

# Spółdzielnia energetyczna w klastrze energii – studium przypadku

**Abstrakt:** W systemie elektroenergetycznym energia wprowadzona do sieci musi być jednocześnie z niego odebrana, czyli system musi być zbilansowany. Ponieważ system ten został zbudowany hierarchicznie i energia produkowana w elektrowniach systemowych jest przesyłana do odbiorców poprzez system przesyłowy i dystrybucyjny, operator systemu elektroenergetycznego prowadzi bilansowanie centralne. System ulega przekształceniom. Wraz z rozwojem energetyki odnawialnej, przyłączanej do sieci dystrybucyjnej, zmieniają się kierunki przepływu energii i coraz częściej płynie ona z sieci dystrybucyjnych w kierunku sieci przesyłowych. Jednym z rozwiązań tych problemów mogą być obszary bilansowania zarządzane przez lokalne społeczności energetyczne, takie jak klastry czy spółdzielnie energetyczne. Stwarzałyby to nowe możliwości w zakresie efektywnego wykorzystania energii blisko miejsca jej wytworzenia. Lokalny obszar bilansowania może zachowywać się jak aktywny odbiorca i pobierać energię, gdy dostaje odpowiedni sygnał cenowy. Może również zmniejszać pobór energii lub wręcz dostarczać ją do systemu elektroenergetycznego – wówczas zachowuje się jak wirtualna elektrownia. Właściwy dobór członków spółdzielni, zapewniający wysoki poziom bieżącego zbilansowania wytwarzania i poboru energii, może przynieść jej uczestnikom wymierne korzyści. W badanym przypadku cena rozliczeń wewnętrznych w przedziale między 340 a 620 zł satysfakcjonuje wszystkich członków. Jeśli zbilansowanie będzie pełne, to rolą sieci dystrybucyjnej będzie jedynie zapewnianie ciągłości dostaw energii i zabezpieczanie wewnętrznej gospodarki energetycznej.

**Słowa kluczowe:** bilansowanie lokalne, spółdzielnia energetyczna

## Lokalne obszary bilansowania zarządzane przez społeczności energetyczne

Funkcjonujący obecnie system elektroenergetyczny został zaplanowany i zbudowany przy założeniu, że energia jest przesyłana jednokierunkowo – od dużych elektrowni systemowych, przez system przesyłowy i sieć dystrybucyjną, do odbiorcy końcowego. Taki układ gwarantował do tej pory bezpieczeństwo w zakresie dostaw energii, przy racjonalnych kosztach jej wytworzenia. Nie jest jednak optymalny w kontekście zmian związanych z rozwojem generacji rozproszonej

oraz z koniecznością poszukiwania sposobów na poprawę efektywności wykorzystywania energii.

Sektor elektroenergetyki w Unii Europejskiej już respektuje zasadę zrównoważonego rozwoju, rozumianą jako powszechne wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii oraz wspieranie wzrostu efektywności w użytkowaniu energii. Wiążą się z tym zmiany w strukturze generacji, w tym szerokie wykorzystanie rozproszonych źródeł energii oraz planowany rozwój kilkunastu tysięcy megawatów generacji wiatrowej na morzu oraz generacji ze źródeł fotowoltaicznych przyłączonych do sieci niskich, średnich i wysokich napięć. Spodziewane skutki tych zmian to:

- wzrost znaczenia sieci dostosowanych do przyłączenia dużych scentralizowanych generacji odnawialnych,
- powstanie małych lokalnych klastrów sieciowych zapewniających usługi systemowe obejmujące zdecentralizowaną generację lokalną, magazyny energii oraz aktywnych odbiorców,
- dwukierunkowy przepływ informacji i mocy elektrycznej,
- konieczność dynamicznego zarządzania zarówno generacją, jak i obciążeniem.

Sieć elektroenergetyczna musi w sposób „inteligentny” pobudzić i zintegrować działania wytwórców, odbiorców czy innych podmiotów funkcjonujących na rynku energii, tak aby zapewnić niezawodne, ekonomicznie uzasadnione i zrównoważone dostawy energii elektrycznej.

