
Elektrownia Wirtualna

Koncepcja funkcjonowania sieci dystrybucyjnych w lokalnych obszarach bilansowania, zarządzanych przez społeczności energetyczne, opartych na wirtualnych elektrowniach (VPP - ang. Virtual Power Plant)

1. Wstęp

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. Rozwiązanie to gwarantowało do tej pory bezpieczeństwo w zakresie dostaw energii, przy racjonalnych kosztach wytworzenia i dostawy dużej ilości energii. Nie jest jednak optymalne w kontekście nadchodzących zmian związanych z rozwojem generacji rozproszonej oraz z koniecznością poszukiwania rozwiązań w kierunku poprawy efektywności w sposobie 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 kilkudziesięciu tysięcy megawatów generacji wiatrowej na morzu. Spodziewane skutki tych zmian to:

- wzrost znaczenia sieci dostosowanych dla 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 w przyszłości będzie musiała w sposób „inteligentny” pobudzić i zintegrować działania oraz zachowania wytwórców, odbiorców czy innych podmiotów funkcjonujących na rynku energii tak, aby zapewnić niezawodne, ekonomicznie uzasadnione i zrównoważone dostawy energii elektrycznej.



2. Kontekst ogólny

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

Wdrożenie koncepcji lokalnych obszarów bilansowania na poziomie sieci dystrybucyjnej wymaga zmiany zadań i roli przypisanych do Operatorów Sieci Dystrybucyjnej (OSD) i zasad ich współpracy z Operatorem Sieci Przesyłowej (OSP). Powinien powstać nowy model

świadczenia usług na rzecz systemu, w którym inaczej zostanie zdefiniowana rola OSD oraz aktywnych podmiotów (wytwórcy, agregatorzy, firmy typu ESCO, aktywni odbiorcy będący jednocześnie wytwórcami energii) mogących świadczyć różnego rodzaju usługi, a OSD będzie odpowiedzialny za przygotowanie i utrzymanie infrastruktury, która będzie konieczna do realizowania takiego typu usług.

Dodatkowo niezbędne jest opracowanie i wdrożenie nowych rozwiązań technicznych, w szczególności w zakresie integracji systemów zarządzających usługami systemowymi na poziomie sieci przesyłowych i dystrybucyjnych i wirtualnych elektrowni. . Pojawi się także konieczność wdrożenia nowych rozwiązań w obszarze regulacji napięć i jakości energii. Innowacyjny charakter przedsięwzięcia będzie wymagał mechanizmów wsparcia oraz zmian w obowiązujących obecnie przepisach prawnych.

3. Ograniczenia obecnego modelu funkcjonowania sieci elektroenergetycznych

Ograniczenia związane z obecnym modelem funkcjonowania sieci elektroenergetycznych w kontekście prognozowanego rozwoju generacji rozproszonej, wynikają zarówno z barier technicznych, jak i z problemów w planowaniu pracy i prowadzeniu ruchu systemu w warunkach zmiany struktury wytwarzania. Niedostosowanie sieci dystrybucyjnej do przyszłych funkcji jest spowodowane między innymi tym, że:

- obecna sieć jest zbudowana jako sieć pasywna dostosowana do przepływu mocy „z góry na dół”. W przyszłości przepływy mocy będą zmienne, co spowoduje różną od obecnej zmienność obciążeń linii, zmianę profili napięciowych, a także stworzy trudności w utrzymaniu i monitorowaniu jakości energii. Ograniczenie negatywnych skutków tych zmian jest zadaniem sieci inteligentnej;
- obecnie istnieje jeden scentralizowany system bilansowania, za który odpowiada Operator Systemu Przesyłowego (OSP), który wykorzystuje w tym celu jedynie źródła generacyjne. Ten model będzie ulegał zmianie wraz z rozwojem źródeł rozproszonych i wzrostem znaczenia aktywnej roli odbiorców. Operator Systemu Dystrybucyjnego (OSD) będzie musiał w coraz większym stopniu angażować się w bilansowanie systemu z wykorzystaniem systemów zarządzania energią w lokalnych społecznościach energetycznych;

