

## Operatorzy systemów dystrybucyjnych a generacja rozproszona w aspekcie bezpieczeństwa elektroenergetycznego

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono newralgiczne obszary funkcjonowania energetyki rozproszonej w sieci elektroenergetycznej należącej do operatora systemu dystrybucyjnego w aspekcie bezpieczeństwa elektroenergetycznego. Przedstawiono m.in.: wymagania w zakresie układów automatyki, telemechaniki i zabezpieczeń dla uruchamianych źródeł generacji rozproszonej, wymagania w technicznych warunkach przyłączenia, współpracę układów zabezpieczeniowych źródeł generacji rozproszonej i sieci elektroenergetycznej, zachowanie obiektów generacji rozproszonej w różnych stanach awaryjnych oraz monitorowanie obiektów generacji rozproszonej.

**Abstract.** In this paper, key areas of operation of distributed power engineering in distribution grid belonging to distribution system operator in aspect of energy security is shown. Requirements in range of arrangement of automatics, telemechanics and protection for started sources of distributed generation, requirements in technical conditions of connection to the grid, cooperation between protection arrangements of sources of distributed generation and power network, operation of objects of distributed generation in different emergency states and monitoring of distributed generation objects are presented. (*Distribution system operators and distributed generation in aspect of energy security*).

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo elektroenergetyczne, system elektroenergetyczny, operator systemu dystrybucyjnego, generacja rozproszona.

**Keywords:** energy security, power system, distribution system operator, distributed generation.

### Wprowadzenie

Bezpieczeństwo elektroenergetyczne kraju jest stanem jego gospodarki umożliwiającym pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na energię elektryczną w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska. W procesie zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego ważną rolę odgrywają m.in. operatorzy systemów dystrybucyjnych oraz segment energetyki rozproszonej.

Operatorzy systemów dystrybucyjnych (w skrócie OSD) są ważnymi podmiotami w zakresie bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju, z racji roli jaką pełnią oraz zadań i obowiązków jakie mają w obszarze bezpieczeństwa pracy własnej sieci dystrybucyjnej. W świetle prawa krajowego są bowiem odpowiedzialni za ruch sieciowy w systemie dystrybucyjnym, bieżące i długookresowe bezpieczeństwo funkcjonowania tego systemu, eksploatację, konserwację, remonty oraz niezbędną rozbudowę sieci dystrybucyjnej, w tym połączeń z innymi systemami elektroenergetycznymi (art.3.[1]).

Segment energetyki rozproszonej ma istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego. W niektórych sytuacjach, szczególnie w stanach szczytowego obciążenia Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (w skrócie KSE) źródła generacji rozproszonej są praktycznie jedynym możliwym ze względów technicznych oraz opłacalnym pod względem ekonomicznym sposobem zapewnienia zasilania w stanach nienormalnych. Lokalne źródła rozproszone włączone w sieci dystrybucyjnej mogą stanowić realną możliwość rezerwowania części odbiorów

zasilanych z tej sieci. Ponadto źródła generacji rozproszonej, oparte np. na silnikach z napędem biogazowym mogą zastąpić w niektórych przypadkach inwestycje sieciowe związane z modernizacją lub rozbudową sieci SN i nn w ramach procesu reelektryfikacji obszarów wiejskich [10].

W sytuacji ciągle zwiększającego się zapotrzebowaniu na energię elektryczną w kraju i jednocześnie występujących silnych ograniczeniach w rozwoju sieci elektroenergetycznej oraz szybko starzejącej się bazie wytwórczej w źródłach systemowych i braku zastępowania tych źródeł nowymi o podobnej skali rola energetyki rozproszonej w KSE będzie stale rosła [12,13].

#### ***Współpraca OSD - właściciele źródeł generacji rozproszonej***

Zapewnienie bezpieczeństwa elektroenergetycznego wymaga intensywnego rozwoju energetyki rozproszonej. Prowadzi to do wielu jakościowych i ilościowych zmian w sieci rozdzielczej. Konieczna jest w związku z tym ścisła współpraca operatorów systemów dystrybucyjnych i właścicieli źródeł generacji rozproszonej oraz realizacja różnorodnych analiz i podejmowanie skoordynowanych działań w tym kierunku. Należy je ukierunkować na uzyskanie lepszej współpracy źródeł rozproszonych z siecią elektroenergetyczną, uwzględnienie wzrostu liczby źródeł rozproszonych w systemie elektroenergetycznym oraz zachowanie obiektów generacji rozproszonej w różnych stanach awaryjnych.

Właściwe funkcjonowanie źródeł generacji rozproszonej w systemie elektroenergetycznym wymaga wypracowania kompromisowych rozwiązań przez OSD i właścicieli źródeł rozproszonych w kilku newralgicznych obszarach [5].

Obejmują one:

- wymagania w zakresie układów automatyki, telemechaniki i zabezpieczeń dla uruchamianych źródeł generacji rozproszonej,
- wymagania w technicznych warunkach przyłączenia związane z koniecznością modernizacji sieci elektroenergetycznej,
- współpracę układów zabezpieczeniowych źródeł generacji rozproszonej i sieci elektroenergetycznej,
- zachowanie obiektów generacji rozproszonej w różnych stanach awaryjnych,
- monitorowanie obiektów generacji rozproszonej.

#### ***Podstawowe wymagania dla źródeł generacji rozproszonej***

Podstawowe wymagania dla źródeł generacji rozproszonej, zawarte w Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (w skrócie IRiESD), obejmują: wymagania techniczne i eksploatacyjne zapewniające bezpieczeństwo funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, wymagania obejmujące dotrzymanie w miejscu przyłączenia parametrów jakościowych energii elektrycznej oraz zapewnienie możliwości dokonywania pomiarów niezbędnych do prowadzenia ruchu sieci i rozliczeń [3,4]. Ponadto mają na celu zabezpieczenie systemu elektroenergetycznego przed uszkodzeniami spowodowanymi niewłaściwą pracą źródeł generacji rozproszonej oraz ich zabezpieczenie przed uszkodzeniami w przypadku awarii sieciowej lub systemowej,

Wymagania techniczne dla źródeł generacji rozproszonej obejmują w zależności od potrzeb wymagania w zakresie:

- układów wzbudzenia,
- układów regulacji napięcia,
- sposobów wykorzystania układów grupowej regulacji napięć jednostek wytwórczych (ARNE),
- systemów elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej,
- urządzeń regulacji pierwotnej,
- czasów rozruchu i minimalnej liczby rozruchów w ciągu roku,

## **VI Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2010**

- ograniczników maksymalnych prądów stojana i wirnika,
- możliwości synchronizacji jednostki wytwórczej z siecią,
- wytwarzanych mocy czynnych i biernych,
- wyposażenia linii blokowych w układy automatyki.

Szczegółowe wymagania techniczne zawarte w IRiESD dla źródeł generacji rozproszonej dotyczą: aparatury łączeniowej, zabezpieczeń i telemechaniki, kompensacji mocy biernej, załączania i synchronizacji jednostek generacji rozproszonej z siecią elektroenergetyczną, warunków związanych z dochowaniem parametrów jakościowych napięcia [3,4].

Ponadto w krajowych instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej przyjęto, że sposób przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci dystrybucyjnej powinien umożliwiać ich odłączenie oraz stworzenie przerwy izolacyjnej w sposób nieograniczony dla OSD. Jednostki wytwórcze o mocy osiągalnej powyżej 150 kVA przyłączane do sieci rozdzielczej powinny być zautomatyzowane i dostosowane do zdalnego sterowania przez operatora systemu dystrybucyjnego. Moc zwarciowa w miejscu przyłączenia do sieci rozdzielczej powinna być przynajmniej 20 razy większa od ich mocy przyłączeniowej. Praca wyspowa jednostek wytwórczych jest możliwa jedynie na wyspę urządzeń tego wytwórcy o ile uwzględniono to w warunkach przyłączenia [3,4].

Postanowienia dotyczące wymagań technicznych dla źródeł generacji rozproszonej mają charakter jednostronny i uwzględniają głównie punkt widzenia operatora systemu dystrybucyjnego. Mają na celu przede wszystkim ochronę samej sieci dystrybucyjnej. Wymusza się instalowanie rozbudowanych systemów zabezpieczeń i telemechaniki nawet dla małych źródeł, co znacznie ogranicza liczbę źródeł generacji rozproszonej w sieci. Ponadto nie dopuszcza się do pracy wyspowej obejmującej elementy sieci dystrybucyjnej, a dąży się do odłączenia źródła od sieci i wyizolowania go w stanach awaryjnych w momencie nawet niewielkiego zagrożenia.

Postanowienia dotyczące wymagań technicznych dla źródeł generacji rozproszonej powinny zostać wypracowane w wyniku współpracy i dyskusji pomiędzy OSD a właścicielami źródeł generacji rozproszonej [5]. Wypracowane rozwiązania kompromisowe powinny pozwolić z jednej strony na spełnienie podstawowych wymagań stawianym źródłom generacji rozproszonej, a z drugiej na zwiększenie roli tych źródeł w zapewnieniu bezpieczeństwa elektroenergetycznego na szczeblu lokalnym.

Szczególnie istotne jest określenie zaleceń dla układów zabezpieczeniowych źródeł rozproszonych i sieci elektroenergetycznej, które pozwalają na właściwe wykorzystanie źródła generacji rozproszonej w stanach awaryjnych.

### ***Standaryzacja źródeł generacji rozproszonej***

Źródła generacji rozproszonej obejmują różne typy układów rozproszonych: gazowe, biogazowe, fotowoltaiczne, elektrownie wiatrowe i małe elektrownie wodne. Są bardzo zróżnicowane w aspekcie wyposażenia, właściwości jednostek i technologii. Wymagania operatorów systemów dystrybucyjnych natomiast są precyzyjnie określone w IRiESD przeważnie tylko w odniesieniu do farm wiatrowych [3,4].

Źródła generacji rozproszonej mogą być przyłączone do sieci: nn, SN, 110 kV bezpośrednio lub za pomocą wydzielonej linii do stacji elektroenergetycznej [8]. Przy czym realizacja przyłączenia na niższym napięciu w postaci bezpośredniej jest dla właściciela źródła generacji rozproszonej tańsza, niż przyjęcie innych rozwiązań. Usytuowanie źródeł generacji rozproszonej w sieci elektroenergetycznej jest więc często czynnikiem bardzo znacząco wpływającym na całkowity koszt inwestycji.

W sytuacji braku określenia w IRiESD wartości granicznej mocy źródeł generacji rozproszonej, które mogą być przyłączone do sieci: nn, SN, 110 kV bezpośrednio lub za

pomocą wydzielonej linii do stacji rozdzielczej, decyzje dotyczące technicznych warunków przyłączenia podejmowane są elastycznie i arbitralnie przez OSD na podstawie szczegółowych analiz zawartych w tzw. ekspertyzach przyłączeniowych. Odbywa się to niekiedy z niekorzyścią dla właściciela źródła generacji rozproszonej, bowiem operator systemu wymusza przyjęcie bardzo bezpiecznych i korzystnych z jego punktu widzenia rozwiązań generujących znaczne koszty dla właściciela takiego źródła, które w odczuciu tego ostatniego są nadmiernie wygórowane. Te koszty związane są często z koniecznością znacznej modernizacji sieci elektroenergetycznej, której zakres jest zbyt duży i znacznie odbiega od oczekiwań właściciela źródła generacji rozproszonej.

Operator systemu dystrybucyjnego określa wymagania w zakresie układów automatyki, telemechaniki i zabezpieczeń dla uruchamianych źródeł generacji rozproszonej [3,4]. W sytuacji gdy są one wygórowane w stosunku do potrzeb obciążają właścicieli źródeł generacji rozproszonej znaczącymi kosztami związanymi z koniecznością ich spełnienia. Szczególnie ma to miejsce w odniesieniu do małych źródeł przyłączanych na napięciu niskim i średnim. Prowadzi to do ograniczenia liczby i wielkości źródeł rozproszonych w sieci dystrybucyjnej.

Uwarunkowania techniczne i formalno-prawne w sposób bardzo znaczący hamują i deformują proces inwestycyjny związany z oddaniem układów generacji rozproszonej do użytku.

Konieczne jest w związku z tym dokonanie standaryzacji źródeł generacji rozproszonej oraz precyzyjne określenie wymagań OSD w stosunku do innych niż elektrownie wiatrowe typów układów rozproszonych [5]. Ponadto ważna jest weryfikacja procedury przyłączenia dla układów generacji rozproszonej zmierzająca w kierunku jej uproszczenia. Należy wprowadzić ponadto standardy postępowania przyłączeniowego dla układów generacji rozproszonej. Wymaga to znowelizowania rozporządzenia systemowego [2] w tym obszarze.

#### ***Układy zabezpieczeniowe źródeł generacji rozproszonej***

Zabezpieczenia źródeł rozproszonych obejmują dwie grupy: zabezpieczenia podstawowe (służące do ochrony jednostki wytwórczej przed uszkodzeniem) oraz zabezpieczenia dodatkowe (uzależnione od mocy jednostki wytwórczej) [3,4].

Do zabezpieczeń podstawowych źródeł generacji rozproszonej należą zabezpieczenia:

- od zwarć wewnętrznych (różnicowe lub nadprądowe bezzwłoczne),
- od zwarć zewnętrznych (nadprądowe zwłoczne lub nadprądowe zwłoczne z blokadą napięciową),
- od zwarć do korpusu (zerowoprądowe),
- od nadmiernego wzrostu napięcia (nadm napięciowe),
- od przeciążeń (nadprądowe zwłoczne działające na sygnalizację),
- od pracy silnikowej (kierunkowe czynnomocowe).

Do zabezpieczeń dodatkowych źródeł generacji rozproszonej należą m.in. zabezpieczenia:

- zerowe nadnapięciowe od zwarć doziemnych w sieciach SN,
- podnapięciowe,
- nadnapięciowe,
- przed wzrostem prędkości obrotowej,
- od obniżenia prędkości obrotowej.

Współpraca układów zabezpieczeniowych źródeł generacji rozproszonej i sieci elektroenergetycznej ma kluczowe znaczenie w aspekcie koordynacji pracy źródeł rozproszonych i sieci rozdzielczych [8]. Dlatego bardzo istotny jest właściwy dobór

## **VI Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2010**

nastawień zabezpieczeń umożliwiającą pełną koordynację tych zabezpieczeń. Wymaga to wypracowania odpowiednich standardów rozwiązania tego problemu.

Rozwiązania układów zabezpieczeniowych powinny gwarantować autonomiczność i niezawodność działania oraz pełną kontrolę przez odpowiednie służby eksploatacyjne OSD. Operator systemu powinien mieć pełny dostęp do układów zabezpieczeniowych źródeł generacji rozproszonej w celu sprawdzenia i weryfikacji ich nastaw i działania. Często zdarza się bowiem, że zabezpieczenia tych źródeł są fabrycznie nastawiane w sposób trudny do zaakceptowania dla operatora systemu dystrybucyjnego.

### ***Zachowanie źródeł generacji rozproszonej w stanach awaryjnych***

W systemie elektroenergetycznym mogą wystąpić stany nienormalne w postaci zakłóceń o charakterze lokalnym (zwarcia, obniżenia napięcia) oraz globalnym (lawina częstotliwości, lawina napięcia). Zachowanie obiektów generacji rozproszonej w stanach awaryjnych spowodowanych tymi zakłóceniami jest bardzo ważne.

Obecnie podstawową zasadą koordynacji źródeł generacji rozproszonej z siecią elektroenergetyczną jest odłączenie tych źródeł od sieci podczas zakłóceń, bowiem źródła te nie są zaprojektowane na udział w procesie sterowania awaryjnego w systemie elektroenergetycznym. Aby uległo to zmianie konieczna jest m.in. właściwa identyfikacja pracy wyspowej źródła. Wymaga to stosowania dedykowanych zabezpieczeń specjalistycznych zgodnie ze standardami wypracowanymi na drodze dyskusji i kompromisu pomiędzy OSD i właścicielami źródeł generacji rozproszonej. Bowiem w sytuacji ich braku, tradycyjne zabezpieczenia należy nastawiać w sposób niezwykle czuły, co w stanach awarii w sieci skutkuje natychmiastowym ich odłączeniem.

Ponadto wymagane jest systemowe podejście w zakresie określenia dopuszczalnych poziomów niewrażliwości urządzeń dla zdarzeń nienormalnych, uwzględniające istniejące poziomy odchylen napięcia w stanach normalnych. Pozwoli to na zmianę podejścia do automatyki układów generacji rozproszonej, która dla większości przypadków, kiedy wartości progowe nie będą przekraczane, nie będzie inicjować odłączenia układu wytwórczego od sieci. Natomiast dopiero przy przekroczeniu dopuszczalnego poziomu odporności będzie to skutkowało odłączeniem źródła od sieci, aby nie dopuścić do jego uszkodzenia.

Określenie dopuszczalnych poziomów niewrażliwości urządzeń powinno zostać wypracowane w wyniku współpracy i dyskusji pomiędzy operatorami systemów elektroenergetycznych a właścicielami źródeł generacji rozproszonej. Wypracowane rozwiązania kompromisowe powinny pozwolić na lepsze wykorzystanie tych źródeł w obszarze lokalnego bezpieczeństwa energetycznego.

Konieczna jest również zmiana filozofii operatorów systemów dystrybucyjnych w zakresie wykorzystywania źródeł generacji rozproszonej w warunkach awaryjnych. Bowiem obecnie służby ruchowe i eksploatacyjne OSD dążą najczęściej do eliminowania źródeł rozproszonych w stanach nienormalnej pracy i zagrożenia sieci.

Operatorzy systemu dystrybucyjnego powinni opracować warunki dla źródeł rozproszonych, aby stanowiły w warunkach awaryjnych wsparcie dla systemu elektroenergetycznego. Należy planować wykorzystywanie obiektów generacji rozproszonej do procedur odbudowy poawaryjnej systemu elektroenergetycznego w sytuacji gdy pozwalają na to warunki techniczne.

### **Monitorowanie obiektów generacji rozproszonej**

Bezpieczeństwo funkcjonowania systemu elektroenergetycznego wymaga zwiększenia zakresu obserwowalności sieci dystrybucyjnej oraz współpracujących z nią źródeł generacji rozproszonej. W KSE nasycenie urządzeniami pomiarowymi i teletechnicznymi, obejmującymi układy telesygnalizacji, telepomiarów i telesterowania, pogarsza się znacznie w miarę obniżenia poziomu napięciowego na którym sieć pracuje. Przy czym w dużym ale nie wystarczającym stopniu opomiarowana jest sieć 110 kV. W związku z tym, należy wprowadzić dostosowane do potrzeb OSD pełne opomiarowanie i systemy teletechniczne w stacjach elektroenergetycznych w odniesieniu do rozdzielni SN oraz dla źródeł generacji rozproszonej. Obecnie dla jednostek generacji rozproszonej o mocy do 1 MW w odniesieniu do systemów teletechnicznych standardowo wymaga się: telesygnalizacji stanu położenia wyłącznika generatora lub łącznika sprzęgającego jednostkę wytwórczą z siecią oraz telepomiarów prądu, napięcia, mocy czynnej i biernej [3,4]. Natomiast dla jednostek o mocy powyżej 1 MW wymaga się co najmniej: telesygnalizacji stanu położenia wszystkich łączników po stronie napięcia generatorowego lub łącznika sprzęgającego jednostkę generacji rozproszonej z siecią oraz telepomiarów prądu, napięcia, mocy czynnej i biernej na zaciskach jednostki generacji rozproszonej (brutto) oraz w punkcie przyłączenia do sieci (netto) dla każdej jednostki osobno oraz sumarycznej mocy czynnej i biernej [3,4].

Wprowadzenie lokalnego źródła rozproszonego do systemu elektroenergetycznego przynosi pozytywne i negatywne skutki. Do pozytywnych należą m.in.: poprawienie bilansu energetycznego, zmniejszenie strat przesyłowych, możliwość zmniejszenia strat i odchyień napięcia [8]. Negatywne związane są głównie z zachowaniem źródła w stanach awarii. W odniesieniu do średnich i małych źródeł generacji rozproszonej przyłączanych do sieci średniego i niskiego napięcia pojawiają się problemy związane m.in. ze zmianą rozplątów mocy w sieci, zwiększeniem wartości prądów zwarciovych, zwiększeniem zakresu odchyień i odkształceń napięcia w sieci przy pracy źródeł oraz zmianą warunków bezpieczeństwa przy obsłudze sieci. Źródła rozproszone o znacznej mocy wykorzystujące przetworniki energoelektroniczne mogą powodować istotne zmiany i odkształcenia napięcia, pogarszające jakość energii. Dlatego przy przyłączaniu źródła generacji rozproszonej konieczne jest monitorowanie pracy tych źródeł.

Prawidłowa praca sieci elektroenergetycznej ze źródłami generacji rozproszonej wymaga stworzenia przez OSD systemu kontroli jej pracy. Wiąże się to z koniecznością określenia: zakresu niezbędnych informacji przekazywanych z miejsca przyłączenia źródła generacji rozproszonej, procedur ich przetwarzania (wyznaczanie wartości średnich, sygnalizacja wartości granicznych, rejestracja stanu, wizualizacja informacji itp.) rodzaju i wymagań dla urządzeń pomiarowych. Operator systemu dystrybucyjnego powinien dysponować możliwie najpełniejszą wiedzą o źródłach rozproszonych w sieci. Dla niego najistotniejsze są informacje: o stanie źródła, jego mocy i energii przekazanej do sieci, o poziomie i odchyleniach napięcia w określonych punktach sieci. Ponadto ważna jest informacja o utrzymaniu poziomu napięcia - w określonym punkcie sieci - w dopuszczalnym przedziale, poprzez załączenie lub wyłączenie źródła oraz regulację jego mocy. Właściciel źródła generacji rozproszonej jest zainteresowany minimalnym i prostym zakresem przekazywanych OSD informacji.

Wypracowanie założeń właściwego systemu kontroli pracy sieci elektroenergetycznej ze źródłami generacji rozproszonej powinno odbywać się w warunkach pełnej współpracy operatorów systemów elektroenergetycznych z właścicielami źródeł generacji rozproszonej i być ukierunkowane na wypracowanie kompromisu [5].

Wprowadzanie nowych lub rozbudowywanie istniejących dedykowanych systemów telemechaniki przeznaczonych dla obiektów generacji rozproszonej powinno uwzględniać z jednej strony ich możliwości, a z drugiej potrzeby właściciela takiego

## VI Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2010

obiektu i operatora systemu dystrybucyjnego do którego sieci przyłączone jest dane źródło.

### **Wnioski**

Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej dla odbiorców wymaga rozwoju energetyki rozproszonej. Energetyka rozproszona powinna być traktowana jako ważny segment wytwarzania energii elektrycznej i jako jeden z filarów lokalnego bezpieczeństwa energetycznego.

Źródła generacji rozproszonej powinny stanowić wsparcie dla systemu elektroenergetycznego w stanach awaryjnych.

Standaryzacja i uproszczenie procedury przyłączeniowej dla układów generacji rozproszonej w obszarach: technicznym i formalno-prawnym pozwoli na przyśpieszenie rozwoju energetyki rozproszonej.

Współpraca operatorów systemów dystrybucyjnych oraz właścicieli źródeł generacji rozproszonej powinna być ukierunkowana na zapewnienie bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego i być realizowana w pięciu newralgicznych obszarach: wymagań w zakresie układów automatyki, telemechaniki i zabezpieczeń dla uruchamianych źródeł generacji rozproszonej, wymagań w technicznych warunkach przyłączenia związanych z koniecznością modernizacji sieci elektroenergetycznej, współpracy układów zabezpieczeniowych źródeł generacji rozproszonej i sieci elektroenergetycznej, zachowania obiektów generacji rozproszonej w różnych stanach awaryjnych i monitorowania obiektów generacji rozproszonej.

Właściwe funkcjonowanie źródeł generacji rozproszonej w systemie elektroenergetycznym wymaga wypracowania kompromisowych rozwiązań przez OSD i właścicieli źródeł rozproszonych w pięciu wymienionych obszarach.

### LITERATURA

- [1] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo Energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, Nr 104, poz. 708, Nr 158, poz. 1123, Nr 170, poz. 1217 oraz z 2007 r. Nr 21, poz. 124, Nr 52, poz. 343 i Nr 115, poz. 790).
- [2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. nr 93, poz. 623 z dnia 29.05.2007).
- [3] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej. Część Ogólna. ENEA Operator sp.z.o.o., Poznań 2008.
- [4] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej. Część Ogólna. EnergiaPro Grupa Tauron S.A., Wrocław 2008.
- [5] Dołęga W., Propozycje legislacyjne, o różnych poziomach, wymuszające odpowiedzialność za bezpieczeństwo, *Raporty Instytutu Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej Ser. Sprawozdania*, Nr 54/2009, Wrocław 2009.
- [6] Dołęga W., Rola przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem energii elektrycznej w świetle obowiązujących regulacji prawnych w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego kraju, *Energetyka*, nr 7, lipiec 2009.
- [7] Dołęga W., Rola operatorów systemów dystrybucyjnych w świetle obowiązujących regulacji prawnych w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego kraju, *Energetyka*, nr 12, grudzień 2009.
- [8] Kacejko P., Generacja rozproszona w systemie elektroenergetycznym, *Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej*, 2004.
- [9] Popczyk J., Proponowane zmiany prawa energetycznego w zakresie elektroenergetyki, *Energetyka*, wrzesień 2007.

- [10] Popczyk J., Stabilizacja bezpieczeństwa energetycznego Polski w okresie 2008-2020 (z uwzględnieniem perspektywy 2050) za pomocą zasobów własnych, mechanizmów rynkowych (ekonomiki) i innowacyjnych technologii, *Biuletyn URE*, nr 2, marzec 2008.
- [11] Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2005 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2025 r. (Dz.U. nr 42, poz. 562 z dnia 22.07.2005).
- [12] Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 15 listopada 2007 r. w sprawie sprawozdania z wyników nadzoru nad bezpieczeństwem zaopatrzenia w energię elektryczną (Dz.U. nr 95, poz. 1037 z dnia 19.12.2007).
- [13] Polityka Energetyczna Polski do 2030 r – Projekt opracowany przez Ministra Gospodarki. Warszawa, wrzesień 2007.
- [14] Sprawozdanie z działalności Prezesa URE – 2007. *Biuletyn URE*, nr 3, maj 2008.

---

*Autor: dr inż. Waldemar Dołęga, Politechnika Wroclawska, Instytut Energoelektryki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, E-mail: [Waldemar.dolega@pwr.wroc.pl](mailto:Waldemar.dolega@pwr.wroc.pl);*