Jednym z kierunków poszukiwania rozwiązań jest przebudowa modelu funkcjonowania sieci

elektroenergetycznych i tworzenie lokalnych systemów funkcjonujących jako wydzielone obszary bilansowania. Podstawą budowy takich obszarów jest rozwój technologii związanych z siecią inteligentną i magazynowaniem energii oraz systemów zarządzania energią, w tym rozliczeń między uczestnikami lokalnego bilansowania w społeczności energetycznej, takiej jak klastr energii czy spółdzielnia energetyczna. Dzięki temu możliwe będzie zwiększenie niezawodności dostaw energii oraz poprawa bezpieczeństwa funkcjonowania sieci dystrybucyjnych i przesyłowych.

W obecnych rozwiązaniach wystąpienie nadmiernego zapotrzebowania na energię w szczycie lub nadmiernej generacji ze źródeł odnawialnych w warunkach minimalnego zapotrzebowania na nią może wymusić odpowiednio wyłączenie odbiorców lub ograniczenie generacji ze źródeł odnawialnych. Są to działania niepożądane i akceptowalne jedynie w warunkach bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa pracy systemu. Warto zatem poszukiwać nowych rozwiązań zwiększających elastyczność systemu i ograniczających częstość i skalę występowania zagrożeń tego typu. Elastyczność systemu jest tu rozumiana jako możliwość zachowania bezpieczeństwa pracy sieci, w tym zachowania ciągłości pracy sieci i parametrów jakościowych dostarczanej energii, zarówno przy trudnej do przewidzenia generacji, jak i przy szybko zmieniającym się poborze mocy przez odbiorców.

Jednym z rozwiązań tych problemów może być zastosowanie obszarów bilansowania zarządzanych przez lokalne społeczności energetyczne, takie jak klastry czy spółdzielnie energetyczne. Stwarzałyby to nowe możliwości w zakresie wytwarzania i zarządzania popytem oraz magazynowania energii, oparte na rozwiązaniach technicznych z obszaru sieci inteligentnych, które mogą zapewnić niezbędny poziom monitorowania i sterowalności wybranego obszaru sieci.

Wdrożenie modelu bilansowania lokalnego, zarządzanego przez klastry energii czy spółdzielnie energetyczne, wymaga wprowadzenia nowych

rozwiązań technicznych z obszaru sieci inteligentnych, głównie w celu poprawy monitorowania sieci średniego i niskiego napięcia. Jednym z tych sposobów jest zastosowanie inteligentnego opomiarowania. Licznik inteligentny, rozumiany jako zespół urządzeń służących do pomiaru energii elektrycznej oraz do przekazywania informacji pomiarowych za pomocą systemu teleinformatycznego, może stać się ważnym elementem sieci, dzięki któremu możliwe będą działania związane z bilansowaniem danego obszaru. Lokalny obszar bilansowania może zachowywać się jak aktywny odbiorca i pobierać energię, gdy dostanie odpowiedni sygnał cenowy. Może również zmniejszać pobór energii lub wręcz dostarczać ją do systemu elektroenergetycznego – wówczas zachowuje się jak wirtualna elektrownia.

## Spółdzielnia energetyczna w klastrze energii

Klastr energii, zgodnie z definicją zawartą w Ustawie z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478 z późn. zm.), jest to cywilnoprawne porozumienie, w skład którego mogą wchodzić osoby fizyczne, osoby prawne, podmioty, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1, 2 i 4–8 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.), lub jednostki samorządu terytorialnego. Porozumienie to dotyczy wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z odnawialnych źródeł energii lub z innych źródeł lub paliw, w ramach sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV, na obszarze działania tego klastra nieprzekraczającym granic jednego powiatu w rozumieniu Ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym (Dz.U. 1998 nr 91 poz. 578) lub pięciu gmin w rozumieniu Ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U. 1998 nr 162 poz. 1126). Klastr, nie mając osobowości prawnej, nie może skorzystać z przywilejów, jakie daje ustawa, ale jego członkowie mogą. Klastr energii jest reprezentowany

przez koordynatora, którym może być powołana w tym celu spółdzielnia, stowarzyszenie, fundacja lub wskazany w porozumieniu cywilnoprawnym dowolny członek klastra energii. Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie Ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2019 poz. 1524), doprecyzowała i znacznie rozszerzyła zasady organizacji i funkcjonowania spółdzielni energetycznych. Przepis wspiera rozwój społeczeństwa obywatelskiego poprzez współdziałanie mieszkańców, przedsiębiorców i samorządu lokalnego na rzecz zapewnienia w jak największym stopniu samowystarczalności energetycznej tej wspólnoty.

## Zasady działania spółdzielni energetycznej

Spółdzielnia energetyczna to spółdzielnia w rozumieniu Ustawy z dnia 16 września 1982 r. Prawo spółdzielcze (Dz.U. 1982 nr 30 poz. 210) lub Ustawy z dnia 4 października 2018 r. o spółdzielniach rolników (Dz.U. 2018 poz. 2073). Przedmiotem jej działalności jest wytwarzanie energii elektrycznej lub biogazu, lub ciepła, w instalacjach odnawialnego źródła energii i równoważenie zapotrzebowania na energię elektryczną lub biogaz, lub ciepło, wyłącznie na potrzeby własne spółdzielni energetycznej i jej członków. Członkowie spółdzielni przyłączeni są do zdefiniowanej obszarowo sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub sieci dystrybucyjnej gazowej, lub sieci ciepłowniczej.

Spółdzielnia energetyczna działa na obszarze jednego operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego lub sieci dystrybucyjnej gazowej lub ciepłowniczej, zaopatrujących w energię elektryczną, biogaz lub ciepło wytwórców i odbiorców będących członkami tej spółdzielni, których instalacje są przyłączone do sieci danego operatora lub do danej sieci ciepłowniczej. Wytwórców energii w ramach spółdzielni może być kilku. Instalacje wytwórcze mogą być własnością spółdzielni lub poszczególnych jej

członków. Spółdzielnie mogą działać na terenie gminy wiejskiej i miejsko-wiejskiej lub trzech takich gmin bezpośrednio ze sobą sąsiadujących.

Oprócz wyżej wspomnianych warunków spółdzielnia musi spełniać jeszcze następujące kryteria:

- liczba członków mniejsza niż 1000,
- umożliwianie wszystkim członkom spółdzielni w ciągu roku pokrycia nie mniejszego niż 70% ich zapotrzebowania na dany rodzaj energii,
- moc zainstalowana elektryczna nie wyższa niż 10 MW, a w przypadku energii ciepła nie wyższa niż 30 MW, w przypadku produkcji biogazu 40 mln m<sup>3</sup>/rok.

Rejestr spółdzielni energetycznych prowadzi Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa. Spółdzielnia może podjąć działalność po uzyskaniu wpisu do stosownego rejestru.

Sprzedawca zobowiązany, którym jest wyznaczony przez Urząd Regulacji Energetyki na danym terenie koncesjonowany sprzedawca danego rodzaju energii, dokonuje ze spółdzielnią energetyczną rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej w stosunku do ilości energii elektrycznej pobranej z tej sieci w celu jej zużycia na potrzeby własne przez spółdzielnię energetyczną i jej członków w stosunku ilościowym 1 do 0,6.

Rozliczenie to dotyczy energii elektrycznej wprowadzonej do sieci i pobranej z sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej przez wszystkich wytwórców i odbiorców energii elektrycznej będących w spółdzielni energetycznej. Dla sprzedawcy energii spółdzielnia energetyczna będzie w zakresie rozliczeń jednym zbiorowym odbiorcą końcowym. Rozliczeń tych dokonuje się na podstawie wskazań urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych przyłączonych do sieci dystrybucyjnej, które udostępnia operator sieci dystrybucyjnej.

Niewykorzystana energia pozostaje do odebrania w następnym okresie rozliczeniowym, ale okres ten nie może być dłuższy niż 12 miesięcy od ostatniego dnia miesiąca, w którym taka nadwyżka powstała.

Od ilości energii elektrycznej rozliczonej w sposób, jak wyżej, spółdzielnia energetyczna nie uiszcza:

- opłaty z tytułu rozliczeń energii,
- opłaty dystrybucyjnej,
- kosztów tzw. bilansowania handlowego.

