ustalić zasady korzystania z sieci dystrybucyjnej wraz z modelami rozliczeniowymi (biznesowymi), w formie umowy cywilnoprawnej zawartej między SM a OSD. *Sandbox* to obszar testowy dla innowacyjnych rozwiązań technologicznych połączony z nowymi regulacjami prawnymi i biznesowymi. *Sandbox* działa w ograniczonym zakresie (czasu i przestrzeni) i dotyczy nietypowych rozwiązań legislacyjnych lub regulacyjnych (eksperyment legislacyjny), innowacyjnych rozwiązań technicznych lub biznesowych. Rozwiązania testowane w *Sandboxach* są podstawą do wprowadzenia zmian lub zniesienia ograniczeń prawnych dla nowych usług i produktów.

W proponowanym układzie (rys. 2) zmienia się całkowicie sposób wytwarzania i dostawy energii elektrycznej i ciepła do budynków i mieszkań osiedla, gdyż SM staje się elektroprosumentem i współużytkownikiem sieci niskiego napięcia. Spółdzielnia kupuje gaz dla zasilania kotłowni i kogeneratora gazowego (CHP). Znaczną część energii elektrycznej zużywanej przez odbiorców SM produkuje CHP, ale moc układu CHP dobrana jest do zapotrzebowania osiedla na ciepło niezbędne do podgrzania ciepłej wody (pełne wykorzystanie energii chemicznej paliwa gazowego). Możliwa jest także zabudowa instalacji PV na dachach budynków SM i korzystanie przez elektroprosumenta także z tego źródła energii. Brakującą energię elektryczną dla potrzeb swoich odbiorców SM kupuje od wybranego wytwórcy energii, a koszty dystrybucji ponoszone będą na zasadach określonych w umowie cywilnoprawnej zawartej z OSD.

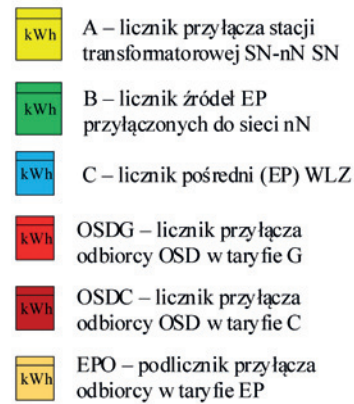
Wszyscy odbiorcy energii mogą wybrać, od kogo będą kupować energię elektryczną i jakie będą ponosić opłaty za dystrybucję (opłaty według stawek OSD lub według kosztów ponoszonych przez elektroprosumenta).

Obsługą systemu dystrybucji zajmuje się dotychczasowy dystrybutor energii, przy czym wynagrodzenie za współużytkowanie sieci nN określone zostaje w umowie cywilnoprawnej zawartej z OSD. Stroną umowy z OSD jest tylko elektroprosument (w naszym przypadku jest to SM). Indywidualny odbiorca, który decyduje się na zakup energii od EP, nie zawiera umowy na dystrybucję energii z obecnym OSD.

Zasady rozliczania kosztów współużytkowania sieci nN z lokalnym OSD

Zaproponowany model rozliczania za współużytkowanie sieci nN jest połączeniem opłat ponoszonych w dotychczasowych taryfach (taryfa B i C) z nowymi elementami dotyczącymi podziału strat energii w sieci nN, kosztów za współużytkowanie sieci i usługi dystrybucji oraz zasad rozliczania energii w obrębie sieci współużytkowanej. Elektroprosumentem (EP) jest spółdzielnia mieszkaniowa, która dostarcza energię do swoich odbiorców i z nimi się rozlicza.

Do rozliczeń za dystrybucję, dostarczaną energię oraz straty w sieci wykorzystuje się liczniki energii elektrycznej pokazane na rysunku 3.



Rys. 3. Rodzaje liczników w systemie dystrybucji i rozliczeń w umowie EP-OSD

Zakup i koszt energii elektrycznej dla odbiorcy

W zasadzie zachowana zostaje zasada możliwości wyboru wytwórcy energii przez odbiorcę (zasada TPA), przy czym, jeżeli odbiorca wybierze SM (elektroprosumenta) jako dostawcę energii, to nie może wybrać OSD jako swojego dystrybutora. W przypadku, gdy odbiorca wybierze innego dostawcę energii niż SM, to musi także korzystać z usług dystrybucji obecnego OSD. Koszt energii dla odbiorcy SM jest wypadkową kosztów produkcji i zakupu energii ponoszonych przez SM wraz z kosztami jej dystrybucji (Umowa EP-OSD) z uwzględnieniem dodatkowych korzyści finansowych (np. premia kogeneracyjna).

Koszty dystrybucji dla odbiorcy

Dla odbiorców, którzy nie skorzystają z energii dostarczonej przez SM, nic się nie zmienia. Nadal mogą wybrać wytwórcę energii oraz korzystać z obecnych taryf dystrybucyjnych (C lub G). Liczniki energii u takich odbiorców należą do obecnego OSD.

W przypadku odbiorców, którzy zdecydują się na odbiór energii od EP (SM) rozliczanie energii następuje na zasadzie podziału ponoszonych kosztów przez SM na jej wytwarzanie, zakup oraz koszty dystrybucji, określone w umowie EP-OSD z uwzględnieniem ewentualnych pożytków. Podzielnikami kosztów stają się podliczniki energii elektrycznej odbiorców (podliczniki należą do EP). Jest tu wykorzystywana podobna zasada, jaka obowiązuje np. przy rozliczaniu wody dostarczanej do mieszkań: wodomierze w mieszkaniach są podzielnikami kosztów dla ilości i kosztów wody (i ścieków) wskazanej przez wodomierz główny zainstalowany w budynku.

Podział strat energii w sieci

W taryfach dotychczasowych straty w sieci nN uwzględniane są w opłatach zmiennych za dystrybucję. W przypadku współużytkowania sieci straty w sieci należy rozliczyć wprowadzając zasadę udziału w stratach energii proporcjonalnie do zużycia energii przez każdą z grup odbiorców: odbiorców OSD

Rozliczanie strat sieciowych

Metoda dla rozliczania strat energii w sieci nN			
A – zużycie energii wg licznika A	A =	727	MWh/rok
B – energia ze źródeł EP	B =	386	MWh/rok
S – suma zużycia energii przez wszystkich odbiorców (liczniki + podliczniki)	S =	1 050	MWh/rok
STR – straty w sieci	STR =	63	MWh/rok
SOOSD – suma zużycia energii przez odbiorców OSD (liczniki)	SOOSD =	550	MWh/rok
SOEP – suma zużycia energii przez odbiorców (podliczniki)	SOEP =	500	MWh/rok
STR EP – straty pokrywane przez EP = STR*SOEP/S	STREP =	30,000	MWh/rok
STR OSD – straty pokrywane przez OSD = STR*SOOSD/S	STROSD =	33,000	MWh/rok

i odbiorców EP. Podział strat energii w sieci obejmuje wszystkie straty ponoszone od licznika głównego A do liczników i podliczników odbiorców końcowych. Stosuje się metodę rozliczania strat podaną w tabeli 1.

Koszt energii traconej ponoszony jest przez EP i rozliczany według stawki opłat zmiennych sieciowych (tak jak dla taryfy C).

Energia produkowana przez elektroprosumenta

Energia elektroprosumenta będzie produkowana we własnych źródłach energii na potrzeby swoich odbiorców, a ewentualne jej braki będą kupowane od wytwórcy zewnętrznego (wyboru wytwórcy energii i spółki obrotu dokonuje EP). W przypadku, gdy wystąpi nadwyżka energii produkowanej w źródłach EP nad zużyciem tej energii przez odbiorców elektroprosumenta, zostanie ona oddana do sieci po cenach uzgodnionych ze spółką obrotu (rozliczanie po stronie nN).

W zasadzie nie przewiduje się sytuacji, w której produkcja energii przez źródła EP będzie większa od łącznego zużycia energii po stronie nN przez wszystkich odbiorców, choć może w praktyce wystąpić taki przypadek.

Bilans energii

EOOSD – energia używana przez odbiorców OSD na przyłączach nN

EOEP – energia używana przez odbiorców EP na przyłączach nN

A – energia na przyłączy SN (licznik A)

STROSD – straty w sieci nN przypadające na odbiorców OSD

EAEP – energia kupowana przez EP w taryfie B

B – energia produkowana przez źródła EP (liczniki B)

EEPnN – energia nadwyżkowa ze źródeł EP po stronie nN

Przypadki

1. Cała energia produkowana w źródłach EP jest skonsumowana przez odbiorców EP.

Licznik A wskazuje energię pobraną przez odbiorców OSD + brakującą energię pobraną przez odbiorców EP + straty przesyłu tej energii.

EP rozlicza energię w taryfie B wg algorytmu:

$$EAEP = A - EOOSD - STROSD$$

2. Część energii produkowanej w źródłach EP jest używana przez odbiorców OSD – nadwyżka energii po stronie nN.

Energia ze źródeł EP nie jest oddawana do sieci SN. Licznik A wskazuje brakującą energię pobraną przez odbiorców OSD + straty przesyłu tej energii.

Nadwyżka energii sprzedawana jest spółce obrotu posiadającej umowę z EP.

