

*Małgorzata Trojanowska
Katedra Energetyki Rolniczej
Akademia Rolnicza w Krakowie*

ANALIZA STATYSTYCZNA CIĄGŁOŚCI DOSTAW ENERGII ELEKTRYCZNEJ ODBIORCOM Z TERENÓW WIEJSKICH WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO

Streszczenie

Przeanalizowano ciągłość zasilania w energię elektryczną odbiorców wiejskich, a szczególnie jej terytorialne zróżnicowanie. Oparto się na wskaźnikach dobrze obrazujących pewność zasilania, których wyznaczenie jest możliwe przy wykorzystaniu danych rejestrowanych w polskich spółkach dystrybucyjnych. Do oceny ciągłości zasilania odbiorców wiejskich zastosowano metodę porządkowania liniowego. Okazało się, że najlepsze warunki pod względem niezawodności dostaw energii elektrycznej odbiorcom wiejskim występują na terenach powiatów limanowskiego, nowotarskiego i suskiego, a najgorsze w powiatach północno-wschodnich województwa.

Słowa kluczowe: energia elektryczna, ciągłość zasilania

Wprowadzenie

Zgodnie z obowiązującym stanem prawnym samorządy terytorialne i spółki dystrybucyjne powinny działać na rzecz ciągłych i niezawodnych dostaw energii elektrycznej odbiorcom. Ciągłość dostawy energii elektrycznej oznacza zdolność sieci elektroenergetycznej do dostarczenia uzgodnionej ilości energii, o określonej jakości, bez przerw w zasilaniu. Przerwa w zasilaniu, zgodnie z normą PN-EN-50160, to stan, w którym wartość skuteczna napięcia w punkcie dostawy energii (np. w złączu) spadnie poniżej 1% napięcia deklarowanego, będącego zwykle napięciem znamionowym sieci zasilającej. Ze względu na przyczynę, przerwy dzieli się na przewidywane (planowe) czyli takie, o których odbiorca jest informowany z odpowiednim wyprzedzeniem oraz przypadkowe (nieplanowane) związane ze zdarzeniami zewnętrznymi, uszkodzeniami lub zakłóceniami w pracy systemu elektroenergetycznego. Przerwy przypadkowe dzieli się z kolei, zależnie od czasu ich występowania, na przerwy krótkie, trwające do 3 minut, spowodowane uszkodzeniami przemijającymi, oraz przerwy długie, trwające dłużej niż 3 minuty wywołane uszkodzeniami trwałymi. W normalnych warunkach pracy sieci rozdzielczej roczna liczba przerw waha się od kilkudziesięciu do kilkuset [Strzałka 2003].

Ciągłość dostaw energii zależy od niezawodności i prawidłowej pracy wszystkich elementów systemu elektroenergetycznego, zarówno po stronie wytwarzania, jak i przesyłu oraz dystrybucji. Ciągłość (niezawodność) może być mierzona przez częstość, czas trwania i poziom niekorzystnych zjawisk.

Przez lata prowadzono działania w kierunku ustalenia wskaźników dobrze identyfikujących pewność zasilania i równocześnie łatwych do wyznaczenia oraz ich unifikacji. Wydaje się, że w aktualnej sytuacji rynku energii elektrycznej w Polsce istnieje potrzeba ponownego podjęcia tego typu działań.

Celem pracy była analiza ciągłości dostarczania energii elektrycznej odbiorcom wiejskim z województwa małopolskiego, a szczególnie jej terytorialnego zróżnicowania.

Zakres i przedmiot badań

Do analizy ciągłości zaopatrzenia w energię wybrano wskaźniki, które dobrze obrazują pewność zasilania i są możliwe do wyznaczenia na podstawie danych rejestrowanych w polskich spółkach dystrybucyjnych. Ocenę ciągłości zasilania odbiorców wiejskich przeprowadzono metodą porządkowania liniowego.

Tereny wiejskie województwa małopolskiego, poddane badaniom, znajdują się w rejonach obsługi trzech zakładów energetycznych. Odbiorcy wiejscy na tych terenach zużywają średnio w roku 3 MWh energii elektrycznej, a gęstość powierzchniowa zasilających ich sieci kształtuje się na poziomie 2,7 km linii w przeliczeniu na km² [Trojanowska 2007].

Wyniki badań

Polskie spółki dystrybucyjne sporządzają corocznie sprawozdania o stanie urządzeń elektroenergetycznych, w których zamieszczają m. in. charakterystykę awaryjności sieci rozdzielczych. Podają one szczególnie liczbę przerw awaryjnych w dostawie energii elektrycznej przeliczoną na 100 km linii zasilających (napowietrznych i kablowych) oraz średni czas trwania tych przerw. Taki zestaw wskaźników mało mówi przeciętnemu użytkownikowi energii elektrycznej o ciągłości zasilania. Do tego wartości tych wskaźników nie są mu udostępniane.

W międzynarodowej praktyce jest używanych kilka wskaźników oceny ciągłości dostaw energii elektrycznej, w przeważającej większości dotyczących przerw długich [Paska 2003]. Do najczęściej stosowanych należą:

- a) SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) – systemowy wskaźnik średniej liczby (częstości) przerw na odbiorcę, zdefiniowany jako stosunek liczby wszystkich długich przerw nieplanowanych w ciągu roku do liczby odbiorców przyłączonych do sieci,

- b) SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) – systemowy wskaźnik średniego (przeciętnego) rocznego czasu trwania przerw, wyznaczany jako iloraz rocznej sumy czasu trwania wszystkich przerw (w minutach), do całkowitej liczby odbiorców przyłączonych do sieci,
- c) CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) – średni czas trwania przerwy długiej, obliczany jako suma czasu trwania wszystkich przerw długich w zasilaniu odbiorców (w minutach) podzielona przez liczbę wszystkich wyłączeń odbiorców,
- d) AENS (*Average Energy Not Supplied*) – średnia (oczekiwana) roczna ilość energii niedostarczonej, określona jako stosunek energii niedostarczonej odbiorcom w ciągu roku do liczby odbiorców przyłączonych do sieci.

W pracy obliczono dla każdego z powiatów województwa małopolskiego wartości tych czterech wskaźników, a ich charakterystyczne wielkości dla sieci niskiego napięcia zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Wskaźniki opisujące ciągłość dostaw energii elektrycznej odbiorcom wiejskim w województwie małopolskim
Table 1. Indices illustrating the continuity of electric energy supply to rural consumers in the province of Małopolska

Wskaźnik	SAIFI liczba przerw/ odbiorcę	SAIDI min/odbiorcę	CAIDI min/przerwę	AENS kWh/odbiorcę
Wartość średnia	0,027	4,9	313	3,3
Wartość minimalna	0,003	0,4	119	0,7
Wartość maksymalna	0,094	13,3	768	5,4

Źródło: obliczenia własne na podstawie statystyk zakładów energetycznych z lat 2003-2004

Z tabeli wynika, że odbiorca wiejski z terenów województwa małopolskiego może spodziewać się średnio w roku ok. 0,03 nieplanowanych przerw w zasilaniu i 5 minut przerw w dostawie energii elektrycznej, czego następstwem są ponad 3 kWh niedostarczonej energii. Chociaż prawdopodobieństwo wystąpienia nieplanowanej przerwy jest bardzo małe, to w przypadku jej zaistnienia trzeba się liczyć średnio z 5,5-godzinym czasem usuwania awarii.

Obliczone wskaźniki SAIFI, SAIDI, CAIDI oraz AENS, a właściwie ich odwrotności, które potraktowano jako cechy o charakterze stymulant analizowanych powiatów województwa małopolskiego, wykorzystano do oceny ciągłości zaopatrzenia w energię elektryczną odbiorców wiejskich.

Dokonując wyboru cech obiektów należy kierować się kryterium uniwersalności, zmienności i ważności. Wybrane wskaźniki spełniają wszystkie te kryteria. Mają one bowiem powszechnie uznane znaczenie, nie są do siebie podobne w sensie informacji o obiektach i są ważne. Ocenę ważności cech przeprowadzono w oparciu o wskaźniki wypukłości ich dystrybuant empirycznych [Ostasiewicz 1999], który w żadnym przypadku nie przekroczył wartości 0,5.

Rangowania powiatów ze względu na możliwości zapewnienia ciągłych dostaw energii elektrycznej odbiorcom wiejskim dokonano metodą porządkowania liniowego, wyznaczając dla każdego z powiatów miarę Hellwiga d_i , jako najczęściej stosowaną w badaniach praktycznych zmienną syntetyczną, korzystając z zależności:

$$d_i = 1 - \frac{d_{io}}{d_o} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

gdzie: $d_{io} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{oj})^2}$; (2)

$$d_o = d_{oś} + 2s_d, \quad (3)$$

oraz

$$d_{oś} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{io}; \quad s_d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{io} - d_{oś})^2}, \quad (4)$$

przy czym:

x_{ij} – wartość standaryzowanej cechy o charakterze stymulanty,

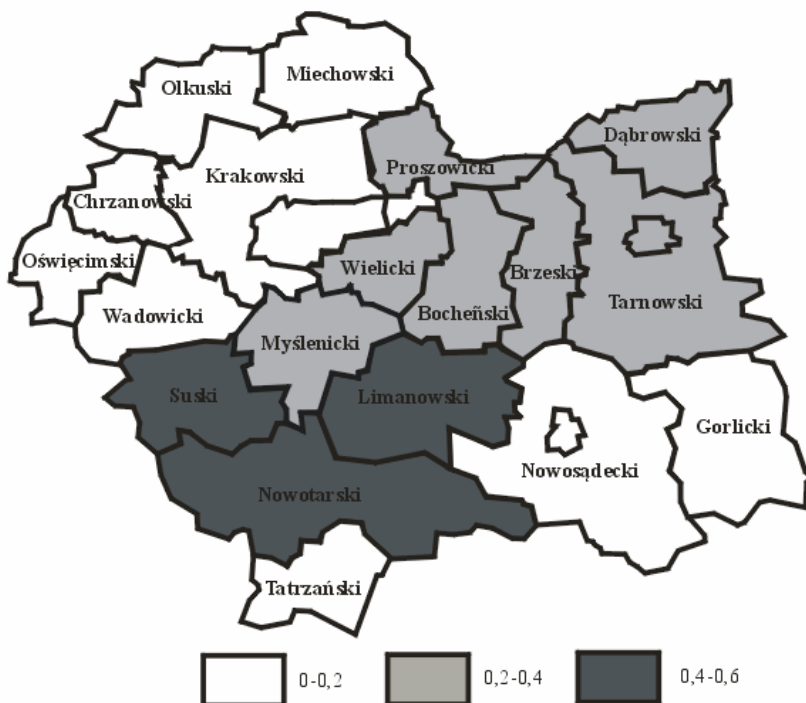
x_{oj} – wartość maksymalna ze zbioru tych cech.

Ze względu na otrzymane wartości zmiennej syntetycznej d_i utworzone zostały trzy grupy powiatów (rys. 1).

Podsumowanie

Dzisiaj, kiedy energia elektryczna jest traktowana jak towar, którego wartość użytkową określa między innymi ciągłość jej dostarczania, odbiorca energii ma prawo uzyskać jasne dla niego informacje o pewności zasilania. Istnieje potrzeba corocznego publikowania wskaźników, które dobrze identyfikują niezawodność dostaw energii elektrycznej.

W pracy wykazano, że można do nich zaliczyć wskaźniki SAIFI, SAIDI, CAIDI oraz AENS, często stosowane w praktyce międzynarodowej, łatwe do wyznaczenia na podstawie danych rejestrowanych w polskich spółkach dystrybucyjnych.



Rys. 1. Terytorialne zróżnicowanie ciągłości zaopatrzenia w energię elektryczną odbiorców wiejskich w województwie małopolskim
Fig. 1. Territorial differentiation of the continuity of electric energy supply to rural customers in the province of Małopolska

Analiza statystyczna ciągłości zaopatrzenia w energię elektryczną w Małopolsce przeprowadzona na podstawie powyższych wskaźników wykazała, że najlepszych warunków pod względem niezawodności dostaw energii elektrycznej mogą oczekiwać odbiorcy wiejscy zasilani z sieci rozdzielczych niskiego napięcia na terenach powiatów limanowskiego, nowotarskiego i suskiego, a najgorszych w powiatach północno-wschodnich województwa małopolskiego.

Z danych spółek energetycznych wynika, że zdecydowana większość przerw w zasilaniu wywołana jest czynnikami atmosferycznymi. Nie byłyby one jednak tak częste, gdyby elementy elektroenergetycznych sieci rozdzielczych były w lepszym stanie technicznym. Poprawa stanu technicznego sieci wymaga systematycznego odtwarzania elementów wyeksploatowanych i przestarzałych.

Ponieważ okres amortyzacji dla poszczególnych elementów sieci rozdzielczych przyjmowany jest średnio na poziomie 25 lat, w każdym roku kalendarzowym powinno ulec wymianie ok. 4% elementów tych sieci. Na to potrzebne są środki finansowe, których energetyce brakuje, zwłaszcza w odniesie-

niu do sieci wiejskich ze względu na ich niską rentowność [Ocena ... 2005]. Nie można zatem spodziewać się w najbliższej przyszłości znaczącej poprawy w zakresie ciągłości zaopatrzenia w energię elektryczną odbiorców wiejskich, również na terenach województwa małopolskiego.

Bibliografia

Ocena przewidywanych potrzeb rozwojowych i odtworzeniowych sieci elektroenergetycznej średniego i niskiego napięcia na obszarach o małym zagęszczeniu odbiorców. 2005. Materiał źródłowy PTPiREE, Poznań

Ostasiewicz W. (red.). 1999. Statystyczne metody analizy danych. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, ISBN 83-7011-328-1

Paska J. 2003. Jakość zasilania. Elektroenergetyka, 4: 1-9

PN-EN 50160. 1998. Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych

Strzałka J. 2003. Ciągłość zasilania w przepisach i normach krajowych i zagranicznych. Seminarium nt. Ciągłość i jakość zasilania. Tarnów, ss. 11-19

Trojanowska M. 2007. Ocena stanu technicznego sieci elektroenergetycznych i jakości zasilania w energię elektryczną małopolskiej wsi. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2(56): 133-137