- obecnie świadczenie usług systemowych to domena OSP. Usługi te są głównie związane z wykorzystaniem możliwości, jakie daje generacja przyłączona do systemu przesyłowego. Po stronie systemu dystrybucyjnego pojawiła się znacząca generacja (ponad 40% mocy wytwórczych przyłączonych jest do systemu dystrybucyjnego), zaistnieje tam potrzeba świadczenia usług systemowych, choć o innym charakterze niż te świadczone obecnie na poziomie całego systemu elektroenergetycznego. Pojawia się również nowa usługa w zakresie zarządzania popytem, która w warstwie technicznej będzie w pewnym zakresie zadaniem OSD integrującym również lokalne obszary bilansowania.
- elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa została zbudowana w celu zabezpieczenia sieci, w której przepływ energii jest jednokierunkowy (poza sieciami 110 kV). Automatyka zabezpieczeniowa stosowana w sieciach dystrybucyjnych, poza nielicznymi wyjątkami, nie posiada także zdolności synchronizacji obszarów sieci. Automatyka ta będzie musiała uwzględniać pracę sieci z zakładanymi ograniczeniami wymiany energii między siecią OSD a lokalnymi obszarami bilansowania, jak również możliwości synchronizacji tych obszarów, tak jak elektrowni rzeczywistych.

W obecnych rozwiązaniach, wystąpienie nadmiernego zapotrzebowania w szczycie lub nadmiernej generacji ze źródeł odnawialnych (głównie wiatrowych) w warunkach minimalnego zapotrzebowania 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 rozumianą jako możliwość zachowania bezpieczeństwa pracy sieci, w tym zachowania ciągłości pracy sieci i parametrów jakościowych dostarczanej energii przy szybko zmieniającej się generacji jak i poborze mocy przez odbiorców.

Jednym z rozwiązań tych problemów mogą być lokalne obszary bilansowania, pełniące role wirtualnych elektrowni (VPP) obejmujące nowe możliwości w zakresie zarządzania popytem i magazynowania energii, oparte na rozwiązaniach technicznych z obszaru sieci inteligentnych, zapewniających niezbędny poziom obserwowalności i sterowalności wybranego obszaru sieci.

4. Lokalne obszary bilansowania

Lokalny Obszar Bilansowania to wydzielona logicznie część systemu dystrybucyjnego, w którym jest realizowane bieżące równoważenie wytwarzania z zapotrzebowaniem w celu zapewnienia bezpieczeństwa dostaw i poprawy efektywności wykorzystania energii, charakteryzujący się zdolnością do pracy wyspowej i możliwością podjęcia pracy synchronicznej z systemem elektroenergetycznym. Koncepcja lokalnych obszarów bilansowania łączy w sobie nowy rodzaj usług systemowych realizowanych w obszarze sieci dystrybucyjnej, z nowymi rozwiązaniami technicznymi z obszaru wytwarzania, magazynowania i sterowania siecią dystrybucyjną.

Od strony technicznej lokalny obszar bilansowania można określić jako zbiór urządzeń wytwarzających energię elektryczną (w tym z obszaru generacji rozproszonej), urządzeń służących magazynowaniu energii elektrycznej i urządzeń odbiorczych, które są połączone z siecią i urządzeniami sterującymi, umożliwiającymi autonomiczne zarządzanie takim zbiorem. Sieci tego typu mogą obejmować w zakresie źródeł wytwórczych zarówno urządzenia stanowiące odnawialne źródła energii, jak i źródła konwencjonalne.

Należy zauważyć, że obowiązek tworzenia lokalnych obszarów bilansowania już obecnie spoczywa na operatorach systemów dystrybucyjnych. Wynika on z Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego z dnia 4 maja 2007 roku¹, które definiuje, że obowiązek bilansowania systemu dystrybucyjnego polega na bilansowaniu mocy czynnej i biernej z uwzględnieniem warunków technicznych pracy sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej i jej współpracy z siecią przesyłową. Takie ujęcie koncepcji obszarów bilansowania jest jednak zbyt wąskie i nie odpowiada nowym wyzwaniom. Jest to prowadzenie bilansowania w sposób pasywny i bazuje na aktualnych warunkach pracy sieci, ale nie uwzględnia poprawy efektywności funkcjonowania i bezpieczeństwa systemu dystrybucyjnego. Takie pasywne prowadzenie bilansowania zapewnia stabilną pracę systemu w układzie obecnego modelu sieci, ale nie jest właściwe w kontekście wyzwań związanych z rozwojem generacji rozproszonej, a także nie zapewnia bezpieczeństwa dostaw w stanie deficytu energii lub głębokich awarii w krajowym systemie elektroenergetycznym.

