

Strasburg, 15 września 2003 r.
[Inf15e_2003.doc]

KONWENCJA O OCHRONIE GATUNKÓW DZIKIEJ FLORY I FAUNY EUROPEJSKIEJ
ORAZ ICH SIEDLISK

Stały Komitet

XXIII posiedzenie
Strasburg, 1-4 grudnia 2003 r.

**Ochrona ptaków przed liniami energetycznymi:
Praktyczny przewodnik na temat zagrożeń dla ptaków
ze strony urządzeń do przesyłu energii elektrycznej
oraz sposobów minimalizacji negatywnych
konsekwencji takich zagrożeń**

*Raport sporządzony przez BirdLife International
w imieniu państw-sygnatariuszy Konwencji Berneńskiej
(D Haas, M Nipkow, G Fiedler, R Schneider, W Haas, B Schürenberg dla
NABU – Niemieckiego Towarzystwa Ochrony Przyrody, BirdLife Niemcy)*
Dane kontaktowe autora (email): markus.nipkow@nabu.de



*Memorandum Sekretariatu
przygotowane przez
Dyrekcję ds. Kultury i Dziedzictwa Kulturowego i Naturalnego*



Tłumaczenie sfinansowane ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Niniejsze tłumaczenie zostało wykonane na zlecenie Generalnej Dyrekcji Ochrony
Środowiska i nie jest oficjalnym tłumaczeniem Rady Europy.
Dokument opublikowany za zgodą Sekretariatu Konwencji Berneńskiej.

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	4
2. Gatunki ptaków zagrożone porażeniem prądem elektrycznym i/lub kolizjami z liniami energetycznymi	5
3. Typowe obrażenia ptaków oraz skutki ekonomiczne wypadków z ich udziałem ...	7
4. Skala zagrożeń dla ptaków powodowanych przez urządzenia do przesyłu energii elektrycznej	
4.1. Porażenie prądem elektrycznym.....	9
4.2. Kolizje z liniami energetycznymi	11
4.3. Zmniejszenie dostępności obszarów wykorzystywanych przez ptaki jako miejsca postoju oraz zimowiska	12
5. Rodzaje urządzeń do przesyłu energii elektrycznej i związane z nimi zagrożenia dla ptaków	
5.1. Sieci niskiego napięcia	13
5.2. Sieci średniego napięcia.....	13
5.2.1. Linie wykorzystywane przez przedsiębiorstwa energetyczne	13
5.2.2. Trakcje kolejowe	14
5.3. Sieci wysokiego napięcia.....	14
6. Zalecenia i wytyczne	15
6.1. Doświadczenia osób zajmujących się ochroną środowiska.....	15
6.2. Normy techniczne.....	16
6.2.1 Normy dotyczące ochrony ptaków przed porażeniem prądem elektrycznym	
6.2.2 Normy dotyczące ochrony ptaków przed kolizjami	16
6.3. Zalecane i niezbędne zmiany w prawie krajowym i międzynarodowym	22
6.4. Dalsze badania i zalecane programy monitoringu.....	23
7. Bibliografia	24
8. Zasoby internetowe	36
9. Opis rysunków	37

1. Wprowadzenie

Dostęp do elektryczności znacząco wpływa na standard życia na całym świecie. Przesył energii elektrycznej z elektrowni do użytkowników odbywa się dziś głównie za pomocą linii napowietrznych, opasujących krajobraz coraz gęstsza „siecią” nawet w najodleglejszych rejonach wszystkich zamieszkałych kontynentów. Większość zbudowanych dotąd linii energetycznych stanowi śmiertelne zagrożenie dla ptaków oraz wywiera istotny wpływ na siedliska dużych ptaków w Europie (dotyczy to linii budowanych na obszarach ich rozrodu, postoju i zimowisk). Na dzień dzisiejszy, przewidywany czas eksploatacji linii napowietrznych określa się na ponad 50 lat.

Niniejszy raport zawiera przegląd trzech głównych typów zagrożeń dla ptaków ze strony linii napowietrznych:

- **Porażenie prądem elektrycznym:** Ptaki siadające na słupach lub kablach energetycznych giną, jeśli na skutek jakiegoś ich manewru dojdzie do zwarcia międzyfazowego lub doziemnego. W szczególności, złe praktyki budowlane stosowane przy budowie słupów sieci średniego napięcia powodują ogromne zagrożenie dla wielu dużych i średnich ptaków, które wykorzystują takie słupy do krótkiego odpoczynku, noclegu, a nawet do zakładania gniazd. W wielu populacjach dużych ptaków obserwuje się znaczne straty spowodowane porażeniami prądem elektrycznym. Niektóre gatunki są z tego powodu wręcz zagrożone wyginięciem ^(20, 23, 76, 77, 83, 108, 134, 209, 255) (patrz rozdział 4.1).
- **Kolizje z liniami energetycznymi:** Zdarza się, że ptaki w czasie lotu zderzają się z trudno widocznymi kablami. Z reguły skutkiem zderzenia jest natychmiastowa śmierć ptaka, śmiertelne obrażenia lub bardzo poważne okaleczenia ^(86, 111, 124, 125, 134, 137, 174) (patrz rozdział 4.2).
- **Zmniejszenie dostępności obszarów wykorzystywanych przez ptaki jako miejsca postoju i zimowiska:** Zjawisko to ma miejsce głównie w sytuacji, gdy linie napowietrzne przecinają otwarte przestrzenie oraz siedliska ptaków (obszary wodno-błotne, stępy itp.) ^(29, 83, 85, 124, 125) (patrz rozdział 4.3).

Tematyce tej poświęcono wiele raportów i publikacji na całym świecie. W Niemczech od trzydziestu lat aktywnie działa grupa robocza Niemieckiego Towarzystwa Ochrony Przyrody (partnera BirdLife w Niemczech) pod nazwą „Ptaki i linie”. Z jej inicjatywy prowadzone były badania krajowe i międzynarodowe, śledzono nowe doniesienia w literaturze przedmiotu, zgromadzono ogromne archiwum danych oraz dokumentację fotograficzną, a także prowadzono rozmowy, które doprowadziły do określenia zadowalających norm technicznych oraz ustawodawstwa na szczeblu krajowym.

W różnych częściach świata prowadzone są testy oceniające rozwiązania techniczne mające zapewnić ptakom ochronę, lecz ich wyniki są jak dotąd w dalszym ciągu niezbyt satysfakcjonujące. Niestety, wygląda na to, że większości przedsiębiorstw energetycznych dostarczających energię elektryczną brakuje świadomości postępu technologicznego i wiedzy na temat najnowszych rozwiązań w dziedzinie budowy sieci energetycznych w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa ptakom. Rozsądne zmiany odnośnie lokalizacji linii przesyłowych oraz konstrukcji słupów/wież mogłyby skutecznie zmniejszyć zagrożenie dla ptaków.