Rozliczenie tej energii następuje po stronie nN wg algorytmu: $EEPnN = B - EOEP$

3. Część energii produkowanej w źródłach EP jest używana przez odbiorców OSD, a część energii jest przesyłana do sieci SN – nadwyżka energii po stronie SN.

Nadwyżka energii sprzedawana jest spółce obrotu posiadającej umowę z EP (SM).

Rozliczenie tej energii następuje po stronie nN według algorytmu:

$$EEPnN = B - EOEP$$

Uwagi:

- 1) pomiary i rozliczanie energii następuje w okresach nie dłuższych niż 15 minut;
- 2) odbiorcy OSD zawsze kupują energię od wybranych sprzedawców;
- 3) EP rozlicza się ze swoimi odbiorcami według podliczników na zasadzie podziału wszystkich kosztów związanych z produkcją i zakupem energii, z uwzględnieniem ewentualnych przychodów (np. premia kogeneracyjna).

Dystrybucja energii

Dystrybucja energii w obszarze sieci nN odbywa się na zasadzie współużytkowania tej sieci według podanych poniżej zasad.

1. Dystrybucja do odbiorców niekorzystających z energii elektroprosumenta.

Dystrybucja odbywa się na zasadach dotychczasowych. Koszty ponoszone przez odbiorców za dystrybucję są zgodne z dotychczasowymi taryfami G lub C.

2. Dystrybucja do odbiorców korzystających z energii elektroprosumenta.

Za dystrybucję energii do tych odbiorców płaci elektroprosument (SM) i rozlicza się z OSD według zasad określonych w Umowie EP-OSD oraz Taryfy B. Koszty tej dystrybucji ujęte są w rozliczeniu kosztów z odbiorcami elektroprosumenta.

Moc zamówiona przez EP

Moc zamówioną wyznacza się jako udział mocy zamówionych odbiorców EP w mocy zamówionej w Taryfie B (licznik A) przez OSD.

Moc zamówioną wyznacza się więc według wzoru z tabeli 2.

Tabela 2

Wyznaczenie mocy zamówionej

Rozliczanie opłaty stałej	Przykład		
MOEP – moc zamówiona przez odbiorców podłączonych do EP	MOEP	1000	kW
MOOSD – moc zamówiona przez odbiorców OSD	MOOSD	800	kW
MA – moc zamówiona dla licznika A (taryfa B)	MA	400	kW
MEP – moc zamówiona przez EP = $MA * MOEP / (MOEP + MOOSD)$	MEP	222,22	kW

Zasady rozliczania za współużytkowanie sieci nN

Zasady rozliczania przedstawiono w trzech wariantach. Różnica w poszczególnych wariantach dotyczy sposobu rozliczania opłaty ponoszonej przez EP, wynikającej z kosztów współużytkowania sieci nN.

Wariant I – opłata stała za współużytkowanie (brak opłat zmiennych)

Wariant II – opłata zmienna za współużytkowanie (brak opłat stałych)

Wariant III – opłata stała i zmienna za współużytkowanie.

Najmniej korzystny z punktu widzenia EP jest wariant III.

W analizowanych przykładach opłatę stałą za współużytkowanie przyjęto na poziomie opłaty stałej sieciowej stosowanej w taryfie B, a opłatę zmienną na poziomie opłat zmiennych dystrybucyjnych w taryfie C.

Wariant I

Opłata stała za współużytkowanie (brak opłat zmiennych)

Wariant I					
OPŁATY STAŁE			moc w kW; liczniki w szt.	zł/rok	
Opłata stała sieciowa (B)	12,29	zł/kW/m-c	222,22	32 767,20	
Opłata przejściowa (B)	0,23	zł/kW/m-c		623,20	
Opłata abonamentowa (B)	22,14	zł/m-c	1	265,68	
Opłata za współużytkowanie	12,29	zł/kW/m-c	222,22	32 767,20	
Suma opłat stałych				66 423,28	
OPŁATY ZMIENNE			MWh	zł/rok	
Energia elektryczna	0,00	zł/MWh	143,60	0,00	
Zmienna sieciowa (B)	66,00	zł/MWh		9 477,86	
Zmienna dystrybucyjna nN	0,00	zł/MWh		0,00	
Opłata jakościowa (B)	12,52	zł/MWh		1 798,07	
Opłata kogeneracyjna (B)	0,00	zł/MWh		0,00	
Opłata OZE (B)	2,71	zł/MWh		388,58	
Opłata mocowa (B)	93,73	zł/MWh		100,52	9 421,34
Straty przesyłowe (C zmienna)	167,65	zł/MWh		30,00	5 029,47
Suma opłat zmiennych				26 115,32	
Przychody OSD				92 538,60	

Wariant II

Opłata zmienna za współużytkowanie (brak opłat stałych)

Wariant II					
OPŁATY STAŁE			moc w kW; liczniki w szt.	zł/rok	
Opłata stała sieciowa (B)	12,29	zł/kW/m-c	222,22	32 767,20	
Opłata przejściowa (B)	0,23	zł/kW/m-c		623,20	
Opłata abonamentowa (B)	22,14	zł/m-c	1	265,68	
Opłata za współużytkowanie	0,00	zł/kW/m-c	222,22	0,00	
Suma opłat stałych				33 656,08	
OPŁATY ZMIENNE			MWh	zł/rok	
Energia elektryczna	0,00	zł/MWh	143,60	0,00	
Zmienna sieciowa (B)	66,00	zł/MWh		9 477,86	
Zmienna dystrybucyjna nN	167,65	zł/MWh		24 074,40	
Opłata jakościowa (B)	12,52	zł/MWh		1 798,07	
Opłata kogeneracyjna (B)	0,00	zł/MWh		0,00	
Opłata OZE (B)	2,71	zł/MWh		388,58	
Opłata mocowa (B)	93,73	zł/MWh		100,52	9 421,34
Straty przesyłowe (C zmienna)	167,65	zł/MWh		30,00	5 029,47
Suma opłat zmiennych				50 189,72	
Przychody OSD				83 845,80	

Opłata stała i zmienna za współużytkowanie

Wariant II					
OPŁATY STAŁE			moc w kW; liczniki w szt.	zł/rok	
Opłata stała sieciowa (B)	12,29	zł/kW/m-c	222,22	32 767,20	
Opłata przejściowa (B)	0,23	zł/kW/m-c		623,20	
Opłata abonamentowa (B)	22,14	zł/m-c	1	265,68	
Opłata za współużytkowanie	12,29	zł/kW/m-c	222,22	32 767,20	
Suma opłat stałych				66 423,28	
OPŁATY ZMIENNE			MWh	zł/rok	
Energia elektryczna	0,00	zł/MWh	143,60	0,00	
Zmienna sieciowa (B)	66,00	zł/MWh		9 477,86	
Zmienna dystrybucyjna nN	167,65	zł/MWh		24 074,40	
Opłata jakościowa (B)	12,52	zł/MWh		1 798,07	
Opłata kogeneracyjna (B)	0,00	zł/MWh		0,00	
Opłata OZE (B)	2,71	zł/MWh		388,58	
Opłata mocowa (B)	93,73	zł/MWh		100,52	9 421,34
Straty przesyłowe (C zmienna)	167,65	zł/MWh		30,00	5 029,47
Suma opłat zmiennych				50 189,72	
Przychody OSD				116 613,00	

Wybór wariantu i ostateczny sposób ujęcia kosztów za współużytkowanie sieci nN określony zostanie w umowie cywilnoprawnej EP-OSD. Oczywiście w Umowie EP-OSD zawarte zostaną także obowiązki i zadania każdej ze stron, przy czym zakłada się, że obsługą systemu dystrybucji i jego właścicielem pozostaje dotychczasowy OSD.

Efekty ekonomiczne dla elektroprosumenta i jego odbiorców

Korzyści ekonomiczne dla odbiorców końcowych zależą od przyjętego wariantu rozliczeń. W tabelach od 3 do 6 przedstawiono wyniki analizy opłacalności wraz z kosztami inwestycji. Wszystkie ceny zawierają podatek VAT.

Tabela 3

Koszty energii i jej dystrybucji przed inwestycją

Koszt energii elektrycznej C11	418,20	zł/MWh
Koszt energii elektrycznej G11	369,00	zł/MWh
Handlowa C11	36,90	zł/licznik/m-c
Handlowa G11	12,30	zł/licznik/m-c
Ilość energii C11	100,00	MWh/rok
Ilość energii G11	400,00	MWh/rok
Liczba liczników C11	20	szt.
Liczba liczników G11	250	szt.
Razem koszty C11	50 676,00	zł/rok
Razem koszty G11	150 675,00	zł/rok
Razem energia C11+G11	201 351,00	zł/rok
Taryfa G11 – dystrybucja	146 247	zł/rok
Taryfa C11 – dystrybucja	31 009	zł/rok
Razem dystrybucja	177 256	zł/rok
Razem koszty dla odbiorców	378 607	zł/rok

Koszty produkcji energii EP w układzie CHP

Godziny pracy kogeneracji (lato od 23.00 do 5.00 wyłączenie)	7 728	godziny		
Ilość m ² pow. użytkowej mieszkań	13 066	m ²		
Moc w gazie	170	kW		
Moc ciepła	90	kW		
Moc elektryczna	50	kW		
Ilość energii w gazie	1 314	MWh/rok		
Ilość energii el. produkowanej w CHP	386	MWh/rok		
Cena za gaz	123	zł/MWh	161 592	zł/rok
Dystrybucja gaz	20,541	zł/MWh	26 986	zł/rok
Koszt ciepła uniknięty	143,541	zł/MWh	-89 139	zł/rok
Premia kogeneracyjna	148	zł/MWh	-57 187	zł/rok
Koszt serwisu	4,32	zł/mtg	33 385	zł/rok
Koszt obsługi systemu + rozliczanie	0,162	zł/m ² /m-c	25 400	zł/rok
Razem koszty CHP			101 038	zł/rok

Ilość energii kupowanej w taryfie B	143,60	MWh/rok
Cena energii	418,2	zł/MWh
Koszt energii kupowanej	60 053,52	zł/rok

Tabela 5

Nakłady inwestycyjne

CHP (kogenerator + przyłącz)	432 000	zł
SyNiS	162 000	zł
Podliczniki	145 800	zł
Razem inwestycja	739 800	zł

Tabela 6

Analiza ekonomiczna wariantów rozliczenia opłat za współużytkowanie sieci nN

Wariant rozliczania	Wariant I	Wariant II	Wariant III	
Koszty produkcji energii z CHP	101 038			zł/rok
Taryfa EP	92 539	83 845,80	116 613	zł/rok
Energia elektryczna kupowana	60 054			zł/rok
Razem	253 630	244 937	277 704	zł/rok
Oszczędność	124 977	133 670	100 903	zł/rok
Czas zwrotu inwestycji	5,92	5,53	7,33	lat

Biorąc pod uwagę prognozy wzrostu cen energii elektrycznej na kolejne lata opłacalność inwestycji powinna być większa (zakładając, że cena gazu nie będzie rosła bardziej niż cena energii elektrycznej).

Rozliczanie energii

Do rozliczania energii zostanie wykorzystany System Nadzoru i Sterowania SyNiS [4]. System ten jest w pełni działającym oprogramowaniem informatycznym zarządzającym użytkowaniem energii w ok. 200 obiektach w Polsce. Do systemu włączono ok. 500 układów pomiarowych (liczniki ciepła, gazomierze, wodomierze, liczniki energii elektrycznej), których dane są na bieżąco zbierane z wykorzystaniem łączności internetowej.

Do rozliczania energii proponowane są dwa systemy komunikacji. Oba systemy planuje się przetestować w ramach

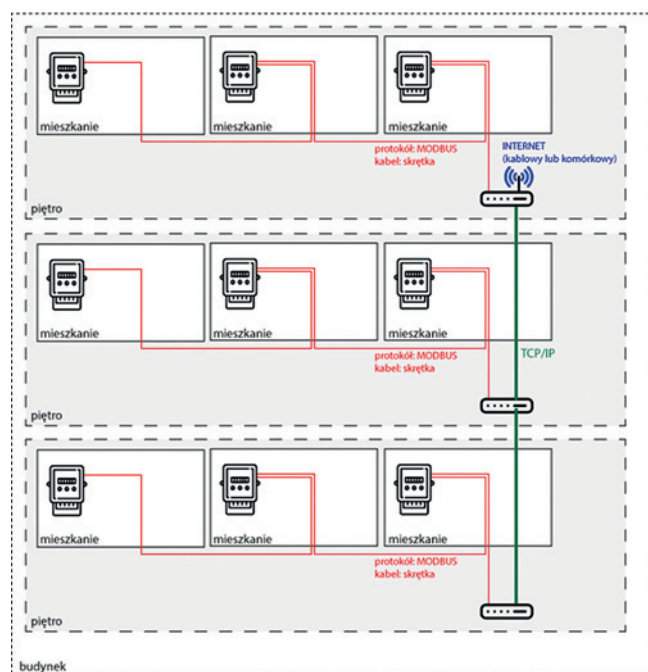
tworzonego *Sandboxu*. Warunkiem koniecznym poprawnego rozliczania energii i jej dystrybucji jest wyposażenie liczników energii w moduły komunikacyjne. Koszty związane z wymianą liczników w *Sandboxie* będzie ponosił elektroprosument i OSD, każdy dla swoich odbiorców.

Komunikacja z wykorzystaniem MODBUS RTU

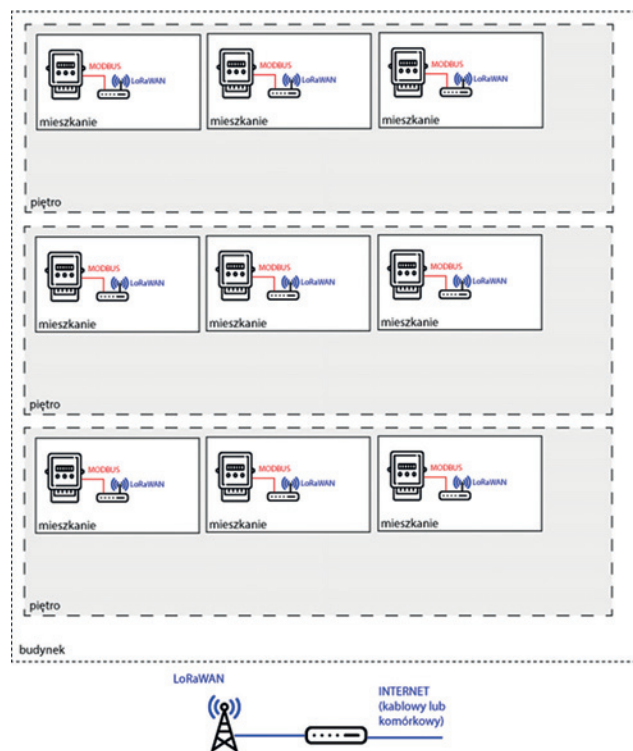
U odbiorców końcowych montowane są liczniki/podliczniki elektryczne umożliwiające komunikację MODBUS RTU. Na każdym piętrze znajduje się koncentrator, który komunikuje się z licznikami na danym piętrze przy użyciu protokołu MODBUS RTU (rys. 4). Koncentratory na poszczególnych piętrach połączone są ze sobą przewodowo (skrętką komputerową) w sieci TCP/IP. Dodatkowo jeden koncentrator w budynku jest podłączony do sieci Internet. Jeżeli jest dostępne stałe łącze w budynku, to może zostać wykorzystane. Jeżeli brak takiego łącza, wykorzystane może być łącze komórkowe. Dane mogą być wysyłane z liczników nawet co minutę.

Komunikacja z wykorzystaniem LoRaWAN – lokalnej wirtualnej sieci internetowej

LoRaWAN to zyskująca coraz większą popularność alternatywa dla sieci komórkowych, o zasięgu ok. 2 km na obszarach silnie zurbanizowanych i ok. 15 km w obszarach wiejskich. U odbiorców końcowych montowane są liczniki elektryczne wraz z modemami LoRaWAN (rys. 5), które komunikują się ze sobą na krótką odległość przez MODBUS RTU (możliwe są również inne protokoły, jak DLMS czy IEC1107). Na jednym z budynków



Rys. 4. Komunikacja z wykorzystaniem MODBUS RTU



Rys. 5. Komunikacja z wykorzystaniem LoRaWAN

znajduje się bramka LoRaWAN, która odbiera dane od wszystkich liczników elektrycznych i przesyła je przez sieć Internet do serwera (np. za pomocą łącza kablowego). Nie ma potrzeby układania kabli i korytek między mieszkaniami lub piętrami. Rozwiązanie to można stosować także na obszarach o bardzo słabym zasięgu sieci komórkowej lub całkowitym jej braku. Wyższy jest jednak koszt urządzeń oraz abonamentu za łączność LoRaWAN. Dane z liczników w zależności od odległości między budynkami mogą być wysyłane co 5-10 minut.

System rozliczania, sterowania i optymalizacji pracy źródeł EP

Do kontroli i sterowania pracą źródeł EP oraz rozliczania energii wykorzystany zostanie system SyNiS [4]. Możliwości tego systemu i jego elastyczność pozwala na ustalenie w zasadzie dowolnych algorytmów pracy źródeł oraz metod rozliczania. Zakłada się, że system pozwoli na pewną kontrolę generowanej energii przez źródła należące do EP z wykorzystaniem sterowalnego źródła, jakim jest CHP współpracujący z produkcją wymuszoną np. ze źródła PV. Planuje się, w ramach rozwiązań technicznych i odpowiednich algorytmów pracy źródeł EP, doprowadzenie do stabilizacji napięcia w całej sieci nN. Jest to duża korzyść dla wszystkich odbiorców oraz OSD, gdyż daje możliwość eliminacji problemów skoków napięcia występujących w przypadkach korzystania ze źródeł PV lub elektrowni wiatrowych.