Koszty te pokrywa sprzedawca zobowiązany, w ramach wartości pozostającej do jego dyspozycji energii (40% energii wprowadzonej do sieci dystrybucyjnej).

Spółdzielnia energetyczna nie uiszcza również:

- opłaty OZE,
- opłaty „mocowej”,
- opłaty kogeneracyjnej.

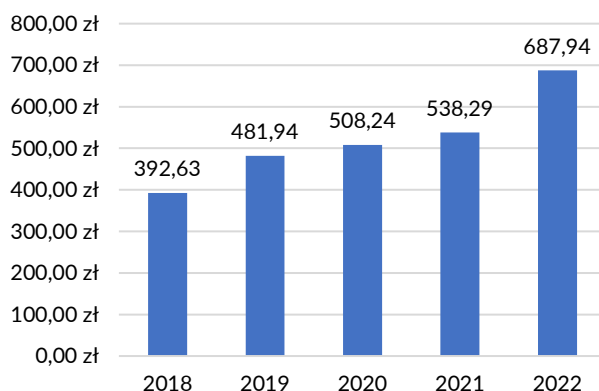
Nie stosuje się obowiązku umarzania określonych świadectw pochodzenia energii.

Na potrzeby wewnętrznych rozliczeń między członkami spółdzielni sprzedawca zobowiązany lub sprzedawca, z którym spółdzielnia energetyczna zawarła umowę na bilansowanie handlowe, podaje ilości energii wprowadzonej do sieci i pobranej z niej przez poszczególnych członków spółdzielni. Spółdzielnia rozlicza członków spółdzielni z energii wyprodukowanej przez wytwórców i pobranej przez odbiorców, zgodnie z wewnątrz przyjętymi zasadami.

## Rozliczanie spółdzielni energetycznej – studium przypadku

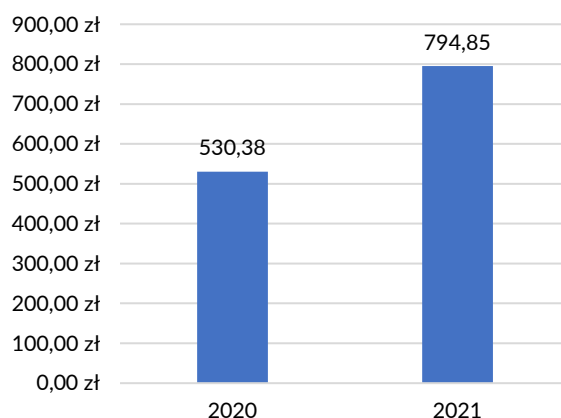
Szybko rosnące koszty dostaw energii do odbiorców, a przede wszystkim lepsze wyedukowanie i rosnąca świadomość użytkowników systemu elektroenergetycznego w zakresie możliwości wykorzystania energii wytwarzanej blisko miejsca poboru, zdecydowały o powstaniu lokalnej społeczności energetycznej. W ramach wcześniej powołanego klastra energii powstała spółdzielnia energetyczna. Zmiany kosztów dostaw energii, zliczonych z otrzymanych faktur (dla roku 2020 z otrzymanych ofert) dla odbiorcy zasilanego z sieci średniego napięcia przedstawia Rys. 1 (firma A), a dla odbiorcy zasilanego z sieci niskiego napięcia – Rys. 2 (firma B).

Średni koszt dostaw energii netto w czerwcu [zł/miesiąc] firma A



Rys. 1. Średni koszt dostaw energii w czerwcu w latach 2018–2022 do firmy A (dane za 2022 r. opracowano na podstawie zawartej umowy)

Średni koszt dostaw energii netto w czerwcu [zł/miesiąc] firma B



Rys. 2. Średni koszt dostaw energii w czerwcu w latach 2020 oraz 2021 do firmy B

W skład spółdzielni wchodzili:

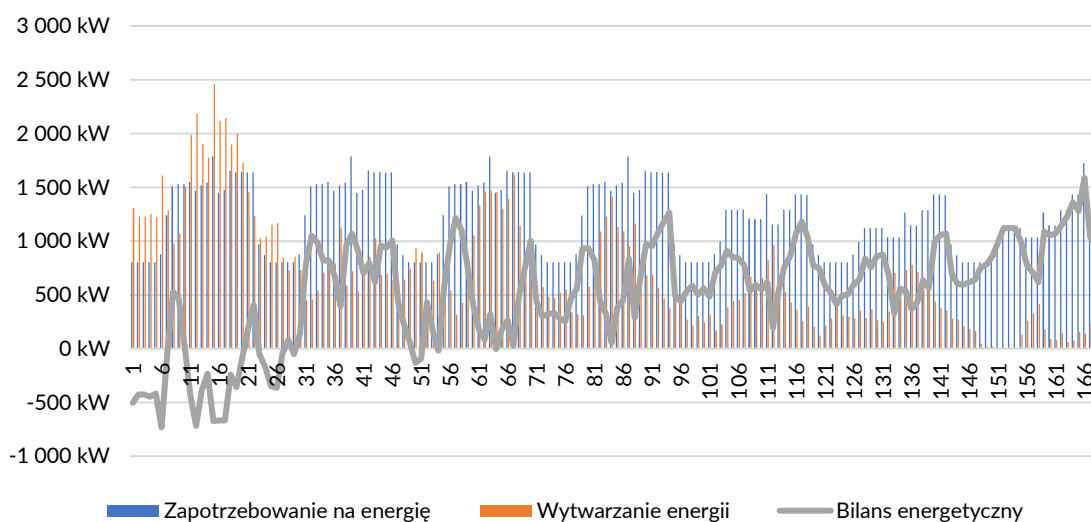
- wytwórcy:
  - siłownie wiatrowe: 3 × 800 kW,
  - farmy PV: 2 × 1000 kW,
  - źródła prosumenckie: 50 kW;
- odbiorcy:
  - małe zakłady przemysłowe zasilane z sieci 15 kV o łącznej mocy umownej 1500 kW,
  - zakłady rzemieślnicze, szkoła, przedszkole, ośrodek zdrowia, gospodarstwa domowe zasilane z sieci niskiego napięcia o łącznej mocy 200 kW.

Przeprowadzono bilans wytwarzania i poboru energii elektrycznej spółdzielni energetycznej dla każdej godziny w roku. Wykres wytwarzania energii i zapotrzebowania na nią przedstawiono na poniższych rysunkach. Wykres na Rys. 3 przedstawia bilans spółdzielni w wybranym tygodniu w zimie. Natomiast wykres na Rys. 4 przedstawia bilans spółdzielni w wybranym tygodniu letnim. W okresie zimowym w niektórych godzinach wytwarzanie energii było wyższe od jej poboru, co było spowodowane większym wywarzaniem w siłowniach wiatrowych. Latem również zaobserwowano

większe wytwarzanie niż pobór energii w niektórych godzinach, co z kolei było spowodowane większym wytwarzaniem w źródłach fotowoltaicznych.

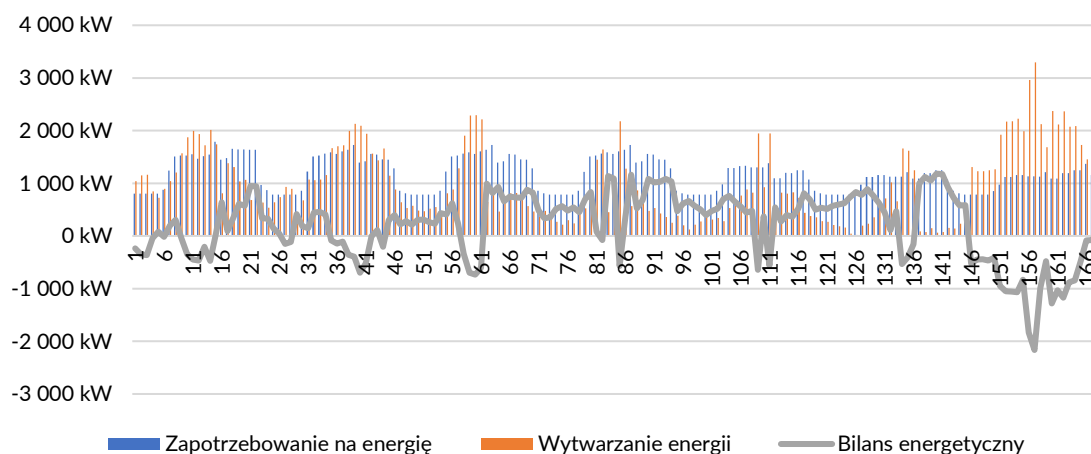
W skali rocznej bilans był zrównoważony. Pobór energii elektrycznej przez członków spółdzielni wynosił 10 400 MWh, za który zapłacili oni łącznie 6 448 000 zł. Daje to średni koszt dostawy na poziomie 620 zł/MWh. Wytwórcy wyprodukowali i sprzedali 9880 MWh, za co otrzymali łącznie 2 252 640 zł. Daje to średni przychód 228 zł/MWh. Powyższe wyliczenia przedstawia Tab. 1.