Gdyby udało się zabezpieczyć przynajmniej „zabójcze słupy” sieci średniego napięcia, wiele zagrożonych gatunków dużych ptaków, np. bociany, orły czy puchacze, mogłoby zacząć się odradzać, co umożliwiłoby uzupełnienie ubytków w populacjach. Próby reintrodukcji tych ptaków będą miały szanse powodzenia wyłącznie w przypadku, gdy uda się maksymalnie zredukować główne czynniki wpływające na ich śmiertelność, a więc porażenie prądem i kolizje z liniami energetycznymi. Należy podkreślić, że „zabójcze słupy” stwarzają większe zagrożenie dla dużych ptaków niż ruch drogowy ogółem.

Dalsze stosowanie „zabójczych słupów” nie ma żadnego uzasadnienia i jest nie do zaakceptowania. Dla bezpieczeństwa ptaków owe niebezpieczne konstrukcje muszą zostać

zastąpione innymi lub odpowiednio wyposażone. Stale napływają doniesienia o porażonych prądem, płonących ptakach, wywołujących pożary lasu o znacznym zasięgu. W Stanach Zjednoczonych przedsiębiorstwa energetyczne, które stosowały „zabójcze słupy”, na mocy prawomocnych wyroków sądowych zostały zmuszone do wypłaty odszkodowań. Przedsiębiorstwa, które w dalszym ciągu lekceważą najnowsze rozwiązania w dziedzinie ochrony ptaków i stosują „zabójcze słupy” muszą się liczyć z odpowiedzialnością z tytułu wyrządzonych przez nie szkód.

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy i zgromadzonymi doświadczeniami, znacząca redukcja zagrożeń związanych z porażeniem prądem przy utrzymaniu kosztów działań ochronnych na poziomie akceptowalnym dla przedsiębiorstw energetycznych jest możliwa. Dałoby się to osiągnąć pod warunkiem przestrzegania niezbędnych zaleceń, a także kryteriów i zasad budowy urządzeń, pozwalających na zapewnienie bezpieczeństwa ptakom (zostały one pokrótce omówione w niniejszym raporcie). Dotyczy to zarówno budowy nowych konstrukcji, jak i odpowiedniego wyposażenia już istniejących urządzeń. Zaleca się, aby rządy poszczególnych państw uchwałyły stosowne przepisy prawne, nadające moc wiążącą zalecanym normom technicznym, mającym na celu ochronę ptaków.

Konstrukcje linii napowietrznych w różnych krajach charakteryzują się wieloma podobieństwami, dlatego zalecenia przedstawione w niniejszym raporcie mają zastosowanie międzynarodowe. Lista rozwiązań technicznych dla słupów sieci średniego napięcia, mających na celu ochronę ptaków, zaprezentowana w niniejszym raporcie została zaakceptowana przez państwa będące stroną Konwencji o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt⁽⁵⁵⁾ we wrześniu 2002 r.

Oprócz wspomnianych rozwiązań technicznych dla słupów sieci średniego napięcia, inicjatywa berneńska objęła także wszelkie inne rodzaje napięcia stwarzające zagrożenie porażenia prądem elektrycznym (w tym również napięcie stosowane w trakcjach kolejowych) oraz niebezpieczeństwa związane ze zderzeniami z liniami energetycznymi oraz wpływ, jaki owe linie wywierają na właściwości siedlisk, a przede wszystkim miejsc postojowych i zimowisk.

2. Gatunki ptaków zagrożone porażeniem prądem elektrycznym i kolizjami z liniami energetycznymi

Straty w populacjach spowodowane kolizjami z liniami napowietrznymi dotyczą wszystkich gatunków ptaków lotnych. Szczególne niebezpieczeństwa grożą ptakom wędrującym nocą, w stadach oraz dużym, ciężkim ptakom, mającym ograniczone możliwości manewrowania.

Straty spowodowane porażeniem prądem notuje się niemal wyłącznie w przypadkach, gdy mamy do czynienia ze źle zaprojektowanymi słupami sieci średniego napięcia. Dotyczą one tych gatunków ptaków, które wykorzystują takie słupy do odpoczynku, noclegu lub założenia gniazda. W regionach i krajach, w których źle zaprojektowane i wykonane słupy wciąż znajdują się w powszechnym użyciu odnotowuje się bardzo duże straty w populacjach najbardziej imponujących ptaków zaliczanych do gatunków dużych: bocianów, orłów, sępów i innych ptaków szponiastych, a także kruków i sów. W przypadku niektórych wymienionych wyżej gatunków ciągłe straty zagrażają istnieniu populacji (patrz Tabela 1).

Tabela 1 zawiera zestawienie rodzin gatunków ptaków pod kątem strat spowodowanych porażeniem prądem i kolizjami z liniami energetycznymi i wynikającego z nich stopnia zagrożenia dla populacji. W tym celu zastosowano następującą klasyfikację:

0 – brak faktycznych lub domniemych strat

I – odnotowano straty, brak widocznego zagrożenia dla populacji ptaków w skali lokalnej lub regionalnej

II – odnotowano wysokie straty w skali regionalnej lub lokalnej, jednakże bez znaczącego wpływu na całość populacji gatunku

III – straty stanowią główny czynnik śmiertelności wśród ptaków; gatunki zagrożone wyginięciem w skali regionalnej lub całkowitym wyginięciem.

