

*Konferencja „Jakość Dostawy Energii Elektrycznej –
wspólna odpowiedzialność wytwórców, dystrybutorów, konsumentów i prosumentów”*

Częstochowa, 28-29 listopada 2019

doi: 10.32016/1.67.03

REGULACJA JAKOŚCIOWA A NIEZAWODNOŚĆ SIECI DYSTRYBUCYJNEJ

Mirosław KORNATKA

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny
tel.: 34 3250899 e-mail: kornatka@el.pcz.czest.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki analizy danych dotyczących niezawodności krajowych sieci dystrybucyjnych w świetle obowiązującej regulacji jakościowej. Obliczenia przeprowadzono w środowisku R z zastosowaniem nieparametrycznych metod analizy danych. Zaprezentowano rozkłady zmienności i rozrzuty wartości wskaźników SAIDI, SAIFI pięciu Operatorów Systemu Dystrybucyjnego. Graficzną prezentację wyników przedstawiono na wykresach pudełkowych. Przedstawiono również wybrane zagadnienia związane z obowiązującym w Polsce modelem regulacji jakościowej.

Słowa kluczowe: niezawodność, system elektroenergetyczny, regulacja jakościowa, SAIDI, SAIFI.

1. WSTĘP

System elektroenergetyczny (SEE) jest „krwiobiegiem” gospodarki, dostarczającym zapotrzebowaną energię elektryczną odbiorcom w określonym czasie i określonej ilości. Zagadnieniu niezawodności SEE poświęcono wiele opracowań i publikacji [1-8]. Zapewnienie poprawnego działania sieci dystrybucyjnej jest podstawowym zadaniem Operatorów Systemu Dystrybucyjnego (OSD). Wykonanie tego zadania wymaga realizacji przez OSD wielu czynności dotyczących zarówno aspektów technicznych jak i organizacyjnych. Przerwa dostawy energii elektrycznej u odbiorcy jest zdarzeniem niepożądanym, niejednokrotnie niosącym poważne konsekwencje powstania ogromnych strat materialnych oraz społecznych, w tym również zagrożenia bezpieczeństwa. Przerwy zasilania u odbiorców są zdarzeniami losowymi, które podlegają stosownym regulacjom prawnym jak również późniejszym analizom. Czasy trwania występujących przerw dostaw energii są bardzo różne - od ułamków sekundy do kilku godzin, a nawet dni. W Rozporządzeniu [9] przedstawiono wymagania dotyczące analizy niezawodności dostaw energii elektrycznej w którym przerwy dostaw energii elektrycznej dzieli się na: planowane i nieplanowane, oraz w zależności od czasu ich trwania, na: przemijające, krótkie, długie, bardzo długie i katastrofalne. Rozporządzenie zobowiązuje OSD do corocznego podawania m.in. wartości poniżej wymienionych wskaźników na stronie internetowej:

- wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej (SAIDI - System Average Interruption Duration Index),
- wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich (SAIFI - System Average Interruption Frequency Index).

Wskaźniki te wyznaczane są oddzielnie dla przerw planowanych i nieplanowanych z uwzględnianiem oraz bez uwzględnienia przerw katastrofalnych. Należy podkreślić, że zgodnie z Rozporządzeniem OSD ma obowiązek podania powyższych wskaźników dla całej eksploatowanej sieci, bez podziału na poziomy napięcia zasilania.

2. MODEL REGULACJI JAKOŚCIOWEJ

Energetyka dla prawidłowego funkcjonowania potrzebuje stabilnych ram regulacyjnych, sprzyjających podejmowaniu długotrwałych decyzji inwestycyjnych. Od roku 2016 obowiązuje model przedstawiony przez Prezesa URE w dokumencie – „Regulacja jakościowa w latach 2016-2020 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności)” [10]. Niniejszy dokument zawiera opis modelu regulacji jakościowej, którego zasadniczym celem było motywowanie OSD do poprawy niezawodności zasilania, jak i jakości oferowanych usług. Omawianym modelem regulacji jakościowej objętych zostało pięciu największych krajowych operatorów systemu elektroenergetycznego, tj.: Enea Operator, Energa-Operator, PGE Dystrybucja, innogy Stoen Operator oraz Tauron Dystrybucja. Obowiązujący model oceny efektywności działania przedsiębiorstw energetycznych wymusił jednolity sposób obliczania kluczowych wskaźników dla wszystkich porównywanych wskaźników stosowanych w regulacji. Jednolita definicja obliczania wskaźników pozwala aktualnie na porównywanie poziomu niezawodności krajowych operatorów sieci dystrybucyjnych. Wdrażając nowe zasady regulacji sektora energetyki Prezes URE informował, że ich celem jest zmniejszenie wartości wskaźników czasu przerw w zasilaniu, liczby przerw w zasilaniu, czasu przekazywania danych pomiarowych sprzedawcom energii i czasu przyłączenia odbiorców o 50% w latach 2016 - 2020. Zgodnie z przyjętymi przez Prezesa URE założeniami, kara za niewykonanie celów nie może przekroczyć 2% przychodu regulowanego oraz 15% kwoty zwrotu z kapitału w danym roku. W zaprezentowanym 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. Podstawowymi celami regulacji jakościowej była [10]:

- poprawa jakości usług dystrybucji i niezawodności dostarczania energii elektrycznej,
- poprawa jakości obsługi odbiorców/wytwórców,

- zapewnienie optymalnego poziomu efektywności realizowanych inwestycji,
- obniżenie strat sieciowych,
- wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań mających na celu optymalizację realizowanych inwestycji.

Katalog wskaźników niezawodnościowych, a jednocześnie jakości obsługi klientów mających bezpośredni wpływ na przychód regulowany OSD obejmował takie parametry jak:

- SAIDI,
- SAIFI,
- Czas Realizacji Przyłączenia (CRP),
- Czas Przekazywania Danych Pomiarowo-Rozliczeniowych (CPD).

Dodatkowo brane były pod uwagę inne monitorowane wskaźniki jakości obsługi klientów OSD, m.in.:

- czas wydania warunków przyłączenia do sieci o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV,
- czas udzielenia odpowiedzi na zapytanie lub reklamację klienta dotyczącą rozliczeń i innych spraw,
- czas reakcji na zgłoszenie dotyczące nieprawidłowego funkcjonowania licznika,
- sprawność procesu zmiany sprzedawcy,
- sprawność procesu przyłączania mikroinstalacji.

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

Tablica 1. Cele postawione przez Prezesa URE do realizacji przez OSD [10]

KPI	Wartość odniesienia	KPI w 2020
SAIDI	Wartość SAIDI z roku 2014 (bez nN)	50 % wartości SAIDI z 2014
SAIFI	Wartość SAIFI z roku 2014 (bez nN)	50 % wartości SAIFI z 2014
CRP	Procentowy poziom umów zrealizowanych o przyłączenie w okresie 18 mies.	50 % wartości odniesienia
CPD	Miał być ustalony w roku 2017	

Zasady szczegółowe obliczania przychodu regulowanego OSD można znaleźć np. w publikacjach [5,6,8]. Algorytm obliczania zwrotu z kapitału OSD zawiera parametry Q oraz WR . Współczynnik realizacji regulacji $Q(t)$ określa stopień realizacji przez OSD modelu regulacji jakościowej w roku t . Współczynnik ten może przyjmować wartości od 0,85 do 1,00. Ma on uwzględniać realizację przez danego OSD celów KPI w zakresie wskaźników SAIDI, SAIFI oraz CRP. Współczynnik regulacyjny $WR(t)$ o wartości od 0,9 do 1,1 jest ustalany przez Prezesa URE indywidualnie dla każdego operatora na podstawie realizacji polityki regulacyjnej w danym roku.

Pierwsze rozliczenie osiągniętych celów zostało uwzględnione w procesie zatwierdzania taryf na rok 2018. W sprawozdaniu Prezesa URE za 2017 r. podano, że po raz pierwszy został zastosowany współczynnik realizacji regulacji jakościowej Q , wyznaczony zgodnie z przyjętymi zasadami na podstawie wskaźników jakościowych SAIDI, SAIFI, CRP osiągniętych w 2016 r. Dla trzech OSD współczynnik realizacji regulacji jakościowej Q wynosił 1, natomiast dla dwóch pozostałych OSD odpowiednio 0,99445 i 0,97202 co implikuje dla nich niższą kwotę zwrotu z kapitału [11]. Wartość wskaźnika regulacyjnego WR dla każdego z pięciu OSD wynosił 1,01 - co skutkowało zwiększeniem kwoty zwrotu z kapitału o 0,01 [11].

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń uzyskanych w okresie funkcjonowania modelu regulacji

jakościowej na lata 2016-2020, Prezes URE dokonał ewaluacji tego modelu. W roku 2018 został przedstawiony dokument Prezesa URE pt. „Regulacja jakościowa w latach 2018-2025 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych” [12]. Ewaluowany model regulacji jakościowej w sposób istotny zmienia sposób oceny niezawodności elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych. Na nowo definiuje on KPI jak również metodę wyznaczenia celów dla poszczególnych lat regulacji, sposób ich rozliczenia oraz wpływ na przychód regulowany OSD. Najważniejsze zmiany w modelu regulacji jakościowej to [12]:

- wprowadzenie wskaźników obszarowych,
- wyznaczenie nowych długoterminowych celów do 2025 r. wraz z nowymi punktami startowymi,
- wyeliminowanie z obliczania wskaźników jakościowych zdarzeń pogodowych o charakterze katastrofalnym,
- przyznanie premii za wykonanie celów końcowych regulacji jakościowej,
- odniesienie kary do kwoty zwrotu z kapitału stanowiącego część przychodu regulowanego.

W miejsce wskaźników SAIDI, SAIFI wprowadza się wskaźniki obszarowe z podziałem na 4 obszary: duże miasta, miasta na prawach powiatu, miasta, wsie. Wskaźniki jakościowe CRP i CPD pozostają bez zmian. CPD ma zostać wprowadzony do regulacji jakościowej po wdrożeniu przez OSD jednolitego systemu wymiany informacji pomiędzy uczestnikami rynku energii elektrycznej.

Prezes URE ustalił przedział neutralny na poziomie 5% celu KPI określonego na dany rok okresu regulacji jakościowej, natomiast maksymalny poziom kary na 25% celu KPI określonego na dany rok okresu regulacji. Kary w zakresie progu nieczułości oraz progu maksymalnej kary będą naliczane liniowo [12].

3. WSKAŹNIKI SAIDI I SAIFI PIĘCIU KRAJOWYCH OPERATORÓW SYSTEMU DYSTRYBUCYJNEGO

W 2018 r. na obszarze Polski funkcjonowało pięciu dużych operatorów systemu dystrybucyjnego energii elektrycznej, których sieci są bezpośrednio przyłączone do sieci przesyłowej, mających obowiązek oddzielenia działalności dystrybucyjnej od innych rodzajów działalności niezwiązanych z dystrybucją energii elektrycznej. Ponadto, w 2018 r. działało 177 przedsiębiorstw wyznaczonych OSD funkcjonujących w ramach przedsiębiorstw zintegrowanych pionowo, które nie mają tego obowiązku. Są to w głównej mierze przedsiębiorstwa energetyki zawodowej zasilające stosunkowo małą liczbę odbiorców.

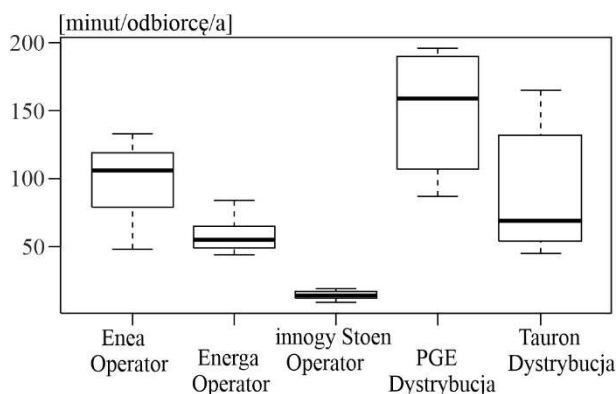
Zasadniczym zagadnieniem jest rzetelna analiza danych niezawodnościowych operatorów krajowego systemu dystrybucyjnego. Zaproponowana analiza zmienności wskaźników SAIDI i SAIFI operatorów podlegających regulacji jakościowej wykorzystuje zalety graficznej prezentacji danych na wykresach typu boxplot (pudełkowych) [13]. Dla każdej zmiennej wyznaczono medianę, 1 i 3 kwartył, rozstęp międzykwartyłowy, jak również wartości odstające wykraczające poza ten obszar [13]. Analizę przeprowadzono w oparciu o dane podawane w latach 2012-2018 przez OSD. W tablicy 2 przedstawiono wartości wskaźników SAIDI i SAIFI za rok 2018 dla PGE Dystrybucja, Tauron Dystrybucja, Enea Operator, Energa Operator, innogy Stoen Operator.

Tablica 2. Liczba odbiorców oraz wartości wskaźników przeciętnych systemowych przerw w zasilaniu pięciu krajowych OSD podane za rok 2018 [opracowanie własne]

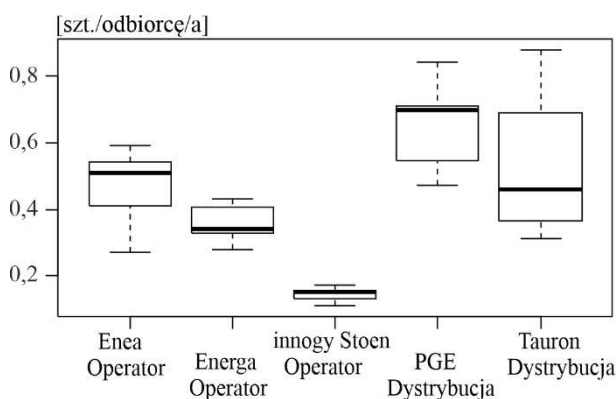
	PGE	Tauron	Enea	Energa	innogy Stoen
LO	5,402	5,597	2,588	3,066	1,038
SAIDI _p	87,40	45,35	47,70	43,80	11,44
SAIDI _n	204,49	106,95	145,15	103,50	54,94
SAIDI _{nk}	211,81	107,18	152,68	107,20	56,19
SAIFI _p	0,47	0,33	0,27	0,28	0,15
SAIFI _n	3,45	2,25	2,95	1,87	0,94
SAIFI _{nk}	3,45	2,25	2,96	1,87	0,94

gdzie: LO - liczba odbiorców [mln], SAIDI_p - SAIDI planowane [min./odb./a], SAIDI_n - SAIDI nieplanowane [min./odb./a], SAIDI_{nk} - SAIDI nieplanowe z uwzględnieniem przerw katastrofalnych [min./odb./a], SAIFI_p - SAIFI planowane [szt./odb./a], SAIFI_n - SAIFI nieplanowane [szt./odb./a], SAIFI_{nk} - SAIFI nieplanowe z uwzględnieniem przerw katastrofalnych [szt./odb./a].

Prace planowe stanowią istotny element poprawy ciągłości zasilania odbiorców. Na rysunkach 1 oraz 2 przedstawiono analizę zmienności wartości wskaźników SAIDI przerw planowanych (SAIDI_p) oraz SAIFI częstości przerw planowanych (SAIFI_p) jakie uzyskali OSD w latach 2012-2018.



Rys. 1. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIDI_p przeciętnego systemowego czasu trwania przerw planowanych pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018

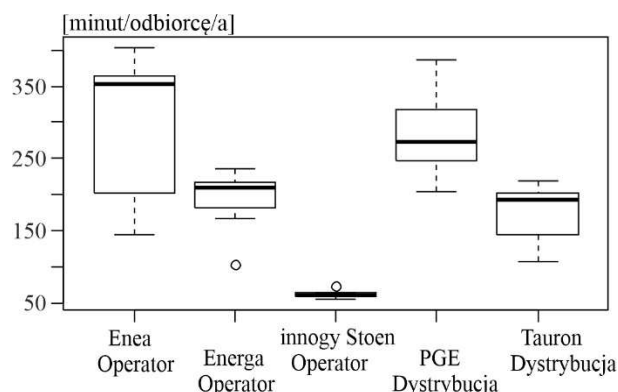


Rys. 2. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIFI_p przeciętnej częstości przerw planowanych pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018

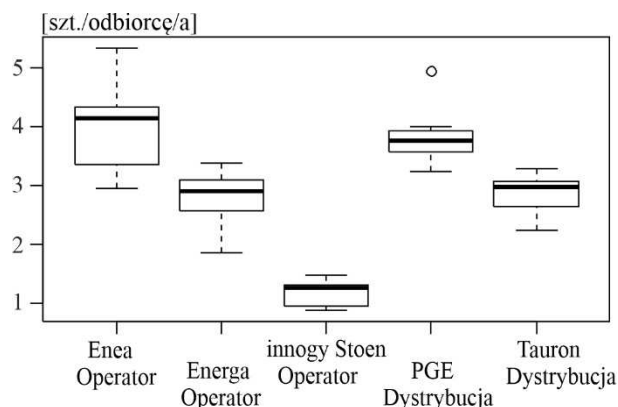
OSD podejmują działania ukierunkowane na zmniejszenie czasu oraz liczby wyłączeń planowanych m.in.

poprzez stosowanie agregatów prądowców, prac pod napięciem czy systemów serwisowych linii kablowych.

Istotnym zagadnieniem dotyczącym niezawodności SEE jest analiza wskaźników zdarzeń nieplanowanych. Rysunki 3 i 4 prezentują zmienność wartości wskaźników dla zdarzeń nieplanowanych (SAIDI_n oraz SAIFI_n) uzyskane przez OSD w latach 2012-2018.

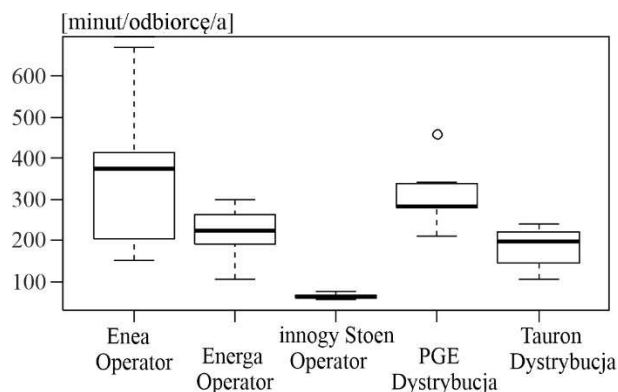


Rys. 3. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIDI_n przeciętnego systemowego czasu trwania przerw nieplanowanych pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018

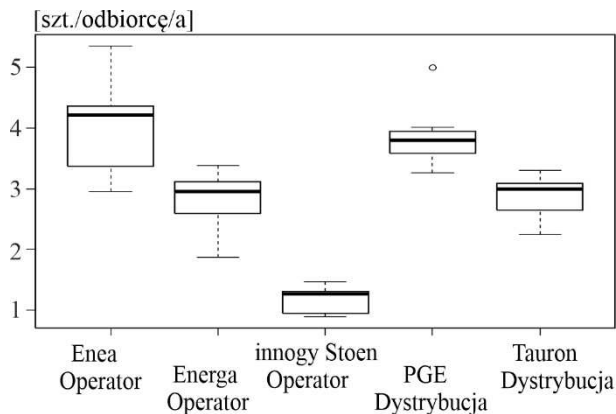


Rys. 4. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIFI_n przeciętnej częstości przerw nieplanowanych pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018

Rozkłady wartości wskaźników SAIDI zdarzeń nieplanowanych z uwzględnieniem przerw katastrofalnych (SAIDI_{nk}) oraz SAIFI zdarzeń nieplanowanych z uwzględnieniem przerw katastrofalnych (SAIFI_{nk}) zostały przedstawione na rysunkach 5 i 6.



Rys. 5. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIDI_{nk} przeciętnego systemowego czasu trwania przerw nieplanowanych wraz z katastrofalnymi pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018



Rys. 6. Wykresy boxplot wartości wskaźników SAIFIInk przeciętnej częstości przerw nieplanowanych wraz z katastrofalnymi pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej za lata 2012-2018

Najmniejsze wartości wskaźników SAIFIInk oraz SAIDIInk wykazuje innogy Stoen Operator. Wynika to m.in. z samej struktury nadzorowanej sieci elektroenergetycznej. Poziom skablowania linii SN innogy Stoen Operator wynosi aż 96,3% w stosunku do poziomu np. 19% dla PGE Dystrybucja [14].

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Analiza zmienności wskaźników SAIDI i SAIFI poszczególnych operatorów ukazuje złożoność zagadnień związanych z regulacją jakościową. Szereg nowych wyzwań stawianych przez regulację jakościową wymaga od OSD innowacyjnego podejścia.

Ze względu na odmienny charakter sieci elektroenergetycznych poszczególnych OSD, niewątpliwie celowym jest indywidualne podejście do każdego z operatorów. Można sądzić, iż określenie celów dotyczących wartości SAIDI i SAIFI przez Prezesa URE powinno być bardziej indywidualne, uwzględniające specyfikę operatora, charakterystykę jego sieci jak i realne możliwości poprawy poziomu niezawodności.

Może się okazać, że ograniczenie maksymalnej kary do poziomu 2% przychodu regulowanego, przy braku nagrody może dla OSD powodować nieopłacalność inwestowania, gdyż poziom potencjalnej kary może być niższy niż koszty związane z poprawą niezawodności sieci.

Stawiane cele powinny być osiągalne i uzależnione od działań operatorów, a nie od warunków pogodowych czy awarii wywołanych przez zewnętrzne firmy obsługujące OSD.

QUALITY REGULATION AND RELIABILITY OF A DISTRIBUTION NETWORK

The power system it is the "bloodstream" of the economy, which supplies electricity to consumers in a given time and quantity. The article presents the results of the analysis of data on the reliability of Polish distribution networks in the years 2012-2018, in the light of the applicable quality regulation. Calculations were carried out in the R environment using nonparametric data analysis methods. Distribution of variation and spread of SAIDI and SAIFI indicators of five Distribution System Operators were presented. Graphic presentation of results is presented on box charts. Selected issues related to the quality regulation model in force in Poland were also presented.

Keywords: reliability, power system, quality regulation, SAIDI, SAIFI.

5. BIBLIOGRAFIA

- 6th CEER Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply. Brussels: CEER, 2016.
- Kornatka M.: The weighted kernel density estimation methods for analysing reliability of electricity supply, 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, Praga 2016, s. 2-5.
- Kolcun M, Kornatka M, Gawlak A, Čonka Z.: Benchmarking the reliability of medium-voltage lines, Journal of Electrical Engineering, Nr 68 (3), 2017 s. 212-215.
- Kornatka M.: Analysis of the exploitation failure rate in Polish MV networks, Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, Nr 20 (3), 2018, s. 413–419.
- Marzecki J., Drab M.: Regulacja jakościowa - sposób na poprawę niezawodności sieci dystrybucyjnej, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 93 (5), 2017, s. 12-16.
- Parol M.: Analiza poziomu niezawodności zasilania odbiorców w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 93 (3), 2017, s. 1-6.
- Paska J.: Niezawodność systemów elektroenergetycznych, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- Sowa P., Kurpas, J.: Niezawodność systemu elektroenergetycznego w ujęciu regulacji jakościowej, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 92 (11), 2016, s. 292-294.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.
- Regulacja jakościowa w latach 2016-2020 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali, z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności), Warszawa: Urząd Regulacji Energetyki.
- Sprawozdanie z działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki w 2017 r, URE, Warszawa 2018.
- Regulacja jakościowa w latach 2018-2025 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali, z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności), Warszawa: Urząd Regulacji Energetyki.
- R Core Team Copyright ©. Środowisko i program R, 1999–2019. <https://cran.r-project.org>.
- Tomczykowski J.: Niezawodność dostaw energii elektrycznej w oparciu o wskaźniki SAIDI/SAIFI, III Forum Dystrybutorów Energii, Lublin, 2017.