Godzinowy bilans spółdzielni energetycznej tydzień zimowy



Rys. 3. Bilans spółdzielni energetycznej zimą

Godzinowy bilans spółdzielni energetycznej tydzień letni



Rys. 4. Bilans spółdzielni energetycznej latem

Tab. 1. Bilans energii oraz kosztów i przychodów podmiotów przed przystąpieniem do spółdzielni energetycznej w roku kalendarzowym

Rodzaj energii	Ilość energii [MWh]	Cena energii [zł/MWh]	Wartość energii [zł]
Energia pobrana przez odbiorców	10 400	620	6 448 000
Energia wyprodukowana przez wytwórców	9 880	228	2 252 640

Po przystąpieniu odbiorców i wytwórców do spółdzielni do sieci została wprowadzona energia niezbilansowana w ilości 1029 MWh, z czego spółdzielnia mogła odebrać 60%, tj. 617 MWh. 412 MWh pozostało u sprzedawcy zobowiązanego, z którym spółdzielnia podpisała umowę o bilansowaniu. Sprzedawca zobowiązany ze sprzedaży tej energii pokryje koszty usług dystrybucyjnych operatorowi systemu dystrybucyjnego, do którego sieci przyłączeni są członkowie spółdzielni. Za pozostałą pobraną energię członkowie spółdzielni będą musieli zapłacić zgodnie z warunkami sprzedaży energii i świadczenia usług dystrybucyjnych. Koszt ten dla wszystkich członków spółdzielni wyniósł 577 840 zł. Po doliczeniu kosztów własnych spółdzielni, które wynoszą 612 000 zł, koszt dostawy energii średnio na członka spółdzielni wyniósł 340 zł. Bilans kosztów i przychodów spółdzielni energetycznej przedstawia Tab. 2.

Tab. 2. Bilans energii oraz kosztów i przychodów spółdzielni energetycznej w roku kalendarzowym

Rodzaj energii	Ilość energii [MWh]	Cena energii [zł/MWh]	Wartość energii [zł]
Energia wyprodukowana przez wytwórców	9 880	228	2 252 640
Energia wprowadzona do sieci (niezbalansowana)	1 029	228	234 612
Energia odebrana z sieci przez spółdzielnię (60%)	617	228	140 676
Energia pozostawiona u sprzedawcy (40%)	412	228	93 936
Energia niezbilansowana, która została pobrana przez członków spółdzielni	932	620	577 840
Energia pobrana przez członków spółdzielni	10 400	<b>281</b>	2 924 416

Ponieważ prowadzenie spółdzielni będzie się wiązało z poniesieniem dodatkowych kosztów (w tym cena infrastruktury informatycznej, koszty administracyjne itp.), które oszacowano na kwotę 612 000 zł rocznie, cena dostawy energii do odbiorców będzie nie niższa niż 340 zł/MWh.