Tabela 1:

Zestawienie rodzin i gatunków ptaków obrazujące stopień zagrożenia dla populacji wskutek śmiertelności spowodowanej (a) porażeniami prądem elektrycznym i (b) zderzeniami z liniami energetycznymi

	(a) porażenie prądem	(b) kolizje z liniami energetycznymi
Nury (<i>Gaviidae</i>) perkozy (<i>Podicipedidae</i>)	i 0	II
Burzykowiaki (<i>Procellariidae</i>)	0	I - II
Głuptaki (<i>Sulidae</i>)	0	I - II
Pelikany (<i>Pelecanidae</i>)	I	II - III
Kormorany (<i>Phalacrocoracidae</i>)	I	II
Czaplowate (<i>Ardeidae</i>)	I	II
Bocianowate (<i>Ciconiidae</i>)	III	III
Ibisowate (<i>Threskiornithidae</i>)	I	II
Flamingi (<i>Phoenicopteridae</i>)	0	II
Kaczkowate (<i>Anatidae</i>)	0	II
Ptaki szponiaste (<i>Accipitriformes</i> <i>Falconiformes</i>)	i II - III	I - II
Grzebiące (<i>Galliformes</i>)	0	II - III
Chruściele (<i>Rallidae</i>)	0	II - III
Żurawie (<i>Gruidae</i>)	0	II - III
Dropie (<i>Otididae</i>)	0	III
Siewczkowate / bekasowate (<i>Charadriidae</i> + <i>Scolopacidae</i>)	I	II - III
Wydryki (<i>Stercorariidae</i>) mewy (<i>Laridae</i>)	i I	II
Rybitwy (<i>Sternidae</i>)	0 - I	II
Alki (<i>Alcidae</i>)	0	I
Stepówki (<i>Pteroclididae</i>)	0	II
Gołębiowate (<i>Columbidae</i>)	II	II
Kukułki (<i>Cuculidae</i>)	0	II
Sowy (<i>Strigiformes</i>)	I - II	II - III
Lelkowate (<i>Caprimulgidae</i>) jerzykowate (<i>Apodidae</i>)	i 0	II
Dudki (<i>Upupidae</i>) zimorodkowate (<i>Alcedinidae</i>)	i I	II
Żołą (<i>Meropidae</i>)	0 - I	II
Kraski (<i>Coraciidae</i>) papugowate (<i>Psittadidae</i>)	i I	II
Dzięciołowate (<i>Picidae</i>)	I	II
Krukowate (<i>Corvidae</i>)	II - III	I - II
Wróblowate (<i>Passeriformes</i>)	I	II

3. Typowe obrażenia ptaków oraz skutki ekonomiczne wypadków z ich udziałem

Wypadki związane z kontaktem z liniami napowietrznymi najczęściej prowadzą do poważnych uszkodzeń ciała u ptaków lub natychmiastowej śmierci. **Porażenie prądem elektrycznym** w większości przypadków dotyczy ptaki siedzące na przewodzie uziomowym lub mające kontakt z ziemią. Przepływ prądu przez ciało powoduje uszkodzenie tkanek i zaburzenia czynności narządów. Mięśnie i nerwy raptownie przestają funkcjonować. Ptak spadający ze słupa rozbija się o ziemię, co prowadzi do powstania dalszych poważnych uszkodzeń ciała.

Natomiast, **kolizje** polegają na tym, że ptaki z dużą prędkością wpadają na kable energetyczne. Wynikłe z takich kolizji uszkodzenia ciała różnią się znacznie pomiędzy sobą i można je porównać do obrażeń odniesionych wskutek zderzenia z samochodem ^(109, 110).

W tabeli 2 przedstawiono typowe obrażenia odnoszone przez ptaki wskutek (a) porażenia prądem i (b) kolizji z liniami energetycznymi. W rzadkich przypadkach dochodzi do sytuacji, gdy kolizja i porażenie prądem mają miejsce równocześnie, kiedy lecący ptak zamyka obwód pomiędzy dwoma położonymi blisko siebie kablami.

Tabela 2:

Typowe uszkodzenia pierwotne i wtórne u ptaków, powstające wskutek porażenia prądem lub kolizji z liniami energetycznymi. (Ważne: Jedynie niewielkiej liczbie ptaków udaje się przez pewien czas utrzymać przy życiu po tego typu poważnych wypadkach.)

	(a) Porażenie prądem elektrycznym	(b) Kolizje z liniami energetycznymi
Najczęstsze złamania kości	złamania kręgów z porażeniem poprzecznym; złamania czaszki oraz kości miednicy	złamania kości kończyn: skrzydeł, nóg, łopatek oraz złamania kręgów i czaszki; wyrwane kończyny
Uszkodzone upierzenie	ślady oparzeń: niewielkie, wyraźne dziury wypalone w upierzeniu; w przypadku wyładowania łukowego: duże obszary upierzenia ulegają spaleni	uszkodzenia mechaniczne, np. wyrwane lub złamane pióra; w rzadkich przypadkach: spalone pióra w wyniku zwarcia
Uszkodzenia skóry	ślady oparzeń: głównie bardzo niewielkie wypalone obszary w miejscu wejścia i wyjścia prądu na zewnątrz. Jeśli ptak przeżyje, a leczenie nie zostanie podjęte, dochodzi do rozwoju martwicy znacznej powierzchni skóry i kończyn	otwarte rany skórne i oderwane fragmenty skóry, rozerwane tkanki mięśni, ścięgien i kości; jeśli w trybie natychmiastowym nie zostanie zastosowane leczenie, dochodzi do rozwoju zakażeń i martwicy
Wtórne uszkodzenia kończyn	rozwój martwicy na znacznej powierzchni kończyn poddanych działaniu przepływającego prądu (martwica zaawansowana lub całkowita)	niewielkie zmiany martwicze otwartych ran, kości, ścięgien, mięśni; infekcje bakteryjne
Stan ogólny rannych ptaków	Początkowo szok, następnie nieodwracalne uszkodzenia wywołane obumieraniem kończyn	szok; upośledzenie sprawności wskutek odniesionych obrażeń i uszkodzeń wtórnych

W wyniku wypadków z udziałem ptaków może również dojść do uszkodzeń instalacji technicznych linii energetycznych. Wskutek zderzenia może nastąpić zerwanie lub zetknięcie

się kabli. Zwarcia doziemne mogą z kolei uszkodzić izolatory (patrz Rys. 3) i odłączniki. Wypadki z udziałem ptaków mogą spowodować przerwy w dostawie prądu i straty ekonomiczne.

- Ptaki, które zajmą się ogniem w następstwie porażenia prądem elektrycznym lub wyładowania łukowego mogą wywoływać pożary lasów. Pożary często wybuchają z tej przyczyny nie tylko w gorącym klimacie (np. śródziemnomorskim), ale także, gdy lato jest suche, również w klimacie umiarkowanym lub polarnym.
- Wypadki z udziałem ptaków na trakcjach kolejowych, w których również stosuje się średnie napięcie, mogą powodować przerwy w kursowaniu pociągów, co pociąga za sobą straty ekonomiczne i niedogodności dla pasażerów.
- Również w przypadku linii wysokiego napięcia mogą wystąpić zwarcia powodujące przerwy w dostawie prądu. Zwarcie może wystąpić na skutek strzyknięcia kałem przez dużego ptaka siedzącego na poprzeczniku nad podwieszanymi izolatorami.
- Gniazda ulokowane na szczytach słupów: wielokrotne wydalanie odchodów przez ptaki może doprowadzić do uszkodzenia izolatorów, nie powodując obrażeń u gniazdujących ptaków.

