

doi:10.15199/48.2024.04.41

## Wybrane modele funkcjonalne społeczności energetycznych

**Streszczenie.** W artykule przedstawiona została charakterystyka społeczności energetycznej - spółdzielni energetycznej, poprzez wskazanie najistotniejszych kryteriów jej tworzenia wraz z przedstawieniem katalogu korzyści z członkostwa w spółdzielni. Korzyści te zostały również zmierzane, a przedstawione wyniki dotyczą odbiorców z dwóch najpopularniejszych grup taryfowych G11 i C11.

**Abstract.** The article presents the characteristics of the energy community - an energy cooperative, by indicating the most important criteria for its creation together with a catalog of benefits from membership in the cooperative. These benefits have also been measured, and the presented results concern recipients from the two most popular tariff groups G11 and C11. (**Selected functional models of energy communities**)

**Słowa kluczowe:** spółdzielnia energetyczna, prosument, ceny energii, rynek energii.

**Keywords:** energy cooperative, prosumer, energy prices, energy market.

### Wstęp

Postępująca liberalizacja koncentrująca się na decentralizacji energetyki systemowej, ewoluuje w kierunku rozwiązań proekologicznych i rozproszonych bazujących na energetyce odnawialnej, a także na budowie jej obywatelskiego wymiaru. Ogólny charakter ram prawnych sformułowanych na poziomie wspólnoty daje swobodę wyboru optymalnego scenariusza implementacji każdemu z państw członkowskich. Budowa szerokokorozumianej niezależności energetycznej na poziomie lokalnym powinna jednak spełniać pewne określone standardy i wytyczne modelowe zdefiniowane jako tzw. społeczności energetyczne (ang. Energy Community (EC)). Na poziomie dyrektywy REDII [1] oraz tzw. dyrektywy rynkowej [2] wprowadzono do porządku prawnego odpowiednio Renewable Energy Community (REC) oraz Citizens Energy Community (CEC). Ich celem jest umożliwienie i ułatwienie rozwoju energetyki rozproszonej, w ramach posiadanej przez nich osobowości prawnej. Ich cechą charakterystyczną jest dobrowolny i otwarty charakter uczestnictwa oraz działalność przynosząca korzyści ekonomiczne i środowiskowe na szczeblu lokalnym. Unijny kierunek transformacji rynku energii znalazł i znajduje swoje próby odzwierciedlenia także w prawie polskim, gdzie dokonano implementacji i sformalizowano możliwość tworzenia spółdzielni energetycznych.

Celem artykułu jest weryfikacja tego czy, a jeśli tak to w jakich konfiguracjach popytowo-podażowych utworzenie spółdzielni energetycznej będzie przynosić korzyści jej członkom. Uwzględnione zostały ograniczenia i warunki definiujące spółdzielnię wynikające z polskich aktów prawnych, a także dokonana została analiza opłacalności zawiązywania spółdzielni dla scenariuszy: (i) odbiorcy energii, (ii) indywidualnego prosumenta rozliczanego w modelu opustowym oraz (iii) indywidualnego prosumenta rozliczanego w modelu netbillingowym. Opłacalność ta jest dodatkowo analizowana odrębnie z perspektywy opłat dystrybucyjnych oraz towaru jakim jest energia elektryczna.

### Spółdzielnia energetyczna

Spółdzielnie energetyczne działają w oparciu o system prosumencki w modelu tzw. net-meteringu (system opustów). W modelu tym sprzedawca energii, z którym spółdzielnia energetyczna ma podpisaną umowę kompleksową sprzedaje energii elektrycznej, rozlicza się z nią z różnicy pomiędzy ilością energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej i ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci na potrzeby własne przez spółdzielnię w stosunku skorygowanym współczynnikiem ilościowym 1 do 0,6. Oznacza to, że 1

MWh energii wytworzona w spółdzielni i nieużyta w chwili produkcji przez jej członków, jest wprowadzana do sieci dystrybucyjnej pełniąc rolę „depozytu energii”, z którego może bez kosztowo być pobrana w ilości 0,6 MWh. Może się to dzieć w dowolnym momencie w ramach rocznego okresu rozliczeniowego. Podkreślić należy, że energia pochodząca ze źródeł wytwórczych w spółdzielni energetycznej i pobierana z depozytu sieciowego nie podlega opłatom za energię jako towar i jest zwolniona z szeregu składników opłaty dystrybucyjnej. W przypadku, gdy ilość energii zdeponowana w sieci operatora jest niewystarczająca do pokrycia zapotrzebowania członków spółdzielni, pobrana brakująca energia rozliczana jest z zachowaniem wszystkich elementów kosztowych po stronie dystrybucji i sprzedaży.

Utworzenie spółdzielni wymaga spełnienia określonych kryteriów, z których najistotniejsze to: (i) możliwość powstania na terenach maksymalnie trzech sąsiadujących ze sobą gmin wiejskich lub miejsko-wiejskich, (ii) łączna moc instalacji OZE w ramach spółdzielni musi pokrywać nie mniej niż 70% potrzeb własnych spółdzielni energetycznej, (iii) maksymalna liczba członków spółdzielni energetycznej to 999, a minimalna w zależności od statusu prawnego członków musi wynosić co najmniej 3 (przedsiębiorstwa) lub 10 (odbiorcy indywidualni), (iv) członkowie spółdzielni muszą być przyłączeni do sieci jednego operatora na poziomie nN lub SN.

Ustawa o OZE [3] definiuje także enumeratywny katalog wymiernych korzyści z tytułu członkostwa w spółdzielni energetycznej i korzystania z własnej energii elektrycznej. Do katalogu unikniętych kosztów po stronie składowych opłat dystrybucyjnych zaliczyć należy te których wysokość zależy od ilości pobranej energii elektrycznej: (i) składnik zmienny sieciowy, (ii) opłata jakościowa, (iii) opłata OZE, (iv) opłata kogeneracyjna, (v) opłata mocowa. Ponadto po stronie energii elektrycznej jako towaru, członkowie spółdzielni zwolnieni są z: (i) akcyzy, (ii) opłat za „certyfikację” energii (tzw. kolory), (iii) opłaty rozliczeniowej.

### Analiza korzyści

Kalkulacja korzyści z uczestnictwa w spółdzielni energetycznej została przeprowadzona odrębnie dla kosztów dystrybucji oraz towaru jakim jest energia elektryczna. Dla analiz kosztów dystrybucji przyjęto: (i) scenariuszem bazowym były koszty energii elektrycznej wraz z usługą dystrybucji dla odbiorców energii odrębnie z grup taryfowych C11 i G11, (ii) rzeczywiste poziomy stawek opłat z taryfy dystrybucyjnej Tauron Dystrybucja SA dla obszaru gliwickiego na 2023 rok [4], (iii) liczba członków spółdzielni wynosi 10, (iv) moc umowna każdego z jej

członków wynosi 10kW, (v) zużycie energii pojedynczego odbiorcy z grupy taryfowej G11 i C11 wynosi odpowiednio: 2,5 MWh/rok i 10 MWh/rok. Obliczenia przeprowadzono dla pięciu wariantów. Scenariusz (a) „odbiorca”, odzwierciedla ujęcie kosztów dla odbiorców energii nie posiadających własnych źródeł wytwórczych i nie zrzeszonych w ramach spółdzielni. Jest to scenariusz bazowy względem, którego zilustrowana została korzyść z budowy niezależności energetycznej w tym utworzenia społeczności. Scenariusz (b) „prosument – opust” zakłada, że każdy z odbiorców z wariantu (a) wyposażony został w źródło fotowoltaiczne prosumenckie o mocy, która gwarantuje mu brak zakupu energii spoza „depozytu sieciowego”. W tym scenariuszu prosument rozliczany jest w oparciu o tzw. model opustowy, z użyciem współczynnika 0,8. W kolejnym scenariuszu (c) „prosument – netbilling”, źródło PV zostało tak dobrane, aby zmaksymalizować autokonsumpcję produkowanej energii i zminimalizować odsprzedaż energii elektrycznej. W wariantcie tym rozliczanie produkcji energii i jej zużycia przeprowadzane jest w oparciu o tzw. model netbillingowy. Kolejny scenariusz (d) „spółdzielnia energetyczna” zakłada

utworzenie na bazie prosumentów z wariantu (b) spółdzielni energetycznej i rozliczanie jej w modelu opustowym ze współczynnikiem 0,6. W ramach tego wariantu założono niebilansowanie spółdzielni na poziomie 20%, a brakująca energia wraz z kosztami dystrybucji rozliczana jest z uwzględnieniem pełnego katalogu kosztów ujętych w taryfie. Scenariusz ten nie zakłada istnienia w ramach spółdzielni energetycznej fizycznego magazynu energii. Ostatni scenariusz (e) „spółdzielnia energetyczna + magazyn energii” zakłada, że spółdzielnia z wariantu (d) wyposażona została w fizyczny magazyn energii o mocy i pojemności gwarantującej brak konieczności zakupu energii spoza depozytu sieciowego. Analizy nie uwzględniają w żadnym scenariuszu nakładów inwestycyjnych w źródła wytwórcze i magazynowe, ani kosztów eksploatacji. W tabelach 1 i 2 przedstawione zostały wyniki obliczeń dla każdego z wariantów z uwzględnieniem poszczególnych składowych opłat. Kalkulacja korzyści dotyczy odrębnie odbiorców z grup taryfowych C11 oraz G11.

Tabela 1. Kalkulacja korzyści dla odbiorców z grupy taryfowej C11

Pozycja kosztowa	Stawka	a)	b)	c)	d)	e)
		Odbiorca	Prosument - opust	Prosument - netbilling	Spółdzielnia energetyczna	Spółdzielnia energetyczna + magazyn energii
		Wartość netto [zł/rok]				
Składnik stały	5,1 zł/kW/m-c	6120,00	6120,00	6120,00	6120,00	6120,00
Oplata przejściowa	0,08 zł/kW/m-c	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00
Abonament	4,56 zł/m-c	547,20	547,20	547,20	54,72	54,72
Stawka jakościowa	0,0242 zł/kWh	2420,00	0,00	1573,00	484,00	0,00
Składnik zmienny sieciowy	0,2227 zł/kWh	22270,00	0,00	14475,50	4454,00	0,00
Oplata kogeneracyjna	0,00496 zł/kWh	496,00	0,00	322,40	99,20	0,00
Oplata mocowa	0,1024 zł/kWh	7168,00	7168,00	4659,20	1433,60	0,00
Oplata OZE	0 zł/kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUMA</b>		<b>39117,20</b>	<b>13931,20</b>	<b>27793,30</b>	<b>12741,52</b>	<b>6270,72</b>
<b>korzyść względem scenariusza "Odbiorca"</b>			<b>-64%</b>	<b>-29%</b>	<b>-67%</b>	<b>-84%</b>

Tabela 2. Kalkulacja korzyści dla odbiorców z grupy taryfowej G11

Pozycja kosztowa	Stawka	a)	b)	c)	d)	e)
		Odbiorca	Prosument - opust	Prosument - netbilling	Spółdzielnia energetyczna	Spółdzielnia energetyczna + magazyn energii
		Wartość netto [zł/rok]				
Składnik stały	7,9 zł/m-c	948,00	948,00	948,00	948,00	948,00
Oplata przejściowa	0,33 zł/m-c	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60
Abonament	4,56 zł/m-c	547,20	547,20	547,20	547,20	547,20
Stawka jakościowa	0,0242 zł/kWh	605,00	0,00	393,25	121,00	0,00
Składnik zmienny sieciowy	0,2643 zł/kWh	6607,50	0,00	4294,88	1321,50	0,00
Oplata kogeneracyjna	0,00496 zł/kWh	124,00	0,00	80,60	24,80	0,00
Oplata mocowa	9,54 zł/m-c	1144,80	1144,80	1144,80	1144,80	0,00
Oplata OZE	0 zł/kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SUMA</b>		<b>10016,10</b>	<b>2679,60</b>	<b>7448,33</b>	<b>4146,90</b>	<b>1534,80</b>
<b>korzyść względem scenariusza "Odbiorca"</b>			<b>-73%</b>	<b>-26%</b>	<b>-59%</b>	<b>-85%</b>

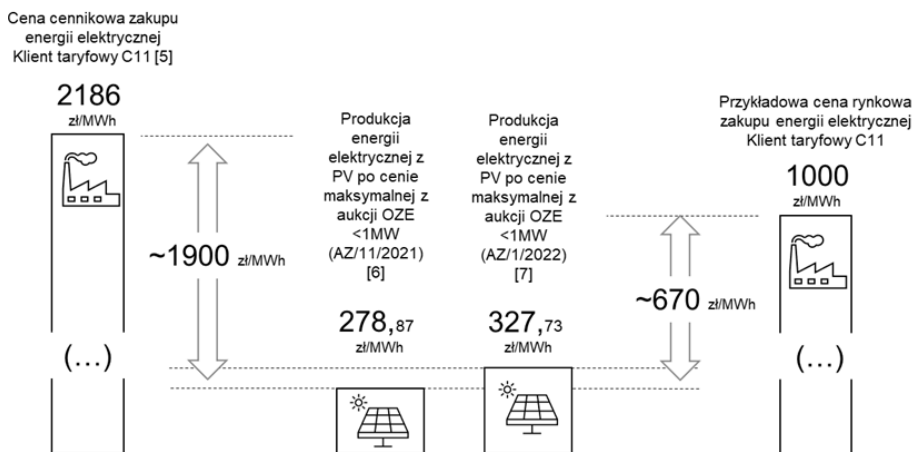
Analiza wyników obliczeń dla reprezentantów grupy taryfowej C11 wskazuje na bardzo istotny potencjał redukcji kosztów. Budowa indywidualnej niezależności energetycznej na poziomie źródeł prosumenckich powoduje, że opłaty dystrybucyjne ponoszone łącznie przez wszystkich odbiorców ulegają obniżeniu aż o 64% z poziomu 39117 zł do 13931 zł. Podkreślić należy, że aktualnie obowiązujący mechanizm wsparcia prosumenta również gwarantuje redukcję tych kosztów, ale jedynie o 29% do poziomu 27793 zł. W modelu tym nie ma ulg dla prosumentów związanych z kosztami dystrybucji, a jedyna korzyść w tym zakresie wynika z unikniętych kosztów dla energii zużywanej w autokonsumpcji. Autokonsumpcja uzależniona jest od charakteru poboru energii i profilu produkcji. Z przeprowadzonych analiz dla różnych, rzeczywistych szeregów czasowych reprezentujących zużycie energii u odbiorców, wskaźnik ten waha się między 20-40%. Szczególnie warto podkreślić wyniki uzyskane dla spółdzielni energetycznej. W tym przypadku korzyść utworzenia takiej społeczności bezpośrednio z odbiorców (64%) daje wynik porównywalny ze scenariuszem utworzenia jej z prosumentów (67%). Można zatem powiedzieć, że istnieje korzyść z połączenia prosumentów opustowych w spółdzielnię, szczególnie jak uwzględnimy możliwość doposażenia jej w fizyczny magazyn energii. Dla scenariusza zakładającego obecność magazynu dającego pełną niezależność energetyczną opłaty dystrybucyjne obniżają się do poziomu 6270 zł, czyli o 84 % względem wariantu bazowego. Warto również wskazać na korzyści dla prosumentów rozliczanych w modelu netbillingowym. Utworzenie i udział w spółdzielni energetycznej, umożliwi im rozliczanie w modelu opustowym, dającym większy katalog korzyści. W tym scenariuszu poziom opłat 27793 zł, może być dodatkowo obniżony do wartości 12741 zł.

Analiza wyników uzyskanych dla odbiorców, prosumentów i spółdzielni energetycznej utworzonej z przedstawicieli grupy taryfowej G11 potwierdza możliwy do uzyskania poziom korzyści. Na poszczególne składowe, wpływ ma poziom zużycia energii, bowiem część opłat ma charakter ryczałtowy (opłata mocowa, opłata przejściowa), a także aspekty techniczne (1, lub 3 fazowy układ zasilania). Bazowy poziom kosztów dystrybucji dla

analizowanych odbiorców z grupy taryfowej G11 wyniósł 10016 zł. Budowa niezależności w modelu prosumenta opustowego powoduje zredukowanie tego kosztu do poziomu 2680 zł, czyli aż o 73%. Rozliczanie prosumenta w modelu netbillingowym nie jest tak korzystne, bowiem generuje oszczędność względem wariantu bazowego na poziomie 2568 zł (o 26%). Warto wskazać, że dla analizowanego przypadku utworzenie spółdzielni energetycznej z indywidualnych prosumentów rozliczanych w modelu opustowym nie generuje dodatkowych korzyści. Wynika to z faktu konieczności zakupu brakujących 20% energii z uwzględnieniem pełnych opłat dystrybucyjnych oraz ryczałtowego charakteru opłaty mocowej dla gospodarstw domowych. Zdecydowana poprawa wyniku jest możliwa, gdy spółdzielnia energetyczna posiada magazyn energii i uzyskuje pełną niezależność energetyczną. Wówczas koszt opłat dystrybucyjnych obniża się do wartości 1535 zł (o 85%).

Drugim bardzo istotnym obszarem, w którym możliwe jest unikanie części kosztów jest zakup energii jako towaru. Zgodnie z enumeratywnym katalogiem wynikającym z ustawy [3], energia elektryczna wytworzona we wszystkich instalacjach odnawialnych źródeł energii spółdzielni energetycznej, a następnie zużyta przez wszystkich odbiorców energii elektrycznej spółdzielni energetycznej, nie podlega certyfikacji ani opodatkowaniu podatkiem akcyzowym. Od ilości tej spółdzielnia energetyczna nie uiszcza na rzecz sprzedawcy opłat z tytułu jej rozliczenia.

Najistotniejszym elementem o dużym potencjalnej redukcji kosztu w obszarze zakupu energii jest jednak możliwość swobodnego kreowania zasad wewnętrznego rozliczania energii. Model funkcjonalny społeczności energetycznej jaką jest spółdzielnia może uwzględniać w zasadzie dowolny kształt i zasady wewnętrznego rozliczania kosztów funkcjonowania spółdzielni, w tym koszty zakupu/sprzedaży energii między odbiorcami a wytwórcami. Na potrzeby analiz przyjęto założenie, zilustrowane na rys.1, w którym przyjęto, że odbiorca taryfowy z grupy C11, przed przystąpieniem do spółdzielni płaci na mocy cennika [5] 2186 zł/MWh.



Rys. 1. Różnice w oferowanych cenach energii elektrycznej przez sprzedawcę i wytwórcę energii

Wytwórca energii elektrycznej przed przystąpieniem do spółdzielni mógł wystartować w aukcji OZE, a po jej pozytywnym rozstrzygnięciu sprzedawać energię po cenach na poziomie 244,77 – 327,73 zł/MWh [7, 8]. W ramach spółdzielni energetycznej istnieje możliwość sprzedaży energii bezpośrednio odbiorcom zrzeszonym w spółdzielni, dzięki czemu możliwe staje się uzyskanie ceny kontraktu

atrakcyjnej dla obu stron transakcji. Efektywny, maksymalny poziom różnicy cen wynosi ok. 1900 zł/MWh, co przy założeniu sprawiedliwego podziału tego efektu między strony transakcji ustala cenę zakupu/sprzedaży energii na poziomie ok. 1277 zł/MWh. W praktyce kontrakcja energii nie odbywa się po cenach cennikowych, które mają charakter cen maksymalnych. W zależności od sytuacji

rynkowej oraz poziomu i charakteru zużycia energii przez odbiorcę oferowana cena detaliczna osiąga istotnie niższe poziomy. Przy założeniu, że rynkowo będzie ona wynosić 1000 zł/MWh, efektywny poziom różnicy cen zostanie zredukowany z 1900 zł/MWh do 672 zł/MWh. Zakładając zatem sprawiedliwy podział tego efektu, wytwórcy energii w spółdzielni energetycznej będą mogli sprzedawać energię odbiorcom po 663 zł/MWh. Obie strony transakcji odnotują symetryczną korzyść i w ramach lokalnej sprzedaży energii w spółdzielni energetycznej uzyskają korzyści większe niż podczas alternatywnej aktywności na poza spółdzielczym rynku energii.

## Wnioski

Tworzenie i funkcjonowanie społeczności energetycznych jakimi są spółdzielnie energetyczne, może być różnie oceniane z perspektywy korzyści i kosztów przez różne grupy uczestników rynku. Szczególnie istotne jest spojrzenie na to zjawisko przez pryzmat odbiorców energii, spółek obrotu i operatorów systemów dystrybucyjnych. Przesył i dystrybucja energii wiążą się z kosztami, które w zależności od modelu wsparcia prosumenta, są pokrywane przez spółki obrotu (model opustowy), lub prosumenta (model netbillingowy). Dodatkowym kosztem leżącym po stronie spółek obrotu jest zarządzanie portfelem energii co dla spółdzielni energetycznej sprowadza się w szczególności do jej bilansowania, tj. alokacji na rynku chwilowych nadwyżek i niedoborów energii. Ustawowo zdefiniowany katalog korzyści dla spółdzielni energetycznej rozliczanej zawsze w modelu opustowym daje wymierne korzyści jedynie jej uczestnikom. Elastyczność funkcjonowania, swoboda kształtowania zasad rozliczeniowych wraz z ustawowo nakreślonym katalogiem korzyści sprawia, że udział w niej daje jej uczestnikom wymierne korzyści zarówno w zakresie możliwości tańszego zakupu energii elektrycznej, jak i unikniętych kosztów dystrybucji. Potwierdzają to wyniki analiz i

symulacji dla przykładowych spółdzielni energetycznych. Korzyść jest odnotowywana zarówno w scenariuszu zrzeczenia się odbiorców w spółdzielnię, jak i zrzeczenia się prosumentów w spółdzielnię. Perspektywa ujęta w artykule jest celowym spojrzeniem na korzyści widziane wyłącznie z perspektywy uczestników spółdzielni (odbiorców, prosumentów, wytwórców). Z uwagi na złożoność problemu, charakterystyka kosztów i korzyści widzianych z perspektywy spółek obrotu stanowi odrębne zagadnienie badawcze.

**Autor:** dr inż. Maciej Soltysik, Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Katedra Elektroenergetyki, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, E-mail: [maciej.soltysik@pcz.pl](mailto:maciej.soltysik@pcz.pl).

## LITERATURA

- [1] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources; (OJ L 328, 21.12.2018); European Union: Brussels, Belgium, 2018.
- [2] Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019—on Common Rules for the Internal Market for Electricity and Amending Directive 2012/27/EU; European Union: Brussels, Belgium, 2019. (OJ L 158, 14.6.2019).
- [3] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 Poz. 478, z późniejszymi zmianami).
- [4] <https://www.tauron-dystrybucja.pl/-/media/offer-documents/dystrybucja/aktualna-taryfa/taryfa-auron-dystrybucja-sa-na-rok-2023.ashx>
- [5] [https://www.tauron.pl/-/media/offer-documents/firma/taryfa-mp/ts-podstawowe/2022-04-01\\_ts\\_msp\\_prad\\_taryfaabcor\\_www\\_k.ashx](https://www.tauron.pl/-/media/offer-documents/firma/taryfa-mp/ts-podstawowe/2022-04-01_ts_msp_prad_taryfaabcor_www_k.ashx)
- [6] <https://www.ure.gov.pl/pl/oze/aukcje-oze/ogloszenia-i-wyniki-auk/9978,Informacja-nr-712021.html>
- [7] <https://www.ure.gov.pl/pl/oze/aukcje-oze/ogloszenia-i-wyniki-auk/10732,Informacja-nr-552022.html>
- [8] <https://www.ure.gov.pl/pl/oze/aukcje-oze/ogloszenia-i-wyniki-auk/10632,Ogloszenie-aukcja-zwykla-na-sprzedaz-energii-elektrycznej-z-odnawialnych-zrodel.html>