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego z dnia 4 maja 2007 roku, §23 (Dz. U. Nr 93, poz. 623)

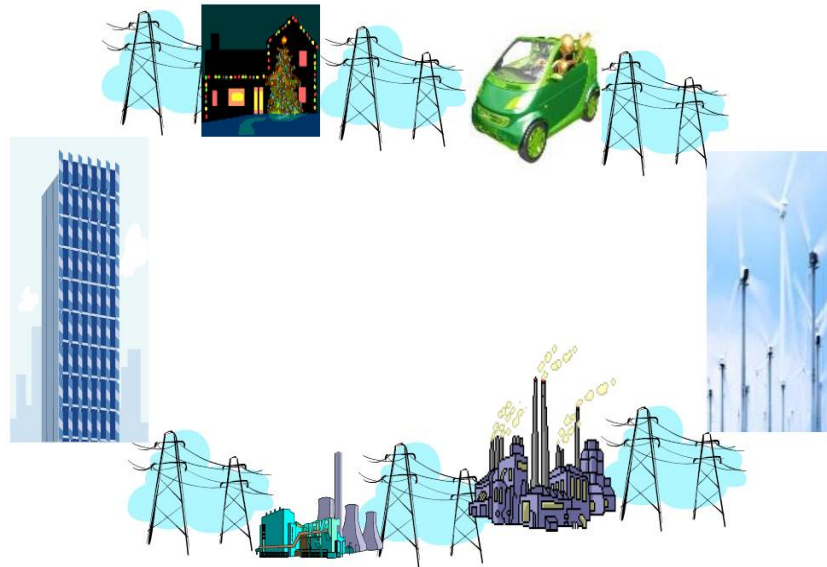
Sieć dystrybucyjna jest bardzo zróżnicowana u każdego z OSD działających w Polsce i trudno byłoby zbudować jeden obszar bilansowania na poziomie poszczególnych przedsiębiorstw sieciowych. Wydaje się, że racjonalne byłoby zdefiniowanie dla poszczególnych OSD kilku utworzonych logicznie, połączonych ze sobą obszarów, w których bilansowanie będzie prowadzone w sposób uwzględniający warunki lokalne. Skoordynowane zarządzanie tymi obszarami stworzy nowe możliwości w zakresie usług systemowych i będzie znaczącym wsparciem dla Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Zadania lokalnych operatorów obszarów bilansowania będą mogły pełnić służby ruchowe OSD a także operatorzy nie przyłączeni do sieci przesyłowej (OSDn). Służby te, które po odpowiednim przedefiniowaniu zadań, będą mogły pełnić funkcję operatorów lokalnych obszarów bilansowania w tym dysponowanie wirtualną elektrownią.

Szczególna rola może przypaść lokalnym obszarom bilansowania w przypadkach zagrożenia bezpieczeństwa pracy systemu oraz w momencie odbudowy systemu po znaczącej awarii. Lokalny obszar bilansowania może być przygotowany do przejścia do pracy wyspowej, jak również do ponownej synchronizacji z siecią, gdy pozwolą na to warunki techniczne. Taki obszar może być wówczas źródłem usługi systemowej dla OSP w zakresie odbudowy KSE.

Wdrożenie modelu bilansowania lokalnego wymaga wdrożenia nowych rozwiązań technicznych z obszaru sieci inteligentnych, głównie w celu poprawy obserwowalności sieci średniego i niskiego napięcia. Jednym z tych rozwiązań jest inteligentne opomiarowanie. 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 i wspierać działania związane z bilansowaniem danego obszaru. 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 i wówczas zachowuje się jak wirtualna elektrownia.

Ważnym elementem działań OSD w prezentowanej koncepcji będą zadania związane z przygotowaniem infrastruktury i funkcjonowaniem tak zwanych elektrowni wirtualnych *VPP* (ang. *Virtual Power Plant*) obejmujących także magazyny energii. Ponadto istotnym aspektem będzie współpraca pomiędzy OSD a agregatorami popytu w celu oddziaływania – w ramach mechanizmów bilansowania lokalnego – na zachowania odbiorców przyłączonych do sieci dystrybucyjnej. VPP to układ wzajemnie powiązanych jednostek wytwórczych generacji

rozproszonej energii odnawialnej, generacji konwencjonalnej, magazynów energii, użytkowników energii, w tym stacji ładowania pojazdów, sieci teleinformatycznych, systemu zarządzania oraz mechanizmów rynkowych. Elektrownia wirtualna stanowi z punktu widzenia reszty SEE, zamkniętą, sterowalną całość (jednostkę), która zaspokaja lokalne potrzeby lub współpracuje z siecią elektroenergetyczną.



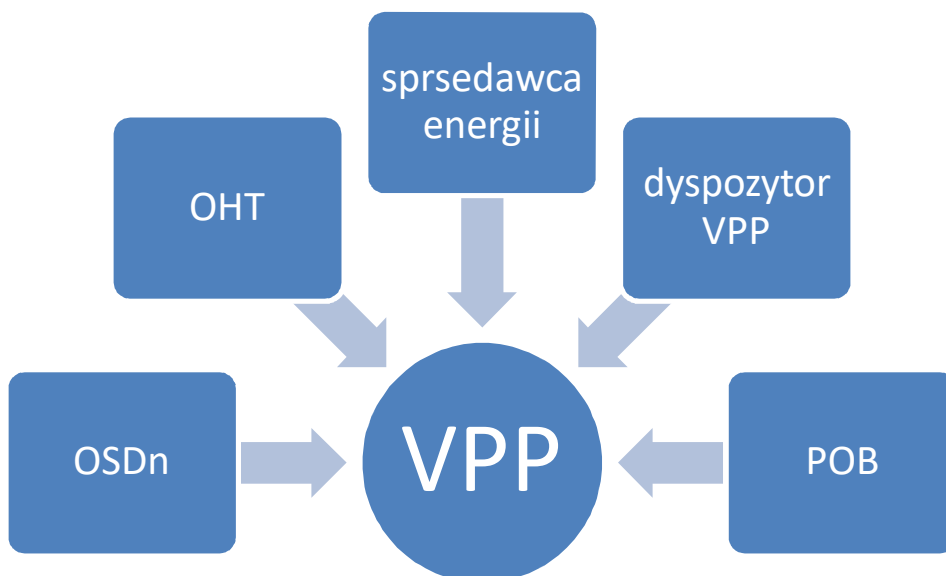
5. Elektrownia wirtualna jako element lokalnego obszaru bilansowania

W prezentowanej koncepcji elektrownia wirtualna to klaster rozproszonych urządzeń wytwórczych, sterowalnych i niesterowalnych odbiorów oraz magazynów energii, zarządzany przez agregatorów w czasie rzeczywistym. Zarządzanie to odbywa się we współpracy z OSD. Taki model zawierać może trudno prognozowalną generację, taką jak wiatrowa, słoneczna oraz w pełni prognozowalną obejmującą elektrociepłownię na biomasę czy biogaz, a także elektrownie wodne. Elementem wirtualnej elektrowni są także układy sterowania odbiorem, których zadaniem jest równoważenie zarządzanej generacji z popytem na energię (przykładem sterowania odbiorem mogą być układy sterowania ładowaniem samochodów elektrycznych).

Sterowanie odbiorami powinno być realizowane za pośrednictwem agregatorów, funkcjonujących w społecznościach energetycznych, grupujących odpowiedź popytu większej grupy odbiorców energii. Tym samym operatorzy lokalnych obszarów bilansowania, w tym VPP, będąc odpowiedzialnym za bilansowanie lokalne, mogą stać się istotnym animatorem

rozwoju rynków lokalnych i podejmowania działań z obszaru zarządzania energią. Niezbędnym elementem jest tu jednak stworzenie odpowiednich zachęt dla odbiorców i wytwórców, w tym prosumentów, w postaci odpowiednio ukształtowanych cen energii, usług dystrybucyjnych, dodatkowych opłat za gotowość do redukcji zapotrzebowania na energię oraz systemów rozliczeń.

Ważnym elementem koncepcji wirtualnej elektrowni są magazyny energii. W związku z coraz większym udziałem w generacji rozproszonej energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych, w których produkcja jest zależna od warunków atmosferycznych, powinno się dążyć do jej akumulowania. Dotyczy to zwłaszcza elektrowni wiatrowych i słonecznych. Zastosowanie magazynów energii jest korzystne z wielu powodów. Przede wszystkim istnienie magazynów umożliwia gromadzenie energii w okresach, kiedy jest jej nadmiar w systemie i wykorzystanie jej w okresie deficytu energii. Poza tym magazyn energii może stanowić źródło rezerwy interwencyjnej w czasie nieplanowanych zmian generacji i/lub obciążenia, a nawet w czasie awarii sieciowej czy systemowej. Dołączone do sieci OSD rozproszone zasobniki, magazynujące energię i współpracujące ze źródłami dołączonymi do sieci średniego i niskiego napięcia, poprawiają bezpieczeństwo dostaw energii do odbiorców.



Operator systemu dystrybucyjnego nie przyłączony do sieci przesyłowej (OSDn) –

Dystrybucję energii można prowadzić tylko na podstawie koncesji na dystrybucję. Każdy podmiot posiadający koncesję na dystrybucję energii musi posiadać operatora systemu dystrybucyjnego. Określa go Prezes Urzędu Regulacji. Jego obowiązki określa Ustawa Prawo energetyczne, art. 9c. ust 3. Operator systemu dystrybucyjnego lub systemu połączonego elektroenergetycznego w zakresie systemów dystrybucyjnych, stosując obiektywne i przejrzyste zasady zapewniające równe traktowanie użytkowników tych systemów oraz uwzględniając wymogi ochrony środowiska, jest odpowiedzialny za:

- 1) prowadzenie ruchu sieciowego w sieci dystrybucyjnej w sposób efektywny, z zachowaniem wymaganej niezawodności dostarczania energii elektrycznej i jakości jej dostarczania oraz we współpracy z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego, w obszarze koordynowanej sieci 110 kV;
- 2) eksploatację, konserwację i remonty sieci dystrybucyjnej w sposób gwarantujący niezawodność funkcjonowania systemu dystrybucyjnego;
- 3) zapewnienie rozbudowy sieci dystrybucyjnej, a tam gdzie ma to zastosowanie, rozbudowy połączeń międzysystemowych w obszarze swego działania;
- 4) współpracę z innymi operatorami systemów elektroenergetycznych lub przedsiębiorstwami energetycznymi w celu zapewnienia spójności działania systemów elektroenergetycznych i skoordynowania ich rozwoju, a także niezawodnego oraz efektywnego funkcjonowania tych systemów;
- 5) dysponowanie mocą jednostek wytwórczych przyłączonych do sieci dystrybucyjnej, z wyłączeniem jednostek wytwórczych o mocy osiągalnej równej 50 MW lub wyższej, przyłączonych do koordynowanej sieci 110 kV;
- 6) bilansowanie systemu, z wyjątkiem równoważenia bieżącego zapotrzebowania na energię elektryczną z dostawami tej energii, oraz zarządzanie ograniczeniami systemowymi;
- 7) zarządzanie przepływami energii elektrycznej w sieci dystrybucyjnej oraz współpracę z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego w zakresie zarządzania przepływami energii elektrycznej w koordynowanej sieci 110 kV;

8) zakup energii elektrycznej w celu pokrywania strat powstałych w sieci dystrybucyjnej podczas dystrybucji energii elektrycznej tą siecią oraz stosowanie przejrzystych i niedyskryminacyjnych procedur rynkowych przy zakupie tej energii;

9) dostarczanie użytkownikom sieci i operatorom innych systemów elektroenergetycznych, z którymi system jest połączony, informacji o warunkach świadczenia usług dystrybucji energii elektrycznej, w tym korzyściach z tytułu udostępnienia instalacji zarządzania popytem oraz zarządzaniu siecią, niezbędnych do uzyskania dostępu do sieci dystrybucyjnej i korzystania z tej sieci;

9a) umożliwienie realizacji umów sprzedaży energii elektrycznej zawartych przez odbiorców przyłączonych do sieci poprzez:

budowę i eksploatację infrastruktury technicznej i informatycznej służącej pozyskiwaniu i transmisji danych pomiarowych oraz zarządzaniu nimi, zapewniającej efektywną współpracę z innymi operatorami i przedsiębiorstwami energetycznymi,

b) pozyskiwanie, przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie, w uzgodnionej pomiędzy uczestnikami rynku energii formie, danych pomiarowych dla energii elektrycznej pobranej przez odbiorców wybranym przez nich sprzedawcom i podmiotom odpowiedzialnym za bilansowanie handlowe oraz operatorowi systemu przesyłowego,

c) opracowywanie, aktualizację i udostępnianie odbiorcom oraz ich sprzedawcom ich standardowych profili zużycia, a także uwzględnianie zasad ich stosowania w instrukcji, o której mowa w art. 9g,

d) udostępnianie danych dotyczących planowanego i rzeczywistego zużycia energii elektrycznej wyznaczonych na podstawie standardowych profili zużycia dla uzgodnionych okresów rozliczeniowych,

e) wdrażanie warunków i trybu zmiany sprzedawcy energii elektrycznej oraz ich uwzględnianie w instrukcji, o której mowa w art. 9g,

f) zamieszczanie na swoich stronach internetowych oraz udostępnianie do publicznego wglądu w swoich siedzibach:

- aktualnej listy sprzedawców energii elektrycznej, z którymi operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego zawarł umowy o świadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej,
- informacji o sprzedawcy z urzędu energii elektrycznej działającym na obszarze działania operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego,
- wzorców umów zawieranych z użytkownikami systemu, w szczególności wzorców umów zawieranych z odbiorcami końcowymi oraz ze sprzedawcami energii elektrycznej;

10) współpracę z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego przy opracowywaniu planów, o których mowa w ust. 2 pkt 13;

11) planowanie rozwoju sieci dystrybucyjnej z uwzględnieniem przedsięwzięć związanych z efektywnością energetyczną, zarządzaniem popytem na energię elektryczną lub rozwojem mocy wytwórczych przyłączanych do sieci dystrybucyjnej;

12) stosowanie się do warunków współpracy z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego w zakresie funkcjonowania koordynowanej sieci 110 kV;

13) opracowywanie normalnego układu pracy sieci dystrybucyjnej w porozumieniu z sąsiednimi operatorami systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych oraz współpracę z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego przy opracowywaniu normalnego układu pracy sieci dla koordynowanej sieci 110 kV;

14) utrzymanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pracy sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej oraz współpracę z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego lub systemu połączonego elektroenergetycznego w utrzymaniu odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pracy koordynowanej sieci 110 kV.

3a. Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, którego sieć dystrybucyjna nie posiada bezpośrednich połączeń z siecią przesyłową, realizuje określone w ustawie obowiązki w zakresie współpracy z operatorem systemu przesyłowego elektroenergetycznego lub systemu połączonego elektroenergetycznego za pośrednictwem operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, z którego siecią jest połączony, który jednocześnie posiada bezpośrednie połączenie z siecią przesyłową.

Sprzedawca energii – prowadzi obrót energią wewnątrz LOB i na zewnątrz. Prowadzi rozliczenia pomiędzy uczestnikami LOB i z podmiotami zewnętrznymi.

Operator handlowo-techniczny (OHT) – prognozuje pracę uczestników LOB.. Agreguje dane pomiarowe. Rozlicza wielkości wymiany energii. Ustala pozycje kontraktowe LOB i przekazuje do POB

Podmiot odpowiedzialny za bilansowanie (POB) – Podmiot, który na podstawie umowy z OSP rozlicza pozycję kontraktową (wartość zadana na osłonie LOB) na Rynku Bilansującym

Dyspozytor VPP – dysponuje mocami uczestników LOB i pilnuje wartości zadanej na osłonie LOB. Dyspozytor działa z wykorzystaniem systemu akwizycji danych minutowych i systemem zwanym strażnikiem mocy.

Przykładowa społeczność energetyczna – LOB - VPP

| społeczność energetyczna - lokalny obszar bilansowania -VPP | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|
| godzina | odbiorca bez możliwości regulacji | odbiorca z możliwością regulacji | stacje ładowania pojazdów | magazyn energii | prosument | elektrownie wiatrowe | elektrownie słoneczne | elektrownie biogazowe | elektrociepłownie | elektrownie konwencjonalne | zadana wartość na osłonie LOB |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 4 | -5 | -5 | -3 | -10 | -6 | -13 |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |