

RAPORT SPECJALISTYCZNY

Elastyczność energetyczna

dr inż. Andrzej Firlit, dr inż. Grzegorz Hołdyński

1. Najważniejsze wnioski

Poprawa efektywności energetycznej w odpowiedzi na wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną, przeciwdziałanie negatywnym zmianom klimatycznym poprzez dekarbonizację i działania na rzecz zrównoważonego rozwoju, bezpieczeństwo i autonomia energetyczna oraz wdrażanie inteligentnych sieci elektroenergetycznych to tylko niektóre czynniki, które miały wpływ na rosnącą potrzebę rozwijania elastyczności energetycznej.

Niniejsze opracowanie przybliży zagadnienie elastyczności energetycznej

z perspektywy technicznej oraz prawnej, kreśląc możliwe perspektywy rozwoju.

1.1. Wnioski ogólne

Elastyczność energetyczna odnosi się do zdolności systemu elektroenergetycznego i jego użytkowników do dostosowania profilu swojego popytu i/lub podaży na energię (moc) elektryczną w odpowiedzi na zmiany, czasami dynamiczne, w warunkach rynkowych, techniczno-technologicznych, a także środowiskowych. Jej wdrażanie ma na celu przede wszystkim zwiększenie efektywności i niezawodności systemu elektroenergetycznego oraz

poprawę bezpieczeństwa energetycznego. Usługi elastyczności energetycznej umożliwiają m.in.:

- uzyskanie odpowiednich parametrów pracy sieci zasilających;
- utrzymanie wskaźników jakości dostarczanej energii elektrycznej na dopuszczalnym poziomie (utrzymanie dobrej jakości zasilania);
- zmniejszenie występowania problemów, zaburzeń i zdarzeń w sieciach elektroenergetycznych, ale przede wszystkim poprawę ciągłości zasilania poprzez redukcję liczby oraz czasu trwania przerw w zasilaniu, czyli ochronę przed black-outami.



Michał Michulec

DYREKTOR ZARZĄDZAJĄCY
NEISA SP. Z O.O.

Nieustannie rosnące ceny energii wymagają od przedsiębiorców proaktywnego podejścia w zakresie poprawy efektywności energetycznej. W przypadku większości przedsiębiorstw przemysłowych w pierwszej kolejności warto przyrzeć się silnikom maszyn, których prędkość obrotową można regulować, ograniczając tym samym zużycie prądu. Dobrze zadbać również o rozwiązania umożliwiające odzysk ciepła i dodatkowo obniżające koszty. To, oczywiście, tylko przykłady działań z całego wachlarza aktywności służących optymalizowaniu zużycia energii.

Poprawa efektywności energetycznej jest procesem długotrwałym – w walce o niską emisyjność zakładów czy budynków zawsze znajdzie się coś, co można dodatkowo usprawnić. Jednak z doświadczenia wiemy, że

w pewnym momencie kolejne działania przestają przynosić szybkie i efektowne rezultaty. Dlatego przedsiębiorcy powinni dodatkowo zadbać o zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii we własnych systemach elektroenergetycznych. Inwestycje w energię słoneczną, wiatrową, wodną lub geotermalną to krok nie tylko ku niższemu kosztowi prowadzenia działalności, ale także w kierunku redukcji negatywnego wpływu na klimat wynikającego z używania paliw kopalnych.

W nowo powstających koszykach energetycznych firmy muszą zadbać o kluczowy element układowy – magazyny energii. Bez wykorzystania, przykładowo, baterii litowo-jonowych, elektrowni szczytowo-pompowych czy przechowywania energii za pomocą sprężonego powietrza, trudno o zapewnienie stabilności systemu bazującego na OZE.

Magazynowanie energii zwiększa efektywność systemów, ale – co najważniejsze – odracza wydatki inwestycyjne oraz obniża koszty operacyjne poprzez dostarczanie energii w czasie zwiększonego zapotrzebowania i przechowywanie wyprodukowanej energii podczas sprzyjających warunków.

Elastyczność energetyczna ma kluczowe znaczenie dla realizacji celów związanych z transformacją energetyczną i walką ze zmianami klimatu. Wzrost udziału energii odnawialnej w miksie energetycznym wymaga od systemu elektroenergetycznego dostosowania się do zmienności produkcji energii w zależności od warunków atmosferycznych.

Z drugiej strony, elastyczność energetyczna ma pozytywny wpływ na portfele konsumentów dzięki możliwości ograniczenia kosztów energii poprzez korzystanie z tańszych źródeł energii w czasie niższego popytu oraz zmniejszenie wydatków na energię dzięki efektywniejszemu wykorzystaniu zasobów energetycznych.

Przykładowe działania związane z elastycznością energetyczną obejmują m.in.:

- wykorzystanie rozproszonych źródeł energii, w tym głównie odnawialnej;
- magazynowanie energii;
- stosowanie inteligentnych sieci elektroenergetycznych (*smart grids*);
- wdrażanie systemów zarządzania energią w budynkach i instalacjach przemysłowych;
- zachęcanie do zmiany zachowań konsumentów w celu ograniczenia zużycia energii w godzinach szczytu.

Aspekt techniczny elastyczności energetycznej obejmuje różne technologie i rozwiązania techniczne oraz systemy i urządzenia, które umożliwiają kontrolę, regulację i optymalizację przepływu energii w sieci. Przykłady rozwiązań technicznych i technologii, które wpływają na elastyczność energetyczną to m.in.:

- inteligentne sieci elektroenergetyczne,
- magazyny energii,
- systemy zarządzania energią,
- układy kondycjonerów energii,
- układy przekształtników energoelektronicznych,
- inteligentne systemy pomiarowe i monitorowania,
- inteligentne liczniki i analizatory energii,
- inteligentne domy,
- elektromobilność,
- rozproszone i odnawialne źródła energii, a także
- narzędzia do prognozowania zapotrzebowania na moc, produkcji i konsumpcji energii oraz zarządzania popytem.

Wdrażanie wymienionych rozwiązań i zagadnień pozwala na elastyczne zarządzanie energią, co z kolei umożliwia zwiększenie wydajności systemów elektroenergetycznych, poprawę ich niezawodności, stabilności i bezpieczeństwa oraz ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i innych szkodliwych substancji. Dzięki elastyczności energetycznej możliwe jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii, budowanie mikrosieci oraz lepsze wykorzystanie istniejących zasobów energetycznych.

1.2. Wdrażanie usług elastyczności energetycznej

Wprowadzenie usług elastyczności energetycznej wymaga zintegrowanego podejścia i współpracy różnych podmiotów, w tym producentów i odbiorców energii, operatorów sieci (OSD i OSP) oraz władz, instytucji państwowych i organów regulacyjnych, a także inwestycji w modernizację i rozwój infrastruktury

energetycznej, rozwój techniki i technologii oraz odpowiedniego regulowania rynku energetycznego. Współczesny system elektroenergetyczny podlega transformacji, w związku z czym elastyczność energetyczna nabiera coraz większego znaczenia. Wraz z rosnącym udziałem w produkcji energii, generacji z odnawialnych źródeł energii, system elektroenergetyczny musi stać się bardziej elastyczny w celu dopasowania podaży energii do wahań popytu.

Zapisy zawarte w poszczególnych dokumentach Pakietu „Czysta energia” wskazują na konieczność wypracowania rozwiązań dotyczących usług elastyczności energetycznej. Z tego względu ważną będzie umiejętność podejścia do nowych zagadnień zarówno na poziomie działań operatorskich, jak i w odniesieniu do innych uczestników rynku energii zaangażowanych w procesy związane z elastycznością.

Operatorzy otrzymali narzędzia prawne ukierunkowane na potrzeby radzenia sobie z postępującymi zmianami rynku w kierunku decentralizacji źródeł energii oraz zwiększonej aktywności odbiorców. Aby te zmiany mogły postępować, muszą być odpowiednio wspierane przez operatorów. Bez tego wsparcia, rozwój zdecentralizowanych źródeł energii, aktywnych odbiorców, wspólnot energetycznych i elektromobilności nie będzie zadowalający na tyle, aby sprostać postawionym unijnym celom związanym z dekarbonizacją.

reklama



neisa

- Dobieramy, montujemy, uruchamiamy i serwisujemy **przetwornice częstotliwości**
- W ofercie nowy przemiennik średnionapięciowy **VACON 1000**
- Autoryzowany partner **Danfoss**

www.neisa.pl

Danfoss
Danfoss Drives
Authorized
Partner

neisa

Transformacja sektora elektroenergetycznego w stronę decentralizacji wymusi na OSD konieczność radzenia sobie z zapewnieniem ciągłego wzrostu poziomu elastyczności dostępnego w systemie. Powracające problemy wynikające ze zbyt niskiego poziomu elastyczności obejmują wzrosty i/lub obniżenia wartości napięć zasilających poza dopuszczalne poziomy, wahania częstotliwości, generalnie wyzwania techniczne związane ze złą jakością dostawy energii elektrycznej, wymuszone wyłączenia instalacji OZE oraz RZE, niedobory mocy i energii, nieprzewidywalne (również ujemne) ceny energii, wprowadzanie regulacyjnego limitu cen czy subsydiowanie nadpodaży mocy i energii.

Korzystanie przez operatora z usług elastyczności energetycznej to aktywność, która może zostać podjęta wówczas, kiedy techniczne możliwości sieci okażą się niewystarczające, aby poradzić sobie z pojawiającymi się problemami. Zamawianie usług elastyczności musi być uzasadnione ich efektywnością i celowością oraz poprzedzone odpowiednim rozwojem możliwości i funkcjonalności sieci elektroenergetycznej, które będą uwzględniały – oprócz ich rozbudowy i modernizacji – wykorzystanie dostępnych źródeł elastyczności, jeżeli będzie to ekonomicznie bardziej efektywne. Oznacza to, że usługi elastyczności należy traktować jako dodatkowy element wspomagający utrzymanie niezawodnej, stabilnej i bezpiecznej pracy sieci.

1.3. Perspektywa rozwoju

Rozwój elastyczności energetycznej to wielkie wyzwanie, ale też szansa na wytworzenie nowych modeli biznesowych i rozwiązań technicznych związanych z usługami zarządzania energią, optymalizacją zużycia energii, zarządzaniem systemami magazynowania i handlu energią czy zaawansowanych systemów monitorowania i analizy danych.

Firmy, które zdecydują się zaangażować w rozwój elastyczności energetycznej, nie tyle zrealizują postulaty transformacji energetycznej wynikające z dyrektyw unijnych, co uzyskają pełną autonomię energetyczną oraz przewagę

konkurencyjną nad pozostałymi uczestnikami rynku. Przyczynią się także do budowania bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym.

1.4. Konieczność edukacji

Bardzo istotna jest działalność edukacyjna całego społeczeństwa przy równoczesnej realizacji postulatów elastyczności energetycznej na poziomie lokalnych społeczności. Konieczne jest zachęcanie konsumentów do zmiany nawyków w zakresie korzystania z różnych rodzajów energii, w tym energii elektrycznej oraz do podejmowania działań na rzecz racjonalnego i wysokoefektywnego zużycia energii – nie tylko w wymiarze technicznym, ale również organizacyjnym i mentalnym.

2. Wstęp do Raportu

Od początku XX wieku energia elektryczna napędza rozwój światowego przemysłu i gospodarki. Jej niezawodna produkcja i dostawa, przy akceptowalnych kosztach, są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania nowoczesnego społeczeństwa. Aby było to możliwe, potrzebujemy sprawnie działającego systemu elektroenergetycznego.

Wszelkie predykcje mówią o tym, że w latach 2020–2050 nastąpi dynamiczny wzrost produkcji energii elektrycznej z ok. 25 tys. do ok. 45 tys. TWh (International Energy Agency – IEA World Energy Outlook 2021). Wpływ na to mają m.in. takie czynniki jak:

- wzrost liczby ludności na świecie,
- wzrost liczby ludności aglomeracji miejskich,
- rozwój gospodarek i uprzemysłowienie państw,
- wzrost zamożności ludzi, a przez to wzrost konsumpcji różnych form energii. Wzrost produkcji energii elektrycznej związany będzie głównie z rozbudową i rozwojem rozproszonych i odnawialnych źródeł energii (RZE, OZE).

Transformacja energetyczna to zagadnienie złożone i wieloaspektowe, które należy realizować kompleksowo. Szeroko postrzegana energetyka ma strategiczne znaczenie dla funkcjonowania państwa.

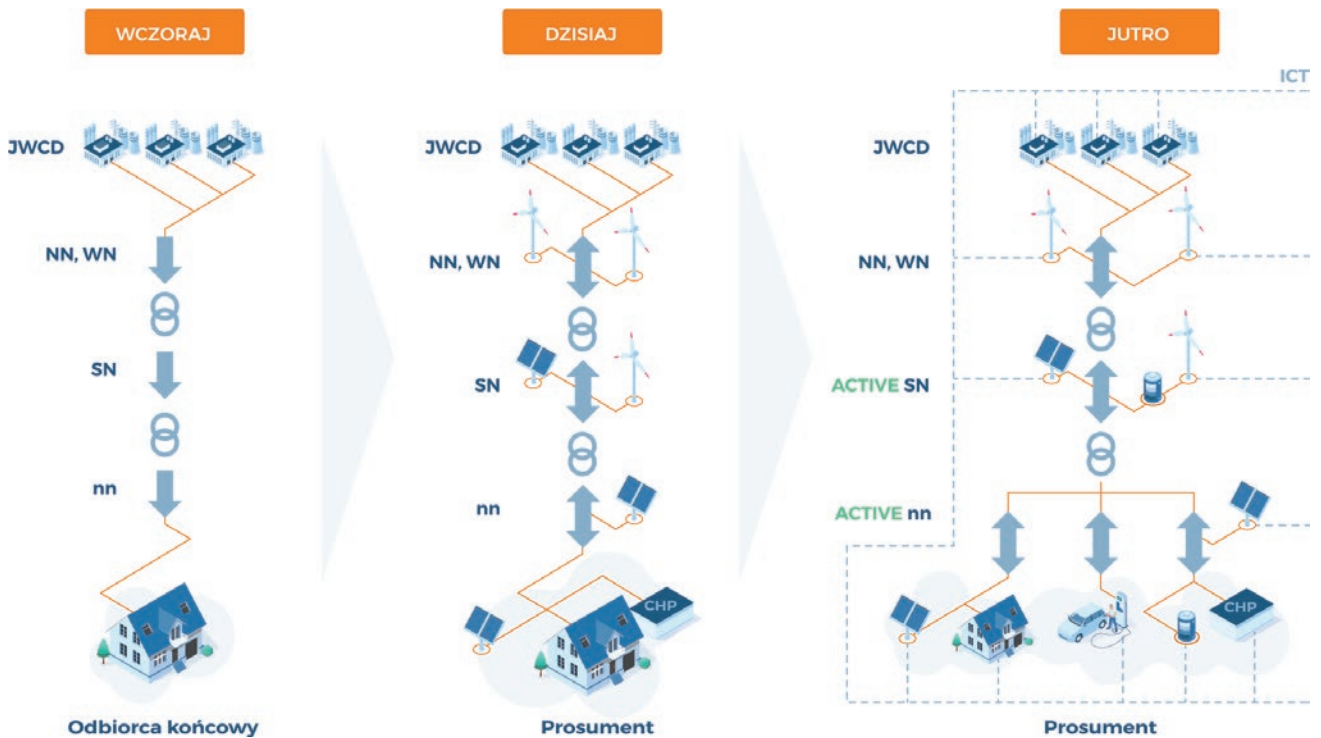
Związane jest to także z zagadnieniem bezpieczeństwa energetycznego realizowanego przez rząd, organy i instytucje państwowe, władze i organy samorządowe oraz szeroko pojętą – energetykę i elektroenergetykę. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego to wyzwanie dzisiejszej gospodarki, które towarzyszyć nam będzie bez wątpienia przez najbliższe lata.

Tradycyjne systemy elektroenergetyczne opierały się głównie na dużych, dyspozycyjnych (w pełni sterowalnych) źródłach energii, takich jak elektrownie węglowe, jądrowe, wodne czy gazowe – o mocach od megawatów do gigawatów. Były skupione w danej lokalizacji i położone z dala od konsumentów. W systemach takich występował zasadniczo jednokierunkowy przepływ energii, od wytwórcy do odbiorcy, przy znikomym wykorzystywaniu magazynowania.

Elastyczność systemu elektroenergetycznego, dość umiarkowana, była zapewniana przez operatora krajowego systemu elektroenergetycznego za pomocą głównie konwencjonalnych elektrowni (bloki gazowe, pompowoszczytowe). Aby zrównoważyć popyt i podaż, wykorzystywano możliwości (rezerwy) operacyjne, które pomagały zniwelować różnicę między zużyciem a wytwarzaniem energii.

Zachodząca na naszych oczach transformacja energetyczna związana jest z wdrażaniem polityki zrównoważonego rozwoju, która ma zapewnić zaspokojenie bieżących potrzeb energetycznych, nie naruszając możliwości przyszłych pokoleń do zaspokajania ich potrzeb. Odnosi się to głównie do działań podejmowanych przez rządy i organizacje międzynarodowe w celu przeciwdziałania zmianom klimatycznym i ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych.

Efektom tych działań są wydane zarówno w Unii Europejskiej, jak i w Polsce, dokumenty (dyrektywy, ustawy, rozporządzenia) określające wytyczne i ramy transformacji energetycznej, takie jak: pakiet „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (*Clean energy for all Europeans*) [14,15], pakiet „Fit for 55” [37], czy „Polityka energetyczna Polski do 2040 r.” [38] i np. „Strategia Rozwoju Energetyki Rozproszonej w Polsce do



Rys. 1. Schemat transformacji struktury systemu elektroenergetycznego (JWCD – jednostka wytwórcza centralnie dysponowana, NN – najwyższe napięcia, WN – wysokie napięcia, SN – średnie napięcia, nn – niskie napięcia, CHP – kogeneracja (ang. *Combined Heat and Power*) – równoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej lub mechanicznej) [26]

2040 r.” [30]. Jednym z elementów realizacji polityki klimatycznej jest dekarbonizacja sektora energetycznego, w której kluczową rolę odgrywają odnawialne źródła energii.

W ostatnich latach, wraz ze wzrostem udziału odnawialnych źródeł energii,

takich jak elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne, ewoluowała infrastruktura sieci elektroenergetycznych. W przeciwieństwie do dyspozycyjnych (sterowalnych) elektrowni konwencjonalnych, odnawialne źródła energii (sterowalne jedynie w dół) są bardzo zależne od

pogody, co prowadzi do zmniejszenia istniejącej elastyczności po stronie podaży. Poleganie na takich źródłach powoduje rosnące potrzeby dynamicznego równoważenia zmiennego popytu i coraz bardziej zmiennej podaży, co wymaga transformacji sposobu

planowania i obsługi systemów elektroenergetycznych. „Luka elastyczności” wynikająca z tej zmiany musi zostać wypełniona przez nowe źródła elastyczności. W takim kontekście elastyczność energetyczna staje się kluczowa dla realizacji transformacji energetycznej i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Elastyczność energetyczna jest także ściśle powiązana z głównymi megatrendami, które wpływają na rozwój sektora energetycznego i gospodarki jako całości, takimi jak: zrównoważony rozwój, dekarbonizacja oraz poprawa efektywności energetycznej w odpowiedzi na wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną.

W przyszłości elastyczność energetyczna będzie opierać się na rozwinięciu inteligentnych sieci elektroenergetycznych (*smart grids*), które będą umożliwiać dwukierunkowy przepływ energii między dostawcami a konsumentami, a tym samym bardziej precyzyjne dostosowanie podaży do popytu na energię. Klienci będą mogli aktywnie zarządzać swoim zużyciem energii, a także wykorzystywać technologie jej magazynowania.

Rozwój usług elastyczności przełoży się na wytworzenie nowych modeli biznesowych opartych na efektywnym zarządzaniu energią. Przedsiębiorstwa zostaną zaangażowane w agregację, będą miały możliwość łączenia własnych zasobów energetycznych i ich oferowania na rynku energii, jako nowego źródła dochodu.

Elastyczność energetyczna wiąże się z nowymi możliwościami biznesowymi związanymi z zagadnieniami dostarczania usług zarządzania energią, optymalizacji jej zużycia, zarządzania systemami magazynowania, handlu energią czy zaawansowanych systemów monitorowania i analizy danych. Taka perspektywa z kolei może otworzyć drzwi do innowacyjnych rozwiązań technicznych i technologicznych, takich jak zaawansowane systemy zarządzania energią oparte na sztucznej inteligencji, które będą analizować dane związane z produkcją i zużyciem energii oraz przewidywać trendy rynkowe. Systemy te mogą być wykorzystane przez firmy

do podejmowania decyzji dotyczących zarządzania energią w czasie rzeczywistym i optymalizacji procesów produkcyjnych.

Firmy, które skorzystają z rozwiązań wynikających z wdrożenia elastyczności energetycznej, oprócz redukcji kosztów energii, będą mogły zwiększyć swoją konkurencyjność i uzyskać przewagę na rynku. Co więcej, działania te będą pozytywnie wpływać na wizerunek – firma, która aktywnie angażuje się w efektywne zarządzanie energią, redukcję emisji gazów cieplarnianych i wykorzystanie energii odnawialnej, postrzegana jest jako odpowiedzialna społecznie, co może przyciągać inwestorów zainteresowanych zielonymi inicjatywami i zrównoważonym rozwojem.

Bardzo ważna jest też działalność edukacyjna całego społeczeństwa przy jednoczesnej realizacji celów elastyczności energetycznej na poziomie społeczności lokalnych. Konieczne jest zachęcanie konsumentów do zmiany nawyków w zakresie korzystania z różnych rodzajów energii, w tym elektrycznej, oraz do podejmowania działań na rzecz racjonalnego i wysokoefektywnego zużycia energii. Musimy nauczyć siebie i innych jak oszczędzać energię.

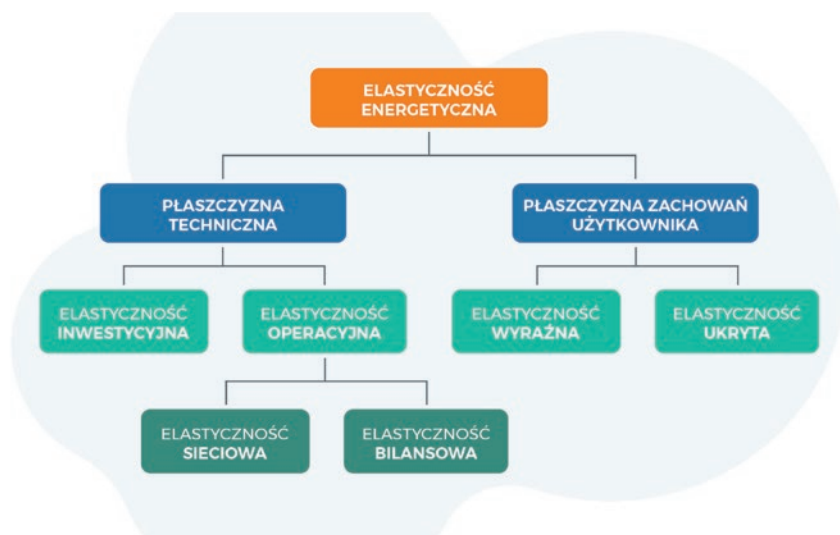
Poszerzenie świadomości wszystkich uczestników rynku energii może być istotnym czynnikiem warunkującym sukces działalności biznesowej w obszarze elastyczności energetycznej.

Wskazane jest, aby dostrzegali i rozumieli korzyści wynikające z elastycznego zarządzania energią oraz byli gotowi do wprowadzenia zmian tam, gdzie są one konieczne.

3. Klasyfikacja elastyczności energetycznej

Same definicje elastyczności energetycznej, nie odzwierciedlają całego wachlarza działań dostępnych w obrębie usług elastyczności. Dotyczy to zarówno operatorów sieci elektroenergetycznych, jak i pozostałych uczestników rynku energii (odbiorców, wytwórców, magazynów energii, agregatów prądowców), dlatego też warto przybliżyć klasyfikację usług elastyczności.

Istnieje zasadnicza różnica między elastycznością stosowaną przez operatorów sieci a elastycznością stosowaną przez uczestników rynku energii. W kontekście uczestników rynku elastyczność odnosi się zawsze do czynności wykonywanych przede wszystkim pod wpływem bodźców handlowych. Z kolei w przypadku OSD wynika to z zapewnienia skutecznego planowania i efektywnej eksploatacji sieci elektroenergetycznej w celu gwarancji bezpieczeństwa oraz dobrej jakości dostarczanej energii i usług. Dlatego elastyczność można rozpatrywać w obrębie co najmniej dwóch płaszczyzn [5]:



Rys. 2. Klasyfikacja rodzajów elastyczności energetycznej [5]

- **płaszczyzny technicznej** – związanej z możliwościami systemu elektroenergetycznego (zarządzanego przez OSD) do radzenia sobie z bieżącymi problemami przy jednoczesnym zachowaniu stabilności i ciągłości dostaw. Jest to umiejętność zarządzania posiadaną infrastrukturą techniczną w sposób efektywny i pozwalający na przyłączanie nowych użytkowników. Do tych działań należy również rozbudowa i modernizacja sieci elektroenergetycznej,
- **płaszczyzny zachowań** użytkowników – związanej z kształtowaniem zachowań użytkowników przyłączonych do sieci (m.in. DSM, DSR). Do tego rodzaju elastyczności sięga się wówczas, kiedy wszystkie możliwości po stronie technicznej zostały wykorzystane bądź ich uruchamianie jest nieefektywne ekonomicznie.
W ramach płaszczyzny technicznej, uwzględniając horyzont czasowy, możemy dokonać kolejnego podziału na: [2,5]:
- **elastyczność inwestycyjno-planistyczną** (wykorzystywaną w długim horyzoncie czasowym), w ramach której podejmowane są działania (głównie przez OSD) związane z planowaniem rozwoju sieci elektroenergetycznej, w tym jej modernizacja i rozbudowa, a także możliwość wykorzystywania elastyczności pochodzącej z przyłączonych na danym obszarze źródeł lub magazynów energii, które mogą świadczyć tego rodzaju usługi,
- **elastyczność operacyjną** (wykorzystywaną w krótkim horyzoncie czasowym), w ramach której podejmowane są działania doraźne, będące reakcją na bieżące potrzeby sieci elektroenergetycznej. W jej obrębie można dalej wyróżnić:
- **elastyczność sieciową**, obejmującą działania na potrzeby sieci na poziomie lokalnym (sieci niskich i średnich napięć), na które składa się konieczność eliminacji zaburzeń napięcia oraz przeciążeń elementów sieci (linii, transformatorów). Aktywowanie dostępnych źródeł elastyczności następuje po otrzymaniu sygnału o zaburzeniu i polega na wdrożeniu usług elastyczności oferowanych

przez lokalne źródła elastyczności (np. RZE, OZE, magazyny energii lub DSM/ DSR). W efekcie zamówionych usług elastyczności może nastąpić zmiana rozkładu generacji i/lub obciążenia sieci,

- **elastyczność bilansową** związaną z wystąpieniem sygnałów o zagrożeniu stabilności bilansowej systemu elektroenergetycznego na poziomie krajowym, wynikającym z niedoboru lub nadwyżki energii (niebilansowanie). Aktywacja źródeł elastyczności może nastąpić po zaobserwowaniu odchylenia wartości częstotliwości napięcia zasilającego. Tego rodzaju działania podejmowane są głównie przez operatora systemu przesyłowego (OSP) i polegają na zmniejszeniu/ zwiększeniu generacji (np. uruchomienie rezerwy awaryjnej) lub obniżeniu/ wzrost obciążenia (np. ograniczenia pracy dużych odbiorców).

W ramach płaszczyzny zachowań użytkowników można wyróżnić [2,5]:

- **elastyczność wyrażną**, którą postrzega się jako zdolność użytkowników systemu do oferowania działań mających na celu zmniejszenie lub zwiększenie obciążenia lub generacji w postaci zmiany poziomu mocy i/lub wolumenu energii, albo oferowanie innych usługi pożądanego do zagwarantowania właściwej i niezawodnej pracy sieci. Aby mogła ona zaistnieć, musi zostać aktywowana przez operatora. Jest to elastyczność, którą można zamówić na platformach elastyczności w postaci usług elastyczności,
- **elastyczność ukrytą**, która występuje w systemie, ale nie jest aktywowana bezpośrednio na wezwanie operatora, tylko wynika z potrzeb i nawyków użytkowników. Jej aktywacja następuje np. na skutek posiadania przez użytkowników stosownych zapisów w umowach przyłączeniowych, zawieranych w celu świadczenia przez nich określonych zachowań. Są to np. rozwiązania taryfowe, które prowadzą do zmiany przyzwyczajeń odbiorców, którzy chcą osiągnąć korzyści wynikające z posiadanej taryfy. W przyszłości prawdopodobnie będą to taryfy z cenami dynamicznymi. Jednak zmiany poziomu

reklama



Jacek Stankiewicz

PREZES ZARZĄDU
ELSTA SP. Z O.O.

Nieustanna zmiana stała się signum naszych czasów. Wynika ona m.in. z transformacji technologicznej przyspieszającej w tempie niemal wykładniczym.

Rozwój technologii wymaga i wymagać będzie coraz więcej energii w każdej postaci, co w połączeniu z działaniami na rzecz ochrony klimatu stawia ogromne wyzwania przed energetyką.

Przyjęte w Unii Europejskiej kierunki rozwoju wymagają kompletnej przebudowy istniejących źródeł i dystrybucji energii. Powodują diametralną zmianę myślenia, odejście od tradycyjnych kopalnianych źródeł na rzecz źródeł odnawialnych i pociągają za sobą konieczność dostosowania sieci dystrybucyjnej, tak aby zaspokoić potrzeby energetyczne odbiorców.

W zaistniałym kontekście zrodził się trend „elastyczności energetycznej”.

Konieczność rozproszenia źródeł energii, rosnący udział OZE w bilansie energetycznym, dynamiczne taryfy, rosnące ceny energii to tylko niektóre z wielu czynników, które powodują konieczność powstawania mikrosieci. Dają możliwość premiowania za dostosowanie charakterystyk zużycia energii do możliwości operatora systemu oraz szansę na pełniejsze wykorzystanie taniej energii z OZE.

Do niedawna nieznanne pojęcie „prosumenta” stało się powszechne zarówno w aspekcie osób fizycznych, jak

i przedsiębiorstw, klastrów energetycznych i innych jednostek gospodarczych. Nie zrealizujemy celów stawianych przed elastycznością energetyczną bez niezawodnych źródeł OZE wspomaganych magazynami energii. Tylko źródła OZE pracujące równolegle z magazynami dadzą szansę na realne oszczędności, pewność zasilania, dynamiczne zmiany taryf i obciążeń.

Potrzeby w tym zakresie będą olbrzymie, a prawdziwy rynek magazynów energii w Polsce otworzy się po nadrobieniu zaległości w prawodawstwie (np. oczekiwana ustawa hybrydowa) i uruchomieniu środków finansowych (np. KPO), przewidujących finansowanie dopłat do magazynów energii.

Dzisiejszy brak rynku i regulowane ceny energii stanowią, mimo potrzeb, istotną barierę w rozwoju rynku magazynów energii. Nie sposób odpowiedzialnie wyliczyć zwrotu z inwestycji w magazyny, mierzonego realnymi oszczędnościami wynikającymi np. ze zmniejszenia zużycia energii i pełniejszego wykorzystania OZE, bez możliwości zaprognozowania cen energii w długim okresie. W przypadku ponownego uwolnienia cen energii i dopłat do magazynów sytuacja diametralnie się zmieni. Popyt na magazyny energii powinien wzrastać lawinowo, a usługi związane z elastycznością energetyczną zarówno w warstwie hardware, jak i software staną się bardzo poszukiwane na rynku.

Przed energetyką w Polsce i w Europie stoją ogromne wyzwania i szanse rozwoju. Przyjęte zobowiązania dotyczące transformacji energetycznej w Polsce będą generować inwestycje, których wartość jest szacowana na co najmniej 0,5 bln PLN do 2040 roku. Energetyka wydaje się więc branżą, w którą warto inwestować i ma przed sobą wieloletnią przyszłość.

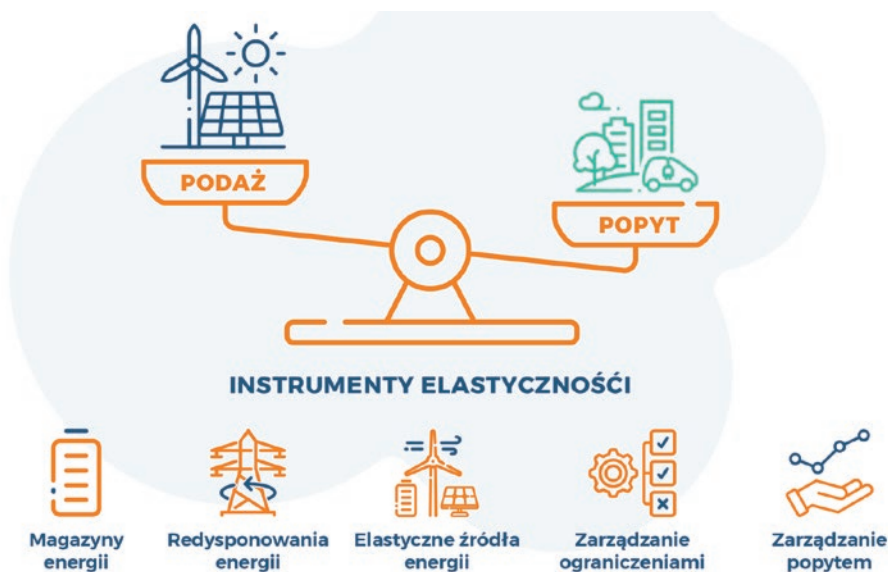
elastyczności wywołane zachowaniem odbiorców, które nie są powiązane z wyraźnym wezwaniem operatora, mogą doprowadzić do niekorzystnych zjawisk grożących wystąpieniem zaburzeń w pracy sieci (np. przyłączanie mikroinstalacji będące poza kontrolą operatora). Wówczas, jeżeli dostępne techniczne możliwości nie będą wystarczające, konieczne będzie uruchomienie elastyczności pochodzącej od użytkowników systemu w trybie na wezwanie (np. zakup usługi elastyczności).

Przedstawioną powyżej klasyfikację rodzajów elastyczności energetycznej zobrazowano graficznie również za pomocą diagramu na rysunku rys. 3.

Dodatkowo możemy również wyróżnić [5,16]:

- **elastyczność pierwotną**, wykorzystującą „naturalny” poziom elastyczności systemu elektroenergetycznego, wynikającą z jego konstrukcji, co określa się również jako zdolności regulacyjne systemu. Umożliwia to operatorowi systemu realizację ciągle trwającego procesu równoważenia generacji

(podaży) energii elektrycznej z zapotrzebowaniem (popytem). Operator systemu może realizować tę elastyczność m.in. poprzez: zmianę generacji mocy czynnej i biernej w generatorach, rekonfigurację sieci zasilającej (zmiana rozptyłów prądów/mocy), załączanie lub wyłączenie poszczególnych elementów infrastruktury elektroenergetycznej (wybrane linie zasilające i transformatory, systemy kompensacyjne, układy kondycjonatorów energii) oraz regulację napięcia na transformatorach,



Rys. 3. Instrumenty elastyczności w pakiecie „Czysta energia” [24]

- **elastyczność wtórna**, odnoszącą się do części związanej z zachowaniem użytkowników systemu, polegającej na zmianie wzorców (profilu) produkcji/zużycia energii na poziomie indywidualnym lub zagregowanym. Najczęściej jest ona reakcją na sygnał zewnętrzny i ma na celu realizację zdefiniowanej usługi elastyczności. Zastosowanie elastyczności na poziomie użytkowników systemu może pomóc przesunąć szczyty podaży i popytu, aby zapobiec przeciążeniom sieci i uniknąć problemów z jakością dostawy energii.

Niezależnie od klasyfikacji, głównym celem usług elastyczności jest zapewnienie wsparcia operatorom systemu elektroenergetycznego w utrzymaniu oczekiwanego poziomu wydajności sieci zasilającej, jeśli infrastruktura znajduje się pod wpływem ograniczeń systemowych. Coraz większe znaczenie ma elastyczność operacyjna, czyli ta wykorzystywana w codziennej eksploatacji sieci. Dlatego generalnie oczekuje się, że rozwiązania w zakresie elastyczności będą wspierać sieci podczas normalnej pracy, a korzyści wynikające z większej elastyczności obejmą obniżenie kosztów całkowitych oraz pokonanie wyzwań związanych z bezpieczeństwem pracy systemu, np. przeciążeniem sieci [5].

4. Wybrane regulacje prawne w zakresie elastyczności energetycznej

4.1 Regulacje europejskie

Podstawowe zasady funkcjonowania sektora energetycznego na poziomie europejskim określa pakiet dyrektyw i rozporządzeń Unii Europejskiej (UE) pod wspólnym tytułem „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (*Clean energy for all Europeans*) [14,15], który w skrócie nazywany jest CEP (*Clean Energy Package*). Jest to inicjatywa przyjęta w 2019 roku, której celem jest promowanie zrównoważonej energii, efektywności energetycznej oraz innowacji w sektorze energetycznym w Europie. Pakiet ma służyć przyspieszeniu transformacji europejskiego systemu energetycznego w kierunku bardziej zrównoważonego i niskoemisyjnego modelu, z mniejszym uzależnieniem od paliw kopalnych. Pakiet CEP obejmuje cztery dyrektywy i cztery rozporządzenia:

- Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (UE) 2018/844, która ustanawia szczegółowe przepisy dotyczące energooszczędnych budynków.
- Dyrektywa w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (UE) 2018/2001, która m.in.

ustanawia wiążący cel 32% udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w bilansie energetycznym UE do 2030 roku oraz zawiera przepisy dotyczące włączenia OZE do sektora transportu, oraz ogrzewania i chłodzenia.

- Dyrektywa o efektywności energetycznej (UE) 2018/2002, która m.in. ustanawia cel 32,5% efektywności energetycznej na rok 2030, w porównaniu do scenariusza bazowego ustalonego w 2007 roku oraz zawiera przepisy rozszerzające obowiązek oszczędzania energii i zdalnego odczytu liczników ciepła. Rozporządzenie w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu (UE) 2018/1999, które ustanawia nowy system zarządzania unią energetyczną. Każde państwo członkowskie ma opracować zintegrowany 10-letni Krajowy Plan Energetyczno-Klimatyczny (NECP) na lata 2021–2030, z dłuższą perspektywą do roku 2050.
- Rozporządzenie w sprawie rynku wewnętrznego energii elektrycznej (UE) 2019/943, które określa zasady funkcjonowania wewnętrznego rynku energii elektrycznej w UE. Koncentruje się głównie na rynku hurtowym i funkcjonowaniu sieci elektroenergetycznych.
- Dyrektywa w sprawie wspólnych zasad dla wewnętrznego rynku energii elektrycznej (UE) 2019/944, która określa zasady dotyczące wytwarzania, przesyłania, dystrybucji, dostarczania i magazynowania energii elektrycznej. Obejmuje ona również aspekty związane ze wzmocnieniem pozycji konsumenta i jego ochroną. Ponadto dyrektywa w sprawie projektowania rynku określa przepisy dotyczące zamówień elastyczności przez operatorów systemów dystrybucyjnych.
- Rozporządzenie w sprawie gotowości na wypadek zagrożeń w sektorze energii elektrycznej (UE) 2019/941, które określa wymagania wobec państw członkowskich przygotowania planów postępowania w przypadku potencjalnych przyszłych kryzysów energetycznych.
- Rozporządzenie ACER (UE) 2019/942, które aktualizuje rolę i funkcjonowanie Agencji Unii Europejskiej ds.



**prof. dr hab. inż.
Zbigniew Hanzelka**
AKADEMIA
GÓRNICZO-HUTNICZA

Przyglądając się procesom występującym w świecie i Europie wyraźnie widać, że najważniejszym elementem przyszłej energetyki będą samoorganizujące się, spójne terytorialnie mini- i mikrosieci (ogólnie lokalne obszary bilansowania energii, nie tylko elektryczne) ze

źródłami rozproszonymi o dużej autonomii i o zdolnościach samoregulacyjnych. Proces ten będzie wzmacniany przez postępujące zmiany demograficzne.

W centrum transformacji energetyki stoi obecnie świadomy odbiorca wyznaczający jej kierunki i decydujący o skali dokonujących się zmian, wyposażony w nowe narzędzia techniczne, rynkowe i legislacyjne, formułujący nowe „energetyczne” oczekiwania, np. dotyczące tego, z jakich źródeł energia ma pochodzić. Sam, na podstawie własnego rachunku ekonomicznego, podejmuje on decyzję o inwestowaniu w coraz tańsze zasoby energetyczne (np. PV, pompy ciepła, magazyny energii) oraz wysokosprawne odbiory.

Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ACER). Określa również kompetencje ACER w zakresie współpracy transgranicznej, regionów operacyjnych systemu oraz monitorowania regionalnych centrów koordynacyjnych.

Z punktu widzenia elastyczności najważniejszym aktem jest Dyrektywa w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej (UE) 2019/944 [21]. W dokumencie tym zwraca się uwagę na konieczność

dostosowania zasad obrotu energią do zmieniających się warunków, polegających na stopniowym odchodzeniu od energetyki opartej na dużych, centralnie zarządzanych instalacjach wytwórczych i zastąpienia ich zdecentralizowaną generacją ze źródeł rozproszonych (głównie odnawialnych). Rodzi to potrzebę wprowadzenia bardziej elastycznych reguł na rynku energii, które pozwolą w pełni zintegrować wszystkich uczestników rynku [5].

Dyrektywa (UE) 2019/944 szeroko opisuje usługi elastyczności, nie wprowadziła jednak definicji dla tego pojęcia, co może powodować wiele możliwości interpretacyjnych dla mniej precyzyjnych zapisów w unijnych regulacjach. Oznacza to także, że termin elastyczności kryje się pod wieloma innymi pojęciami takimi jak np.: aktywny odbiorca, magazyn energii, agregator, obywatelska społeczność energetyczna, usługi bilansujące, usługi pomocnicze, czy zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi. Według tej regulacji, usługi elastyczności zostały pokazane w dwóch perspektywach obejmujących podmioty, które mają możliwości świadczenia usług elastyczności oraz operatorów systemów dystrybucyjnych, którzy te usługi zamawiają. Dyrektywa wskazuje także, kto może świadczyć usługi elastyczności: jednostki generujące energię elektryczną, magazyny energii (w tym



Rys. 3. Uproszczony model procesu zamawiania usług elastyczności według dyrektywy (UE) 2019/944 [5]

mobilne pojazdy elektryczne), agregatory, społeczności energetyczne (klastry) i aktywni odbiorcy energii (prosumenci) [5,21].

Dyrektywa (UE) 2019/944 zwraca uwagę, że aby struktury rynku energii elektrycznej mogły funkcjonować w efektywny sposób, powinny zostać stworzone mechanizmy rynkowe nagradzające elastyczność oraz innowacyjność. Z punktu widzenia uczestników rynku oferujących usługi elastyczności, takim elementem nagradzającym może być odpowiednia zapłata za świadczenie usług elastyczności. Zapisy dyrektywy (UE) 2019/944 objęły również zagadnienie działalności małych odbiorców energii, którzy dysponując niewielkim potencjałem nie będą stanowić konkurencji

na rynku usług elastyczności. Dlatego dyrektywa wprowadza możliwość włączenia niezależnego agregatora, który zrzesza takich drobnych konsumentów i występuje w ich imieniu. Nie określa jednak modelu, w jakim powinna być prowadzona taka współpraca i oddaje te uprawnienia państwu członkowskim. Taką funkcję w Polsce mogłyby spełniać np. klastry energii [5,21].

Dyrektywa (UE) 2019/944 daje uczestnikom rynku możliwość zużywania, magazynowania i sprzedawania energii elektrycznej wytwarzanej we własnym zakresie oraz uczestniczenia we wszystkich rynkach energii elektrycznej. Może to wygenerować usługi elastyczności poprzez magazynowanie energii przy użyciu pojazdów elektrycznych, odpowiedź

strony popytowej (DSR) lub systemy efektywności energetycznej. Dyrektywa (UE) 2019/944 wskazuje na konieczność stworzenia przez państwa członkowskie warunków i zachęt dla operatorów sieci dystrybucyjnych do korzystania z usług elastyczności. Jako odpowiednie warunki dyrektywa określa stworzenie możliwości do składania zamówień na usługi elastyczności w sposób, który umożliwi operatorom zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi, zwiększenie wydajności w eksploatacji sieci i rozwoju systemu elektroenergetycznego. Dyrektywa (UE) 2019/944 zakłada, że dzięki usługom elastyczności operatorzy będą mogli w opłacalny sposób zarządzać przyrastającą podażą energii elektrycznej pochodzącej z rozproszonych i odnawialnych



Wojciech Kubak

BUSINESS DEVELOPMENT
MANAGER DANFOSS DRIVES

Współcześnie mierzymy się z dwoma wyzwaniami: rosnącym zapotrzebowaniem na energię elektryczną z jednej strony i jak najbardziej neutralnym klimatycznie produkowaniem jej – z drugiej. Jednoczesna realizacja obu wymaga wspólnych wysiłków na rzecz transformacji dążącej do elektryfikacji systemów energetycznych wszystkich sektorów – z obecnych 24% do 60%. Dopiero taka zmiana pozwoli nam sprostać europejskiemu prawu klimatycznemu.

Elektryfikacja poszczególnych gałęzi wiąże się z nowymi inwestycjami i kosztami dla przedsiębiorstw oraz indywidualnych odbiorców. Stąd rośnie znaczenie rozwiązań mających na celu minimalizowanie strat w systemach oraz poprawę efektywności energetycznej.

Optymalizowanie zużycia energii elektrycznej uzupełnia, ale absolutnie nie eliminuje konieczności wykorzystywania źródeł odnawialnych, których udział w koszyku energetycznym powinien wzrosnąć aż do 84% w 2050 roku. Pozostałe 16% będą stanowiły inne, niskoemisyjne rozwiązania. Szerokie wdrażanie OZE musi uwzględniać ich brak stabilności i zależność czy to

od pór roku czy też warunków pogodowych panujących na danym obszarze. To z kolei sprawia, że musimy świadomie budować elastyczne systemy elektroenergetyczne, które zwiększą precyzję i zadośćuczynią zmiennym wymaganiom dotyczącym zarówno popytu, jak i podaży.

Wśród niezbędnych rozwiązań możemy wymienić mikrosieci z różnymi, komplementarnymi źródłami energii, sieci inteligentne, jak również systemy zarządzania energią. Kluczowym elementem systemu elektroenergetycznego przyszłości są magazyny energii, niezastąpione w zachowaniu równowagi pomiędzy wytwarzaniem a wykorzystywaniem. Ich obecność jest konieczna także do wyeliminowania przerw w zasilaniu czy redukcji wartości szczytowych. Odnawialne źródła energii, np. fotowoltaika i energia z wiatru, jak również bateryjne magazyny energii oparte są na przekształtnikach energoelektronicznych. Przekształtniki umożliwiają praktycznie bezwzględne sterowanie, wyłączenie i włączenie oraz regulowanie napięcia i częstotliwości. Zapewnia to dużą elastyczność sieci. Już teraz widzimy rosnące zainteresowanie baterijnymi magazynami energii instalowanymi razem z prosumenckimi instalacjami fotowoltaicznymi. Z kolei wielkoskalowe magazyny bateryjne są coraz częściej instalowane przy odnawialnych źródłach energii dużych mocy. Trend zwiększającej się mocy zainstalowanych magazynów energii przyspieszy transformację systemu elektroenergetycznego.



Remigiusz Szlendak

GŁÓWNY SPECJALISTA
DS. DSR W ENSPIRION
GRUPA ORLEN

Jednym z rozwiązań umożliwiających sfinansowanie inwestycji w magazyn energii jest rynek mocy, funkcjonujący w Polsce od 2021 r. Pierwsze magazyny już skorzystały z tej możliwości poprzez zakontraktowanie ok. 165 MW obowiązku mocowego w aukcji głównej na rok 2027. Prawdopodobnie magazyny pojawiłyby się w rynku mocy wcześniej, gdyby nie jedno istotne ograniczenie.

Art. 18 ust. 4 Ustawy o Rynku Mocy brzmi: Jeżeli jednostka rynku mocy składa się z grupy jednostek fizycznych należących do różnych grup technologii dostarczania mocy, korekcyjny współczynnik dyspozycyjności dla tej jednostki rynku mocy jest równy najniższemu ze współczynników dla jednostek fizycznych wchodzących w jej skład.

Korekcyjny współczynnik dyspozycyjności to parametr określany w rozporządzeniu na podstawie danych historycznych za okres ostatnich 5 lat dla danych grup technologii.

Oznacza to, że w przypadku magazynu energii połączonego z farmą wiatrową lub fotowoltaiczną korekcyjny współczynnik dyspozycyjności wynosi odpowiednio 15,28% oraz 2,91%. W konsekwencji przykładowy magazyn o mocy 10 MW i pojemności 40 MWh połączony z farmą fotowoltaiczną o mocy 10 MW może zakontraktować maksymalnie 0,582 MW obowiązku mocowego, mimo że jego możliwości są znacznie wyższe. Rozwiązaniem jest wprowadzenie ważonej wartości korekcyjnego współczynnika dyspozycyjności, dla danej jednostki fizycznej, określanego na podstawie mocy zainstalowanych poszczególnych technologii.

Kolejną konieczną zmianą dla rozwoju magazynów jest umożliwienie stosowania tzw. Cable pooling, czyli połączenia różnych źródeł wytwórczych, magazynów i elektrolizerów w tym samym węźle przyłączeniowym o sumarycznej mocy zainstalowanej wyższej niż moc przyłączeniowa. Takie rozwiązanie jest możliwe ze względu na odmienną charakterystykę pracy poszczególnych źródeł i ma na celu ułatwienie wydawania warunków przyłączenia przez operatorów.

źródeł energii (RZE, OZE), jak i przyrastającą konsumpcją energii wynikającą z przyłączania nowych urządzeń odbiorczych, m.in. pomp ciepła czy pojazdów elektrycznych.

Proces zamawiania usług elastyczności w założeniu dyrektywy ma składać się z następujących etapów [5,21]:

- faza przygotowawcza – OSD identyfikuje potrzeby rozwiązania problemów wynikających z ograniczeń sieciowych,
- faza prognozowania i planowania – modelowanie prognoz wykorzystania sieci, pozwalające na identyfikację potencjalnych zagrożeń związanych z ograniczeniami przesyłowymi,
- faza rynkowa – proces obejmujący zbieranie i ocenę ofert usług elastyczności dostępnych na rynku,
- faza monitorowania i aktywacji – aktywacja wybranych ofert usług elastyczności w celu rozwiązania problemu ograniczeń sieciowych,

- faza pomiarów, walidacji i rozliczeń – walidacja świadczenia usługi elastyczności.

Dyrektywa (UE) 2019/944 wskazuje także, że w krajach członkowskich powinny zostać opracowane i wdrożone ramy regulacyjne oraz zachęty dla OSD do udzielania zamówień na usługi elastyczności, w tym do korzystania z mechanizmów pozwalających na zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi na ich obszarze. Jednocześnie stawia ograniczenie, że organy regulacyjne mogą nie zezwolić na zamawianie usług elastyczności, jeśli uznają, że nie jest to efektywne z ekonomicznego punktu widzenia, albo że może doprowadzić do poważnych problemów w funkcjonowaniu rynku energii lub do większych ograniczeń przesyłowych. W praktyce może to doprowadzić do sytuacji, w której organy regulacyjne w ogóle odstąpią od możliwości składania przez

OSD zamówień na usługi elastyczności, co spowoduje, że rynek usług elastyczności na poziomie sieci dystrybucyjnej nie rozwinie się. W tym ujęciu należy uwzględnić także inne zapisy dyrektywy (UE) 2019/944, które nakładają na operatorów obowiązki monitorowania oraz wdrażania zasad zarządzania ograniczeniami przesyłowymi [5,21].

Pakiet „Czysta energia”, oprócz zapisów w dyrektywie (UE) 2019/944, porusza również inne aspekty, które są bardzo istotne z punktu widzenia możliwości uruchomienia i zamawiania usług elastyczności, mianowicie [5,14,15]:

- **usługi bilansujące** – dotyczą potrzeb związanych z bieżącym bilansowaniem systemu zasilającego, czyli zapewnieniem stabilnej i bezpiecznej pracy sieci. Szczególnie w zakresie kontrolowania i regulacji częstotliwości. Polegają one na krótkoterminowych działaniach reaktywnych, które

mają na celu kompensację odchyłeń częstotliwości w sieci elektroenergetycznej. Oznacza to, że źródłem aktywowania tej elastyczności powinny być sygnały dotyczące częstotliwości oraz obserwowana dynamika ich zmian. Tego rodzaju działania są właściwe dla operatora systemu przesyłowego (OSP), który zabezpiecza bilansowanie systemu elektroenergetycznego na poziomie krajowym. Skutkiem realizacji usług bilansujących ma być zwiększenie generacji i zmniejszenie obciążenia lub odwrotnie.

- usługi pomocnicze – obejmują narzędzia do zwiększania lub zachowania wymaganego poziomu elastyczności sieci. Świadczone są w celu utrzymania pracy sieci w dopuszczalnych granicach. Dotyczą głównie równoważenia częstotliwości, czyli wspomagają bilansowanie poziomów mocy oraz wolumenów energii w sieciach. Elastyczność w przypadku usług pomocniczych jest rozumiana jako zdolność różnych uczestników rynku energii (źródeł, odbiorców) do świadczenia usług pomocniczych operatorom w celu wsparcia ich działań w radzeniu sobie z problemami pracy systemu.
- **usługi pomocnicze niezależne od częstotliwości** – odnoszą się do działań niezwiązanych (przynajmniej bezpośrednio) ze wspomaganiem regulacji częstotliwości. Do takich działań należą między innymi kontrola wartości napięcia oraz przywracanie sieci. W tym przypadku, usługi elastyczności rozumiane są również jako środek alternatywny dla wzmocnienia sieci albo ich rozbudowy.
- **redysponowanie** – jest głównym instrumentem służącym do przesunięcia wytwarzania lub zużycia z jednej lokalizacji do innej. Zazwyczaj operator systemu zwraca się z prośbą do jednej elektrowni o zmniejszenie produkcji, podczas gdy inna proszona jest o zwiększenie produkcji. Pojęcie to zostało wprowadzone w rozporządzeniu (UE) 2019/943, jako środek uruchamiany przez OSP lub OSD poprzez zmianę struktury wytwarzania i/lub obciążenia, w celu zmiany przepływów energii w systemie,

zmniejszenia ograniczeń sieciowych, zmiany wartości mocy zwarciowej systemu lub zapewnienia bezpieczeństwa systemu w inny sposób. Wyróżnia się dwa rodzaje działania tego instrumentu:

- **redysponowanie rynkowe** – oparte na rynku bilansującym poprzez wykorzystanie ofert energii bilansujących składanych w procesie grafikowania,
- **redysponowanie nierynkowe** – oparte na wypłacie rekompensat dla właścicieli redysponowanych jednostek, dlatego nie może być utożsamiane z usługami elastyczności w sensie rynkowym.
- **zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi** – obejmuje zestaw różnych metod i narzędzi do radzenia sobie z trudnymi sytuacjami w sieciach elektroenergetycznych, jakimi są np. lokalne przeciążenia. Rozporządzenie (UE) 2019/943 zdefiniowało ograniczenie przesyłowe jako takie, które pojawia się w chwili, kiedy nie wszystkie zlecenia obrotu energią elektryczną między obszarami mogą zostać zrealizowane, ponieważ sieci nie są w stanie technicznie ich obsłużyć. Konsekwencje nierozwiązanych problemów związanych z przeciążeniem sieci mogą być poważne. Od pojedynczych (incydentalnych) zadziałań zabezpieczeń, które wywołają wyłączenia różnych elementów sieci (linii, transformatorów), poprzez wystąpienie dodatkowych zdarzeń o charakterze napięciowym lub częstotliwościowym, aż do wystąpienia kaskadowych wyłączeń prowadzących do nagłych i nieplanowanych przerw w dostawach energii elektrycznej (ang. *blackout*). Elastyczność wykorzystywana w tym przypadku nie jest jednak rozwiązaniem docelowym, a jedynie działaniem zaradczym w celu utrzymania stabilnej pracy sieci w okresach jej przeciążenia i odroczenia inwestycji w modernizację sieci. Można wskazać dwa rodzaje ograniczeń wynikających z przeciążenia sieci:
 - **ograniczenia strukturalne**, które są przewidywalne, stabilne w czasie i często powtarzają się w normalnych warunkach pracy systemu

elektroenergetycznego. Zagrożenia takie obejmują najczęściej nieznaczne wahania wartości częstotliwości i napięcia oraz przepływy energii doprowadzające pracę systemu do granicy stabilności. Narastają jednak na tyle powoli, że są możliwe do wczesnego zidentyfikowania i podjęcia działań ograniczających zagrożenie awarią systemową (np. wykorzystanie dostępnych źródeł elastyczności).

- **incydentalne przeciążenia**, które są trudno przewidywalne bądź nieprzewidywalne, niestabilne w czasie, mogące wystąpić w każdych warunkach pracy systemu. Przebieg zdarzeń w takim przypadku jest zazwyczaj bardzo szybki, często kaskadowy, ograniczający możliwość podjęcia skutecznych działań operatorskich. Najczęściej na skutek przeciążenia wyłączają się kolejno linie energetyczne, powiększając obciążenia oraz spadki napięcia innych linii, następuje zmiana częstotliwości, co z kolei powoduje automatyczne wyłączenie się generatorów,

Regulacje dotyczące wielu z ww. aspektów usług elastyczności energetycznej wykraczają poza sam pakiet „Czysta energia”. Odwołują się również do innych aktów prawnych, takich jak np. kodeksy sieci (ang. *network codes*). W pewnym sensie usługi elastyczności nie są niczym nowym, a jedynie zbiorem już istniejących mechanizmów i narzędzi służących do zwiększania elastyczności sieci elektroenergetycznej [5, 14, 15].

4.2 Stan prawny w Polsce Obowiązujące przepisy prawne w Polsce

W przypadku polskiego ustawodawstwa najważniejsze zapisy dotyczące funkcjonowania rynku energii oraz systemu elektroenergetycznego zawarto w ustawie Prawo energetyczne [22], oraz w ustawie o odnawialnych źródłach energii [13].

W Polsce obecnie (maj 2023 r.) nie istnieją jeszcze regulacje, które jasno definiowałyby elastyczność energetyczną, katalog usług elastyczności, czy inne

usługi powiązane z tym obszarem funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.

W zakresie dostosowania polskiego prawodawstwa do zapisów Pakietu „Czysta energia” dotychczas przyjęto regulacje prawne dotyczące obowiązków OSD w obszarze zdalnego odczytu i administrowania systemem pomiarowym. OSD są zobowiązane do 31 grudnia 2028 r. zainstalować liczniki energii elektrycznej skomunikowane z systemem zdalnego odczytu w co najmniej 80% punktów poboru energii u odbiorców końcowych.

Krajowy OSP, czyli Polskie Sieci Elektroenergetyczne, został wyznaczony jako Operator Informacji Rynku Energii (OIRE), którego zadaniem jest utworzenie i nadzorowanie Centralnego Systemu Informacji Rynku Energii (CSIRE). W CSIRE będą gromadzone oraz przetwarzane dane niezbędne m.in. do zmiany sprzedawcy energii elektrycznej, czy dokonywania rozliczeń za jej sprzedaż i dostarczenie. Dzięki ujednoliceniu standardów informacji przetwarzanych w CSIRE zostaną znacznie usprawnione i przyspieszone procesy zachodzące na detalicznym rynku energii elektrycznej w Polsce. Dostęp do systemu będzie darmowy, co w szczególności oznacza ułatwiony dostęp do danych dotyczących własnych punktów poboru energii, w tym do danych pomiarowych [5,7].

Głównymi celami powołania i działania OIRE i CSIRE są [5,7]:

- obniżenie kosztów funkcjonowania rynku energii oraz kosztu wejścia na rynek,
- bezpłatna, wygodna wymiana informacji na rynku,
- poprawa efektywności wykorzystania zasobów, w szczególności OZE,
- wykorzystanie danych z systemu pomiarowego,
- poprawa jakości danych, dzięki wprowadzeniu jednolitych standardów.

Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo Energetyczne i ustawy OZE (UC74)

Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo Energetyczne i ustawy OZE (UC74) [6] został opracowany w celu wypełnienia obowiązku wdrożenia do polskiego porządku prawnego dyrektywy (UE) 2019/944 [21]. Obecnie (maj 2023 r.), propozycja ta jest w dalszym ciągu na etapie procedowania w Rządowym Centrum Legislacji. W międzyczasie niektóre z elementów z zaproponowanych w projekcie zostały ostatecznie procedowane w ramach innych projektów (np. zmiany systemu prosumenckiego). W związku z tym UC74, przed ogłoszeniem ostatecznej wersji, prawdopodobnie ulegnie jeszcze pewnym zmianom. W projekcie proponuje się między innymi wprowadzenie [1, 23]:

1. przepisów umożliwiających od 2026 r. techniczną zmianę sprzedawcy energii elektrycznej w 24 godziny,
2. dostępu dla odbiorców energii elektrycznej w gospodarstwach domowych i mikroprzedsiębiorców o rocznym zużyciu poniżej 100 MWh do narzędzia porównywania ofert sprzedaży energii elektrycznej,
3. ram prawnych do funkcjonowania obywatelskich społeczności energetycznych, regulujące ich prawa i obowiązki,

4. prawa odbiorcy do przystąpienia do obywatelskiej społeczności energetycznej przy zachowaniu pełni praw konsumenckich i do opuszczenia społeczności bez sankcji,
5. prawa odbiorcy do zawierania umów z cenami dynamicznymi energii elektrycznej z co najmniej jednym sprzedawcą i każdym sprzedawcą, który ma ponad 200 000 odbiorców, oraz prawo do otrzymywania informacji na temat korzyści i ryzyk związanych z takimi umowami,
6. przepisów dotyczących agregatora na rynku energii elektrycznej, jego zadań i uprawnień,
7. przepisów dotyczących odpowiedzi odbioru i odbiorcy aktywnego na rynku energii,
8. wzmocnienia obowiązujących praw odbiorców oraz wprowadzenia nowych praw w zakresie sprzedaży energii elektrycznej (nowe warunki umowne, obowiązki dotyczące rozliczeń, rozwiązywania sporów ze sprzedawcą, obowiązki informacyjne),
9. dostosowania zadań OSP i OSP do przepisów dyrektywy, w tym wprowadzenia usług systemowych, usług elastyczności oraz zmiany w zakresie bilansowania,
10. dostosowania zadań regulatora (URE) do przepisów dyrektywy 2019/944 oraz zadań związanych z regionalnymi centrami koordynacyjnymi, powołanymi na mocy rozporządzenia 2019/943,

reklama

reklama

10. wprowadzenia możliwości zgłoszenia Prezesowi URE przez każdego odbiorcę końcowego, zawiadomienia dotyczącego podejrzenia naruszenia obowiązków operatora systemu elektroenergetycznego, określonych w ustawie – Prawo energetyczne,
11. przepisów regulujących przesłanki do bycia właścicielem instalacji magazynowania energii przez operatorów systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych i przez operatorów systemów przesyłowych elektroenergetycznych,
12. zmian w zakresie działania koordynatora do spraw negocjacji, rozszerzając zakres zadań tego podmiotu o nowe rodzaje umów wprowadzane do ustawy – Prawo energetyczne,
13. wdrożenia mechanizmu nierynkowego ograniczania w wytwarzaniu z odnawialnych źródeł energii przez operatorów systemu elektroenergetycznego,
14. nadania uprawnień Prezesowi URE do ingerowania z urzędu lub na wniosek strony w treść umowy o świadczenie usług przesyłania, lub dystrybucji paliw gazowych, lub energii elektrycznej zawartej pomiędzy sprzedawcą a operatorem systemu dystrybucyjnego, lub operatorem systemu przesyłowego, w określonych przypadkach,
15. przyznania Prezesowi URE uprawnień do udzielenia określonym podmiotom odstępowania od stosowania wskazanych w decyzji przepisów w ramach realizacji projektu mającego na celu wdrożenie innowacyjnych technologii, usług, produktów, modeli współpracy użytkowników systemu, rozwiązań technologicznych lub teleinformatycznych w ramach tzw. piaskownicy regulacyjnej,
16. nadania przedsiębiorstwom energetycznym zajmującym się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej, lub paliw gazowych podstawy prawnej do koordynacji działań i wymiany informacji w przypadku wniosków o przyłączenie do sieci gazowej i sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym 110 kV i wyższym, urządzeń, instalacji lub sieci, wykorzystujących do

wytwarzania energii elektrycznej paliwo gazowe,

17. dokonania zmian w zakresie regulacji dotyczących linii bezpośrednio,
18. zmniejszenia obciążeń administracyjnych właścicieli źródeł wytworzonych o mocy większej niż 2 MW.

W zaproponowanym projekcie UC74 zamieszczono także opisy i definicje pojęć związanych z szeroko rozumianą elastycznością energetyczną, m.in. [1,7,23]:

- **usługi elastyczności** – usługi świadczone na rzecz OSD przez agregatora lub przez użytkowników systemu będących odbiorcami aktywnymi, wytwórcami, posiadaczami magazynów energii elektrycznej, których sieci, instalacje lub urządzenia są przyłączone do elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej, z wyłączeniem koordynowanej sieci 110 kV,
- **agregacja** – działalność polegająca na łączeniu wielkości mocy lub energii elektrycznej oferowanej przez odbiorców, wytwórców energii elektrycznej lub posiadaczy magazynów energii elektrycznej, z uwzględnieniem zdolności technicznych sieci, do której są przyłączeni, w celu sprzedaży energii elektrycznej, świadczenia usług systemowych lub usług elastyczności na rynkach energii elektrycznej,
- **agregator** – uczestnik rynku działającego na rynku energii elektrycznej zajmującego się agregacją,
- **niezależny agregator** – agregator niepowiązany ze sprzedawcą energii elektrycznej odbiorcy oraz niezaliczający się do grupy kapitałowej, do której zalicza się ten sprzedawca,
- **odbiorca aktywny** – odbiorca końcowy działający indywidualnie albo w grupie, który: zużywa wytworzoną we własnym zakresie energię elektryczną lub magazynuje wytworzoną we własnym zakresie energię elektryczną, lub sprzedaje wytworzoną we własnym zakresie energię elektryczną, lub realizuje przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w rozumieniu ustawy o efektywności energetycznej, lub świadczy usługi systemowe, lub świadczy usługi elastyczności (warunek: wymienione

działalności nie stanowią przedmiotu podstawowej działalności gospodarczej tego odbiorcy). Odbiorca aktywny ma prawo do powierzenia innemu podmiotowi zarządzania jego instalacją. Może działać samodzielnie albo za pośrednictwem agregatora,

- **umowa z ceną dynamiczną energii elektrycznej** – umowa sprzedaży energii elektrycznej lub umowa kompleksowa, zawartą między sprzedawcą energii elektrycznej a odbiorcą końcowym, odzwierciedlająca wahania cen na rynkach energii elektrycznej, w szczególności na rynkach dnia następnego i dnia bieżącego, w odstępach co najmniej równych okresowi rozliczania niezbilansowania w rozumieniu rozporządzenia ustanawiającego wytyczne dotyczące bilansowania,
- **instalacja zarządzania popytem** – jednostka fizyczna redukcji zapotrzebowania w rozumieniu ustawy o rynku mocy lub instalacja odbiorcy końcowego, której urządzenia umożliwiają odpowiedź odbioru lub usługi elastyczności,
- **odpowiedź odbioru** – zmiana zużycia energii elektrycznej odbiorcy końcowego w stosunku do jego zwykłego lub bieżącego zużycia energii elektrycznej w odpowiedzi na sygnały rynkowe, w tym w odpowiedzi na zmienne w czasie ceny energii elektrycznej lub zachęty finansowe, lub w następstwie przyjęcia oferty odbiorcy końcowego, złożonej indywidualnie lub w ramach agregacji, dotyczącej sprzedaży zmniejszenia lub zwiększenia poboru po cenie obowiązującej na rynku zorganizowanym (w rozumieniu właściwych rozporządzeń i ustaw, m.in. rozporządzenia w sprawie integralności i przejrzystości hurtowego rynku energii),
- **zarządzanie ograniczeniami systemowymi** – działalność gospodarcza wykonywana przez operatora systemu w ramach świadczonych usług przesyłania lub dystrybucji w celu zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz zapewnienia, zgodnie z właściwymi przepisami, wymaganych parametrów jakościowych energii elektrycznej w przypadku wystąpienia ograniczeń

technicznych, w tym ograniczeń sieciowych, w pracy tego systemu,

- **bilansowanie systemu elektroenergetycznego** – określanie i zapewnianie dostępności odpowiednich rezerw mocy, zdolności przesyłowych i połączeń międzysystemowych na potrzeby równoważenia bieżącego zapotrzebowania na energię elektryczną z dostawami tej energii, zarządzanie ograniczeniami systemowymi oraz prowadzenie rozliczeń wynikających: ze świadczenia usług bilansujących oraz bilansowania handlowego, z zarządzania ograniczeniami systemowymi, z tytułu wyceny niedoboru rezerwy mocy, prowadzenie rynku bilansującego energii elektrycznej,
- **usługi systemowe niedotyczące częstotliwości** – usługi systemowe wykorzystywane do: regulacji napięcia w stanach ustalonych, szybkiej iniekcji prądu biernego oraz regulacji mocy biernej, zapewnienia inercji w celu zachowania stabilności sieci lokalnej, dostarczania prądu zwarciovego, zapewnienia zdolności do uruchomienia bez zasilania z systemu, pracy w układzie wydzielonym oraz pracy wyspowej, OSP i OSD nabywa usługi systemowe niedotyczące częstotliwości od dostawców tych usług przyłączonych do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej. W zakresie niezbędnym do zapewnienia bezpieczeństwa pracy sieci oraz spełnienia

parametrów jakościowych energii elektrycznej w sieci,

- **obywatelska społeczność energetyczna** – podmiot posiadający zdolność prawną, który:
 - opiera się na dobrowolnym i otwartym uczestnictwie i w którym uprawnienia decyzyjne i kontrolne przysługują członkom, udziałowcom lub wspólnikom będącym wyłącznie osobami fizycznymi, jednostkami samorządu terytorialnego, mikroprzedsiębiorcami lub małymi przedsiębiorcami,
 - za główny cel ma zapewnienie korzyści środowiskowych, gospodarczych lub społecznych dla swoich członków, udziałowców lub wspólników, lub obszarów lokalnych, na których prowadzi działalność,
 - może zajmować się w odniesieniu do energii elektrycznej: wytwarzaniem, zużywaniem lub dystrybucją, lub sprzedażą, lub obrotem, lub agregacją, lub magazynowaniem, lub realizowaniem przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, lub świadczeniem usług ładowania pojazdów elektrycznych, lub świadczeniem innych usług na rynkach energii elektrycznej, w tym usług systemowych lub usług elastyczności, Obywatelska społeczność energetyczna prowadzi działalność na obszarze działania jednego operatora systemu dystrybucyjnego

elektroenergetycznego, do którego sieci są przyłączone instalacje należące do członków, udziałowców lub wspólników tej społeczności.

Obywatelska społeczność energetyczna może podjąć działalność po uzyskaniu wpisu do wykazu obywatelskich społeczności energetycznych prowadzonego przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.

- **linia bezpośrednia** – linia elektroenergetyczna łącząca wydzieloną jednostkę wytwórczą z wydzielonym odbiorcą, w celu bezpośredniego dostarczania energii elektrycznej do tego odbiorcy, lub linię elektroenergetyczną łączącą jednostkę wytwórczą, w zakresie, w jakim jest wykorzystywana do wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania energii elektrycznej, z przedsiębiorstwem energetycznym, innym niż wytwarzającym energię elektryczną w tej jednostce, wykonującym działalność gospodarczą w zakresie obrotu energią elektryczną, w celu bezpośredniego dostarczenia energii elektrycznej do ich własnych obiektów, w tym urządzeń i instalacji, podmiotów będących ich jednostkami podporządkowanymi oraz do odbiorców przyłączonych do sieci, urządzeń i instalacji tego przedsiębiorstwa. ■

reklama

reklama