

# Analiza zmienności wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI w kontekście regulacji jakościowej

**Streszczenie.** W artykule syntetycznie zaprezentowano analizę zmienności oraz rozrzuty wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI pięciu krajowych Operatorów Systemu Dystrybucyjnego za lata 2012-2018. Obliczenia przeprowadzono w środowisku R z zastosowaniem nieparametrycznych metod analizy danych. Graficzną prezentację wyników przedstawiono na wykresach pudełkowych. Przedstawiono również wybrane zagadnienia związane ze zmianami w modelu regulacji jakościowej. Artykuł zakończono uwagami dotyczącymi modelu regulacji jakościowej.

**Abstract.** The paper presents synthetically the analysis of variability and dispersion of the SAIDI, SAIFI and MAIFI indicators of the five national Distribution System Operators for the years 2012-2018. Calculations were performed in the R environment using non-parametric data analysis methods. Graphic performance of results is presented on box plots. Selected issues related to changes in the quality regulation model were also presented. The paper ends with comments on the quality regulation model. (*Analysis of the variability of indicators SAIDI, SAIFI and MAIFI values in the context of quality regulation*).

**Słowa kluczowe:** system elektroenergetyczny, model regulacji jakościowej, niezawodność, wskaźniki SAIDI, SAIFI i MAIFI.

**Keywords:** power system, quality regulation model, reliability, indicators SAIDI, SAIFI and MAIFI.

## Wstęp

Jednym z podstawowych celów stawianych systemowi elektroenergetycznemu (SEE) jest dostarczanie energii elektrycznej odbiorcom w określonym czasie, w wymaganej ilości, przy zapewnieniu odpowiedniej jej jakości. Zapewnienie niezawodnej pracy działania sieci dystrybucyjnej jest bardzo istotnym wyzwaniem dla krajowych Operatorów Systemu Dystrybucyjnego (OSD). W literaturze przedmiotowej zagadnieniu niezawodnego działania SEE poświęcono wiele opracowań oraz publikacji m.in. [1-9]. Realizacja tego zadania wymaga wykonania przez OSD wielu czynności dotyczących zarówno aspektów technicznych jak również organizacyjnych. Przerwy w dostawie energii elektrycznej dla odbiorców są bowiem zdarzeniami niepożądanymi, niejednokrotnie niosącymi poważne konsekwencje (zarówno strat materialnych, społecznych, jak również zagrożenia bezpieczeństwa ludzi).

Przerwy w zasilaniu odbiorców podlegają regulacjom prawnym. Rozporządzenie [10] zobowiązuje OSD do corocznego podawania m.in. wartości poniżej wymienionych wskaźników na stronie internetowej:

- wskaźnika przeciętnego systemowego czasu trwania przerw długiej i bardzo długiej (SAIDI - System Average Interruption Frequency Index),

- wskaźnika przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich (SAIFI - System Average Interruption Duration Index),

- wskaźnika przeciętnej częstości przerw krótkich (MAIFI - Momentary Average Interruption Frequency Index).

Czasy trwania występujących przerw dostaw energii w SEE są bardzo różne - od milisekund do kilku godzin, a nawet dni. W Rozporządzeniu [10] 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 (krótsze niż 1 sekunda), krótkie (od 1 sekundy do 3 minut), długie (od 3 minut do 12 godzin), bardzo długie (od 12 godzin do 24 godzin) i katastrofalne (dłuższe niż 12 godziny). Należy podkreślić, że zgodnie z Rozporządzeniem OSD ma obowiązek podania powyższych wskaźników dla całej eksploatowanej sieci, bez podziału na poziomy napięcia zasilania.

Wskaźniki te wyznaczane są oddzielnie dla przerw planowanych i nieplanowanych z uwzględnieniem oraz bez uwzględnienia przerw katastrofalnych.

## Model regulacji jakościowej

Energetyka dla prawidłowego funkcjonowania potrzebuje stabilnych ram regulacyjnych, sprzyjających podejmowaniu długotrwałych decyzji inwestycyjnych. Od roku 2016 obowiązuje model przedstawiony przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) w dokumencie – „Regulacja jakościowa w latach 2016-2020 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności)” [11]. 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 OSD, 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 (KPI - Key Performance Indicators). 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 wówczas przez Prezesa URE założeniami, kara za niewykonanie celów nie mogła przekroczyć 2% przychodu regulowanego oraz 15% kwoty zwrotu z kapitału w danym roku. W zaprezentowanym modelu [11] 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 [11]:

- 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.

Wykaz wskaźników niezawodnościowych oraz jakości obsługi klientów mających bezpośredni wpływ na przychód regulowany OSD obejmował takie parametry jak: SAIDI, SAIFI, CRP (Czas Realizacji Przyłączenia) oraz CPD (Czas Przekazywania Danych Pomiarowo-Rozliczeniowych).

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 zmiany zainstalacji.

Prezes URE w prezentowanym modelu [11] wyznaczył cele ogólne dla OSD na rok 2020, które zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Cele dotyczące wartości głównych wskaźników stosowanych w regulacji jakościowej które miały zgodnie z rozporządzeniem [11] zrealizować OSD [na podstawie 11]

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	

Analizę niezawodności dostaw energii elektrycznej oraz zasad obliczania przychodu regulowanego OSD można znaleźć m.in. w publikacjach [4,6,7,9,12]. Algorytm obliczania zwrotu z kapitału OSD zawierał parametry  $Q$  oraz  $WR$ . Współczynnik realizacji regulacji  $Q(t)$  określał stopień realizacji przez OSD modelu regulacji jakościowej w roku  $t$ . Współczynnik ten mógł przyjmować wartości od 0,85 do 1,00. Miał 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 był 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 roku 2016 [13]. Dla trzech OSD współczynnik realizacji regulacji jakościowej  $Q$  wynosił 1, natomiast dla dwóch pozostałych OSD odpowiednio 0,99445 oraz 0,97202 co implikowało dla nich niższą kwotę zwrotu z kapitału. Wartość współczynnika regulacyjnego  $WR$  dla każdego z pięciu OSD wynosił 1,01 - co skutkowało zwiększeniem kwoty zwrotu z kapitału o 0,01 [13].

Na podstawie uzyskanych doświadczeń 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” [14]. Ewaluowany model regulacji jakościowej w sposób istotny zmienia sposób oceny niezawodności elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych. Na nowo definiuje on KPI, jak również metodę wyznaczania celów dla poszczególnych lat

regulacji, sposób ich rozliczenia jak również wpływ na przychód regulowany OSD.

Najważniejsze zmiany w modelu regulacji jakościowej to: wprowadzenie wskaźników obszarowych, wyznaczenie nowych długoterminowych celów do roku 2025 wraz z nowymi punktami startowymi, wyeliminowanie z obliczania wskaźników jakościowych zdarzeń pogodowych o charakterze katastrofalnym (metoda Beta 2.5), przyznanie premii za wykonanie celów końcowych regulacji jakościowej jak również odniesienie kary do kwoty zwrotu z kapitału stanowiącego część przychodu regulowanego [14,15].

W miejsce wskaźnika SAIDI wprowadzono wskaźnik CTP (czas trwania przerwy) oraz zamiast wskaźnika SAIFI - CP (częstość przerw). Ponadto wprowadzono wskaźniki obszarowe, uwzględniające podział na 4 obszary tj.: duże miasta (CTP<sub>md</sub>, CP<sub>md</sub>), miasta na prawach powiatu (CTP<sub>mp</sub>, CP<sub>mp</sub>), miasta (CTP<sub>m</sub>, CP<sub>m</sub>) oraz wsie (CTP<sub>w</sub>, CP<sub>w</sub>).

Zgodnie z tym podziałem najwięcej odbiorców pięciu OSD podlegających regulacji przypisano: do obszaru „wieś” – 34,7% odbiorców, do obszaru „miasto” przypisano 27,6% odbiorców, do obszaru „miasto na prawach powiatu” przypisano 25,6% odbiorców a do obszaru „duże miasto” przypisano 12,1% [15].

Pozostałe 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 [14].

W nowym modelu [14] 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 proggu nieczułości oraz proggu maksymalnej kary mają być naliczane liniowo [14]. Cele końcowe postawione przez Prezesa URE przed OSD na rok 2025 przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Cele końcowe na rok 2025 postawione przez Prezesa URE do realizacji przez OSD [na podstawie 14]

KPI	Cele lidera w 2025	Cele pozostałych OSD dążących do lidera w 2025
CTP <sub>md</sub>	8% redukcji PS dla CTP <sub>md</sub>	8% redukcji PS dla CTP <sub>md</sub>
CTP <sub>mp</sub>	25% redukcji PS dla CTP <sub>mp</sub>	25%+50% redukcji PS dla CTP <sub>mp</sub>
CTP <sub>m</sub>	35% redukcji PS dla CTP <sub>m</sub>	35% + 50% redukcji PS dla CTP <sub>m</sub>
CTP <sub>w</sub>	50% redukcji PS dla CTP <sub>w</sub>	50% redukcji PS dla CTP <sub>w</sub>
CP <sub>md</sub>	8% redukcji PS dla CP <sub>md</sub>	8% redukcji PS dla CP <sub>md</sub>
CP <sub>mp</sub>	25% redukcji PS dla CP <sub>mp</sub>	25% + 50% redukcji PS dla CP <sub>mp</sub>
CP <sub>m</sub>	35% redukcji PS dla CP <sub>m</sub>	35% + 50% redukcji PS dla CP <sub>m</sub>
CP <sub>w</sub>	50% redukcji PS dla CP <sub>w</sub>	50% redukcji PS dla CP <sub>w</sub>

Regulacja jakościowa zakłada, iż w roku 2023 może nastąpić przegląd funkcjonowania założeń modelu, jak również dopuszcza określenie i wdrożenie nowych wskaźników. Jak zapisano w [14], nowe cele regulacji jakościowej powinny pomóc OSD w dążeniu do spełnienia nadrzędnego celu regulacji jakościowej jakim jest poprawa jakości świadczonych odbiorcom usług dystrybucji. Realizacja powyższego celu ma nastąpić m.in. poprzez poprawę jakości i niezawodności dostarczania energii elektrycznej, czerpiąc wzorce z najlepszych krajów europejskich.

#### Zmienność wskaźników SAIDI i SAIFI pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej

W roku 2018 na obszarze Polski funkcjonowało pięciu dużych operatorów systemu dystrybucyjnego energii elektrycznej, których sieci są bezpośrednio przyłączone do

sieci przesyłowej. Operatorzy ci, mieli obowiązek oddzielenia działalności dystrybucyjnej od innych rodzajów działalności niezwiązanych z dystrybucją energii elektrycznej.

Ponadto, na terenie Polski działa w roku 2018 również 177 przedsiębiorstw 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 (przedsiębiorstwa te nie podlegają regulacji jakościowej).

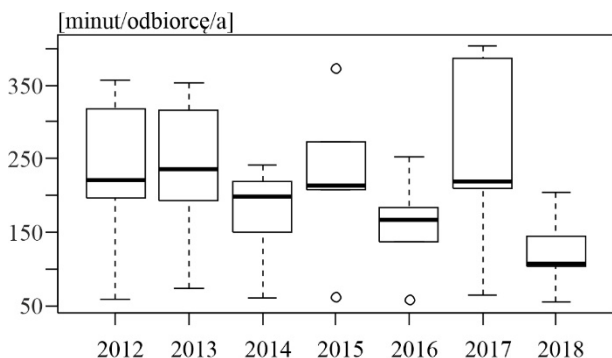
Istotnym zagadnieniem regulacji jakościowej jest rzetelna analiza danych niezawodnościowych operatorów krajowego systemu dystrybucyjnego. Wartości wskaźników SAIDI, SAIFI oraz MAIFI operatorów można traktować jako zmienne losowe. Zaproponowano analizę zmienności tych wskaźników wykorzystując zalety graficznej prezentacji danych na wykresach typu boxplot [16]. Dla każdej zmiennej wyznaczono mediane, 1 i 3 kwartyli, rozstęp międzykwartylowy, jak również wartości odstające, wykraczające poza ten obszar [13]. Prezentowaną analizę przeprowadzono w oparciu o dane podawane w latach 2012-2018 przez OSD. W tabeli 3 przedstawiono m.in. wartości wskaźników SAIDI i SAIFI za rok 2018 dla: PGE Dystrybucja, Tauron Dystrybucja, Enea Operator, Energa Operator oraz innogy Stoen Operator.

Tabela 3. Liczba odbiorców oraz wartości wskaźników przeciętnych systemowych przerw w zasilaniu pięciu krajowych Operatorów Systemu Dystrybucyjnego podane za rok 2018 [opracowanie własne na podstawie [17] i stron internetowych OSD]

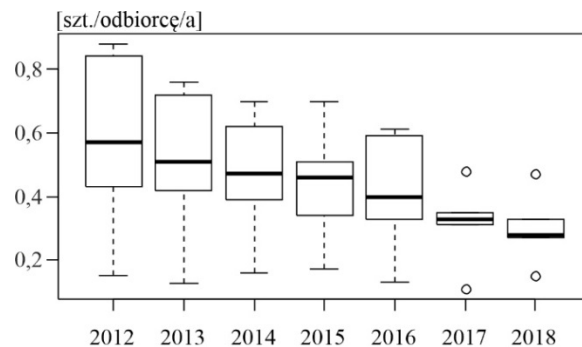
	PGE	Tauron	Enea	Energa	innogy Stoen
LO	5,405	5,596	2,587	3,089	1,037
OB	122 433	57 069	58 175	74 854	510
SAIDIp	87,40	45,35	47,70	43,80	11,44
SAIDIn	204,49	106,95	145,15	103,50	54,94
SAIDInk	211,81	107,18	152,68	107,20	56,19
SAIFIp	0,47	0,33	0,27	0,28	0,15
SAIFIn	3,45	2,25	2,95	1,87	0,94
SAIFInk	3,45	2,25	2,96	1,87	0,94

gdzie: LO - liczba odbiorców [mln], OB - obszar [km<sup>2</sup>], SAIDIp - SAIDI planowane [minut/odb./a], SAIDIn - SAIDI nieplanowane [minut/odb./a], SAIDInk - SAIDI nieplanowe z uwzględnieniem przerw katastrofalnych [minut/odb./a], SAIFIp - SAIFI planowane [szt./odb./a], SAIFIn - SAIFI nieplanowane [szt./odb./a], SAIFInk - SAIFI nieplanowe z uwzględnieniem przerw katastrofalnych [szt./odb./a].

Ważnym zagadnieniem dotyczącym poprawy ciągłości zasilania odbiorców są realizowane przez OSD prace planowe. Na rysunkach 1 oraz 2 przedstawiono analizę zmian wartości wskaźników SAIDI przerw planowanych (SAIDIp) oraz SAIFI częstości przerw planowanych (SAIFIp) jakie uzyskało pięciu największych OSD w latach 2012-2018.



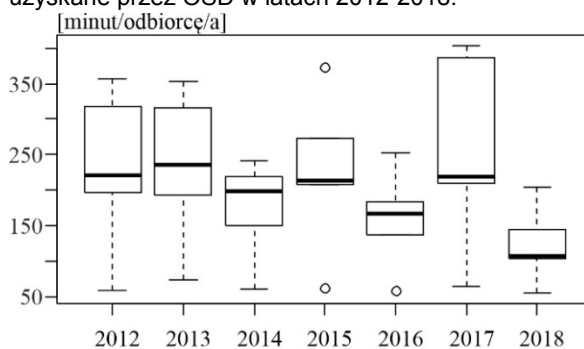
Rys.1. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIDIp pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej w latach 2012-2018



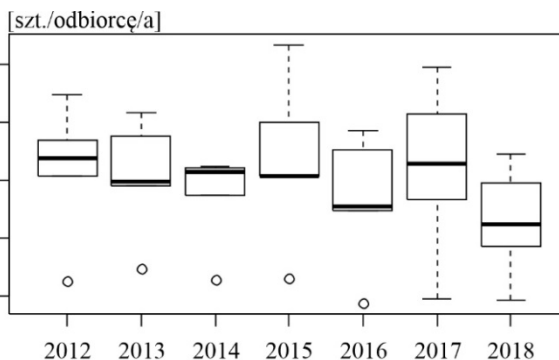
Rys.2. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIFIp pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej w latach 2012-2018

OSD podejmują działania ukierunkowane na zmniejszenie czasu oraz liczby wyłączeń planowanych m.in. poprzez stosowanie agregatów prądowłórczych, prac pod napięciem czy systemów serwisowych linii kablowych.

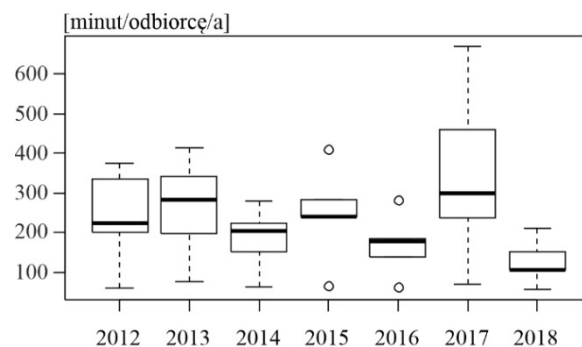
Istotnym zagadnieniem dotyczącym niezawodności SEE jest analiza wskaźników zdarzeń nieplanowanych. Rysunki 3 i 4 prezentują rozrzuty oraz zmiany wartości wskaźników dla zdarzeń nieplanowanych (SAIDIn oraz SAIFIn) uzyskane przez OSD w latach 2012-2018.



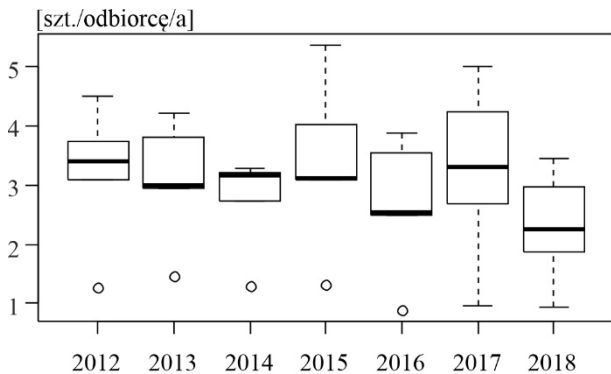
Rys.3. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIDIn pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej w latach 2012-2018



Rys.4. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIFIn pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej w latach 2012-2018



Rys.5. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIDInk pięciu OSD podlegających regulacji jakościowej w latach 2012-2018

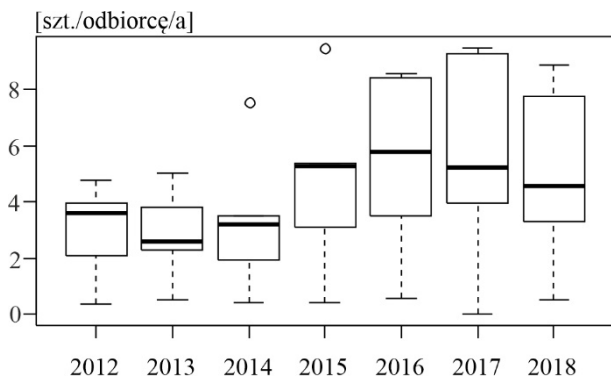


Rys.6. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników SAIFInk pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej w latach 2012-2018

Zmienność oraz rozkłady wartości wskaźników SAIDI dla zdarzeń nieplanowanych z uwzględnieniem przerw katastrofalnych (SAIDI<sub>nk</sub>) jak również SAIFI dla zdarzeń nieplanowanych z uwzględnieniem przerw katastrofalnych (SAIFI<sub>nk</sub>) zostały przedstawione na rysunkach 5 i 6.

Najmniejsze wartości wskaźników SAIFI<sub>nk</sub> oraz SAIDI<sub>nk</sub> wykazuje inny Stoen Operator. Wynika to m.in. z samej struktury nadzorowanej sieci elektroenergetycznej. Poziom skablowania linii średniego napięcia w inny Stoen Operator wynosi ponad 96% w stosunku do poziomu około 19% dla PGE Dystrybucja [12].

Interesujący dla krajowego SEE jest wpływ ustawy regulacji jakościowej na wartość wskaźnika przeciętnej częstości przerw krótkich (MAIFI). Na rys. 7 przedstawiono zmienność wskaźnika MAIFI pięciu OSD w latach 2012-2018.



Rys.7. Wykresy boxplot zmian wartości wskaźników MAIFI pięciu OSD podlegający regulacji jakościowej w latach 2012-2018

Pomimo, że wskaźnik ten nie podlega regulacji, jednak jego wartość na przestrzeni lat ulegała istotnym zmianom. Na rys. 7 widoczny jest trend rosnący wartości wskaźnika MAIFI. Różnice rozrzutów wartości wskaźnika MAIFI pomiędzy poszczególnymi operatorami są znaczne i trudno je skorelować ze strukturą eksploatowanej sieci.

## Wnioski

Przeprowadzona analiza wykazuje dużą zmienność wartości wskaźników SAIDI i SAIFI pięciu krajowych operatorów w latach 2012-2018. Na przedstawionych wykresach widoczny jest wpływ katastrofalnych zdarzeń

pogodowych, co szczególnie zauważalne jest dla roku 2017. Istotność zagadnień związanych z rzetelnym wyznaczaniem ekstremalnych zdarzeń pogodowych wymaga dalszej szczegółowej analizy [15].

Ze względu na odmienny charakter sieci elektroenergetycznych poszczególnych OSD, celem jest indywidualne podejście do każdego z operatorów. Można sądzić, iż określenie celów dotyczących wartości wskaźników jakościowych przez Prezesa URE powinno być bardziej indywidualne, uwzględniające specyfikę operatora, charakterystykę jego sieci jak i realnych możliwości poprawy poziomu niezawodności. Ponadto, stawiane cele powinny być osiągalne i uzależnione od działań operatorów, a nie np. od awarii wywołanych przez zewnętrzne firmy obsługujące OSD.

**Autor:** dr inż. Mirosław Kornatka, Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki, al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, E-mail: [miroslaw.kornatka@pcz.pl](mailto:miroslaw.kornatka@pcz.pl)

## LITERATURA

- [1] 6th CEER Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply, CEER, Brussels, (2016)
- [2] Kornatka M., Analiza awaryjności sieci średniego napięcia wybranych oddziałów OSD, *Rynek Energii*, 94 (2011) nr.3, 99-102
- [3] Kolcun M, Kornatka M, Gawlak A, Čonka Z., Benchmarking the reliability of medium-voltage lines, *Journal of Electrical Engineering*, vol. 68 (2017) nr.3, 212-215
- [4] Kornatka M. Prognozowanie kluczowych wskaźników efektywnościowych w modelu regulacji jakościowej, *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr.3, 48-51
- [5] Kornatka M. Analysis of the exploitation failure rate in Polish MV networks. *Eksplatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2018*; 20 (3): s. 413–419
- [6] Marzecki J., Drab M., Regulacja jakościowa - sposób na poprawę niezawodności sieci dystrybucyjnej, *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr.5, 12-16
- [7] Parol M. Analiza poziomu niezawodności zasilania odbiorców w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2017), nr.3, 1-6
- [8] Paska J. Niezawodność systemów elektroenergetycznych. Warszawa: Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, 2005
- [9] Sowa P., Kurpas J. Niezawodność systemu elektroenergetycznego w ujęciu regulacji jakościowej, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2016); nr.11, 292-294
- [10] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2007 r. nr 93, poz. 957, 2008 r. nr 30, poz. 178, 2008 r. nr 162, poz. 1005)
- [11] Regulacja jakościowa w latach 2016-2020 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali, z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności), URE, Warszawa, (2015)
- [12] Tomczykowski J., Niezawodność dostaw energii elektrycznej w oparciu o wskaźniki SAIDI/SAIFI, III Forum Dystrybutorów Energii, Lublin, (2017)
- [13] Sprawozdanie z działalności Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki w 2017 r., URE, Warszawa, (2018)
- [14] Regulacja jakościowa w latach 2018-2025 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (którzy dokonali, z dniem 1 lipca 2007 r., rozdzielenia działalności), URE, Warszawa, (2018)
- [15] Tomczykowski J., Wskaźniki obszarowe regulacji jakościowej, *Energia Elektryczna*, (2019), nr.11, 16-20
- [16] R Core Team Copyright ©. Środowisko i program R, (2020), <https://cran.r-project.org>
- [17] Statystyka Energetyki Polskiej 2018, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa, (2019)