

**Aleksandra RAKOWSKA**

Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki

## **Wysokonapięciowe linie napowietrzne a osad lodowy na przewodach**

**Streszczenie.** *Osad lodowy na przewodach wysokonapięciowych linii jest głównym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo i niezawodność pracy tych linii. Z problemem tym związane są znaczące straty ekonomiczne dlatego wiele ośrodków naukowo-badawczych oraz operatorzy sieci przesyłowej i transmisyjnej prowadzą szerokie badania i analizy mające na celu opracowanie odpowiednich standardów oraz procedur postępowania.*

**Abstract. (High voltage overhead lines and icing on conductors)** *Icing on electric transmission lines is one key factor which threatens the security and reliability of power grid. Due to the huge economic losses from this problem, domestic R&D institutes, universities and power utilities all embarked on extensive research into the problem and issued recommendations on the most suitable remedial solutions.*

**Słowa kluczowe:** wysokonapięciowe linie napowietrzne, osad lodowy, zimowe warunki atmosferyczna a linie napowietrzne.

**Keywords:** HV overhead lines, icing on conductors, influence of winter conditions on overhead lines.

Wśród czynników związanych z eksploatacją linii napowietrznych konieczne jest uwzględnianie oddziaływania warunków atmosferycznych. Aktualność tej problematyki potwierdza fakt, że publikowane ostatnio prace CIGRE wielokrotnie dotyczyły właśnie tej problematyki [1-3]. M.in. w 42-stronicowej CIGRE BT [1] zajęto się ujednoczeniem procedur pomiarowych, pozwalających w przyszłości opracować odpowiednie standardy uwzględniające wystąpienie: turbulencji wiatru w terenach górzystych oraz osadzania się lodu na elementach linii. Lista katastrofalnych awarii sieci WN i NN niestety jest coraz dłuższa [4]. Awarie związane z warunkami zimowymi w naszym kraju są elektroenergetykom dobrze znane, ale warto wspomnieć o zniszczeniach w ostatnich latach w wyniku oblodzenia sieci np. w Chinach, Islandii i Słowenii.

Na początku 2008, w centralnej i południowej części Chin zanotowano najgorsze od 50-ciu lat warunki zimowe z temperaturą poniżej 0°C. Zgodnie z danymi CEPRI (China Electric Power Research Institute) w sumie 36 740 linii nie pracowało, wyłączonych zostało 2 018 transformatorów, a na poziomie napięcia 110-500 kV aż 8 381 konstrukcji wsporczych zostało uszkodzonych w wyniku oblodzenia. Było to przyczyną że 119 linii 500 kV zostało wyłączonych z eksploatacji, 348 linii 220 kV, 888 linii 110 kV oraz 35 385 linii dystrybucyjnych. Straty ekonomiczne awarii spowodowanej oblodzeniem sieci zostały oszacowane na ponad 3,5 miliarda dolarów. Najwięcej zniszczeń zanotowano w prowincji Hunan, gdzie w niektórych rejonach ponad dwa tygodnie nie udało się przywrócić zasilania odbiorców w energię elektryczną. Niestety rozległe awarie sieci WN powtórzyły się w Chinach także w roku 2012, gdy oblodzenie spowodowało wyłączenie 221 linii przesyłowych. Poziom zniszczeń sieci w warunkach zimowych i poniesione straty ekonomiczne spowodowały, że kilka uniwersytetów chińskich zajęło się tą tematyką w prowadzonych pracach naukowych. Między innymi szerokie badania prowadzone są przez Chongqing University – zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i w warunkach naturalnych. W 2017 roku autorka miała okazję zapoznać się pracami prowadzonymi przez zespół prof. Jianga Xingliang, a dotyczącymi problemu tworzenia się osadu lodowego w warunkach naturalnych w stacji badawczej Xuefeng Mountain, zlokalizowanej na terenie górskiego rezerwatu [4]. Na stacji tej badano również wpływ innych warunków

środowiskowych na stan izolatorów linii wysokich i najwyższych napięć oraz innych elementów sieci (do 1000 kV).

W lutym 2014 w Słowenii, w okolicach Lublany, miała miejsce awaria sieci energetycznej spowodowana oblodzeniem. Część uszkodzonych linii napowietrznych znajdowało się w rejonach górzystych, na wysokości ok. 1300 m n.p.m. Oblodzenie przewodów nastąpiło na skutek napływu ciepłego powietrza, opadów deszczu i temperatury powietrza wynoszącej 0°C lub nieco poniżej. Uszkodzeniu uległo 3053 km linii, w tym zniszczonych zostało 23 tys. konstrukcji wsporczych. Całkowite straty oszacowane zostały na sumę około 55 milionów Euro.



Rys.1. Słowenia 2014 – zniszczona linia 400 kV oraz Islandia 2012 – osad lodowy o wymiarach 20x30 cm [2]

Tematyka ochrony linii napowietrznych od skutków zimy została przedstawiona w pracach [2, 3, 5, 6], w których omówiono stosowane na świecie metody ochrony przewodów przed nadmiernym oblodzeniem m.in. poprzez pokrywanie ich powierzchni specjalnym materiałem charakteryzującym się wyższymi stratami – dzięki temu ogrzewającym powierzchnię lub poprzez stosowanie metod mechanicznego usuwania osadu lodowego.

#### Literatura

1. *Meteorological data for assessing climatic loads on overhead lines*, TB CIGRE No 645, 2016.
2. *Coatings for protecting overhead power network equipment in winter conditions*, CIGRE TB nr 631, 2015.
3. *Systems for prediction and monitoring of ice shedding, anti-icing and de-icing for power line conductors and ground wires*, Working Group B2.29, CIGRE TB 438, pp.1-100, December 2010.
4. Rakowska A., Grzybowski A., Stiller J., *Czy grożą nam awarie systemowe wywołane zjawiskami klimatycznymi?*, Energetyka, kwiecień 2009.
5. Jiang X., Wang Q., Zhang Z., Hu Y., *Study on icing characteristics of bundle conductors based on Xuefeng Mountain Natural Icing Station*, The 16<sup>th</sup> International Workshop on Atmospheric Icing of Structure, Uppsala, Sweden, June 27- July 6, 2015.
6. Farzaneh M., Volat Ch., Leblond A., *Anti-icing and de-icing techniques for overhead lines*, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8531-4\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8531-4_6) (dostęp 15.12.2017)

**Autor:** prof. dr hab. inż. Aleksandra Rakowska; Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki, ul. Piotrowo 3A, 60-965 Poznań, e-mail: [aleksandra.rakowska@put.poznan.pl](mailto:aleksandra.rakowska@put.poznan.pl).