## Wnioski

Korzyści z bilansowania lokalnego to:

- korzyści dla środowiska:
  - mniejsze straty energii podczas jej przesyłania i transformowania,
  - możliwość większej produkcji energii ze źródeł odnawialnych,
  - możliwość przyłączenia większej ilości źródeł odnawialnych;
- korzyści dla systemu elektroenergetycznego:
  - stabilizacja przepływów energii i warunków napięciowych w sieci,
  - mniejsza konieczność rozbudowy sieci,
  - niższe koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego;
- korzyści dla użytkowników systemu elektroenergetycznego:
  - zwiększone bezpieczeństwo dostaw energii (lepsza jakość dostaw energii),
  - niższe koszty dostaw energii,
  - możliwość uczestnictwa w zarządzaniu energią.

Z badanego przypadku można wyprowadzić następujące wnioski.

- Spółdzielnia tak dobrała członków, aby zapewnić maksymalne zbilansowanie w każdej godzinie. Właściwy dobór członków spółdzielni, zapewniający wysoki poziom bieżącego zbilansowania wytwarzania i poboru energii, może im przynieść wymierne korzyści. W badanym przypadku cena rozliczeń wewnętrznych zamykająca się w przedziale 340–620 zł satysfakcjonuje wszystkich członków.

- Im bardziej uda się zbilansować w danym momencie ilość wytwarzanej energii z jej odbiorem, tym większe będą efekty ekonomiczne. Lepsze zbilansowanie można zapewnić poprzez lepsze zarządzanie energią (tj. popytem i produkcją), a także poprzez zastosowanie magazynu energii.
- Jeśli zbilansowanie będzie pełne, to sieć dystrybucyjna będzie tylko zapewniać ciągłość dostaw energii i zabezpieczać wewnętrzną gospodarkę energetyczną.

---

### **An energy cooperative in an energy cluster – case study**

**Abstract:** In the power system, the energy fed into the grid must be simultaneously withdrawn from it, i.e. the system must be balanced. As this system has been built hierarchically and the energy produced in system power plants is sent to consumers through the transmission and distribution system, the power system operator conducts central balancing. The system is changing. Along with the

development of renewable energy connected to the distribution network, the directions of energy flow change and it flows more and more often from distribution networks towards transmission networks. One of the solutions to these problems may be balancing areas managed by local energy communities such as clusters or energy cooperatives. This would create new possibilities for the efficient use of energy close to the place of its generation. The local balancing area can behave like an active consumer and take power when it gets the appropriate price signal. It can also reduce energy consumption or even supply it to the power system – then it behaves like a virtual power plant. Proper selection of cooperative members, ensuring a high level of current balancing of energy production and consumption, can bring them tangible benefits. In the case study examination, the price of internal settlements in the range between PLN 340 and PLN 620 satisfies all members. If the balance is complete, the role of the distribution grid will be only to ensure the continuity of energy supply and the internal energy management.

**Keywords:** local balancing, energy cooperative

---

**Mieczysław Wrocławski**

Polskie Stowarzyszenie  
Magazynowania Energii  
Wiceprezes Zarządu



## Energetyka Rozproszona

Czasopismo redagowane przez zespół projektu Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER) ([www.er.agh.edu.pl](http://www.er.agh.edu.pl)) w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG.



**KlastER**

Redaktor naczelny:  
Sławomir Kopec

Sekretarz redakcji:  
Katarzyna Faryj

Członkowie redakcji:  
Zbigniew Hanzelka  
Andrzej Kaźmierski  
Marek Kisiel-Dorohinicki  
Ryszard Sroka  
Wojciech Suwała  
Tomasz Szmuc  
Karol Wawrzyniak

Redaktor prowadząca  
i korekta językowa:  
Malwina Mus-Frosik

Skład:  
MUNDA Maciej Torz

Projekt okładki i layoutu:  
Tomasz Budzyń

Strona internetowa:  
Sebastian Medoń  
Jakub Mirek

Wydawca:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Kontakt:

Energetyka Rozproszona  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie  
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
tel. 12 888 55 29  
e-mail: [klaster\\_er@agh.edu.pl](mailto:klaster_er@agh.edu.pl)  
[www.er.agh.edu.pl](http://www.er.agh.edu.pl)  
[www.energetyka-rozproszona.pl](http://www.energetyka-rozproszona.pl)  
ISSN 2720-0973  
<https://doi.org/10.7494/er>

© Wydawnictwa AGH, Kraków 2022  
Creative Commons CC-BY 4.0



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii



Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju