

Prognozowanie kluczowych wskaźników efektywnościowych w modelu regulacji jakościowej

Streszczenie. W artykule przedstawiono założenia do nowego modelu regulacji jakościowej, który obowiązuje w Polsce od roku 2016. Przedstawiono analizę obecnego poziomu niezawodności głównych operatorów systemu dystrybucyjnego. Zaproponowano sposób dojścia do docelowych wartości wskaźników ustawy jakościowej. Do poprawy rzetelności oceny danych poszczególnych operatorów zaproponowano uwzględnienie ich wag w analizie kluczowych wskaźników w modelu regulacji jakościowej.

Abstract. The paper presents the foundation for a new model of quality regulation, which came into force in Poland in 2016. It also offers an analysis of the current level of reliability of the main distribution system operators. A method is proposed for reaching the targets of the quality regulation indicators. To improve the reliability of the data evaluation of individual operators it is necessary to take into account the weights of key indicators in the quality regulation model. (*Forecasting of key efficiency indicators in the quality regulation model*).

Słowa kluczowe: system elektroenergetyczny, model regulacji jakościowej, niezawodność, wskaźniki efektywności.

Keywords: power system, quality regulation model, reliability, efficiency indicators.

Wstęp

Znaczenie ciągłości i jakości dostaw energii elektrycznej stale rośnie. Większość ludzi uważa ciągłość zasilania energią elektryczną za element konieczny naszego codziennego życia. Nieprzewidywany, czasowy brak dostaw energii implikuje niejednokrotnie problemy na poziomie funkcjonowania pojedynczego człowieka, całego przedsiębiorstwa czy nawet danego rejonu kraju. Na ogół przypominamy sobie o ciągłości dostaw energii elektrycznej wtedy, gdy odczuwamy jej brak.

Ze względu na coraz większe uzależnienie naszego codziennego życia od energii elektrycznej nie jest możliwe pozostawienie tych zagadnień bez właściwej analizy oraz regulacji krajowego regulatora tj. Urzędu Regulacji Energetyki (URE). Aktualnym zagadnieniem jest potrzeba stosowania spójnego sposobu monitorowania wskaźników niezawodnościowych systemu energetycznego operatorów sieci dystrybucyjnych (OSD), na podstawie istniejących danych historycznych [1]. Znając trendy zmian wartości wskaźników niezawodnościowych można prognozować poziom niezawodności danej sieci dystrybucyjnej w pewnym horyzoncie czasowym. Instalacja coraz większej liczby odnawialnych źródeł energii, postępująca automatyzacja pracy sieci elektroenergetycznych, dynamiczny rozwój nowoczesnych systemów pomiarowych jak również dostosowywanie istniejących sieci do modelu Smart Grid sprawia, że zakres wymagań stawianych sieciom dystrybucyjnym zwiększa się [2]. Sytuacja jest dynamiczna dla OSD. Polska zobowiązana jest do uzyskania minimum 15% udziału produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii oraz zainstalowania u 80% odbiorców „inteligentnych” liczników energii do roku 2020.

Do roku 2015 OSD obowiązywał model ustalania przychodu regulowanego przedsiębiorstw energetycznych opracowany przez prof. J. Osiewalskiego. Od 2016 obowiązuje przedstawiony przez Prezesa URE nowy model oceny efektywności przedsiębiorstw dotyczący kosztów operacyjnych, wolumenu różnicy bilansowej, tzw. regulacja jakościowa [3]. Powyższe zmiany mają motywować OSD do poprawy niezawodności zasilania jak i jakości oferowanych usług. W nowym modelu pojawiły się wskaźniki regulacyjne dotyczące stopnia realizacji przez danego operatora wyznaczonych przez Prezesa URE celów w zakresie regulacji jakościowej, jak również wskaźnik oceny realizacji innowacyjności i polityki regulacyjnej [3-6].

Nowy model oceny efektywności działania przedsiębiorstw energetycznych wymusza konieczność ustalenia jednolitego sposobu obliczania kluczowych wskaźników dla wszystkich obliczanych wskaźników porównywanych OSD, wykorzystywanych w regulacji jakościowej. Jednolita definicja obliczania najważniejszych wskaźników pozwala na rzetelny benchmarking krajowych operatorów sieci dystrybucyjnych.

Założenia do modelu regulacji jakościowej

Regulację jakościową wprowadziło już wiele krajów Europy np. Finlandia, Norwegia, Szwecja, Wielka Brytania, Francja, Hiszpania czy Czechy. Regulacja jakościowa może być realizowana pod kątem różnych kryteriów - może opierać się o różne kluczowe wskaźniki efektywnościowe - KPI (Key Performance Indicators) [7]. Najczęściej stosowanymi wskaźnikami są:

- dane dotyczące długości i częstości przerw w dostawie energii elektrycznej,
- koszty niedostarczonej energii,
- czasy realizacji przyłącza,
- jakość obsługi odbiorców otrzymywane na podstawie przeprowadzanych badań ankietowych.

W większości krajów, w których obowiązują regulacje jakościowe jako KPI przyjęto SAIDI (przeciętny systemowy czas trwania przerwy) oraz SAIFI (przeciętna systemowa częstość przerw). W Wielkiej Brytanii jako KPI przyjęto CI (customer interruptions), CML (customer minutes lost) oraz ankiety dotyczące jakości obsługi. Modele dotyczące regulacji jakościowej w poszczególnych krajach są nieporównywalne, różnice występują w szczegółach.

Model zaproponowany w Polsce przez prezesa URE jako KPI przyjmuje [3-6]:

- SAIDI (z wyłączeniem zdarzeń na niskim napięciu),
- SAIFI (z wyłączeniem zdarzeń na niskim napięciu),
- CRP (czas realizacji przyłącza),
- CPD (czas przekazywania danych pomiarowo-rozliczeniowych) - ma obowiązywać od roku 2018.

Wprowadzane zmiany w regulacjach dla przedsiębiorstw sieciowych mają na celu zapewnienie poprawy jakości i niezawodności dostarczania energii elektrycznej, jak również wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań mających na celu optymalizację realizowanych inwestycji, tj. minimalizację kosztów przy osiągnięciu założonej jakości dostarczania energii.

Prezes URE wyznaczył ambitne cele ogólne dla OSD na rok 2020, które zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Cele postawione przez Prezesa URE do realizacji przez Operatorów Systemu Dystrybucyjnego [3,4,5,6]

KPI	Wartość odniesienia	Wartość docelowa KPI w roku 2020
SAIDI	Wartość SAIDI z roku 2014	50 % wartości SAIDI z roku 2014
SAIFI	Wartość SAIFI z roku 2014	50 % wartości SAIFI z roku 2014
CRP	Procentowy poziom zrealizowanych umów o przyłączenie w okresie 18 mies. na podstawie danych z lat 2013-2014*	50 % wartości odniesienia
CPD	Zostanie ustalony w roku 2017	Zostanie ustalony w roku 2017

* Przy obliczaniu CRP należy pominąć 2% umów o najkrótszych i najdłuższych czasach realizacji przyłączenia – oddzielnie dla IV i V grupy przyłączeniowej.

Zmodyfikowany algorytm obliczania zwrotu z kapitału OSD przedstawia zależność (1):

$$(1) Z(t) = (WRA_t \cdot WACC_t + WRA_{AMI_t} \cdot WACC_{AMI_t}) \cdot Q_t \cdot WR_t$$

gdzie: $Z(t)$ - zwrot z kapitału na rok t ; WRA_t - wartość inwestycji zrealizowanych przez OSD zatwierdzona przez Prezesa URE, od której OSD należny jest zwrot z zaangażowanego kapitału na rok t ; $WACC_t$ - średnioważony koszt kapitału ustalony przez Prezesa URE na rok t ; WRA_{AMI_t} - wartość regulacyjna aktywów dla systemu Advanced Metering Infrastructure (AMI) na rok t ; $WACC_{AMI_t}$ - średnioważony koszt kapitału dla systemu AMI ustalony przez Prezesa URE na rok t ; Q_t - współczynnik realizacji przez OSD regulacji jakościowej w roku t ; WR_t - wskaźnik regulacyjny w roku t o wartości od 0,9 do 1,1 (ustalany przez Prezesa URE na podstawie oceny innowacyjności realizowanych działań przez danego OSD oraz realizacji polityki regulacyjnej).

Współczynnik Q_t ma mieć wartości od 0,85 do 1,00 (nagrodą jest brak kary). Ma on uwzględniać realizację przez danego OSD celów KPI w zakresie wskaźników SAIDI, SAIFI oraz CRP. Z powodu na zmianę sposobu obliczania zwrotu z kapitału pierwsze uwzględnienie tego współczynnika w kalkulacji nastąpi w 2018 roku. Będzie to rozliczenie postawionych celów przez Prezesa URE na rok rozliczeniowy 2016. Współczynnik WR_t będzie ustalany przez Prezesa URE indywidualnie dla każdego OSD, na podstawie oceny innowacyjności realizowanych działań przez danego OSD oraz realizacji polityki regulacyjnej (współczynnik ten może zostać wprowadzony już w 2016). Maksymalny poziom kary z tytułu niewykonania KPI został ograniczony do mniejszej z dwóch wartości (2% przychodu regulowanego lub 15% zwrotu z kapitału) [4,5,6].

W roku 2017 ma zostać przeprowadzona weryfikacja zastosowanych założeń regulacji jakościowej oraz wprowadzanych metod [3].

Wskaźniki SAIDI i SAIFI krajowego systemu dystrybucyjnego

Ze względu na istotność problematyki, zasadniczym zagadnieniem jest rzetelna, szczegółowa analiza danych niezawodnościowych operatorów krajowego systemu dystrybucyjnego.

W tabeli 2 podano wartości wskaźników SAIDI i SAIFI za lata 2013 i 2014 całego krajowego systemu dystrybucyjnego (łącznie ze zdarzeniami na niskim napięciu).

Tabela 2. Wskaźniki przeciętnych systemowych przerw w zasilaniu odbiorców systemu energetycznego Polski za lata 2013, 2014 [8]

Wskaźniki		Jednostka miary	2013	2014
Wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej w przeliczeniu na jednego odbiorcę (SAIDI)	SAIDI nieplanowe	min./odb.	254,2	191,3
	SAIDI nieplanowe +katastrofalne		281,2	278,5
	SAIDI planowe		138,8	119,1
Wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich w przeliczeniu na jednego odbiorcę (SAIFI)	SAIFI nieplanowe	szt./odb.	3,3	2,9
	SAIFI nieplanowe +katastrofalne		3,3	3,0
	SAIFI planowe		0,6	0,6

W tym miejscu celowym jest wspomnieć o raporcie CEER Benchmarking Report 5.2 [9]. Z analizy tego raportu wynika, że wartości wskaźników SAIDI i SAIFI sieci dystrybucyjnych Polski są większe w stosunku do wartości większości krajów Europy. Dla porównania, wartości za rok 2013 dla Danii: SAIDI nieplanowe równe 11,25 min./odb. (17 razy mniejszy łączny czas trwania przerw w dostawie energii elektrycznej w stosunku do Polski) oraz SAIFI nieplanowane równe 0,32 szt./odb. (9 razy mniej przerw).

Na obszarze Polski działa 172 OSD (na dzień 19.12.2015), spośród których należy wymienić pięciu największych operatorów: TAURON Dystrybucja, PGE Dystrybucja, ENEA Operator, ENERGA-OPERATOR oraz RWE STOEN Operator. Pozostali operatorzy to w znacznej mierze przedsiębiorstwa energetyki zawodowej zasilających stosunkowo małą liczbę odbiorców. Regulacja jakościowa będzie dotyczyć tylko pięciu największych OSD i to na nich w latach 2016-2020 spoczywać będzie realizacja poprawy kluczowych wskaźników efektywnościowych.

W tabeli 3 podano wartości wskaźników SAIDI i SAIFI pięciu OSD Polski za rok 2014.

Tabela 3. Wybrane wskaźniki przeciętnych systemowych przerw w zasilaniu pięciu OSD za rok 2014 [strony internetowe OSD]

	PGE	TAURON	ENEA	ENERGA	RWE STOEN
SAIDI planowane [min./odb.]	194,62	104,73	106,09	58,4	19,05
SAIDI nieplanowane [min./odb.]	241,58	150,15	219,43	198,3	60,78
SAIDI nieplanowe +katastrofalne [min./odb.]	279,46	151,06	223,49	203,7	64,03
SAIFI planowane [szt./odb.]	0,70	0,62	0,47	0,39	0,1588
SAIFI nieplanowane [szt./odb.]	3,25	2,74	3,21	3,14	1,29
SAIFI nieplanowe +katastrofalne [szt./odb.]	3,27	2,74	3,21	3,15	1,3

Jak przedstawiono w [6], w wyniku działań podjętych przez TAURON Dystrybucja w latach 2010 – 2014 wartość wskaźnika SAIDI została obniżona o około 45%. Analogicznie w tym samym okresie wartość wskaźnika SAIFI zmniejszono o około 30%.

Postawione cele przez Prezesa URE dla OSD na rok 2020 to redukcja wskaźników SAIDI i SAIFI o 50%, co oznacza średnio 10% redukcję wskaźników w ciągu roku. Ze względu na fakt wyłączenia do roku 2018 zdarzeń na niskim napięciu, istotnym jest określenie procentowego udziału poszczególnych poziomów napięć w całkowitej wartości wskaźników SAIDI i SAIFI. Na stronach internetowych OSD brak jest informacji o wartościach wskaźników SAIDI i SAIFI z podziałem na poszczególne poziomy napięć. Z raportu [9] wynika, że wartość średnia wskaźnika SAIDI nieplanowanego dla sieci SN w krajach Europy wynosi około 75%. Na podstawie badań własnych autora wynika, że procentowy udział poszczególnych poziomów napięć w SAIDI wynosi:

- dla sieci wysokiego napięcia – około 1%,
- dla sieci średniego napięcia – około 75-80%
- dla sieci niskiego napięcia – około 24-19%.

Głównym więc celem poprawy niezawodności dostarczania energii elektrycznej powinny być sieci SN - zasadnicze miejsce powstawania przerw nieplanowanych.

Analiza parametrów charakteryzujących sieć dystrybucyjną Operatorów Systemów Dystrybucyjnych

Analiza wartości wskaźników KPI poszczególnych OSD nie powinna być oderwana od informacji o miejscu uzyskania danego wskaźnika oraz o jego istotności. Można wyznaczyć przynajmniej kilka parametrów, które charakteryzują sieć i mają istotny wpływ na uzyskiwane przez operatora wartości wskaźników KPI. W tabeli 4 podano wybrane parametry charakteryzujące sieć pięciu największych OSD.

Tabela 4. Wybrane parametry charakterystyczne sieci dystrybucyjnej [8, strony internetowe OSD]

	PGE	TAURON	ENEA	ENERGA	RWE STOEN
Liczba odbiorców	5225653	5334408	2460758	3036404	964802
Waga	0,307	0,313	0,145	0,178	0,057
Liczba oddziałów/ liczba rejonów	8/41	11/51	5/31	6/41	1/1
Długość linii [km]	279 704	258 000	111 959	192 000	15 997
Powierzchnia działania [km ²]	119 832	57 940	58 213	75 000	517
Gęstość odbiorców na obszarze danego OSD [odb./km ²]	43,34	92,07	41,88	39,28	1 834,27
Długość linii przypadająca na 1 km ²	2,33	4,45	1,92	2,56	30,94

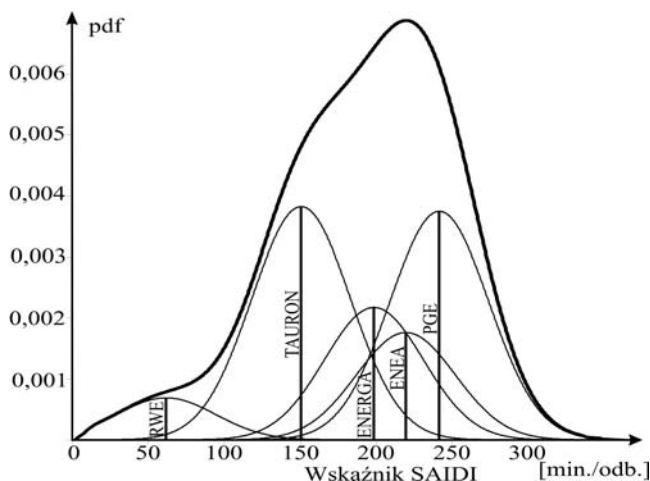
W dalszej części przedstawiono propozycje uwzględniania w analizie wagi wartości wskaźników KPI (opracowano w oparciu o cechy estymatorów jądrowych).

Ważne jest, dla jakiej liczby odbiorców dane informacje się odnoszą - wskaźnik operatora zasilającego 5 mln odbiorców ma dużo większą wagę od informacji od wskaźnika operatora zasilającego np. 50 odbiorców. Dlatego proponuje się uwzględnianie w modelu regulacji jakościowej dodatkowej informacji, która obok wartości wskaźnika ma uwzględniać jej wagę. Dla przykładu w tabeli 4 poniżej liczby odbiorców podano obliczoną ich wagę.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że wskaźniki SAIDI, SAIFI operatorzy wyliczają jako sumę wartości cząstkowych wskaźników dla każdego eksploatowanego ciągu sieciowego. W oparciu o te dane wyliczają ich wartości średnie dla rejonów, następnie dla oddziałów oraz dla

całego systemu dystrybucyjnego. Założono, że rozkład wartości wskaźników danego operatora dla poszczególnych rejonów można z dostateczną dla celów praktycznych dokładnością opisać rozkładem normalnym.

Na rys. 1 przedstawiono, narysowane nad wartościami wskaźników SAIDI, rozkłady normalne. Pole powierzchni rozkładu normalnego jest proporcjonalna do liczby odbiorców operatora (waga danej). Suma powierzchni wszystkich rozkładów normalnych jest równa 1. Suma poszczególnych rozkładów normalnych liczona po odciętej daje rozkład prawdopodobieństwa analizowanego wskaźnika SAIDI wszystkich pięciu OSD. Rysunek 1 przedstawia rozkład funkcji gęstości prawdopodobieństwa wskaźnika SAIDI dla pięciu OSD z uwzględnieniem liczby ich odbiorców (dane dla roku 2014).



Rys.1. Funkcja gęstości prawdopodobieństwa wskaźników SAIDI z uwzględnieniem ich wagi (liczby odbiorców) dla pięciu OSD w roku 2014 (im większa liczba odbiorców tym większa powierzchnia rozkładu normalnego i tym większy udział w całkowitym rozkładzie wartości). Obliczenia wykonano za pomocą programu R

Dla pozostałych KPI można wyznaczyć inne wagi. Analiza danych z tabeli 4 ukazuje, że RWE STOEN Operator ma inną strukturę sieci elektroenergetycznej, nieporównywalną z pozostałymi czterema OSD. Sieć tego operatora ma charakter struktury miejskiej w zdecydowanej mierze skablowanej. Inna sytuacja występuje u pozostałych operatorów, którzy zasilają w bardzo dużej mierze swoich klientów za pośrednictwem linii napowietrznych i obszary zarówno wiejskie jak i miejskie.

Analizę działania OSD dla wskaźników CRP i CPD proponuje się prowadzić z uwzględnieniem różnic struktury sieci. Wydaje się, iż w tym celu można ustalić wagę wskaźników w oparciu np. o długości linii zasilających przypadających na 1 km² powierzchni lub też gęstość odbiorców na obszarze działania danego OSD.

Model do prognozowania kluczowych wskaźników ustawy jakościowej

Regulacja jakościowa ma obejmować lata 2016-2020 i dotyczyć pięciu największych OSD. Proponowany model przedstawia ścieżkę dojścia do zmniejszenia o 50% wartości kluczowych wskaźników efektywności.

Awaryjność wszystkich urządzeń energetycznych podlega zjawiskom losowym. Ze względu na dużą liczbę urządzeń oraz różnorodność zjawisk losowych można przyjąć, że podlegają one rozkładowi normalnemu. Uogólniając, wskaźniki KPI przyjęte jako rozliczeniowe dla OSD w nowym modelu regulacji jakościowej, dla każdego roku t , można aproksymować rozkładem normalnym

NOR(μ, σ). W rozkładzie tym estymator wartości oczekiwanej μ zbiorowości generalnej wskaźnika KPI opisany jest zależnością:

$$(2) \quad E(KPI) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k KPI_k$$

w której KPI_k jest zmienną losową k obserwowanych w próbie wartości analizowanego wskaźnika KPI poszczególnych OSD.

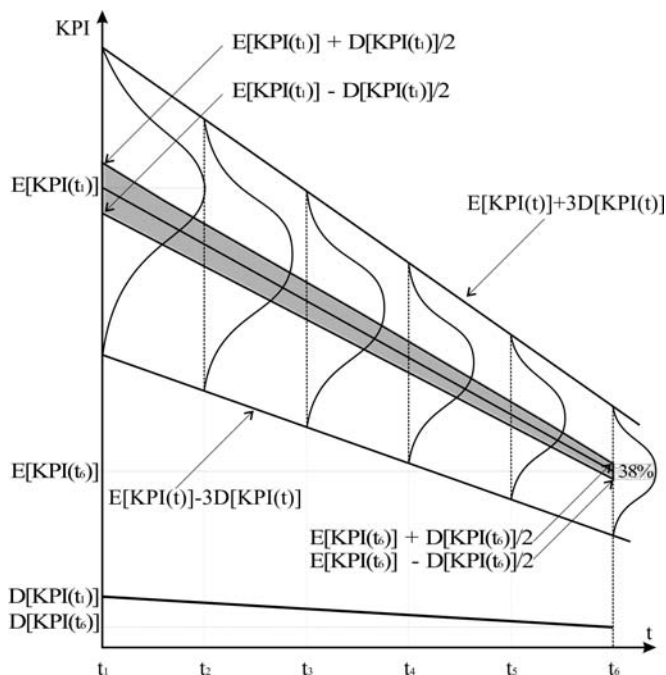
Estymator punktowy nieobciążony wariancji σ^2 określa zależność:

$$(3) \quad D^2(KPI) = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k [KPI_k - E(KPI)]^2$$

Ponieważ zmienna losowa o rozkładzie normalnym NOR (μ, σ) może przyjmować wartości z przedziału $(-\infty, +\infty)$, w celu urealnienia obliczeń (wartość parametrów KPI ze względów fizycznych nie może być ujemna) przyjęto w modelu ogólnie stosowane uproszczenie pomijania wartości prawdopodobieństw spoza zakresu $E(KPI) \pm 3 \cdot D(KPI)$.

Przyjmując, że rok t_1 jest rokiem bazowym wskaźników KPI w modelu jakościowym, w kolejnych latach $t_2 \div t_6$ wartości tych wskaźników mają się zmniejszać aż do osiągnięcia wartości docelowych na ostatni rok.

Na rysunku 2 przedstawiono model liniowej ścieżki dojścia do zmniejszenia o 50% wartości KPI w perspektywie 6 okresów rozliczeniowych.



Rys.2. Model liniowej ścieżki dojścia do zmniejszenia wartości kluczowych wartości efektywnościowych (KPI) docelowo o 50% w horyzoncie czasowym $t_1 \div t_6$

Na rysunku 2 zaznaczono rozkłady normalne wokół wartości średniej wskaźników KPI wraz z pasmem $\pm 1/2 \cdot D(KPI)$ dla poszczególnych okresów rozliczeniowych. W paśmie tym znajduje się dla rozkładu normalnego 38,2% wszystkich wartości. Obszar ten ma reprezentować tolerancję wielkości wykonanych przez OSD w stosunku do zaplanowanych przez Prezesa URE.

Dopiero przekroczenie tego obszaru skutkuje odchyleniem in plus lub in minus od postawionego celu.

Przedstawiony model pozwala w sposób praktyczny wyznaczyć ścieżki dojścia do redukcji wartości KPI docelowo o 50% w roku 2020. Model może mieć zastosowanie zarówno na poziomie rejonów energetycznych, oddziałów czy też analizy wszystkich OSD.

W przypadku, gdy założenie o normalności rozkładów wartości KPI nie zostanie spełnione, można zastosować metody nieparametryczne i wyznaczać kwantyle rozkładów empirycznych badanych wskaźników. Wymaga to jednak bardziej skomplikowanego aparatu matematycznego i konieczności większych nakładów obliczeniowych.

Wnioski

Wyznaczone przez Prezesa URE dla Operatorów Systemu Dystrybucyjnego cele w nowej ustawie jakościowej są ambitne, ale jednocześnie konieczne do wykonania. Poziom niezawodności krajowych sieci energetycznych zostawia jeszcze wiele do życzenia.

Koniecznym jest wyznaczenie ścieżki dojścia do docelowych wartości wskaźników przyjętych jako kluczowe w nowym modelu regulacji jakościowej. Cele te powinny być rozpisane na poszczególne lata w sposób jak najbardziej czytelny dla zainteresowanych. Konsekwencje ekonomiczne działania modelu regulacji jakościowej niewątpliwie będą bardzo istotne dla spółek dystrybucyjnych. Każda przerwa w dostawie energii elektrycznej od początku tego roku będzie miała wpływ na wartość ocenianego wskaźników KPI.

Wartości wskaźników SAIDI i SAIFI proponuje się odnosić do liczby odbiorców. Im operator ma większą liczbę odbiorców tym znaczenie jego wartości wskaźników w krajowym wskaźniku powinno być większe.

Zaprezentowany model realizacji dojścia do postawionych celów na rok 2020 wydaje się być praktyczny, zgodny ze wstępnie przeprowadzoną analizą. Kluczowe wskaźniki modelu są łatwe do wyznaczenia i zweryfikowania realizowanych celów na poszczególnych latach działania ustawy jakościowej.

Autor: dr inż. Mirosław Kornatka, Politechnika Częstochowska, Instytut Elektroenergetyki, ul. Armii Krajowej 17, 42-220 Częstochowa, E-mail: kornatka@el.pcz.czyst.pl

LITERATURA

- [1] Kornatka M., Analiza wskaźników niezawodnościowych krajowych operatorów systemu dystrybucyjnego, *Przegląd Elektrotechniczny*, 89 (2013) nr.5, 331-334
- [2] Kornatka M., Automatyzacja pracy sieci średniego napięcia a poziom ich niezawodności, *Przegląd Elektrotechniczny*, 90 (2014), nr.8, 109-112
- [3] <http://www.ure.gov.pl>
- [4] Nowy model opłat jakościowych sposobem na niezawodne dostawy energii elektrycznej, Think Paga Akademia Analiz i Mediów, raport z dnia 24 luty (2015)
- [5] Olszewski A., Działania ENERGA-OPERATOR SA zmierzające do osiągnięcia oczekiwanej w 2020 roku poprawy poziomu niezawodności dostaw energii elektrycznej, materiały Forum Dystrybutorów Energii Niezawodność Dostaw Energii Elektrycznej w Polsce - 17 listopada (2015), Lublin
- [6] Ordyńska P., Regulacja jakościowa z perspektywy OSD, materiały Forum Dystrybutorów Energii Niezawodność Dostaw Energii Elektrycznej w Polsce - 17 listopada (2015), Lublin
- [7] Tomczak J., Taryfy jakościowe wybranych państw Europy, materiały Forum Dystrybutorów Energii Niezawodność Dostaw Energii Elektrycznej w Polsce - 17 listopada (2015), Lublin
- [8] Statystyka Energetyki Polskiej 2014, Agencja Rynku Energii S.A. Warszawa, (2015)
- [9] CEER Benchmarking Report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply. Data update. Ref: C14-EQS-62-03, 12 luty (2015)