Problemy i zagrożenia wynikające z wzajemnego oddziaływania ptaków i napowietrznych linii elektroenergetycznych

Krystian Leonard Chrzan, Andrzej Wuczyński, Zbigniew Jakubiec

Postępująca urbanizacja kształtuje środowisko przyrodnicze, zmieniając warunki życia człowieka i świata zwierząt. Zmiany te, mające charakter lokalny np. w czasach imperium rzymskiego, uległy gwałtownemu przyspieszeniu w wieku XX. Pierwszymi liniami elektrycznymi były linie telegraficzne budowane w drugiej połowie XIX wieku. Już wówczas zwrócono uwagę na niebezpieczeństwo, jakie stwarzają one dla ptaków [1].

Budowa coraz liczniejszych linii elektroenergetycznych spowodowała „odrutowanie krajobrazu" i powstanie licznych przeszkód na drodze lotu ptaków. Linie napowietrzne stanowią zagrożenie dla ptaków, ale i one są powodem wielu zakłóceń w przesyłaniu energii i przerw w zasilaniu. W niektórych krajach ptaki powodują najwięcej awarii na liniach napowietrznych. W Południowej Afryce szacuje się, że powodem 38% awarii są ptaki, 23% wyładowania atmosferyczne, 21% pożary buszu, 1% zabrudzenia a 17% to przypadki niezidentyfikowane [2]. Podobna skala problemu istnieje w Izraelu, co wynika z położenia geograficznego tego kraju i koncentracji tras przelotów ptaków pomiędzy Afryką a Europą i Azją.

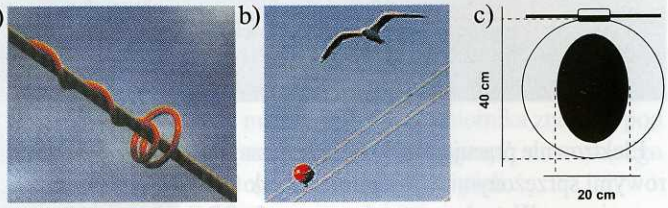
Można rozróżnić pięć podstawowych rodzajów wzajemnego oddziaływania ptaków i linii elektroenergetycznych: zderzenia z przewodami odgromowymi lub fazowymi, zwarcia międzyfazowe lub jednofazowe, budowa gniazd na słupach linii, przeskoki zabrudzeniowe inicjowane przez odchody ptaków oraz uszkadzanie izolatorów polimerowych.

Zderzenia z przewodami odgromowymi lub fazowymi

Przewody linii elektroenergetycznych zawieszone poziomo mogą być niezauważone przez ptaki lecące w kierunku prostopadłym do linii. Przewody mogą być także maskowane przez linię horyzontu. Istotne jest również usytuowanie gałek ocznych ptaka, utrudniające obserwację w kierunku lotu. Najbardziej niebezpieczne są nieoznakowane przewody odgromowe.

Szczególne zagrożone są ptaki wędrowne o dużych rozmiarach ciała lub migrujące stada, nie znające lokalnych przeszkód. Wysokie straty występują szczególnie w miejscach koncentracji ptaków, na wybrzeżach morskich, w pobliżu stawów i dolin rzecznych będących ich naturalnymi żerowiskami. Dlatego należy unikać budowy nowych linii w tych miejscach, a linie istniejące wyposażyć w specjalne oznakowania [3].

Dr inż. Krystian Leonard Chrzan – Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii Politechniki Wrocławskiej,
dr inż. Andrzej Wuczyński, prof. Zbigniew Jakubiec – Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk



Rys. 1.
Oznaczniki linii: a) spiralny, b) kulowy czerwony, c) kulowy biało-czarny

W strefach o znacznej koncentracji ptaków liczba śmiertelnych zderzeń może być znacznie wyższa od 100/km linii, natomiast w pozostałych, typowych lokalizacjach straty osiągają wartość około 5/km/rok. W Holandii, gdzie znajdują się liczne skupiska ptaków, straty w przeliczeniu na 1 km linii wysokiego napięcia (150 lub 380 kV) wynosiły 700 zabitych ptaków/rok [4], a straty w skali tego kraju są szacowane na 0,5–1 mln osobników [5]. W USA odpowiednia wartość podawana jest w szerokim przedziale – od dziesiątków tysięcy do 174 milionów, a linie elektroenergetyczne są uznawane za jedną z najpoważniejszych (obok kolizji z budynkami i szybami) antropogenicznych przyczyn strat ptaków [6]. Łączna liczba ptaków ginących wskutek kolizji z różnymi przeszkodami stworzonymi przez człowieka w Stanach Zjednoczonych może w ciągu roku znacznie przekraczać 1 mld i w przypadku niektórych gatunków może mieć istotny wpływ na kondycję ich populacji.

Oznaczniki montowane na przewodach linii elektroenergetycznych mogą zredukować ilość śmiertelnych zderzeń nawet o 50% [7]. Najbardziej popularne są oznaczniki spiralne, stosowane już od 1974 roku (rys. 1a) i kulowe (rys. 1b). Stosowane są również sylwetki ptaków drapieżnych [3]. Okazuje się, że najlepiej widoczne, zwłaszcza o zmierzchu, są oznaczniki pomalowane w kolorach czarnym i białym [8]. Oznaczniki linii służą nie tylko do ostrzegania ptaków. Pomagają również żeglarzom, których łodzie mają wysokie maszty, oraz lotnikom. Oznaczniki linii chronią także przewody fazowe przed zetknięciem się ze sobą podczas silnych wiatrów.

Zwarcia międzyfazowe lub jednofazowe

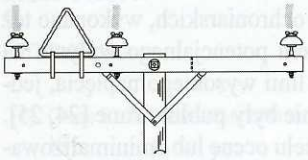
W dominującym na większości obszarów Polski i Europy bezdrzewnym (rolniczym) krajobrazie słupy i linie napowietrzne stanowią atrakcyjne, zastępcze miejsca odpoczynku i wypatrywania zdobyczy wielu gatunków ptaków. Wśród nich są ptaki o dużych rozmiarach ciała, o rozpiętości skrzydeł większej niż przeciętna odległość (ok. 70 cm) między fazami na liniach średnich napięć (drapieżne, bociany, krukowate). Gatunki te są potencjalnie najsilniej narażone na porażenia prądem i równocześnie odpowiedzialne za wywoływanie wielu zwarć międzyfazowych.



Rys. 2. Osłona przewodu i izolatora (materiały firmy Bezpol)



Rys. 3. Iglice polimerowe



◄ Rys. 4. Trójkąt polimerowy



Rys. 5. Gniazdo bocianie na słupie linii niskiego napięcia (materiał firmy ZEB Dystrybucja, Białystok)

Zwarcia powstają najczęściej w chwili startowania lub lądowania ptaków na słupach czy bezpośrednio na przewodach. Potwierdzają to opisy świadków takich zdarzeń, np. znany jest przypadek śmierci dwóch bocianów białych, które zetknęły się dziobami siedząc na przewodach [9], czy też przypadki śmierci w krótkim czasie większej liczby (sześciu lub nawet 20) bocianów w miejscach tzw. sejmików przed jesiennym odlotem [10].

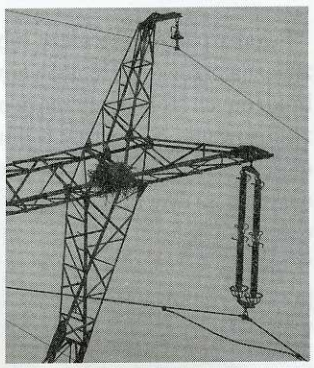
Zwarcia międzyfazowe w liniach średnich napięć powodują przerwy w zasilaniu, dlatego ich ograniczanie ma aspekt nie tylko ekologiczny, ale i ekonomiczny. Radykalnym rozwiązaniem tego problemu są linie z przewodami izolowanymi, np. typu PAS lub SAXKA. Znaczną redukcję zwarć umożliwiają osłony przewodów i izolatorów wsporczych lub przepustowych (rys. 2). Popularnym środkiem stały się również polimerowe iglice, utrudniające ptakom przebywanie na poprzecznikach fazowych (rys. 3). W USA popularne są polimerowe trójkąty. Jeśli przewody są niesymetrycznie umieszczone na poprzeczniku, może wówczas wystarczyć jeden trójkąt, umocowany pomiędzy bliższymi przewodami (rys. 4) [11, 12].

Budowa gniazd na słupach linii

Wykorzystywanie słupów linii elektroenergetycznych jako miejsc gniazdowania jest swoistym odkryciem, dokonanym dotychczas tylko przez nieliczne gatunki ptaków: bociany białe, kruki, rybołowy, pustułki, kobuzy, a w przypadku słupów drewnianych także niektóre dziuplaki. Gniazda budowane na słupach mogą jednak zagrażać normalnej eksploatacji linii lub utrudniać jej konserwację.

W Polsce największym problemem są gniazda bocianów białych. Dawniej gatunek ten zakładał gniazda głównie na drzewach i budynkach (także na skałach) w pobliżu łąk, pastwisk i innych terenów podmokłych. W pierwszej połowie ub. wieku rozpoczął się proces lokalizowania przez bociany gniazd również na słupach linii niskiego i średniego napięcia, będący konsekwencją rozwoju cywilizacyjnego: braku domów krytych strzechą czy nieczynnych kominów. Wkrótce w wielu rejonach proces ten przyjął masową skalę, tak że obecnie w Polsce aż 59% spośród ok. 57 000 istniejących gniazd znajduje się na słupach i ten typ lokalizacji jest dominujący [13]. Ponieważ takie usytuowanie gniazd zwiększa częstość awarii linii i może zagrażać samym ptakom, podjęto akcję wynoszenia gniazd ponad przewody linii za pomocą specjalnych platform. Takie rozwiązanie wynika z biologii tego gatunku, który cechuje przywiązanie do obranej lokalizacji i zawsze buduje gniazda na najwyższym dostępnym miejscu.

Akcja ta, koordynowana i początkowo dofinansowywana przez organizację pozarządową – Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „pro Natura" – przyjęła skalę ogólnopolską i stała się znakomitym przykładem skutecznej współpracy przyrodników, władz, mieszkańców i różnych instytucji, przede wszystkim służb energetycznych. Szeroko rozpropagowano instrukcje budowy platform i obecnie w całej Polsce zakłady energetyczne budują je z własnej inicjatywy. Można podać więcej przykładów takiej współpracy. We wsi Mosty (woj. lubelskie), gdzie 16 spośród 17 istniejących gniazd bocianich znajdowało się na słupach, dokonano zamiany całej linii napowietrznej na podziemną, ze względu na notowaną wysoką śmiertelność młodych ptaków [14]. Inna organizacja – Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian" – we współpracy z energetykami polskimi i ukraińskimi propaguje budowanie platform także na Ukrainie, a oprócz tego instaluje na słupach budki lęgowe dla innego zmniejszającego liczebność gatunku ptaka – sokoła pustułki. W latach 2005–2007 rozwieszono 134 budki, z których znaczna część została zasiedlona przez ptaki (szczegóły na www.bocian.org.pl).



Rys. 6. Gniazdo kruka na słupie linii 220 kV w okolicy Jeleniej Góry

Stosunkowo nowym zjawiskiem jest gniazdowanie kruków na słupach linii wysokich napięć. Pierwsze przypadki w Polsce notowano w latach 80. [15], a obecnie spotykane są już w całym kraju (np. w Wielkopolsce w połowie lat. 90. zarejestrowano co najmniej 116 takich gniazd) [16]. Niestety, w przeciwieństwie do pozytywnych doświadczeń przy budowie platform bocianich, gniazda kruków bywają zrzucane ze słupów w trakcie prac konserwatorskich i malowania słupów. Przykładowo, w Wielkopolsce w maju 1996 i 1997 roku zrzucono gniazda z co najmniej 29 słupów, mimo że był to okres lęgowy i w gniazdach znajdowały się pisklęta tego chronionego gatunku [17].

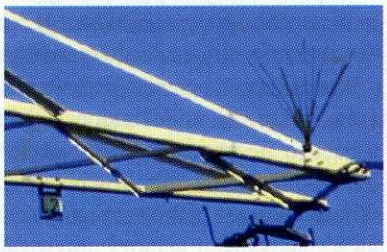
Przeskoki zabrudzeniowe inicjowane przez ptaki

Przeskoki mogą być powodowane przez ciekłe odchody (bird streamer), stałe fekalia lub zanieczyszczenia otaczające gniazda. Najtrudniej jest wykryć przeskok spowodowany przez ciekłe odchody. Duże ptaki często defekują w momencie zrywania się do lotu. Ulubionym miejscem siadania dużych ptaków są najwyżej usytuowane poprzeczniki masztów linii wysokich napięć [18].

Przewodzące odchody mogą zbocznikować całkowicie lub częściowo przerwę powietrzną pomiędzy uziemionym poprzecznikiem a przewodem fazowym i doprowadzić do zwarcia (rys. 7). Aby uniemożliwić ptakom siadanie nad pionowo zawieszonymi izolatorami lub nad przewodami fazowymi zawieszonymi na izolatorach w układzie V, stosuje się metalowe straszaki (rys. 8). Skuteczne są również specjalne osłony montowane nad izolatorami [20].



Rys. 7. Eksperyment wyjaśniający przeskok zainicjowany ciekłymi odchodami ptaków [19]



Rys. 8. Metalowy straszak przeciw ptakom (materiały firmy Bezpol)

Fekalia ptaków – świeże lub po zmoczeniu przez deszcz – mają znaczną przewodność. Równoważnik osadu soli (ESDD) na tak zabrudzonych izolatorach może osiągnąć wartość 0,4 mg/cm^2. Dlatego zastosowanie izolatorów o dłuższej drodze upływu może niekiedy okazać się skuteczne. Najczęściej konieczne jest mycie izolatorów, niekiedy aż dwa razy w roku. Gniazda ptasie również są zanieczyszczone odchodami, dlatego – zwłaszcza po zamoczeniu – mogą spowodować przeskoki. Znane są również przypadki zapalenia gniazd przez wyładowania elektryczne. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku gniazd umieszczonych na słupach drewnianych.

Uszkadzanie izolatorów polimerowych

W australijskiej prowincji Queensland w 1998 roku podczas kontroli zdawczo-odbiorczej nowo wybudowanej linii 275 kV znaleziono 160 silikonowych izolatorów uszkodzonych przez ptaki [21]. Podczas budowy linii klosze izolatorów zostały obgryzione przez papugi z rodziny kakadu. W celu ochrony izolatorów na terenach szczególnie narażonych stosowano plastykowe tuby, które były zdejmowane przy pomocy helikopterów bezpośrednio przed załączeniem napięcia na linię. Należy podkreślić, że papugi atakują izolatory na linii, do której nie załączono napięcia. Podobne uszkodzenia odnotowano również w prowincji New South Wales.

W Chinach znaleziono około 200 izolatorów kompozytowych uszkodzonych przez ptaki [22]. Istnieją doniesienia o uszkodzeniach izolatorów przez wrony, dokonywanych nawet na załączonych liniach [23].

Zagadnienie wzajemnego oddziaływania ptaków i linii napowietrznych w Polsce

W Polsce problem wzajemnego wpływu ptaków i linii elektroenergetycznych jest dostrzegany, mimo to dotąd niemal nie podejmowano celowych badań na ten temat. Realizowano kilka wspomnianych, wartościowych projektów ochroniarskich, wykonano też co najmniej kilka ekspertyz pod kątem potencjalnego wpływu na ptaki nowych lub modernizowanych linii wysokiego napięcia, jednak miały one charakter użytkowy i nie były publikowane [24, 25]. Ponadto wszystkie te prace miały na celu ocenę lub zminimalizowanie wpływu linii napowietrznych na ptaki, natomiast nie sprawdzano dotąd interakcji odwrotnych – wpływu ptaków na funkcjonowanie linii i wynikających stąd konsekwencji społecznych, gospodarczych i ekonomicznych.

Istnieją zaledwie pojedyncze doniesienia o charakterze naukowym pochodzące z Polski. Kania [9] przeanalizował skalę zagrożeń ptaków na podstawie dostępnych danych obrączkarskich z lat 1970–1994. Spośród 475 uwzględnionych ofiar 77% zginęło wskutek zderzeń z przewodami (w tym zaledwie 6% z przewodami telekomunikacyjnymi) a 23% wskutek porażeń prądem. Gatunkiem najczęściej ginącym był bocian biały (szacowana śmiertelność w kraju to 650 osobników rocznie), następnie łabędź niemy (400 osobników) i ptaki drapieżne, choć podkreślono, że dla większości gatunków nie dało się oszacować skali zagrożenia. Według innej oceny linie napowietrzne są najważniejszą przyczyną śmiertelności lotnych bocianów białych, odpowiedzialną za 58% przypadków śmierci ptaków dorosłych i 77% młodocianych [10].

Jako stosunkowo nowe zjawisko dokumentowano w różnych częściach kraju przypadki gniazdowania kruków na masztach linii przesyłowych [15]. Wykazano też, że maszty, z których zrzucono gniazda kruków w sezonie lęgowym (powodując straty młodych), były w następnym roku rzadziej zasiedlane od masztów, na których lęgi zakończyły się sukcesem [17].

Badania te potwierdzają istotę problemu wzajemnych oddziaływań ptaków i linii elektroenergetycznych, jednak nie rozwiązują nawet najważniejszych kwestii. Wciąż nie znamy skali tych oddziaływań w Polsce, nie wiemy ile i jakich ptaków ginie, jaki jest czasowy i przestrzenny rozkład strat, ani jaka jest skuteczność podejmowanych działań ochronnych. Nierozpoznany pozostaje także wpływ odwrotny – awaryjności linii napowietrznych wywoływanej przez ptaki.

Uregulowania prawne

Ochrona ptaków jest celem różnych porozumień międzynarodowych, do których zalicza się konferencję w Ramsar z 1971 roku. Jej uczestnikami jest obecnie ponad 150 krajów. Lista miejsc (tzw. Ramsar sites) w których ptaki podlegają szczególnej ochronie, obejmuje ponad 1600 pozycji, a ich łączna powierzchnia prawie 1,5 mln km^2. Polska zgłosiła 13 miejsc, do których należy kilka Parków Narodowych: Biebrzański, Wigierski, Narewski, Poleski i Stawy Milickie. Rozporządzenie ministra środowiska z 21.07.2004 r. w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 (Dz.U. nr 229, poz. 2313) wyznacza w Polsce 71 takich miejsc.

W normach polskich, w tym w przyjętej ostatnio normie europejskiej PN-EN 50423-3:2005 (U) „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV do 45 kV włącznie" nie omawia się zagadnienia ochrony ptaków. Zapis taki wprowadzono w niemieckiej normie DIN VDE 0210 w 1985 roku: „Poprzeczniki, izolatory wsporcze i inne elementy linii elektroenergetycznych należy tak zabezpieczać, aby uniemożliwić ptakom siadanie w pobliżu przewodów znajdujących się pod napięciem". Zapis ten został utrzymany w niemieckim wydaniu normy europejskiej DIN EN 50423-3:2005.

LITERATURA

[1] Coues E.: The destruction of birds by telegraph wire. *American Naturalist* 1876 Vol. 10

[2] Luthando P., Riaz V.: Strategies for Bating Enviromental Influences on Overhead Lines to Improve Quality of Supply. IEEE PES 2005 Conference and Exposition in Africa, Durban, South Africa 2005

[3] Cempulik P., Ostański M.: Próby praktycznej ochrony ptaków przed „odrutowaniem krajobrazu". *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 1995 nr 5

[4] Heijnis R.: Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. Oekologie der Voegel. *Ecology of Birds* 1980 nr 2

[5] Koops F.B.: Markierung von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. Zeitschrift fuer Vogellkunde und Naturschutz in Hessen. *Vogel und Umwelt*, Sonderheft 1997

[6] Erickson W.P. et al.: Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western Ecosystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document 2001

[7] Hoerschelmann H.A., Haack A., Wohlgemuth F.: Verluste und Verhalten von Voegeln an einer 380 kV Freileitung. *Oekol. Voegel*, 1988 vol. 10

[8] Haack C.T., Gefiederfarben und Flugverhalten europaeischer Vogelarten als Vorbild fuer die Markierung von Hochspannungsfreileitungen zur Vermeidung von Vogelschlag. Zeitschrift fuer Vogelkunde und Naturschutz in Hessen: *Vogel und Umwelt*, Sonderheft 1997

[9] Kania W.: Zagrożenia ptaków porażeniami prądem i zderzeniami z przewodami napowietrznymi w świetle wyników obrączkowania. Stacja Ornitologiczna Instytutu Ekologii PAN, Gdańsk 1994

[10] Jakubiec Z.: Causes of breeding losses and of adult mortality in White Stork *Ciconia ciconia* (L.) in Poland. W: Z. Jakubiec (red.). Population of the White Stork Ciconia ciconia (L.) in Poland. Part II. *Studia Naturae* 1991 nr 37

[11] Sundararajan R. et al.: IEEE Task Force on Reducing Bird Related Power Outages. Preventive measures to reduce bird-related power outages – Part I: Electrocution and collision. *IEEE Transactions on Power Delivery* 2004 vol. 19

[12] Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). Suggested practices for avian protection power lines: The state of the art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC and California Energy Commission. Washington D.C and Sacramento C.A.

[13] Jakubiec Z., Guziak R.: Bocian biały w Polsce w roku 2004. W: Guziak R., Jakubiec Z. (red.). Bocian biały Ciconia ciconia (L.) w Polsce w roku 2004. Wyniki VI Międzynarodowego Spisu Bociana Białego. PTPP „pro Natura", Wrocław 2006

[14] Guziak A., Konieczny K.: Czynna ochrona bociana białego w Polsce. W: Guziak R., Jakubiec Z. (red.). Bocian biały Ciconia ciconia (L.) w Polsce w roku 2004. Wyniki VI Międzynarodowego Spisu Bociana Białego. PTPP „pro Natura", Wrocław 2006

[15] Tomiałojć L., Stawarczyk T.: Awifauna Polski. Rozmieszczenie, liczebność i zmiany. T.I. PTPP „pro Natura", Wrocław 2003

[16] Bednorz J. i in.: Ptaki Wielkopolski. Monografia faunistyczna. Bogucki, Wyd. Naukowe, Poznań 2000

[17] Tryjanowski P.: Effect of prior nesting success on future nest occupation in Raven Corvus corax. Ardea, A. Surmacki & J. Bednorz 2004

[18] Kaidanov F., Munteanu R.: High rate of failures on one HV overhead transmission line caused by birds. 19th Convention of Electrical and Electronic Engineers in Izrael, Jerusalem 1996

[19] Vosloo H.F.: The need for and contents of a Life Cycle Management Plan for Eskom Transmission Line Servitudes. Ph.D. thesis, Rand Afrikaans University, 2004

[20] Sundararajan R. et al.: Preventive measures to reduce bird-related power outages – Part II: Streamers and Contamination. *IEEE Transactions on Power Delivery* 2004 Vol. 19

[21] Gillespie T.: Selection criteria and live line maintenance of composite insulators at an Australian utility. *Insulator News and Market Report* 2005 No. 4

[22] Liang Xu-ming, Pu Chun-yu, Xun Kai et al.: Investigation on bird damage to composite insulators of 500 kV transmission lines. *Power System Technology* 2005 No. 22

[23] Gorur R.S.: Worldwide service experience with silicone insulation for transmission, distribution and station applications. *Insulator News and Market Report* 2003 No. 6

[24] Holeksa K., Cempulik P., Jakubiec Z.: Ocena wpływu projektowanej linii wysokiego napięcia 400 kV Byczyna – Studzianka na ornitofaunę lęgową i migrującą. Ekspertyza na zlecenie inwestora. 1987

[25] Jakubiec Z., Wuczyński A.: Wpływ projektowanej linii dwutorowej 400 kV Dobrzeń-Wielopole na ornitofaunę. Dokumentacja kartograficzna. PTPP „pro Natura", Wrocław 1992