Inżynier transformacji elektroprosumenckiej (ITE)

Inżynieria transformacji elektroprosumenckiej [5] jest to nowy rodzaj „usługi” świadczony przez firmę zewnętrzną na rzecz EP. Przewidziany zakres usług świadczonych przez ITE jest bardzo szeroki i obejmuje pełną obsługę elektroprosumenta, w tym:

- 1) opracowanie koncepcji techniczno-ekonomicznej elektrociepłowni i systemu dostawy ciepła i energii do odbiorców EP;
- 2) przygotowanie koncepcji finansowania inwestycji/modernizacji;
- 3) przygotowanie wniosków o przyłączenie (gaz, energia elektryczna, woda, ścieki);
- 4) opracowanie zasad współużytkowania sieci nN i obowiązków stron w umowie EP-OSD wraz z opracowaniem wzoru takiej umowy;
- 5) wykonanie dokumentacji projektowej wraz z uzgodnieniami z dostawcami zewnętrznymi i urzędami (Urząd Nadzoru Budowlanego, OSD, PGNiG, PEC, spółki obrotu, dostawca wody);
- 6) wykonanie inwestycji (Wykonawca Generalny);
- 7) wykonanie opomiarowania indywidualnego wraz z algorytmem rozliczeń;
- 8) obsługa bieżąca systemu energetycznego (należącego do EP), ciepłowniczego i dostawy wody (od źródła do odbiorcy końcowego) wraz z przeglądami i konserwacją;
- 9) współpraca z OSD w ramach dystrybucji energii i jej rozliczania;

- 10) prowadzenie dokumentacji (rozliczanie dotacji, dokumentacja dla URE, UDT i innych instytucji zewnętrznych);
- 11) rozliczanie odbiorców EP ze wszystkich mediów (cwu, c.o., energia elektryczna, woda i ścieki, ładowarki elektryczne);
- 12) bieżąca analiza pracy całego systemu z wykorzystaniem SZE, w tym także analiza ekonomiczna;
- 13) rozliczanie roczne uzyskanych efektów.

Przedstawiony zakres usług wymaga od ITE dużej wiedzy z różnych dziedzin, jednak tylko kompleksowe podejście pozwala na pełną kontrolę nad pracą systemu i uzyskanie pełnego efektu w postaci optymalizacji energetycznej i kosztowej (niskie zużycia energii i niskie koszty). Usługa powinna mieć charakter umowy długoterminowej (powyżej 10 lat).

Uwagi końcowe

Proponowany system rozliczeń i zawarcie umowy cywilnoprawnej z lokalnym OSD to próba wprowadzenia bardzo ważnego elementu, jakim jest zasada współużytkowania sieci nN. Brak takiego rozwiązania stanowi duży problem związany z możliwością wykorzystania potencjału, jaki daje autoprodukcja energii bezpośrednio przez jej odbiorców po stronie nN. Jest też barierą rozwoju energetyki rozproszonej i eliminacji zjawiska ubóstwa energetycznego. Dodatkowo, dzięki takiemu rozwiązaniu, możliwe jest wykorzystanie istniejącego systemu dystrybucji energii, co w obecnych warunkach prawnych jest niemożliwe. Elektroprosument unika także konieczności uzyskiwania koncesji i zatwierdzania taryf oraz związanych z tym obowiązkowych kosztów.

EP może korzystać w pełni z nowych rozproszonych źródeł energii w postaci układów kogeneracyjnych i OZE (PV, elektrownie wiatrowe, biogazownie, elektrownie wodne). Takie zasady (umowy) można przenieść także na innych indywidualnych odbiorców końcowych mieszkających w budynkach wielorodzinnych (wspólnoty mieszkaniowe), gdyż tacy odbiorcy (osoby fizyczne) nie mogli w zasadzie korzystać z takich źródeł energii. Stroną umowy z OSD staje się bowiem podmiot zbiorowy (wspólnota lub spółdzielnia mieszkaniowa), a nie odbiorca indywidualny.

Zaproponowane warianty rozliczania kosztów współużytkowania sieci nN pozwalają obecnemu OSD pokryć koszty obsługi i serwisu sieci nN. Takie umowy można wprowadzać także w obiektach użyteczności publicznej (budynki państwowe i samorządowe). Nie ma także żadnych przeszkód, aby umowa o współużytkowaniu sieci nN obejmowała większe obszary sieci nN (z wielu transformatorów SN/nN). Taki sposób korzystania z istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej jest przyszłością rozwoju elektroprosumeryzmu i może zostać z powodzeniem zastosowany powszechnie.

Problem, z którym się dodatkowo borykamy przy wprowadzaniu takich rozwiązań, to całkowicie nieprzewidywalny rynek energii i gazu. Biorąc pod uwagę np. ostatni wzrost cen gazu o ponad 300% w ciągu sześciu miesięcy (cena w okresie luty-marzec br. ok 130 zł/MWh, a cena we wrześniu przekracza 450 zł/MWh) inwestycja w układ CHP stanie się nieopłacalna.

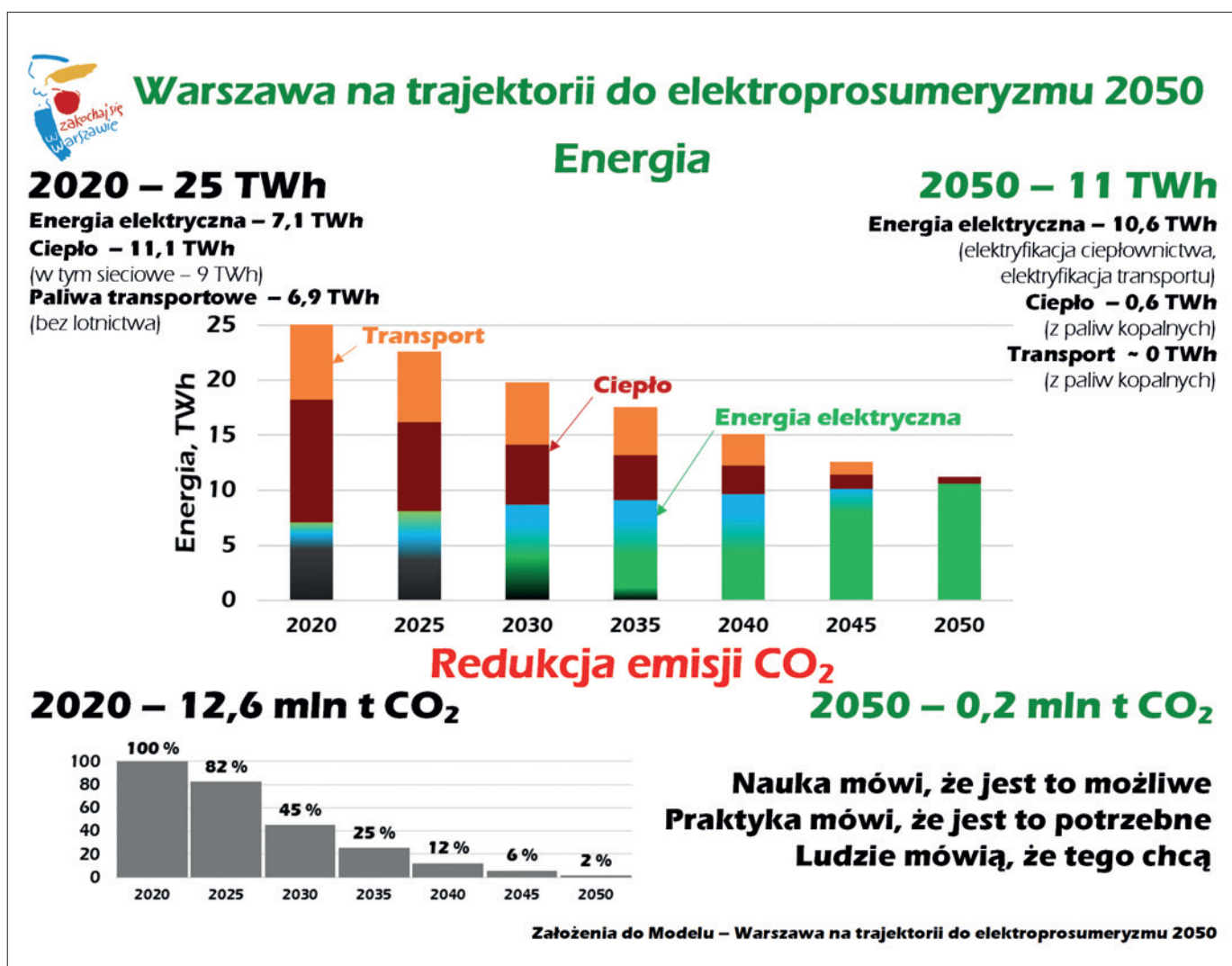
Z drugiej strony cena energii elektrycznej także mocno rośnie (cena na giełdzie w październiku 2021 przekracza 400 zł/MWh). Tak rozchwiany rynek cen mediów energetycznych może powodować, że analizy wykonywane obecnie mogą być obciążone dużym błędem (nie wiadomo czy błąd będzie na plus, czy na minus).

Realizacja tego typu inwestycji z reguły trwa od roku do dwóch, więc trudno w obecnych warunkach podejmować decyzję o ich wykonywaniu. Czy więc należy czekać aż coś się zmieni i może ustabilizuje? Otóż NIE. Nie wolno nam biernie patrzeć i PŁACIĆ. Posiadanie własnego źródła energii i nowy system rozliczeń będzie elementem częściowego przynajmniej zniwelowania takich wahań cenowych, a dodatkowo każda oszczędność energii w każdej postaci zawsze w dłuższej perspektywie czasu będzie opłacalna.

PIŚMIENICTWO

[1] Jurkiewicz A., *Kontrakty typu ESCO. Przyszłość firm ciepłowniczych i energetycznych*. <http://egie.pl/artykuly/kontrakty-typu-esco-przyszlosc-firm-cieplowniczych-i-energetycznych>

- [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] Kopeć S., *Propozycja: program innowacyjnych piaskownic energetycznych*, Zeszyt nr 3 „Energetyka Rozproszona” 2020, z. 3, wyd. AGH Kraków.
- [4] eGIE Sp. z o.o., Opole, *System Nadzoru i Sterownia – SyNIS*. <http://egie.pl/synis/system-nadzoru-i-sterowania-synis>
- [5] Popczyk J., Bodzek K., *ELEKTROPROSUMERYZM vs ENERGETYKA WEK-OZE w świetle wydajności elektroekologicznej (oraz termoeekologicznej) i społecznej (oraz gospodarczej) na przykładzie regionu górniczego*. <https://ppte2050.pl/platforma/index.php>



Procesy łączeniowe w SEE, praca wyspowa źródeł przemysłowych i komunalnych, systemy(WSE)

Interconnection processes in EPSs, island operation of industrial and municipal sources, (WSE)systems

Doświadczenia techniczne związane z operacjami łączeniowymi w systemach elektroenergetycznych (SEE), w tym z łącząc CENTREL i UCPTTE w dniu 18 października 1995 roku, ZPBE „Energopomiar Elektryka” skutecznie wprowadza do współczesnych układów automatyki i pomiarów dedykowanych dla wschodzącego rynku elektroprosumeryzmu. Przykładem mogą być rozwiązania sieciowego terminala dostępowego STD wykorzystywanego w systemach(WSE). W artykule opisano wymagania oraz praktyczne doświadczenia dotyczące automatyki łączeniowej i pomiarów dla tradycyjnych SEE oraz drogę ewolucji do współczesnych rozwiązań technicznych dla elektroprosumentów przemysłowych, JST i indywidualnych. Przytoczono przykłady realizacji automatyki i systemów wspomagania metrologicznego, układów wyspowych oraz przedstawiono wymagania techniczne i funkcjonalności terminala STD, zarówno w kontekście bezpieczeństwa energetycznego rozumianego obecnie, a po wdrożeniu Prawa elektrycznego w kontekście adekwatności rynkowej zaopatrzenia elektroprosumentów w energię elektryczną na rynku wschodzącym elektroprosumeryzmu.

Słowa kluczowe: synchronizacja sieci, CENTREL, automatyka, terminal STD, elektroprosument

ZPBE "Energopomiar Elektryka" effectively introduces into the contemporary automation systems and measurements dedicated to the rising electroprosumerism market its technical experience gained during interconnection operations in electric power systems (EPSs) on the basis of CENTREL and UCPTTE on 18th October 1995. As an example of this there can serve solutions concerning a network access terminal (NAT) used in (WSE)systems. Described are requirements and practical experiences referring to interconnection automation and measurements dedicated to traditional EPSs as well as the evolution path to the modern technical solutions for industrial, LGE and individual electroprosumers. Given are examples of realization of island systems automation and application of metrological support systems. Presented are requirements concerning technical conditions and functionality of a NAT terminal both in the context of energy security in the form as it is currently understood and after implementation of the Electricity Act in the context of market adequacy of electricity supply to electroprosumers on the rising electroprosumerism market.

Keywords: network synchronization, CENTREL, automation, NAT terminal, electroprosumer

Wprowadzenie

Zmiany w energetyce wynikają głównie z rozwoju techniki, ale równie często mają podłoże polityczne. W artykule opisano problematykę łączeń systemów elektroenergetycznych (SEE) CENTREL oraz UCPTTE [1]. Doświadczenia te można z powodzeniem przenieść na inne obszary, np. elektroprosumentów przemysłowych. Są one również nieocenione przy tworzeniu wymagań dla systemów(WSE), a także dla każdego elektroprosumenta od osłony OK1 (sieć nN) do osłony OK4 (sieć 110 kV).

Rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) wprowadził światową energetykę w proces transformacji przełomowej. Energetyka rozproszona wymaga nowego spojrzenia na szereg zagadnień natury koncepcyjnej, technicznej, ekonomicznej oraz legislacyjnej. W tym kontekście niezwykle istotne są zagadnienia dotyczące infrastruktury technicznej przedstawione z punktu widzenia następujących pojęć:

- zasada współużytkowania zasobów z KSE – zasada ZWZ(KSE),
- warunki synchronizacji systemu(WSE),
- oraz certyfikacji sieciowych terminali dostępowych STD (fizyczne węzłowe i wirtualne osłonowe).

Tematyka poruszona w niniejszym artykule przybliży zagadnienia techniczne niezbędne do tworzenia Prawa elektrycznego, a w szczególności proponowanych ustaw pilotażowych związanych z rynkiem technicznym w segmencie operatorskim i współużytkowaniem zasobów KSE.

Ważne historyczne doświadczenia w dziedzinie automatyki zakłócenieniowej i procesów resynchronizacji SEE

Automatyka w SEE pełni kluczową funkcję zapewniając bezpieczeństwo pracy oraz efektywne funkcjonowanie systemu. Szczególnie ważna jest kontrola częstotliwości i bilansowanie mocy, ale również niezwykle istotne są procesy łączeniowe i regulacyjne. Ukierunkowani interdyscyplinarnie specjaliści ZPBE „Energopomiar-Elektryka” zajmują się automatyką w systemach SEE od lat 80. ubiegłego wieku i tworzą systemy pomiarowe, obliczeniowe i wykonawcze zarówno z zakresu analiz i koncepcji, Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej (EAZ), procesów łączeniowych (synchronizacji) jak i kompleksowo rozmiarowych układów regulacji.

Dalszy rozwój systemu poszedł w kierunku dedykowanych rozwiązań automatyki i pomiarów MUW-AWiS, pozwalających na wykonywanie bezpiecznych operacji wydzielenia i synchronizacji [4] układów elektroenergetycznych (UEE) zakładów przemysłowych, monitorowania stanu i wspomaganie pracy nadzorowanych wydziałów obszarów oraz realizację funkcjonalności predykcji zjawisk [5].

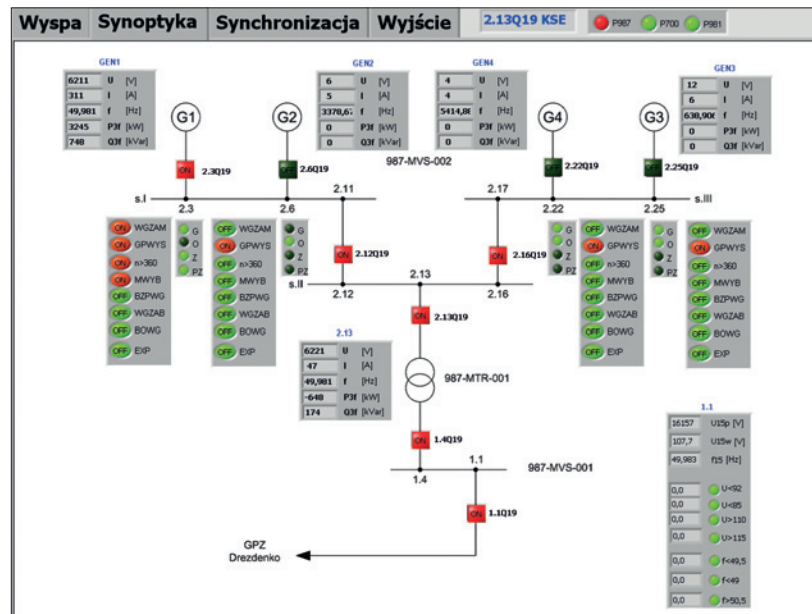
Praca wyspowa zakładu przemysłowego

Realizacja automatyki pozwalającej na odłączenie się od KSE jest ściśle związana ze zwiększaniem lokalnego bezpieczeństwa zakładów przemysłowych, poprzez zwiększenie pewności zasilania krytycznych urządzeń i procesów. Istotnym zagadnieniem jest poprawna synchronizacja UEE zakładu z systemem KSE, a w tym zakresie ZPBE „Energopomiar-Elektryka” ma wieloletnie doświadczenia [6]. Realizacja automatyki pozwalającej na pewne i bezpiecznie wydzielenie UEE zakładów przemysłowych, a następnie ich resynchronizację, ale także

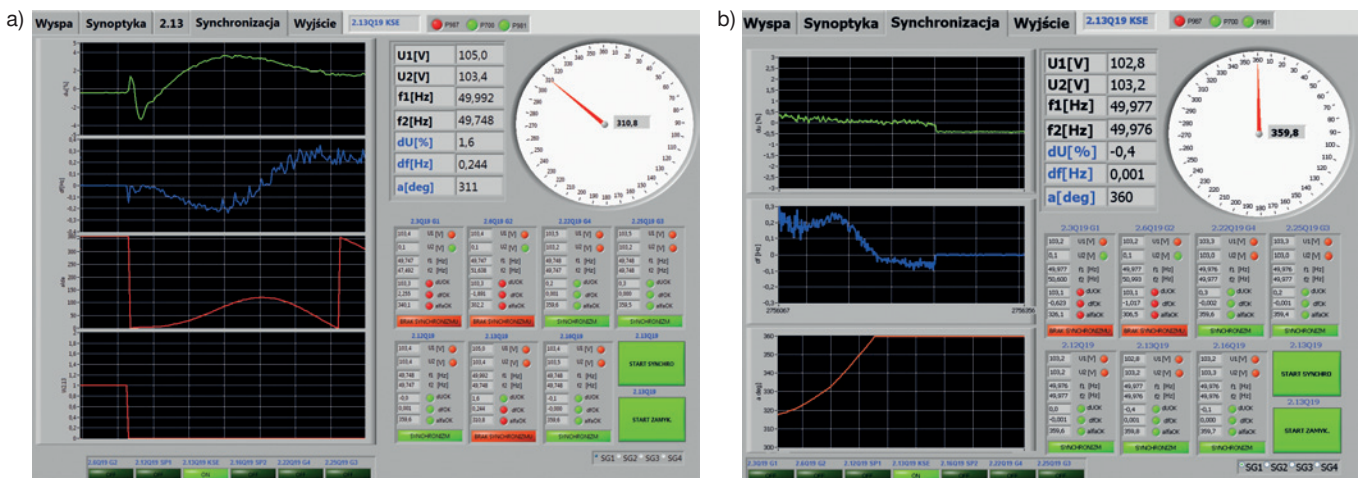
kompleksowy nadzór nad pracą układów wyspowych, wymaga efektywnych rozwiązań z zakresu pomiarów, teledystrybucji oraz wydajnego deterministycznego środowiska obliczeniowego czasu rzeczywistego [7]. Przykładem takiego rozwiązania jest autorski system MUW-AWiS dedykowany dla zakładów przemysłowych. System ten służy do wydzielenia i nadzoru pracy układów wyspowych oraz realizacji operacji łączeniowych wewnątrz UEE. Przykładowo w Kopalni Ropy Naftowej i Gazu Ziemnego, posiadającej cztery kogeneracyjne generatory gazowe, system MUW-AWiS wyznacza:

- komplet parametrów elektrycznych dla generatorów gazowych G1, G2, G3, G4 i transformatora głównego 15/6 kV,
- stan synchronizmu elektrycznego dla wyłącznika głównego, wyłączników sprzężel oraz generatorów gazowych G1, G2, G3, G4.

Komplet wielkości pomiarowych oraz przeliczonych wyznaczany jest z wymaganym dla pracy automatyki systemowej cyklem 40 ms. Przykładową synoptykę układu wyspowego zakładu przemysłowego przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. UEE Zakładu przemysłowego



Rys. 4. Automatyka a) wydzielenia, b) synchronizacji UEE Zakładu przemysłowego

Układ wyspowy może być wydzielony wskutek:

- nagłego zakłócenia sieciowego,
- wyłączeń realizowanych w sieci OSD,
- planowych i świadomych działań operatora,
- błędu ludzkiego wynikającego na przykład z podjęcia niewłaściwych decyzji ruchowych.

Wielokryterialna automatyka systemu MUW-AWiS realizuje funkcje szybkiego wydzielania, ale również zapewnia właściwe mechanizmy i warunki do optymalnej i efektywnej przyszłej pracy układu wyspowego, która może trwać wiele godzin lub nawet dni. Ciągłość pracy układu elektroenergetycznego oraz wrażliwych technologii produkcji zakładu przemysłowego jest podstawowym kryterium oceny skuteczności funkcjonowania proponowanych rozwiązań. Efektywna współpraca systemu MUW-AWiS z układami automatyki kogeneratorów gazowych wymaga realizacji szybkich i deterministycznych pomiarów (rys. 4a).

Podczas synchronizacji układu wyspowego z KSE szczególne znaczenie ma zapewnienie warunków do bezpiecznej oraz efektywnej realizacji operacji łączeniowej. System wspomaga synchronizację wybierając warunki ruchowe do realizacji optymalnych łączeń oraz blokuje wszelkie działania niebezpieczne (rys. 4b).

Praca wyspowa JST

Istniejące źródła kogeneracyjne, ale również agregaty układów gwarantowanego zasilania, powinny być wyposażone w układy dedykowanej automatyki i elementy łączeniowe pozwalające na ich wykorzystanie w systemach(WSE) przez elektroprosumentów, zarówno przemysłowych jak i np. spółdzielni mieszkaniowych czy osiedli deweloperskich.

Rozwiązania takie znane są od wielu lat. Jako przykład można podać układ kogeneracji Ostrowskiego Zakładu Ciepłowniczego (OZC) o mocy elektrycznej 5,2 MW i cieplnej 11,6 MW, oddany do użytku w 2000 r. w Ostrowie Wielkopolskim. Układ został wyposażony w automatykę pozwalającą na pracę wyspową. Istotna jest duża elastyczność turbiny gazowej pozwalająca na pracę w bardzo szerokim zakresie mocy. Dzięki temu układ może pracować podczas awarii sieciowej jako lokalne źródło zasilania obiektów krytycznych dla utrzymania zaopatrzenia w wodę i gospodarki ścieków miasta Ostrów Wielkopolski. Po ustąpieniu awarii następuje ponowna synchronizacja z KSE. Taka praca jest charakterystyczna (jako jeden z wariantów) dla sposobu działania elektroprosumentów korzystających z zasady ZWS(KSE), a system automatyki wraz z elementami łączeniowymi pełni funkcję węzłowego terminala dostępowego.

System(WSE)

W systemach(WSE) funkcjonalność rozłączenia i ponownej synchronizacji z siecią elektroprosumentów jest kluczowa. Co więcej, w sytuacji, gdy instalacje elektroprosumentów działają w systemach(WSE) spójnych terytorialnie i bilansujących się lokalnie, wymagania związane z synchronizacją są takie, jak przy łączeniu wielkich SEE.

Należy zwrócić uwagę, że aktualne uregulowania OSD w Polsce ze względów bezpieczeństwa nie pozwalają na pracę układu wydzielonego elektroprosumenta przy braku napięcia od strony OSD. W takiej sytuacji inwertery instalacji PV wyłączają się i prosument nie może wytwarzać energii na swoje potrzeby. Zapewnienie funkcjonalności pełnej pracy autonomicznej wymaga istotnych zmian, między innymi standardowej automatyki, zapewniających spełnienie wymagań bezpieczeństwa oczekiwanego przez OSD. Rozwiązanie powyższego problemu wymaga zastosowania dodatkowych wyłączników na styku prosument-OSD oraz dedykowanych układów automatyki wraz z automatyką łączeniową.

Wirtualny terminal STD w środowisku ZWZ(KSE)

Wirtualny terminal STD (ostonowy) pracujący w środowisku ZWZ(KSE) oprócz aspektów technicznych musi współdziałać z innymi terminalami w sposób zapewniający bilansowanie. Konieczne staje się zapewnienie odpowiednich środków komunikacji pomiędzy poszczególnymi terminalami systemu(WSE) ale również operatorami KSE.

Stowarzyszenie SunSpec Alliance [8], które zrzesza blisko 140 podmiotów związanych z rozproszonymi systemami energii, tworzy otwarty standard komunikacji dla energetyki rozproszonej – SunSpec. Urządzenia oferujące możliwość wymiany informacji zgodnych ze standardem mogą ubiegać się o certyfikat. Certyfikat zapewnia poprawność implementacji standardu. Natomiast sam protokół wymiany informacji pozwala na integrację systemów wielu producentów. Jest to niewątpliwie krok w stronę unifikacji sposobu wymiany informacji.

Pod względem wymagań technicznych instalacja elektroprosumentcka, która chce skorzystać z zasobów sieciowych KSE – ZWZ(KSE), musi korzystać z certyfikowanego terminala STD, który kontroluje przepływ na styku instalacja elektroprosumentcka i system KSE. Certyfikat potwierdzałby spełnienie wymagań zgodnych ze zmodyfikowanym kodeksem sieciowym. Modyfikacja polega na uwzględnieniu propozycji zapisów w Prawie elektrycznym, w szczególności w aspekcie adekwatności rynkowej zaopatrzenia elektroprosumentów w energię elektryczną.

Adekwatność dostaw energii

Istnieje wiele ograniczeń wynikających z obecnego modelu funkcjonowania energetyki, które utrudniają przeprowadzenie transformacji. Zdefiniowany w sposób syntetyczny zastany stan można opisać następująco:

- rozwiązania techniczne infrastruktury sieciowej nie zapewniają w dostatecznym stopniu obecnym prosumentom energii elektrycznej, producentom energii cieplnej (pompy ciepła i bezpośrednie ogrzewanie elektryczne) oraz chłodu warunków do nieprzerwanej i dobrej jakościowo pracy ich układów np. w warunkach dużej produkcji instalacji OZE lub złej jakości energii;
- brak możliwości bilansowania online w czasie rzeczywistym mocy elektrycznej, a tym samym możliwości realizacji skutecznego i bezpiecznego przejścia układów do pracy wydzielonej zapewniającej pełną autonomię i ciągłość zasilania;

- brak aktywnej, automatycznej oraz w pełni skoordynowanej w zakresie technicznym i ekonomicznym współpracy z magazynami energii zarówno w zakresie ładowania magazynów nadwyżkami produkcji z OZE albo w przypadku korzystnych cen rynkowych (mogących w szczególnych sytuacjach być nawet ujemnymi), jak i w zakresie uwalniania zgromadzonej w magazynach energii w optymalnych z punktu widzenia techniki i ekonomii okresach;
- niemożność uzyskania korzystnych cen za sprzedaż oraz zakup energii elektrycznej w ramach obecnych klastrów i spółdzielni energetycznych;
- brak możliwości realizacji w trybie automatycznym działań proefektywnościowych w zakresie oszczędności i racjonalizacji użycia energii.

Ograniczenia te pokazują, że konieczne są zmiany w obecnym prawie. Potrzebne jest Prawo elektryczne [9], którego postulatem jest rozdzielenie współczesnego bezpieczeństwa energetycznego na dwa rozłączne obszary:

- obszar bezpieczeństwa technicznego infrastruktury (sieci nN, SN, 110 kV),
- obszar adekwatności rynkowej zaopatrzenia elektroprosumentów w energię elektryczną na rynku wschodzącym elektroprosumeryzmu.

Zagadnienia bezpieczeństwa energetycznego doskonale komponują się z zasadą współdzielenia zasobów ZWS(KSE), wymagającą pilnych uregulowań legislacyjnych. Dla zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania energetyki elektroprosumenckiej należy wykorzystać zgromadzony bogaty bagaż doświadczeń oraz zapewnić precyzyjną koordynację rozwiązań technicznych, zarówno w wymiarze rzeczywistym jak i wirtualnym. W systemach(WSE) zarządzanie musi być realizowane deterministycznie w czasie rzeczywistym wymaganym z punktu widzenia dynamiki występujących w nadzorowanych układach zjawisk elektrycznych.

Istotną jest również zmiana podejścia do modelu funkcjonowania energetyki, w którym dominującą rolę odgrywa energetyka rozproszona. Pociąga to za sobą szereg wymagań, które muszą być uwzględnione w nowo tworzonego Prawie elektrycznym. Zagadnienia te można opisać następująco:

- operatorzy OSD zostaną uwolnieni od odpowiedzialności za bezpieczeństwo energetyczne odbiorców energii elektrycznej w ujęciu takim, jak jest ono rozumiane obecnie;
- pobudzona zostanie konkurencja, która zapewni obniżkę cen energii elektrycznej na rynkach elektroprosumeryzmu;
- beneficjentami zmian zostaną wszyscy użytkownicy energii elektrycznej w systemach(WSE), również ci, którzy nie posiadają własnych instalacji OZE;
- obniżka cen energii elektrycznej spowoduje, przy wprowadzeniu pasywizacji budownictwa, bardzo znaczące obniżenie kosztów ogrzewania, zwłaszcza realizowanego efektywnymi energetycznie pompami ciepła;
- nastąpi zmniejszenie skali ubóstwa energetycznego i zwiększenie dostępności do energii elektrycznej i różnych form jej użytkowania, co spowoduje istotną poprawę jakości i komfortu życia mieszkańców;
- zostaną stworzone warunki do rzeczywistego rozwoju elektromobilności zapewniające optymalne kosztowo oraz łatwo dostępne i dogodne funkcjonalnie rozwiązania eks-

ploatacyjne (np. stacje ładowania, realizacja funkcjonalności magazynów energii) dla samochodów elektrycznych oraz innych środków transportu.

Terminal STD

Rozwiązania instalacji hybrydowej

Istnieją obecnie rozwiązania, które pełnią ograniczoną funkcję terminala sieciowego STD(W). Ograniczenia wynikają przede wszystkim z braku możliwości udziału obecnych prosumentów w rynku energii, a ich udział w spółdzielniach energetycznych i klastrach nie pozwala na skuteczną realizację handlu/wymiany energii ze względu na ułomność przepisów. Rozwiązania takie to systemy z falownikami hybrydowymi. Falowniki hybrydowe mogą w sposób autonomiczny przełączać się pomiędzy trzema podstawowymi trybami pracy, mianowicie:

- **on-grid** – falownik przetwarza energię ze źródeł OZE, zasila urządzenia energią pochodzącą ze źródeł lub/i sieci, a nadwyżki są do sieci oddawane;
- **off-grid** – falownik nie jest podłączony do sieci KSE, zasila urządzenia ze źródeł OZE oraz kontroluje ładowanie i rozładowanie akumulatora;
- **hybrydowy** – jest to rozszerzona funkcjonalność trybu on-grid z opcją wykorzystania akumulatora.

Układy hybrydowe przełączają się pomiędzy podstawowymi trybami pracy w sposób dynamiczny, zależnie od aktualnej sytuacji. Przełączenia takie są realizowane w sposób ciągły (przełączenie trwa zazwyczaj poniżej 20 ms), co zapewnia wysokie bezpieczeństwo i pewność zasilania. Wiele rozwiązań układów hybrydowych ma opcję podłączenia kilku lokalnych źródeł, takich jak źródła PV, mikroelektrownie wiatrowe, czy nawet agregaty prądotwórcze dla sytuacji awaryjnych. Praca urządzeń wynika z przyjętej strategii sterowania falownika i może maksymalizować wykorzystanie energii OZE na potrzeby własne, zapewniać zasilanie awaryjne na wypadek problemów z siecią, a nawet wykorzystać obecne taryfy wielostrefowe do minimalizacji kosztów energii elektrycznej. Tego typu układy są więc przygotowane do realizacja funkcji terminali STD(W) w aspekcie technicznym – konieczna jest tylko zmiana oprogramowania, a właściwie strategii sterowania urządzeniami. Należy również podkreślić, że większość tego typu rozwiązań wyposażona jest w systemy komunikacji, które mogą być wykorzystane do zdalnego zarządzania pracą falownika.

Obecne systemy hybrydowe, oprócz podstawowych funkcjonalności falownika hybrydowego mają tryby pracy, które są zgodne z funkcjonalnościami terminala STD(W). Są to w szczególności:

- strategia ograniczania mocy szczytowej w instalacji PV,
- strategia ograniczania wypływu energii (zwiększania zużycia na potrzeby własne),
- strategia zasilania odbiorników w czasie ładowania akumulatorów, również w trybie off-grid.

Rozwinięciem funkcjonalności przekształtników są skalowalne systemy, pozwalające zarządzać instalacjami elektroprosumentów składającymi się z wielu urządzeń (obecnie

zazwyczaj tego samego producenta). Systemy standardowo dostępne są w trzech rozwiązaniach dedykowanych dla gospodarstw domowych, elektroprosumentów przemysłowych oraz systemów wielkoskalowych. Każdy z systemów już obecnie może pełnić funkcję terminala STD, z funkcjonalnościami dostosowanymi do potrzeb.

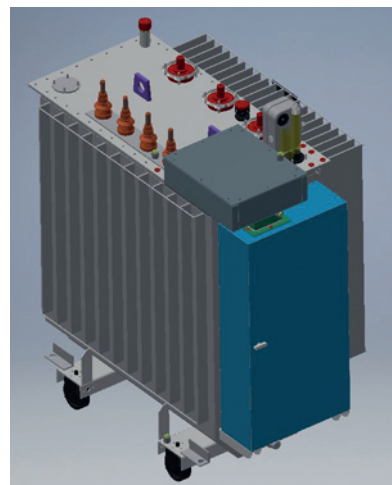
Kodeks sieciowy NC RFG oraz instrukcja IRIESD

Wraz ze zwiększającym się udziałem energetyki rozproszonej dołączanej do sieci ustanowiono kodeks dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci – NC RfG (z ang. The Network Code on Requirements for Generators) – Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. Rozporządzenie NC RFG definiuje procedury certyfikacji i związane z nią testy. Procedura certyfikacji obejmuje szereg testów, a wymogi, które muszą spełniać urządzenia szczegółowo opisane są w materiałach PTPIREE [10]. Dla klasy A (moc poniżej 200 kW) certyfikowany jest tryb LFSM-O, czyli tryb pracy, w którym generowana moc czynna zmniejsza się w odpowiedzi na wzrost częstotliwości systemu powyżej określonej wartości.

Oprócz wymaganego certyfikatu każdy z operatorów OSD publikuje Instrukcję Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRIESD), w której bardzo często określone są dodatkowe wymagania, konieczne do spełnienia przez urządzenie dołączane do sieci KSE. Zawarte w nich wytyczne są wystarczające do zapewnienia bezpieczeństwa technicznego w obecnym systemie. Jednak w systemie(WSE) wytyczne powinny zostać dostosowane do nowych wymogów związanych z inną rolą sieci KSE i innymi możliwościami terminalów dostępowych.

