

Niezawodność zasilania odbiorców w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych oraz w mikro sieciach – analiza problemu – część 1

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono analizę problemu niezawodności zasilania odbiorców energii elektrycznej w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych. Zaprezentowano i przedyskutowano dane na temat wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI podawanych przez operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) w Polsce oraz dotyczących całego kraju. Przedstawiono również analizę struktury terytorialnej wartości wskaźników SAIDI i SAIFI w Polsce. Artykuł zakończono podsumowaniem i przedstawieniem wniosków końcowych.

Abstract. Analysis of problem of supply reliability of electricity consumers in electric power distribution grids was carried out in the paper. Data on values of the SAIDI, SAIFI and MAIFI indices announced by distribution system operators (DSOs) in Poland and the ones related to the whole country were presented and discussed. Analysis of territorial structure of the values of the SAIDI and SAIFI indices in Poland was also presented. Summary and final conclusions were placed at the end of the paper. (Supply reliability of electricity consumers in electric power distribution grids and in microgrids – analysis of problem – part 1).

Słowa kluczowe: niezawodność zasilania, elektroenergetyczne sieci dystrybucyjne, operatorzy systemów dystrybucyjnych, wskaźniki niezawodności zasilania SAIDI, SAIFI i MAIFI, struktura terytorialna wskaźników.

Keywords: reliability of supply, electric power distribution grids, distribution system operators, SAIDI, SAIFI and MAIFI - supply reliability indices, territorial structure of indices.

Wprowadzenie

Niezawodność zasilania jest jednym z podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej dostarczanej odbiorcom. Zagadnienie to staje się coraz ważniejsze w ostatnich latach, zarówno z gospodarczego, jak i społecznego punktu widzenia.

W artykule została przedstawiona analiza wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej podawanych corocznie przez operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD). Przedstawione zostały informacje na temat wartości wskaźników dotyczących częstości i czasu trwania przerw w dostarczaniu energii elektrycznej u 5 największych OSD w Polsce w kilku ostatnich latach, jak i w skali całego kraju. Oprócz tego, w artykule została również przedstawiona analiza struktury terytorialnej wartości wskaźników SAIDI i SAIFI w Polsce.

Warto wspomnieć, że zagadnienia dotyczące niezawodności dostaw energii elektrycznej do odbiorców były m.in. przedmiotem rozważań zawartych w [1 – 8].

W końcowej części niniejszego artykułu przedstawiono spostrzeżenia i wnioski dotyczące analizowanej tematyki, tj. niezawodności zasilania odbiorców w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych.

Wartości wskaźników SAIDI i SAIFI dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej w krajach europejskich, w tym w Niemczech; a także czynniki wpływające na wartość wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej (zagadnienie kablowania linii napowietrznych SN i automatyzacji sieci dystrybucyjnych) oraz niezawodność zasilania odbiorców w mikro sieciach niskiego napięcia zostaną przedstawione w części drugiej tego artykułu.

Wskaźniki dotyczące przerw w dostarczaniu energii elektrycznej odbiorcom

Definicja przerw w dostarczaniu energii elektrycznej została podana najpierw w odpowiednim rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 2007 roku, a obecnie w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. [7], obu w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Dalszej analizie zostaną poddane przerwy długie (tj. przerwy

trwające dłużej niż 3 minuty i nie dłużej niż 12 godzin), przerwy bardzo długie (tj. przerwy, które trwają dłużej niż 12 godzin i nie dłużej niż 24 godziny), przerwy katastrofalne (tj. przerwy trwające dłużej niż 24 godziny) oraz przerwy krótkie (tj. przerwy, które trwają dłużej niż 1 sekundę i nie dłużej niż 3 minuty).

Przerw długich i bardzo długich dotyczą wskaźniki przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej (SAIDI) i przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich (SAIFI), oba podawane corocznie przez OSD. Wskaźniki te powinny być podawane oddzielnie dla przerw planowanych i nieplanowanych, z uwzględnieniem przerw katastrofalnych oraz bez uwzględnienia tego typu przerw. Z kolei przerw krótkich dotyczy wskaźnik przeciętnej częstości przerw krótkich (MAIFI). Operatorzy systemów dystrybucyjnych są również zobowiązani do podawania liczby obsługiwanych odbiorców, która została przyjęta do wyznaczania wymienionych wskaźników.

Definicje wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI podane w [9] przedstawiają się następująco:

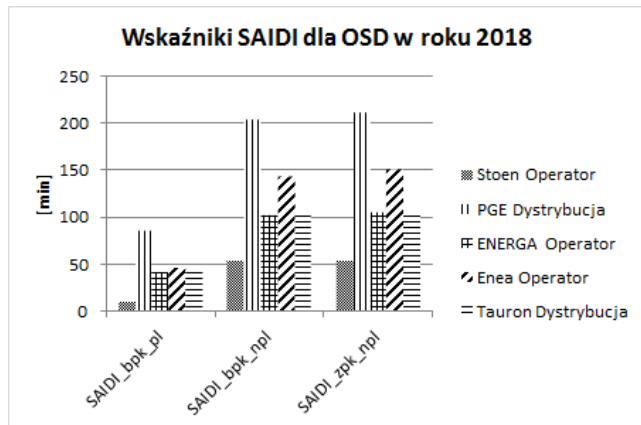
- SAIDI – wskaźnik wyrażony w minutach na odbiorcę na rok, będący ilorzem sumy iloczynów czasu trwania i liczby odbiorców narażonych na skutki przerwy długiej i bardzo długiej w danym roku oraz łącznej liczby obsługiwanych odbiorców;
- SAIFI – wskaźnik będący ilorzem liczby odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw długich oraz bardzo długich w danym roku oraz łącznej liczby obsługiwanych odbiorców;
- MAIFI – wskaźnik będący ilorzem liczby odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw krótkich w danym roku oraz łącznej liczby obsługiwanych odbiorców.

Dane na temat wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej przez wybranych OSD w Polsce

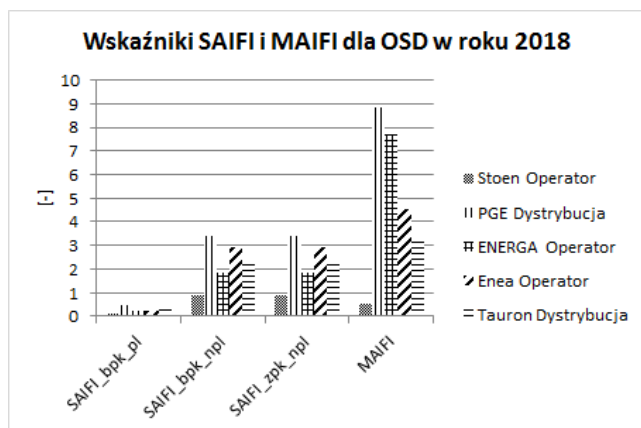
Na Rysunkach 1-10 zostały przedstawione wartości wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej przez 5 największych OSD w Polsce w latach 2018+2022. Z kolei na Rysunkach 11-20 zostały

zaprezentowane wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI dla wymienionych OSD w analizowanych latach. Na wszystkich wymienionych rysunkach przyjęto następujące skróty oznaczeń: pl – planowane, npl – nieplanowane, bpk – bez przerw katastrofalnych, zpk – z przerwami katastrofalnymi. Przedstawione skróty oznaczeń odnoszą się bezpośrednio do wymagań związanych z corocznym publikowaniem przez OSD wskaźników SAIDI i SAIFI, o których mowa w rozporządzeniu [89].

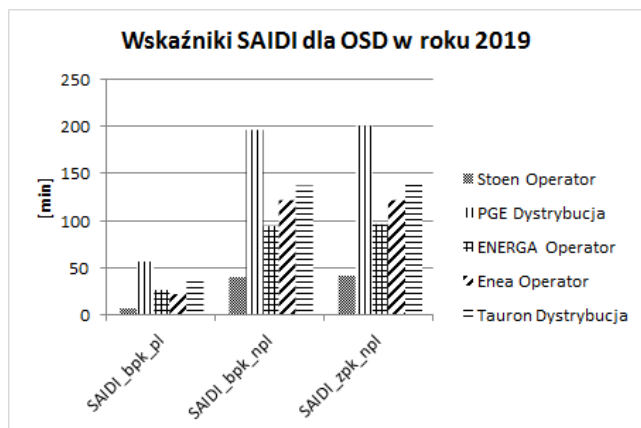
Wartości wskaźników dotyczących przerw w zasilaniu SAIDI, SAIFI i MAIFI dla Polski w latach 2018÷2022 zostały podane na Rysunkach 21 i 22.



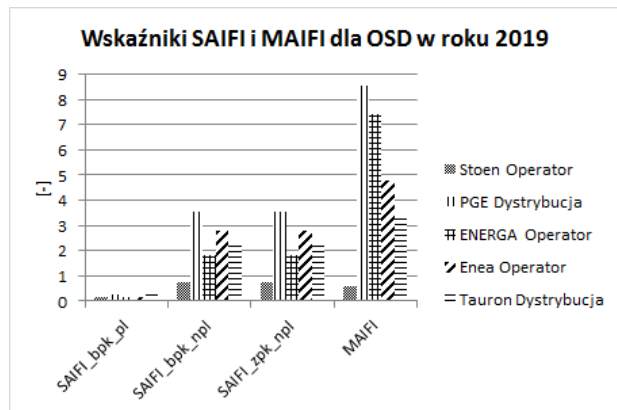
Rys. 1. Wartości wskaźników SAIDI dla analizowanych OSD w roku 2018; opracowano na podstawie [10 ÷ 14]



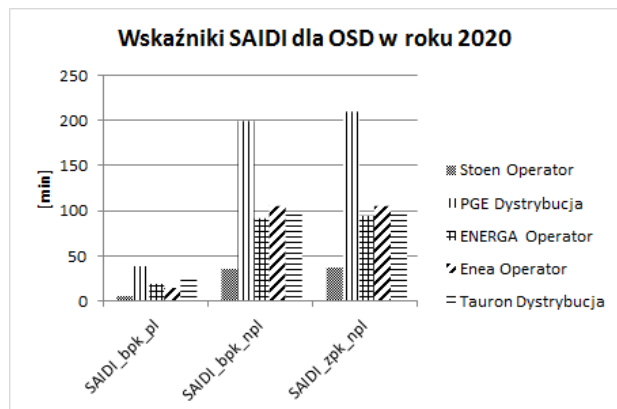
Rys. 2. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla analizowanych OSD w roku 2018; opracowano na podstawie [10 ÷ 14]



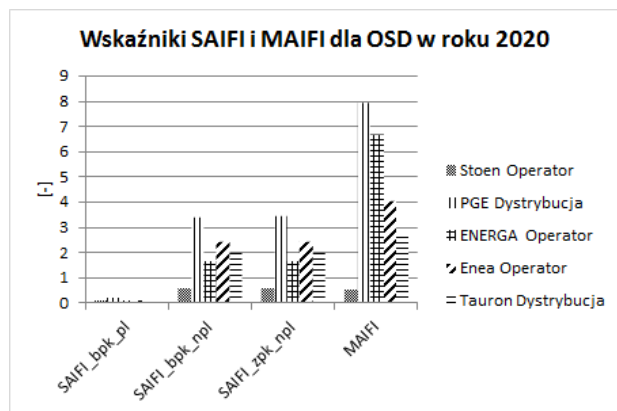
Rys. 3. Wartości wskaźników SAIDI dla analizowanych OSD w roku 2019; opracowano na podstawie [10 ÷ 14]



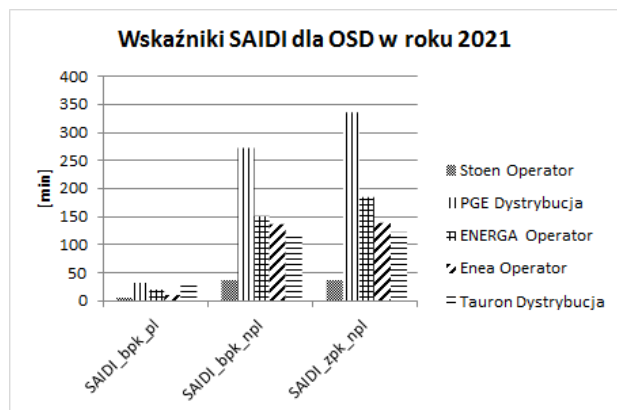
Rys. 4. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla analizowanych OSD w roku 2019; opracowano na podstawie [10 ÷ 14]



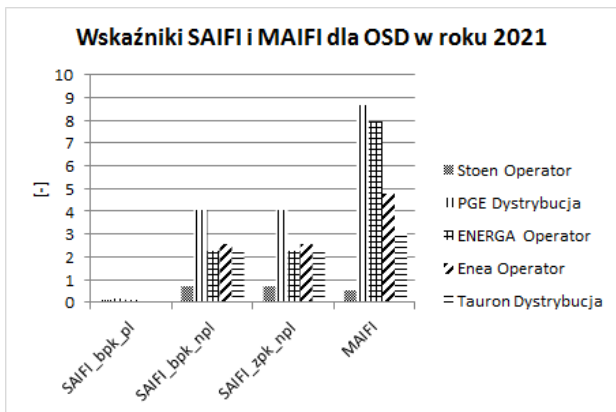
Rys. 5. Wartości wskaźników SAIDI dla analizowanych OSD w roku 2020; opracowano na podstawie [10 ÷ 15]



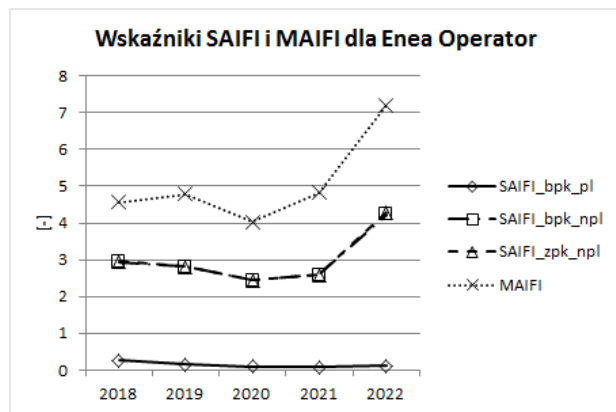
Rys. 6. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla analizowanych OSD w roku 2020; opracowano na podstawie [10 ÷ 15]



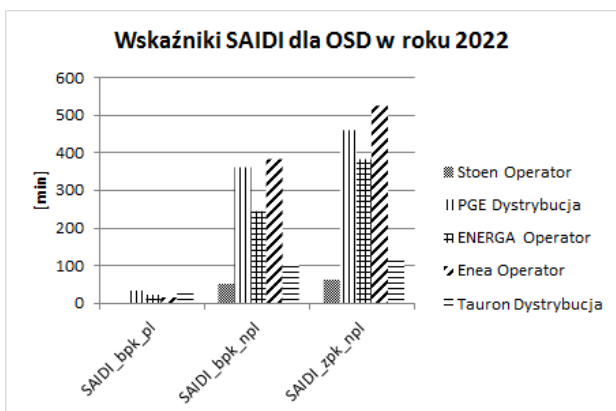
Rys. 7. Wartości wskaźników SAIDI dla analizowanych OSD w roku 2021; opracowano na podstawie [10 ÷ 14]



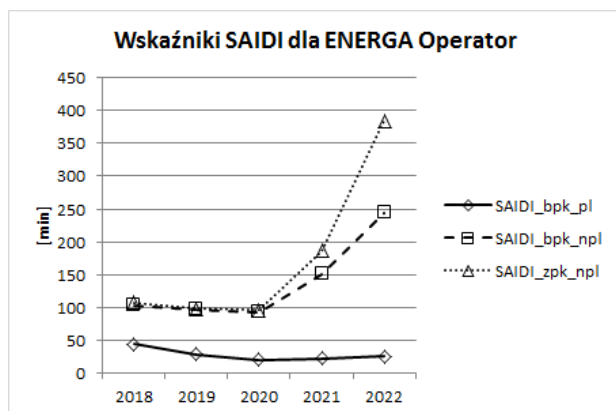
Rys. 8. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla analizowanych OSD w roku 2021; opracowano na podstawie [10 + 14]



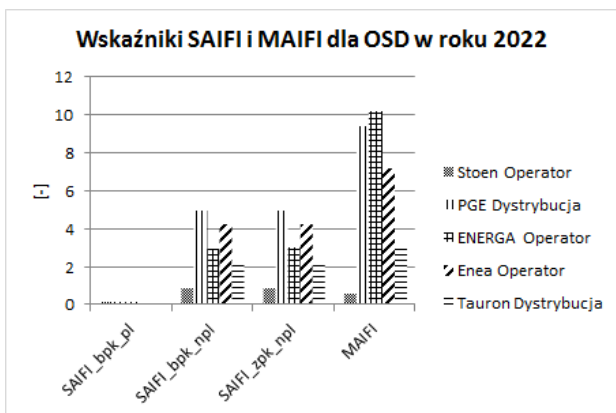
Rys. 12. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla Enea Operator Sp. z o. o. w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [10, 15]



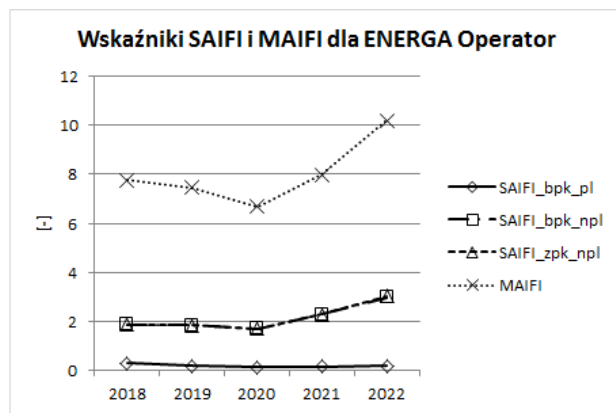
Rys. 9. Wartości wskaźników SAIDI dla analizowanych OSD w roku 2022; opracowano na podstawie [10 + 14]



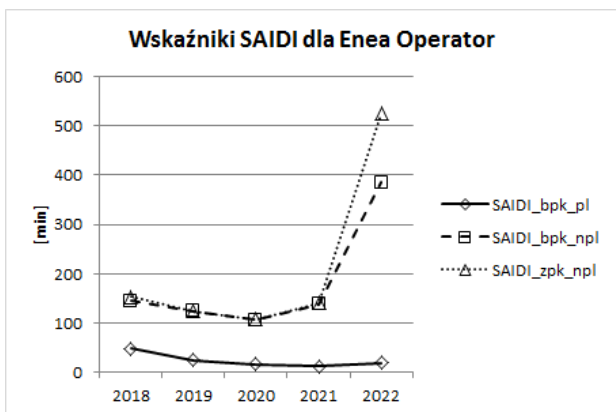
Rys. 13. Wartości wskaźników SAIDI dla ENERGA Operator S.A. w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [11, 15]



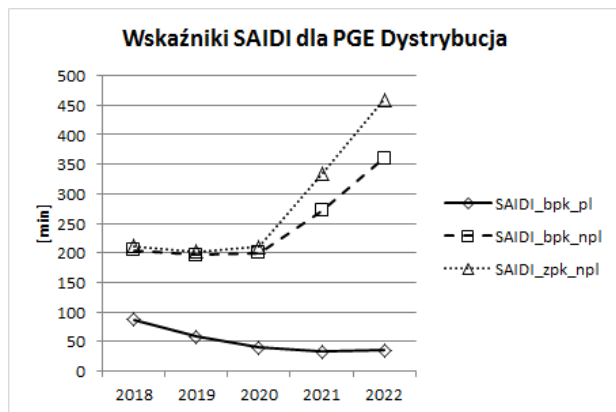
Rys. 10. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla analizowanych OSD w roku 2022; opracowano na podstawie [10 + 14]



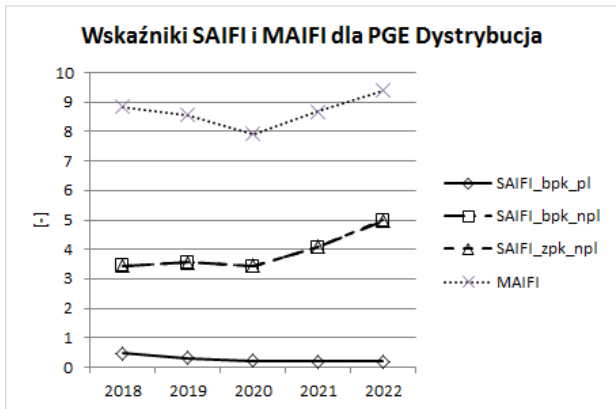
Rys. 14. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla ENERGA Operator S.A. w latach 2018 + 2022; opraco. na podstawie [11, 15]



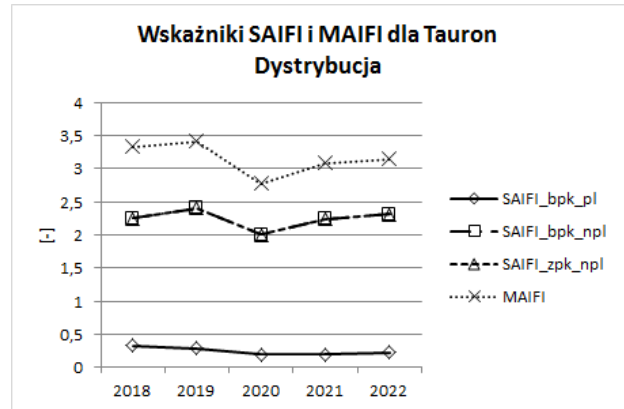
Rys. 11. Wartości wskaźników SAIDI dla Enea Operator Sp. z o. o. w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [10, 15]



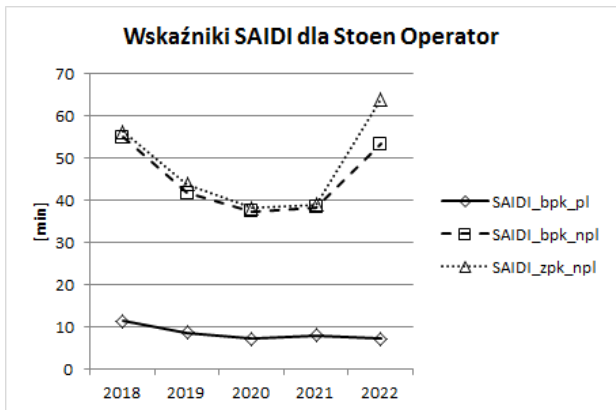
Rys. 15. Wartości wskaźników SAIDI dla PGE Dystrybucja S.A. w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [12, 15]



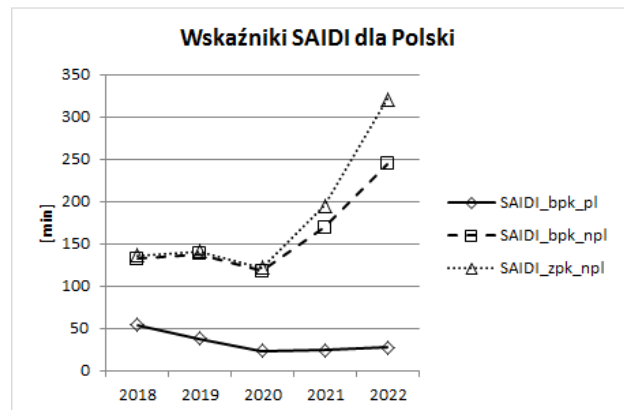
Rys. 16. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla PGE Dystrybucja S.A. w latach 2018 + 2022; oprac. na podstawie [12, 15]



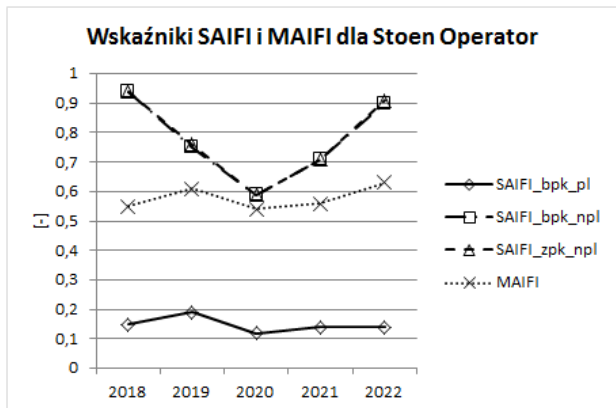
Rys. 20. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla Tauron Dystrybucja S.A. w latach 2018 + 2022; oprac. na podst. [14, 15]



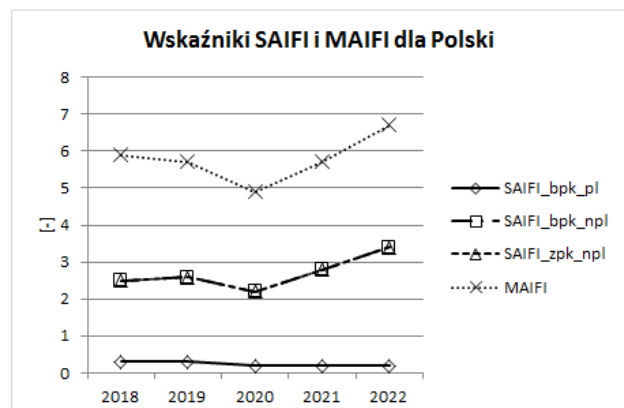
Rys. 17. Wartości wskaźników SAIDI dla Stoen Operator Sp. z o. o. w latach 2018+ 2022; opracowano na podstawie [13, 15]



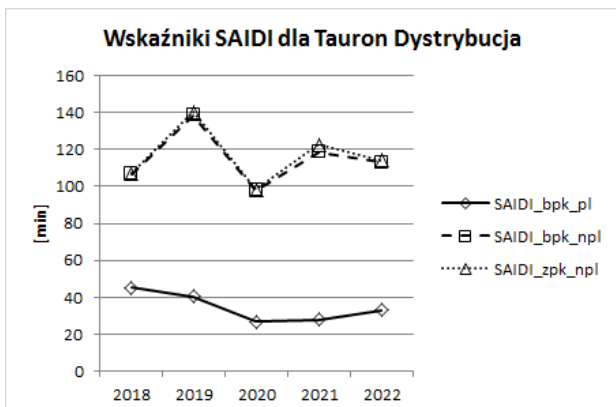
Rys. 21. Wartości wskaźników SAIDI dla Polski w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [16 – 20]



Rys. 18. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla Stoen Operator Sp. z o. o. w latach 2018 + 2022; oprac. na podstawie [13, 15]



Rys. 22. Wartości wskaźników SAIFI i MAIFI dla Polski w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [16 – 20]



Rys. 19. Wartości wskaźników SAIDI dla Tauron Dystrybucja S.A. w latach 2018 + 2022; opracowano na podstawie [14, 15]

Z Rysunków 1-10 wynika, że w latach 2018+2022, dla przerw nieplanowanych najmniejsze wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI występują dla Stoen Operator. Z pozostałych OSD, najmniejsze wartości wskaźników SAIDI występują w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018), Energa Operator i Enea Operator (2019), Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2020), Tauron Dystrybucja i Energa Operator (2021 i 2022). Z kolei, najmniejsze wartości wskaźników SAIFI z pozostałych OSD występują w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018, 2019, 2020), Tauron Dystrybucja i Energa Operator (2021, 2022). Jeśli chodzi o przerwy krótkie, to najmniejsze wartości wskaźnika MAIFI, poza Stoen Operator, występują dla Tauron Dystrybucja, a następnie dla Enea Operator.

W przypadku przerw planowanych najmniejsze wartości wskaźnika SAIDI występują dla Stoen Operator, a następnie w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018), Enea Operator i Energa Operator (2019, 2020, 2021, 2022). Z kolei najmniejsze wartości wskaźnika SAIFI w przypadku przerw planowanych występują w kolejnych latach dla Stoen Operator, Enea Operator i Energa Operator (2018), Enea Operator, Stoen Operator i Energa Operator (2019, 2020, 2021, 2022).

Jak wynika z Rysunków 11 i 12, w przypadku wartości wskaźnika SAIDI oraz SAIFI dla przerw planowanych w Enea Operator zaobserwowano tendencję malejącą do roku 2021, a następnie ich stabilizację w roku 2022. Z kolei w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI dla przerw nieplanowanych najpierw zaobserwowano tendencję malejącą w latach 2018 - 2020, a następnie tendencję wzrostową do roku 2022. Jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw wartości tego wskaźnika ulegały zmianom w górę i w dół, a następnie od 2020 roku zaobserwowano ich tendencję wzrostową.

W przypadku Energa Operator (patrz Rys. 13 i 14), odnośnie do wartości wskaźnika SAIDI dla przerw planowanych zaobserwowano tendencję malejącą do roku 2020, a następnie ich stabilizację do roku 2022. Wartości wskaźnika SAIFI dla przerw planowanych najpierw lekko zmalały w latach 2018 - 2020, a potem były stabilne w latach 2021 i 2022. Z kolei w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI dla przerw nieplanowanych najpierw zaobserwowano tendencję malejącą (SAIDI) lub lekko malejącą (SAIFI) w latach 2018 - 2020, a następnie tendencję wzrostową do roku 2022. Jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw w latach 2018 – 2020 wartości tego wskaźnika ulegały zmniejszeniu, a następnie zaczęły rosnać.

Z kolei w przypadku PGE Dystrybucja można zaobserwować, na podstawie Rysunków 15 i 16, że wartości wskaźnika SAIDI dla przerw planowanych miały tendencję malejącą do roku 2021, a następnie były stabilne w roku 2022. Wartości wskaźnika SAIFI dla przerw planowanych najpierw lekko zmalały w latach 2018 - 2020, a potem były stabilne w latach 2021 i 2022. Z kolei w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI dla przerw nieplanowanych najpierw zaobserwowano tendencję lekko malejącą (SAIDI) lub stabilizację (SAIFI) w latach 2018 - 2020, a następnie tendencję wzrostową do roku 2022. Jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw w latach 2018 – 2020 wartości tego wskaźnika miały tendencję malejącą, a następnie zaczęły rosnać.

Jak wynika z Rysunków 17 i 18, dla przerw planowanych w Stoen Operator w przypadku wartości wskaźnika SAIDI zaobserwowano tendencję malejącą do roku 2020, a następnie ich stabilizację w roku 2021 i 2022, zaś w przypadku wartości wskaźnika SAIFI najpierw wartości tego wskaźnika ulegały zmianom w górę i w dół, a następnie od 2021 roku były stabilne. Natomiast w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI dla przerw nieplanowanych najpierw zaobserwowano tendencję malejącą w latach 2018 - 2020, a następnie tendencję wzrostową do roku 2022. Jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw w latach 2018 – 2020 wartości tego wskaźnika ulegały zmianom w górę i w dół, a następnie zaczęły rosnać.

W przypadku Tauron Dystrybucja (patrz Rys. 19 i 20), odnośnie do wartości wskaźnika SAIDI dla przerw planowanych zaobserwowano tendencję malejącą do roku 2020, a następnie lekką tendencję wzrostową do roku 2022. Wartości wskaźnika SAIFI dla przerw planowanych najpierw lekko zmalały w latach 2018 - 2020, a potem były stabilne w latach 2021 i 2022. Z kolei, dla przerw nieplanowanych w

przypadku wartości wskaźników SAIDI zaobserwowano zmianę wartości w górę i w dół w latach 2018 – 2022, zaś w przypadku wartości wskaźników SAIFI zaobserwowano zmianę wartości w górę i w dół w latach 2018 – 2020, a potem tendencję rosnącą w latach 2021 i 2022. Odnośnie do wskaźnika MAIFI, zaobserwowano, że jego wartości najpierw w latach 2018 – 2020 ulegały zmianom w górę i w dół, a następnie zaczęły rosnać.

Z Rysunków 21 i 22 wynika, że dla przerw planowanych dla Polski w przypadku wartości wskaźnika SAIDI miała miejsce najpierw tendencja malejąca w latach 2018 - 2020, a następnie stabilizacja w roku 2021 i 2022, zaś w przypadku wartości wskaźnika SAIFI najpierw miała miejsce lekka tendencja malejąca w latach 2018 – 2020, a następnie stabilizacja w latach 2021 - 2022. Z kolei dla przerw nieplanowanych w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI zaobserwowano zmianę ich wartości w dół i w górę w latach 2018 – 2020, a następnie tendencję w górę w latach 2021 - 2022. Jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw w latach 2018 – 2020 wartości tego wskaźnika ulegały zmniejszeniu, a następnie zaczęły rosnać w roku 2021 i 2022.

Wartości średnie oraz mediana wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI dla Polski w latach 2018 – 2022, wyznaczone w oparciu o dane zawarte w [16 – 20], zostały przedstawione w Tabeli 1.

Tabela 1. Wartości średnie oraz mediana wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI dla Polski w latach 2018 – 2022; wyznaczone w oparciu o dane z [16 – 20]

Wskaźnik	Wartość średnia	Mediana
SAIDI_bpk_pl [min/odb./rok]	34,06	27,9
SAIDI_bpk_npl [min/odb./rok]	160,9	138,5
SAIDI_zpk_npl [min/odb./rok]	183,58	141,4
SAIFI_bpk_pl [przerw/odb./rok]	0,24	0,2
SAIFI_bpk_npl [przerw/odb./rok]	2,7	2,6
SAIFI_zpk_npl [przerw/odb./rok]	2,7	2,6
MAIFI [przerw/odb./rok]	5,78	5,7

Należy wspomnieć, że zgodnie z PEP2040 [21] wskaźniki SAIFI i SAIDI w naszym kraju powinny ulegać zmniejszeniu w kolejnych latach. Dla wskaźnika SAIDI w dokumencie tym określono cel na poziomie 85 min/odbiorcę w 2030 roku.

Struktura terytorialna wartości wskaźników SAIDI i SAIFI w Polsce

Dostępne dane w tej kwestii zostały m.in. podane w [16 – 20] i odnoszą się do przerw nieplanowanych występujących w Polsce w latach 2018 – 2022.

Zgodnie z [20], w roku 2022 wskaźnik SAIDI:

- o wartościach mniejszych od 50 min/odb. występował w prawie 40 powiatach w Polsce;
- o wartościach od 50 do 100 min/odb. występował w trochę ponad 40 powiatach;
- o wartościach od 100 do 150 min/odb. występował w około 45 powiatach;
- w trochę ponad 45 powiatach występował o wartościach od 150 do 200 min/odb.;
- w trochę ponad 30 powiatach występował o wartościach od 200 do 250 min/odb.;
- w trochę ponad 25 powiatach występował o wartościach od 250 do 300 min/odb.;

- w trochę ponad 10 powiatach występował o wartościach od 300 do 350 min/odb.;
- w około 25 powiatach występował o wartościach od 350 do 400 min/odb.;
- w około 25 powiatach występował o wartościach od 550 do 700 min/odb.;
- w 50 powiatach występował o wartościach ponad 700 min/odb. (dominanta).

Zgodnie z tym samym źródłem danych, wskaźnik SAIFI w 2022 roku:

- o wartościach mniejszych od 1 przerwy na odb. występował w prawie 35 powiatach w Polsce;
- o wartościach od 1 do 2 przerw na odb. występował w 50 powiatach;
- w prawie 70 powiatach (dominanta) przyjmował wartości od 2 do 3 przerw/odb.;
- o wartościach od 3 do 4 przerw/odb. występował w ponad 60 powiatach;
- o wartościach od 4 do 5 przerw/odb. występował w prawie 45 powiatach;
- o wartościach od 5 do 6 przerw/odb. występował w trochę ponad 25 powiatach;
- o wartościach od 6 do 7 przerw/odb. występował w prawie 30 powiatach;
- w około 25 powiatach występował o wartościach większych od 10 przerw/odb.

Należy zauważyć, że dominanta odnośnie do wartości wskaźnika SAIDI w Polsce w układzie terytorialnym w latach 2018 – 2021, zgodnie z danymi podanymi w [16 – 19], wynosiła:

- w roku 2018 od 100 do 150 min/odb. w prawie 100 powiatach;
- w roku 2019 od 100 do 150 min/odb. w około 85 powiatach;
- w roku 2020 od 50 do 100 min/odb. w trochę ponad 90 powiatach;
- w roku 2021 od 100 do 150 min/odb. w prawie 80 powiatach.

Z kolei dominanta odnośnie do wartości wskaźnika SAIFI w Polsce w układzie terytorialnym w latach 2018 – 2021, zgodnie z danymi podanymi w [16 – 19], wynosiła od 2 do 3 przerw/odb.:

- w roku 2018 w prawie 95 powiatach;
- w roku 2019, 2020 i 2021 w prawie 90 powiatach.

Należy zaznaczyć, że w artykule [7] przedstawiono szczegółową analizę wartości wskaźników SAIDI i SAIFI na poziomie rejonów energetycznych w Polsce w latach 2015 – 2019. W artykule tym najpierw podano podstawowe parametry charakteryzujące rejon energetyczny, a następnie szczegółowe dane statystyczne opisujące niezawodność sieci dla grupy badanych rejonów energetycznych.

Z kolei w artykule [22] dokonano analizy awaryjności eksploatacyjnej elementów krajowych sieci SN (linii kablowych SN, linii napowietrznych SN oraz transformatorów SN/nN) metodą nieparametryczną z wykorzystaniem estymatorów jądrowych.

Podsumowanie i wnioski końcowe

W niniejszym artykule została przeprowadzona analiza wartości wskaźników odnoszących się do przerw w dostarczaniu energii elektrycznej odbiorcom, podawanych corocznie przez operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD). Podane zostały szczegółowe informacje odnośnie do wartości wskaźników SAIDI, SAIFI oraz MAIFI u 5 największych OSD w Polsce, jak i w skali całego państwa, w ostatnich kilku latach. Ponadto w artykule została

przedstawiona analiza struktury terytorialnej wartości wskaźników SAIDI i SAIFI w naszym kraju.

Należy zauważyć, że w latach 2018 - 2022, dla przerw nieplanowanych najmniejsze wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI występowały dla Stoen Operator. Z pozostałych OSD, najmniejsze wartości wskaźników SAIDI wystąpiły w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018), Energa Operator i Enea Operator (2019), Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2020), Tauron Dystrybucja i Energa Operator (2021 i 2022). Z kolei najmniejsze wartości wskaźników SAIFI z pozostałych OSD wystąpiły w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018, 2019, 2020), Tauron Dystrybucja i Energa Operator (2021, 2022). Rozpatrując przerwę krótkie, najmniejsze wartości wskaźnika MAIFI, poza Stoen Operator, wystąpiły dla Tauron Dystrybucja, a następnie dla Enea Operator.

Analizując przerwy planowane, najmniejsze wartości wskaźnika SAIDI wystąpiły dla Stoen Operator, a następnie w kolejnych latach dla Energa Operator i Tauron Dystrybucja (2018), Enea Operator i Energa Operator (2019, 2020, 2021, 2022). Z kolei najmniejsze wartości wskaźnika SAIFI, odnośnie do przerw planowanych, wystąpiły w kolejnych latach dla Stoen Operator, Enea Operator i Energa Operator (2018), Enea Operator, Stoen Operator i Energa Operator (2019, 2020, 2021, 2022).

Analizując dane z lat 2018 – 2022 dla przerw planowanych dla Polski, należy zauważyć, że w przypadku wartości wskaźnika SAIDI miała miejsce najpierw tendencja malejąca w latach 2018 - 2020, a następnie stabilizacja w roku 2021 i 2022. Z kolei w przypadku wartości wskaźnika SAIFI najpierw miała miejsce lekka tendencja malejąca w latach 2018 – 2020, a następnie stabilizacja w latach 2021 - 2022. Odnośnie do przerw nieplanowanych, w przypadku wartości wskaźników SAIDI oraz SAIFI zaobserwowano zmianę ich wartości w dół i w górę w latach 2018 – 2020, a następnie tendencję w górę w latach 2021 - 2022. Natomiast, jeśli chodzi o wskaźnik MAIFI, to najpierw w latach 2018 – 2020 wartości tego wskaźnika ulegały zmniejszeniu, a następnie wartość wskaźnika zaczęła rosnąć w roku 2021 i 2022.

Średnie wartości wskaźnika SAIDI w przypadku przerw nieplanowanych dla Polski w latach 2018 – 2022 wyniosły: SAIDI_bpk_npl: 160,9 min/odb./rok; SAIDI_zpk_npl: 183,58 min/odb./rok. Wartości średnie tych wskaźników dla wybranych państw europejskich na koniec 2018 roku były dużo mniejsze i wynosiły odpowiednio trochę ponad 55 min/odb./rok oraz trochę ponad 71 min/odb./rok [23].

Z kolei średnie wartości wskaźnika SAIFI w przypadku przerw nieplanowanych dla Polski w latach 2018 – 2022 wyniosły: SAIFI_bpk_npl: 2,7 przerw/odb./rok; SAIFI_zpk_npl: 2,7 przerw/odb./rok. Wartości średnie tych wskaźników dla wybranych państw europejskich na koniec 2018 roku były dużo mniejsze i wynosiły odpowiednio 1,0 przerw/odb./rok oraz 1,1 przerw/odb./rok [23].

Porównując odpowiednie wartości wskaźników SAIDI i SAIFI dla Polski w latach 2018 – 2022 z wartościami tych wskaźników w latach 2011 – 2014 [5], można stwierdzić, że nastąpiła istotna poprawa w tym zakresie. Średnie wartości wskaźnika SAIDI w przypadku przerw nieplanowanych dla Polski w latach 2011 – 2014 wyniosły bowiem: SAIDI_bpk_npl: 252,15 min/odb./rok; SAIDI_zpk_npl: 287,175 min/odb./rok, zaś mediana odpowiednio 254,1 min/odb./rok i 279,85 min/odb./rok. Z kolei średnie wartości wskaźnika SAIFI w przypadku przerw nieplanowanych dla Polski w latach 2011 – 2014 wyniosły: SAIFI_bpk_npl: 3,425 przerw/odb./rok; SAIFI_zpk_npl: 3,475 przerw/odb./rok, zaś mediana odpowiednio 3,35 przerw/odb./rok i 3,35 przerw/odb./rok. Odnośnie do przerw

planowanych w latach 2011 – 2014 odpowiednie wskaźniki wyniosły: SAIDI_bpk_pl: 139,55 min/odb./rok; SAIFI_bpk_pl: 0,675 przerw/odb./rok, zaś mediana odpowiednio 143,05 min/odb./rok i 0,65 przerw/odb./rok.

W tym miejscu należy wspomnieć, że zgodnie z dokumentem PEP2040 [21] wskaźniki SAIDI i SAIFI powinny ulegać zmniejszeniu w kolejnych latach. Dla wskaźnika SAIDI we wspomnianym dokumencie określono cel do osiągnięcia w 2030 roku na poziomie wynoszącym 85 min/odb./rok.

Istotną kwestią są również wartości wskaźników SAIDI i SAIFI w układzie terytorialnym (powiatowym). Dominanta odnośnie do wartości wskaźnika SAIDI w Polsce w układzie terytorialnym w latach 2018 – 2022 wynosiła odpowiednio: od 100 do 150 min/odb./rok w prawie 100 powiatach (2018), od 100 do 150 min/odb./rok w około 85 powiatach (2019), od 50 do 100 min/odb./rok w trochę ponad 90 powiatach (2020), od 100 do 150 min/odb./rok w prawie 80 powiatach (2021), ponad 700 min/odb. w 50 powiatach (2022). Z kolei dominanta odnośnie do wartości wskaźnika SAIFI w Polsce w układzie terytorialnym w latach 2018 – 2022 wynosiła od 2 do 3 przerw/odb./rok odpowiednio: w prawie 95 powiatach w roku 2018, w prawie 90 powiatach w latach 2019 – 2021 oraz w prawie 70 powiatach w roku 2022.

Szczegółowe informacje na temat wartości wskaźników SAIDI i SAIFI dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej w krajach europejskich, w tym w Niemczech; a także opis czynników wpływających na wartość wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej (tj. w szczególności zagadnienia kablowania linii napowietrznych SN i automatyzacji sieci dystrybucyjnych) oraz zagadnienie niezawodności zasilania odbiorców w mikrosieciach niskiego napięcia zostaną przedstawione w części drugiej artykułu („część 2”).

Autor dziękuje Panu dr. inż. Jarosławowi Tomczykowskiemu z PTPIREE za udostępnienie odpowiednich danych dotyczących wskaźników niezawodności zasilania w Polsce [15].

Autor: prof. dr hab. inż. Mirosław Parol, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, E-mail: miroslaw.parol@pw.edu.pl

LITERATURA

- [1] Kornatka M.: Ocena niezawodności krajowych sieci średniego napięcia. *Przegląd Elektrotechniczny*, 85 (2009), nr 3, 176-179
- [2] Kornatka M.: Analiza wskaźników niezawodnościowych krajowych operatorów systemu dystrybucyjnego. *Przegląd Elektrotechniczny*, 89 (2013), nr 5, 331-337
- [3] Parol M.: Analiza wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej na poziomie sieci dystrybucyjnych. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90 (2014), nr 8, 122-126
- [4] Kornatka M.: Automatyzacja pracy sieci średniego napięcia a poziom ich niezawodności. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90 (2014), nr 8, 109-112
- [5] Parol M.: Analiza poziomu niezawodności zasilania odbiorców w elektroenergetycznych sieciach dystrybucyjnych. *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr 3, 1-6, DOI: 10.15199/48.2017.03.01
- [6] Tomczykowski J.: Kluczowa rola linii SN w ocenie niezawodności sieci dystrybucyjnych. *Energia Elektryczna*, 8/2019, 22 – 24
- [7] Tomczykowski J.: Niezawodność sieci na poziomie rejonów energetycznych. *Energia Elektryczna*, 6/2020, 21 – 24
- [8] II Krajowy Raport Benchmarkingowy nt. jakości dostaw energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Akademia Górniczo – Hutnicza, Kraków czerwiec 2021
- [9] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2023 r., poz. 819)
- [10] www.operator.enea.pl
- [11] www.energa-operator.pl
- [12] www.pgedystrybucja.pl
- [13] www.stoenoperator.pl
- [14] www.tauron-dystrybucja.pl
- [15] Tomczykowski J.: Dane na temat wartości wskaźników SAIDI, SAIFI i MAIFI dla 5 największych OSD w Polsce w roku 2020, materiały niepublikowane
- [16] Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2018, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2019
- [17] Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2019, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2020
- [18] Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2020, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2021
- [19] Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2021, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2022
- [20] Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2022, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2023
- [21] Polityka energetyczna Polski do 2040 r., Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r., Monitor Polski, poz. 264 z 2021 roku
- [22] Kornatka M.: Analysis of the Exploitation Failure Rate in Polish MV Network. Maintenance and Reliability (*Eksploatacja i Niezawodność*), 20 (2018), no. 3, 413-419
- [23] 7th CEER-ECRB Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply. Council of European Energy Regulators, 2022