Fizyczny węzłowy terminal STD(W) – transformator z automatyką regulacyjną

Istotnym elementem fizycznego sieciowego terminala węzłowego STD(W) są nowatorskie transformatory SN/nN. ZPBE „Energopomiar-Elektryka” pracuje obecnie nad transformatorem SN/nN wraz z automatyką regulacyjną opartą na nowych koncepcjach działania oraz wyrafinowanych układach energoelektronicznych (rys. 9). Transformatory takie są ważnym elementem składowym terminali STD(W) znajdujących się w punktach poboru energii PPE na styku OSD i elektroprosumenta (obecnie prosumenta, zwłaszcza przemysłowego). Dzięki przyjętym rozwiązaniom technicznym, bezstopniowej, szybkiej i efektywnej regulacji napięcia w rozszerzonym zakresie, transformatory te zapewniają w powiązaniu z magazynami energii zarządzanymi przez STD(W) warunki do nieprzerwanej, bezpiecznej i dobrej jakościowo pracy nadzorowanego obszaru – systemu(WSE). Jest to szczególnie istotne w warunkach dużej produkcji w instalacjach OZE z produkcją wymuszoną (np. źródła PV). Ponadto transformatory te umożliwiają skuteczne przejście nadzorowanej instalacji elektroprosumenckiej do pracy wyspowej zapewniającej autonomię oraz ciągłość działania.



Rys. 5. Transformator SN/nN wraz z automatyką regulacyjną po stronie nN

Cechy podobciążeniowego układu regulacji napięcia w transformatorach rozdzielczych III i IV (według RiET [11]) są następujące:

- regulacja napięcia bez potrzeby wyłączenia jednostki transformatora,
- dwustronny regulacyjny układ przekształtnikowy,
- możliwość eksportu (wystania) energii z sieci nN do SN oraz kompensacji asymetrii fazowej i międzyfazowej napięć po stronie nN,
- możliwość zadawania wartości napięcia zdalnie oraz w trybie pracy autonomicznej.

Układ znajduje zastosowanie w sieciach SN/nN z dużym nasyceniem źródeł odnawialnych oraz asymetriami napięcia po stronie nN. Będzie umożliwiał także eksport wytworzonej przez OZE energii do sieci SN.

Podsumowując, terminale STD (fizyczne węzłowe i wirtualne osłonowe) są konglomeratem rozwiązań technicznych pracujących w strukturze rozproszonej i są odpowiedzialne za praktyczną realizację zasady współużytkowania zasobów KSE – ZWZ(KSE). Terminale STD są istotnymi elementami systemu(WSE) służącymi do zarządzania pracą elementów infrastruktury technicznej, w tym poszczególnymi instalacjami OZE elektroprosumentów.

Podsumowanie i wnioski

Dla pewnej grupy zakładów przemysłowych zapewnienie warunków ciągłości zasilania energią elektryczną oraz bardzo często ciepłem ma fundamentalne znaczenie. Przerwy w zasilaniu mogą nieść daleko idące konsekwencje techniczno-ekonomiczne, zarówno dla technologii produkcji jak i bezpieczeństwa kosztownych instalacji zakładu przemysłowego. Obecnie można zauważyć w zakładach przemysłowych działania zmierzające do integracji automatyki systemowej i regulacyjnej, układów EAZ, systemów pomiarowych i rejestracji w kompleksowy system nadzoru i automatyki np. układów wyspowych. Przedstawiony system MUW-AWiS produkcji

ZPBE „Energopomiar-Elektryka” realizuje założoną funkcjonalność wydzielenia układu wyspowego zakładu przemysłowego, utrzymania długotrwałej pracy wyspowej oraz efektywnej resynchronizacji układu z KSE.

Dla elektroprosumentów zapewnienie ciągłości oraz autonomii pracy instalacji OZE ma również fundamentalne znaczenie. Funkcjonalność pracy wydzielonej jest immanentną cechą rozwiązań elektroprosumenckich. Zapewnienie tej funkcjonalności wymaga jednak istotnych zmian automatyki, zapewniających spełnienie wymagań bezpieczeństwa oczekiwanego przez OSD. Niezależnie od skali, system(WSE) dla prawidłowej i efektywnej współpracy z OSD wymaga zastosowania w terminalach STD(W) – dla osłon OK2, OK3 i OK4 – nowatorskich transformatorów z automatyką regulacyjną, specjalizowanych rozwiązań automatyki regulacyjnej, wyrafinowanych technologii informatycznych i telekomunikacyjnych. Wymaga także: skalowalnych i dobrze zwymiarowanych do potrzeb magazynów energii, nowego typu urządzeń energoelektronicznych oraz sterowników przemysłowych pracujących pod kontrolą deterministycznych systemów operacyjnych czasu rzeczywistego z zabudowanym oprogramowaniem aplikacyjnym; będą to kluczowe elementy automatyki i pomiarów STD(W).

Zagadnienia bezpieczeństwa energetycznego doskonale komponują się z zasadą współdzielenia zasobów ZWZ(KSE), wymagającą pilnych uregulowań legislacyjnych w ramach nowo tworzonego Prawa elektrycznego, będącego podstawą funkcjonowania elektroprosumeryzmu oraz noweli Prawa Energetycznego, w trybie dostosowawczym do Prawa elektrycznego w części dotyczącej rynku schodzącego.

Realizacja przedstawionych koncepcji wymaga wprowadzenia szeregu uzupełniających się innowacyjnych funkcjonalności w obszarze elektroenergetycznej infrastruktury sieciowej, realizującej zasadę ZWZ(KSE). Należy zatem założyć, że:

- elementami o krytycznym znaczeniu są sieciowe terminale dostępne STD;
- terminale węzłowe STD(W) należy lokować w miejscu obecnych punktów poboru energii PPE;
- terminale STD(W) aktywnie współpracują w czasie rzeczywistym ze sobą oraz udostępnionymi instalacjami OZE elektroprosumentów, wykorzystując lokalne i zdalne pomiary elektryczne oraz deterministyczne czasowo rozwiązania teleinformatyczne;
- terminale STD(W) aktywnie zarządzają elementami składowymi nadzorowanego układu i poszczególnymi udostępnionymi instalacjami OZE (np. sterowanie profilem mocy PV);
- terminale STD(W) współpracują automatycznie z systemami informatycznymi i pomiarowymi OSD, dążąc do zapewnienia optymalnych technicznie i ekonomicznie wolumenów i kierunków przepływów energii elektrycznej;
- terminale STD(W) umożliwiają realizację uzasadnionych i akceptowanych przez elektroprosumentów automatycznych oddziaływań proefektywnościowych racjonalizując sposób wykorzystania OZE (większa autokonsumpcja w okresach dużej produkcji oraz racjonalne zarządzanie magazynami energii);
- możliwa będzie skoordynowana współpraca terminali STD(W) z rozproszonymi magazynami energii.

- [1] Popczyk J., *CENTREL and its role in the east – west electricity transfer business*. International Energy Agency conference on 'New electricity 21'; Paris (France), 22-24 May 1995.
- [2] Grzegorzycza G., *Wybrane zagadnienia związane z łączeniami układów elektroenergetycznych*. „Energetyka” 1996, nr 4.
- [3] Grzegorzycza G., Sanocki A., *25 lat doświadczeń w cyfrowej rejestracji i analizie przebiegów elektrycznych w energetyce*, „Przeгляд Elektrotechniczny” 2009, nr 9.
- [4] Grzegorzycza G., *Dlaczego kompleksowy monitoring wydzielonego i potencjalnego obszaru wyspowego jest ważny dla zapewnienie bezpiecznej i efektywnej pracy układów?* Konferencja „Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny”, Poznań, czerwiec 2018.
- [5] Grzegorzycza G., *Automatyka synchronizacji systemów elektroenergetycznych w ujęciu kompleksowym i jakościowym*, Konferencja „Aktualne Problemy w Elektroenergetyce”, Jastrzębia Góra, czerwiec 2015.
- [6] Grzegorzycza G., *Obrona przed blackoutem układu elektroenergetycznego zakładu przemysłowego. Przykład praktycznej realizacji*, Konferencja „Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny”, Poznań, czerwiec 2016.
- [7] Grzegorzycza G., *Automatyczna predykcja ONLINE skutków realizacji procesów ładowaniowych systemów elektroenergetycznych. Założenia techniczne dla dedykowanych systemów pomiarowych i EAZ*, Konferencja „Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny”, Poznań, czerwiec 2012.
- [8] SunSpec Alliance: <https://sunspec.org>
- [9] Popczyk J., *PRAWO ELEKTRYCZNE – mapa prac rozwojowych i proponowana struktura (rozdziały) ustawy*. „Energetyka” 2021, nr 4, Biuletyn PPTe2050 nr 2(4)/2021.
- [10] Warunki i procedury wykorzystania certyfikatów w procesie przyłączenia modułów wytwarzania energii do sieci elektroenergetycznych, PTPiREE, 28.04.2021: http://ptpiree.pl/documents/opracowania/kodeksy_sieci/2021_04_26/20210426_zasady-wykorzysta_certyfikatow_v.1.2.pdf
- [11] Ramowa Instrukcja Eksploatacji Transformatorów, ZPBE „Energopomiar – Elektryka” Sp. z o.o., Gliwice 2012.