Bezpieczeństwo ptaków jest w dużym stopniu związane z interesem ekonomicznym przedsiębiorstw energetycznych. Z zastosowania środków ochronnych zapewniających bezpieczeństwo ptakom (ochrona przed kolizjami) wypływają również korzyści dla bezpieczeństwa ludzi w czasie lotu. Dzięki nim zmniejszy się również ryzyko zderzenia w przypadku spadochroniarzy, a także lekkich i bardzo lekkich samolotów bądź helikopterów, np. ratownictwa medycznego.

4. Skala zagrożeń dla ptaków powodowanych przez urządzenia do przesyłu energii elektrycznej

4.1. Porażenie prądem elektrycznym

Podobnie jak duże uschnięte drzewa stojące samotnie na otwartej przestrzeni, słupy stanowią dla ptaków atrakcyjne miejsca wykorzystywane jako czatownie łowieckie, miejsca odpoczynku i noclegu, a czasem nawet do zakładania gniazd.

Niektóre spośród powszechnie użytkowanych słupów sieci średniego napięcia dorobiły się niechlubnego miana „słupów-zabójców” ze względu na straty, jakie powodują w populacjach ptaków. W regionach i krajach, w których takie konstrukcje znajdują się w powszechnym użyciu odnotowuje się bardzo poważne straty w populacjach dużych ptaków. Badania terenowe populacji bocianów, sępów, orłów i puchaczy wykazały, że straty te bez pomocy żadnych innych dodatkowych czynników mogą doprowadzić do zmniejszenia populacji tych gatunków i ich wyginięcia (20, 45, 69, 77, 87, 108, 113). „Zabójcze słupy”, powszechnie stosowane w Rosji i na Węgrzech, są czynnikiem odpowiedzialnym za wysoką śmiertelność wśród wszystkich ptaków drapieżnych z wyjątkiem błotniaków, które rzadko wykorzystują słupy do odpoczynku bądź noclegu.

Nie należy liczyć na to, że duże ptaki ostatecznie przystosują się do skrajnie niebezpiecznych dla nich konstrukcji słupów średniego napięcia. Jediną alternatywą jest uczynienie wszystkich takich słupów bezpiecznymi poprzez:

- przejście na stosowanie bezpiecznych dla ptaków konstrukcji, zgodnie z uznanymi normami technicznymi (patrz rozdział 6.2.1);
- wyposażenie istniejących „słupów-zabójców” w odpowiednie zabezpieczenia zgodnie z uznanymi normami technicznymi (patrz rozdział 6.2.1).

Źle skonstruowane izolatory i przewody w połączeniu z atrakcyjnością słupów sieci energetycznych dla wielu gatunków ptaków wyjaśniają, skąd bierze się ogromne zagrożenie dla tych zwierząt.

Szczególnie w przypadkach, gdy odległości pomiędzy przewodami fazowymi są niewielkie, gdy zastosowano bardzo krótkie izolatory stojące bądź odstępy izolacyjne (iskierniki chroniące przed uderzeniami piorunów), nawet tak małe ptaki, jak szpaki (*Sturnus vulgaris*) czy wróble domowe (*Passer domesticus*) często ulegają porażeniom prądem (Rys. 10). Nawet u małych ptaków śpiewających pióra, które zajmą się ogniem wskutek porażenia prądem mogą stać się przyczyną pożaru lasu bądź innych terenów.

Całkowita liczba dużych ptaków, które zginęły wskutek porażenia prądem jest trudna do oszacowania. Prowadzenie monitoringu jest zadaniem niełatwym z uwagi na fakt, że śmierć dużego ptaka może nastąpić na znacznym obszarze pokrywającym się z zasięgiem jego lotu, a martwe osobniki są błyskawicznie usuwane przez ptaki szponiaste, lisy, borsuki i innych padlinożerców. Porażające statystyki dotyczące liczby ptaków ginących w wyniku porażenia prądem wyszły na jaw dopiero po wdrożeniu programów obrączkowania i analizy znalezionych martwych, zaobrączkowanych ptaków oraz monitoringu ptaków z wykorzystaniem urządzeń radiowych.

Wędrowniki wielu gatunków dużych ptaków charakteryzują się znaczną śmiertelnością wskutek porażenia prądem elektrycznym. Przeprowadzone programy obrączkowania bocianów białych (*Ciconia ciconia*) wykazały na przykład, że przypadki porażenia prądem odnotowane na drogach migracji tych ptaków na terenie Europy stanowią główną przyczynę ich śmierci.

W niektórych lokalizacjach pod „słupami-zabójcami” znajdowano duże ilości martwych ptaków. Na wysypisku śmieci w południowych Niemczech pod słupem sieci energetycznej w ramach jednej tylko inspekcji znaleziono szczątki 28 ptaków, w tym czterech puchaczy (*Bubo bubo*) i trzech kani (*Milvus milvus* i *Milvus migrans*).

Na obszarze zatrzymywania się ptaków podczas przelotów w Kazachstanie w październiku 2000 r. odnotowano łącznie kilkaset osobników, które padły wskutek kontaktu z liniami energetycznymi na odcinku o długości 11 km, w tym 200 pustulek (*Falco tinnunculus*), 48 orłów stepowych (*Aquila nipalensis*), 2 orły cesarskie (*Aquila heliaca*), jednego bielika (*Haliaeetus albicilla*) i jednego sępa kasztanowatego (*Aegypius monachus*).

Jest rzeczą logiczną, że obecność „zabójczych słupów” w głównych siedliskach dużych ptaków powoduje największe straty w ich populacjach. Dlatego też na terenie tych siedlisk, działania ochronne ptaków, takie jak eliminacja zagrożeń związanych z „zabójczymi słupami” dają najlepsze rezultaty. Dotyczy to także siedlisk, które powstały w wyniku działalności człowieka, a które są bardzo atrakcyjne dla dużych ptaków. Za przykład mogą tu posłużyć wielkie wysypiska śmieci, jak choćby te w południowej Hiszpanii, na których zimuje coraz więcej bocianów białych.

4.2. Kolidzje z liniami energetycznymi

W zasadzie każdy ptak posiadający zdolność lotu może paść ofiarą zderzenia z linią napowietrzną dowolnego typu, a więc linią telefoniczną/telegraficzną, bądź też linią energetyczną sieci niskiego, średniego lub wysokiego napięcia. Duże straty w populacjach odnotowuje się w przypadku, gdy linie o cienkich, nisko podwieszonych kablach usytuowane są na obszarach podwyższonego ryzyka, takich jak siedliska chruścieli, siewczkowatych/bekasowatych, żurawi, kaczkowatych i stepówek.

Na szczęście, w miarę postępu technicznego wiele typów linii energetycznych ulegnie likwidacji. W wielu krajach napowietrzne linie telefoniczne i telegraficzne będą sukcesywnie zniknąć z krajobrazu. Ponadto, daje się zauważyć korzystne trendy w zakresie sieci średniego i niskiego napięcia, wprowadzane przez niektóre przedsiębiorstwa energetyczne, które uczyniły krok naprzód, przechodząc od linii napowietrznych do zastosowania linii podziemnych. Poniżej prezentujemy dwa przykłady takich trendów:

- W Holandii wszystkie linie niskiego i średniego napięcia stosowane przez przedsiębiorstwa energetyczne zostały poprowadzone pod ziemią. W ten sposób całkowicie udaje się uniknąć strat w populacjach ptaków, spowodowanych porażeniem prądem i zderzeniami z liniami energetycznymi (nie dotyczy to trakcji kolejowych pod średnim napięciem oraz linii wysokiego napięcia). To właśnie te korzystne uwarunkowania częściowo wyjaśniają tak znakomite wyniki w dziedzinie ochrony ptaków w Holandii.
- W północnych Niemczech już w 1989 r. spółka Schleswig AG zaprzestała budowania napowietrznych linii średniego napięcia i przystąpiła do sukcesywnej wymiany istniejących linii napowietrznych na podziemne. Docelowo z powierzchni ziemi znikną wszystkie napowietrzne linie średniego napięcia, dzięki czemu straty w populacjach ptaków spowodowane porażeniem prądem i zderzeniami z liniami energetycznymi nie będą miały miejsca.

W wielu częściach Niemiec ponad połowa linii średniego napięcia biegnie już pod ziemią. Również napowietrzne linie niskiego napięcia są regularnie zastępowane podziemnymi.

Podziemne kable sieci wysokiego i najwyższego napięcia (60-750 kV) są kosztownym rozwiązaniem technologicznym i stosuje się je jedynie w wyjątkowych sytuacjach, dlatego na całym świecie w dalszym ciągu będą używane linie napowietrzne. Normy bezpieczeństwa nakładają w tym przypadku wymóg umiejscawiania kabli wysoko nad ziemią, stąd słupy często osiągają wysokość nawet 50 m. Ptakom wędrującym, które poruszają się na wysokości 20-50 m grozi zatem poważne niebezpieczeństwo zderzenia z tego typu liniami energetycznymi.

Zderzenia ptaków z kablami sieci wysokiego i bardzo wysokiego napięcia były przedmiotem wielu ważnych badań ^(3, 18, 28, 29, 34, 90, 101,104, 105, 115, 124, 125, 134, 150, 170). Na losowo wybranych odcinkach linii energetycznych w głębi kraju straty w populacjach powstające w wyniku zderzeń są przeważnie niezbyt duże, jednak na ważnych szlakach wędrówek ptaków są już znaczne. Szczególne niebezpieczeństwo występuje wtedy, gdy linie energetyczne przecinają korytarze wędrówek lub miejsca postoju i zimowiska ptaków wędrujących nocą oraz ptaków regularnie przemieszczających się pomiędzy żerowiskami a miejscami odpoczynku. W takich lokalizacjach liczba martwych ptaków na kilometr linii energetycznej może przekroczyć 500 osobników rocznie. Na istotne niebezpieczeństwo narażone są w szczególności ptaki migrujące dalekodystansowo, ponieważ wielokrotnie mijają one linie energetyczne w czasie wiosennych i jesiennych migracji ^(124, 194 itd.).

Ptaki lęgowe, będące głównie ptakami osiadłymi potrafią przystosować się do przeszkód, jakie napotyka w swoich siedliskach w przeciwieństwie do ptaków migrujących lub zatrzymujących się na postój, ponieważ te ostatnie pozostają na danym obszarze jedynie przez krótki okres czasu. Manewry, które mogą prowadzić do kolizji z kablami i przewodami energetycznymi w czasie lotu obserwuje się częściej u ptaków wędrownych, niż u osiadłych.

Szczególnie u rzadkich gatunków ptaków straty spowodowane kolizjami mogą być istotnym, dodatkowym czynnikiem wpływającym na śmiertelność^(48, 58, 124, 125, 134, 140, 174, 175, 179, 194).

Kwestię ochrony ptaków trzeba uwzględnić już na wczesnym etapie planowania nowych linii napowietrznych, aby zmniejszyć straty w populacjach spowodowane zderzeniami. Przed rozpoczęciem planowania lub w jego wstępnej fazie należy przeprowadzić roczne badania terenowe, mające na celu ocenę inwestycji przez ornitologów oraz zbadanie lokalnych tras przelotu i wzorców zachowań w czasie wędrówek, lęgu oraz w okresie dyspersji polęgowej. Rezultaty tych badań oraz wynikające z nich zalecenia należy uwzględnić przy planowaniu rozmieszczenia oraz w założeniach dotyczących parametrów konstrukcyjnych linii energetycznych (patrz również rozdział 6.2.2).

Wysokie ryzyko dotyczy również następujących obszarów:

- Obszary o istotnym znaczeniu dla awifauny, w tym miejsca, w których występują duże populacje ptaków oraz miejsca charakteryzujące się wysokim odsetkiem występowania ptaków wędrownych, zwłaszcza w czasie wędrówek; szczególnie duże straty odnotowuje się w miejscach, gdzie linie energetyczne przecinają ważne szlaki i korytarze migracji, np. doliny rzeczne, górskie, cieśniny, itp.
- Obszary wodno-błotne, bagna, wybrzeża, stepy, szczególnie w miejscach postoju i zimowisk oraz tam, gdzie linie napowietrzne rozdzielają lub znajdują się w zasięgu lotu od żerowisk i miejsc odpoczynku, zwłaszcza w pobliżu wód; w ten sposób linie energetyczne przyczyniają się do obniżenia jakości miejsc postoju i zimowisk.
- Miejsca, w których linie energetyczne umiejscowione są prostopadle do toru lotu ptaków wędrownych
- Największe niebezpieczeństwo grozi ptakom wędrującym nocą.

Uwarunkowania i czynniki zwiększające ryzyko kolizji:

- Wszelkiego rodzaju zakłócenia skutkujące wykonywaniem panicznych manewrów w locie (często są to polowania)
- Źle widoczne szare przewody, pokryte tlenkiem glinu
- Złe warunki atmosferyczne, np. mgła, opady lub silny wiatr czołowy, wskutek których wędrówki ptaków odbywają się na niskich wysokościach, na których często znajdują się kable linii napowietrznych. Warunki te przyczyniają się również do ograniczenia widoczności oraz zmniejszenia możliwości wykonania manewru przez lecące ptaki.
- Do większości zderzeń z liniami energetycznymi dochodzi nocą, o świcie i o zmierzchu.

Ekstrapolacja danych dotyczących strat w populacjach ptaków⁽¹⁷²⁾ dla Holandii jest dobrym wskaźnikiem średniego ryzyka kolizji z napowietrznymi liniami wysokiego napięcia. Sieć wysokiego napięcia w Holandii obejmuje 4200 km linii energetycznych. Szacuje się, że co roku zderzenia pociągają za sobą od pięciuset tysięcy do miliona ofiar wśród ptaków. Do 1997 r. działaniami ukierunkowanymi na poprawę bezpieczeństwa ptaków objęto 13% sieci wysokiego napięcia. Przewody, a zwłaszcza przewód neutralny zostały oznakowane w sposób zapewniający lepszą widoczność. Ulepszenia dotyczyły tych linii, przy których odnotowywano wysokie straty wśród ptaków. Wedle szacunkowych danych, liczbę zabitych osobników udało się ograniczyć o 185.000 ptaków rocznie.

4.3. Zmniejszenie dostępności obszarów wykorzystywanych przez ptaki jako miejsca postoju i zimowiska

Napowietrzne linie energetyczne przyczyniają się do zwiększenia śmiertelności wśród ptaków występujących na otwartych przestrzeniach (stepach, łąkach, bagnach, itp.) nie tylko ze względu na możliwość porażenia prądem lub kolizji z liniami energetycznymi, ale również dlatego, że większa liczba ptaków pada wtedy ofiarą drapieżników. Poszkodowane ptaki

leżące pod liniami energetycznymi przywabiają drapieżne ssaki, a słupy, pod którymi leżą, stają się miejscami odpoczynku i czatowniami łowieckimi dla ptaków drapieżnych.

Stosowanie linii napowietrznych może doprowadzić do utraty nadających się do wykorzystania żerowisk w pobliżu miejsc postoju lub zimowisk. Przykładem mogą tu służyć gęsi odbywające lęgi na obszarach Arktyki. Zaobserwowano, że żerujące ptaki unikają bliskiego sąsiedztwa linii energetycznych na obszarach, na których zimują⁽¹⁷⁶⁾.

Z drugiej jednak strony, niektóre duże ptaki wykorzystują słupy sieci energetycznych do odpoczynku, noclegu, a nawet zakładania gniazd. Bezpieczne linie energetyczne umożliwiają niektórym ptakom (bociany, kruki czy ptaki szponiaste) zakładanie gniazd w bezdrzewnym terenie.

Linie energetyczne zmieniają struktury siedlisk i wywierają znaczny wpływ na kręgowce żyjące na danym obszarze. Na etapie planowania każdej nowej linii energetycznej należy dokładnie rozważyć korzyści i ryzyko oraz określić priorytety z punktu widzenia ochrony przyrody.

5. Rodzaje urządzeń do przesyłu energii elektrycznej i związane z nimi zagrożenia dla ptaków

Podstawowe typy słupów wysokiego napięcia i innych słupów linii napowietrznych na całym świecie są do siebie bardzo podobne. W większości krajów stosuje się wiele różnych rodzajów takich urządzeń, które często znacznie się od siebie różnią w zależności od przedsiębiorstwa, które się nimi posługuje.

5.1. Sieci niskiego napięcia

W niektórych krajach linie sieci niskiego napięcia w całości lub w przeważającej części są poprowadzone pod ziemią, co jest najlepszym rozwiązaniem z punktu widzenia bezpieczeństwa ptaków. Na liniach tych często używa się też dobrze izolowanych kabli przymocowanych bezpośrednio do podtrzymujących je słupów (patrz rys. 4), co także jest dobrym rozwiązaniem. Zagrożenie zderzeniem zostaje ograniczone do minimum: dobrze widoczne, czarne kable zastępują zwykłe, tradycyjne druty.

Ryzyko porażenia ptaka prądem jest niewielkie, ponieważ zastosowane napięcie jest względnie małe, a ciała ptaków charakteryzują się wysoką opornością elektryczną. Natomiast ssaki posiadające umiejętność wspinania się lub lotu mogą zostać porażone i spowodować uszkodzenie linii, ponieważ w ich przypadku oporność jest niska. W krajach tropikalnych często widuje się duże nietoperze, tzw. lisy latające, które padły ofiarą porażenia prądem elektrycznym. Zwisają one z linii niskiego napięcia o kablach umiejscowionych blisko siebie na kilku poziomach. Ryzyko zderzenia z linią niskiego napięcia jest tym większe, im cieńszych kabli użyto, ponieważ kable te słabo odróżniają się od otoczenia. Ogólnie rzecz ujmując, ryzyko kolizji z linią energetyczną można zmniejszyć stosując pojedyncze kable lub izolując istniejące kable, jeśli nie zastosowano uziemienia (patrz rys. 4).

Napięcie w sieciach niskiego napięcia jest stukrotnie niższe niż w sieciach średniego napięcia.

5.2. Sieci średniego napięcia

5.2.1. Linie wykorzystywane przez przedsiębiorstwa energetyczne

Są kraje, w których część przedsiębiorstw energetycznych w całości poprowadziła swoje sieci średniego napięcia pod ziemią, jednakże sieci napowietrzne wciąż stanowią na świecie większość. Zakres sieci średniego napięcia wynosi 1,000 Volt to 59,000 Volt.

Kable są często przymocowywane do słupów wykonanych z materiałów przewodzących prąd za pomocą dość krótkich izolatorów. Ptaki siedzące na uziemionych słupach łatwo mogą dotknąć kabli znajdujących się pod napięciem, powodując zwarcie doziemne (patrz rys. 3, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14 i 15). Tego typu „zabójcze słupy“ stanowią wielkie niebezpieczeństwo dla wielu gatunków dużych ptaków niemal na całym świecie.

Kable wiszące blisko siebie, tj. w odległości mniejszej niż 1,40 m są często przyczyną śmiertelnych w skutkach zwarć, do których dochodzi w sytuacji, gdy ptak ma styczność równocześnie z dwoma przewodami. Niewielkie odległości pomiędzy przewodami różnych faz można często zaobserwować na słupach odłącznikowych (patrz rys. 8).

Niebezpieczeństwa związane ze zderzeniami dotyczą także linii średniego napięcia. Na szczęście w większości przypadków ich przewody umieszczone są na jednym poziomie, co zmniejsza ryzyko zderzeń. Czasami jednak można zauważyć przewody neutralne nad fazowymi (rys. 15). Dla bezpieczeństwa ptaków należałoby je wyeliminować.

Z drugiej strony istnieją też słupy o konstrukcji zapewniającej ptakom niemal całkowite bezpieczeństwo. W niektórych krajach na mocy przepisów prawa oraz norm technicznych stosowanie takich konstrukcji jest obowiązkowe (rys. 11 a oraz b, 12, 14).

5.2.2. Trakcje kolejowe

W napowietrznych trakcjach kolejowych zazwyczaj płynie prąd o napięciu od 10 kV do 15 kV. Wartości te mieszczą się przedziale średniego napięcia stosowanego przez przedsiębiorstwa energetyczne, dlatego należy w tym miejscu wziąć pod uwagę te same aspekty związane z bezpieczeństwem ptaków. Na kolei także stosuje się różne rodzaje konstrukcji – zarówno rozwiązania bezpieczne dla ptaków (rys. 16), jak i „zabójcze słupy“ (rys. 18), które czasem usytuowane są tuż obok siebie (rys. 17). W przeszłości tym niebezpiecznym konstrukcjom poświęcano niewiele uwagi, co jest o tyle zaskakujące, że przypadki porażenia ptaków i innych zwierząt prądem prowadziły do przerw w ruchu kolejowym.

5.3. Sieci wysokiego napięcia

Linie wysokiego napięcia są niemal wyłącznie liniami napowietrznymi. Do ich konstrukcji wykorzystuje się długie, podwieszane izolatory, dzięki którym ryzyko porażenia prądem elektrycznym jest niewielkie (rys. 21). Mimo to, przypadki zgonów spowodowane porażeniem są odnotowywane. Przy dużej wilgotności powietrza, przelatujące stada małych ptaków mogą być przyczyną wystąpienia wyładowania łukowego. Wyładowanie takie może też wystąpić na skutek strzyknięcia kałem przez dużego ptaka siedzącego na poprzeczniku ponad izolatorami. Tej ostatniej ewentualności można uniknąć poprzez umieszczenie odstraszczy w odpowiednich miejscach powyżej izolatorów (rys. 20, 24).

Śmierć wskutek kolizji z kablami jest zdecydowanie największym zagrożeniem ze strony słupów sieci wysokiego napięcia. Słupy mają różne konstrukcje, z którymi wiążą się różne stopnie zagrożenia. Konstrukcja słupów nie jest podyktowana wyłącznie wymogami technicznymi, lecz również normami i przepisami prawa krajowego, a w szczególności spuścizną architektoniczną i tradycją stosowania przez poszczególne przedsiębiorstwa energetyczne.

Największe zagrożenie stwarzają te linie energetyczne, które posiadają kable zawieszane na różnych wysokościach (konstrukcje wielopoziomowe) i/lub przewody neutralne znajdujące się wysoko nad przewodami fazowymi (rys. 2, 19, 20).

Mniejsze niebezpieczeństwo stwarzają te konstrukcje, w których kable znajdują się na jednej wysokości (konstrukcje jednopoziomowe) lub przewód neutralny znajduje się tylko nieco wyżej (patrz rys. 38). Służą one do tych samych celów, co wysokie słupy wielopoziomowe, ale stanowią znacznie mniejsze zagrożenie. Jeszcze bezpieczniejsze są te konstrukcje jednopoziomowe, w których w ogóle nie wykorzystuje się przewodu neutralnego (rys. 22, 23).

W strefach szczególnego zagrożenia dla ruchu powietrznego (korytarze przy lotniskach bądź lądowiskach oraz tam, gdzie linie energetyczne przechodzą nad drogami), na liniach o wysokim stopniu ryzyka zderzeń montowane są specjalne konstrukcje zapewniające bezpieczeństwo odrzutowcom oraz helikopterom policyjnym i ratowniczym, itp. Należą do nich:

- konstrukcje jednopoziomowe: słupy wielopoziomowe zastępowane są słupami podwójnymi
- oznakowania dzienne na przewodach neutralnych w postaci dobrze widocznych kul ostrzegawczych
- nocne światła ostrzegawcze.

Tego rodzaju rozwiązania techniczne zmniejszają niebezpieczeństwo zderzenia z linią energetyczną nie tylko w przypadku ptaków. Dotyczy to również szybowców oraz lekkich samolotów w sytuacjach awaryjnych np. gdy pilot ma ograniczoną widoczność. Bardziej postępowe przedsiębiorstwa uenergetyczne stosują już powszechnie bezpieczniejsze konstrukcje.

Dla bezpieczeństwa ptaków cienki przewód neutralny powinien być dobrze widoczny, co jest możliwe do uzyskania przy zastosowaniu odpowiednich oznakowań. Dotyczy to zarówno istniejących linii, jak i nowych, w których przyjęte rozwiązania techniczne polegają na zawieszaniu przewodów neutralnych wysoko nad fazowymi. Podjęcie tych działań może zmniejszyć liczbę zderzeń o 50%-85%, ponieważ większość kolizji ma miejsce w zetknięciu z cienkim przewodem neutralnym. Ptaki dostrzegają przeszkodę w niewielkiej odległości od stosunkowo grubych przewodów fazowych i wykonują unik, który może skończyć się zderzeniem z przewodem neutralnym.

Niedawno wykazano, że w roli systemów ostrzegawczych poprawiających widzialność przewodu neutralnego najlepiej sprawdzają się czarno-białe, owalne płytki zawieszane pionowo, które obracają się i błyszczą przy podmuchach wiatru. Niestety, jak dotąd nie weszły one do użytku. Często stosuje się plastikowe spirale (urządzenia zamontowane na liniach wysokiego i średniego napięcia pokazano na rys. 25 i 26), które mogą powodować innego rodzaju niebezpieczeństwa. W każdym przypadku podjęte środki ostrzegawcze będą mniej skuteczne niż całkowite usunięcie przewodu neutralnego z nad przewodów fazowych.

6. Zalecenia i wytyczne

6.1. Doświadczenia osób zajmujących się ochroną środowiska

Przedsiębiorstwa energetyczne preferują konstrukcje uzyskiwane dzięki radykalnemu obniżaniu kosztów i często w odpowiedzi na argumenty ekologów posługują się pseudoekonomiczną logiką. W niektórych krajach (np. na Węgrzech) sytuacja robi się wręcz absurdalna. Oficjalna norma techniczna zatwierdzona przez rząd dopuszcza stosowanie tylko i wyłącznie „słupów-zabójców“. Linie wysokiego napięcia z kablami wiszącymi na różnych wysokościach w dalszym ciągu umieszcza się na niebezpiecznych konstrukcjach, blokując w ten sposób przestrzeń powietrzną i ograniczając ptakom swobodę migracji na preferowanych przez nie trasach.

Dobrowolne porozumienia pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi a ekologami należą do rzadkości. Dobra współpraca przynosi wyniki wyłącznie na szczeblu lokalnym lub co najwyżej regionalnym, jak choćby w przypadku zastępowania „słupów-zabójców” innymi konstrukcjami. W ogólnym rozrachunku, podejmowane wysiłki dają mizerne rezultaty, co szczególnie dobrze widać właśnie na przykładzie „słupów-zabójców”, z których wiele nie tylko stoi tam, gdzie stały, ale oprócz nich powstają jeszcze nowe konstrukcje tego typu.

Odpowiedzialność przedsiębiorstw energetycznych za bezpieczeństwo ptaków nie tylko leży w interesie publicznym, ale jest też kwestią etyki. Pomyślnie wdrożenie najnowocześniejszych rozwiązań pozwalających chronić ptaki zależy jednak od podjęcia jasnych, jednoznacznych działań na szczeblu legislacyjnym.

Doświadczenie uczy, że „zabójcze słupy“ zaczęto eliminować lub zabezpieczać na szerszą skalę dopiero po wprowadzeniu odpowiednich przepisów prawa. Budowa nowych konstrukcji tego typu została zakazana w całym Niemczech, zaś istniejące muszą zostać zabezpieczone do 2011 r. Przedsiębiorstwa energetyczne w ścisłej współpracy z rządem i organizacjami ochrony przyrody stworzyły zestaw odpowiednich projektów i rozwiązań w tym zakresie.

6.2. Normy techniczne

6.2.1 Normy dotyczące ochrony ptaków przed porażeniem prądem elektrycznym

Normy techniczne są to uznane wytyczne dotyczące projektowania i konstrukcji linii energetycznych. Mają one charakter wiążący. W treści tych norm musi znajdować się specjalna Klauzula Ochrony Ptaków, zawierająca ogólny wymóg respektowania celów związanych z ochroną ptaków, zakazująca stosowania „zabójczych słupów” jakiegokolwiek typu.

Klauzula Ochrony Ptaków stała się ważnym narzędziem umożliwiającym ostateczną likwidację „zabójczych słupów” w Niemczech. Niemiecka Norma Przemysłowa (DIN VDE 0210/12.85) zawiera taką klauzulę o następującej treści:

„Poprzeczniki, izolatory i inne elementy linii energetycznych muszą być skonstruowane w taki sposób, aby ptaki nie miały możliwości usadowienia się w pobliżu przewodów pod napięciem, które mogą być dla nich niebezpieczne “ (DIN VDE 0210, 1985, sekcja 8.10 „Ochrona ptaków”).

Rozwiązania techniczne wprowadzane zgodnie z powyższymi normami przyniosły od 1985 r. znaczące rezultaty w skali regionalnej. Populacje zagrożonych gatunków dużych ptaków, takich jak bocian biały, bocian czarny, bielik, rybołów, kania ruda czy też puchacz zaczęły się odradzać lub przynajmniej ustabilizowały się. Spodziewamy się, że uchwalenie nowego aktu prawnego w Niemczech będzie miało dalsze pozytywne skutki.

Niemiecka ustawa federalna o ochronie przyrody uchwalona w 2002 r. jasno określa niezbędne kroki, które muszą zostać podjęte w celu zapewnienia bezpieczeństwa ptakom na słupach energetycznych. Ochrona ptaków musi polegać na zastosowaniu najnowocześniejszych rozwiązań przy jednoczesnym przestrzeganiu szczegółowych wytycznych i kryteriów projektowania słupów energetycznych, określonych w katalogu „Vogelschutz an Freileitungen“, VDEW-Verlag, wyd. II, 1991 (Uwagi do sekcji 8.10 „Ochrona ptaków” Niemieckiej Normy Przemysłowej VDE 0210/12.85).

W ust. 53 pt. „Ochrona ptaków na liniach energetycznych” czytamy:

„Nowe słupy energetyczne wraz z osprzętem należy budować w sposób wykluczający możliwość porażenia ptaka prądem. Istniejące słupy sieci średniego napięcia wraz z osprzętem należy zabezpieczyć w ciągu najbliższych dziesięciu lat.(...)”

Niemcy dysponują rozległym, długoletnim doświadczeniem, ponieważ na liniach energetycznych w tym kraju testowano różne rozwiązania mające na celu poprawę bezpieczeństwa ptaków (wiele z nich okazało się nieskutecznych). Doświadczenia te przyniosą korzyści także innym krajom, ponieważ zasady budowy linii energetycznych średniego napięcia na całym świecie są takie same, stąd też niemieckie wytyczne projektowe i normy techniczne w zakresie zapewnienia ptakom bezpieczeństwa mogą być stosowane w skali globalnej. Najważniejsze aspekty tych norm i wytycznych zostały omówione i zilustrowane na kolejnych stronach:

Poniżej zamieszczono opis najczęściej spotykanych słupów energetycznych na świecie, związanego z nimi ryzyka oraz sposobów jego minimalizacji. Przedstawione zalecenia dotyczą słupów wykonanych z betonu, stali, stali wielowarstwowej i drewna. Niniejszy raport oparto na normach ustanowionych przez Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (1991) oraz badaniach przeprowadzonych przez krajową grupę roboczą NABU ds. przypadków porażenia prądem (2002).

Bezpieczeństwo instalacji zależy przede wszystkim od:

- sposobu mocowania izolatorów na słupach oraz
- faktycznej odległości pomiędzy przewodami fazowymi a innymi elementami pod napięciem bądź elementami uziemionymi.

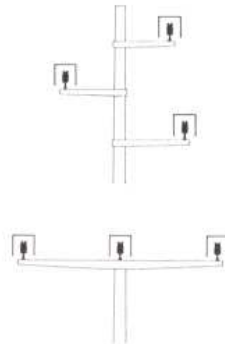
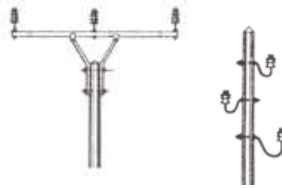
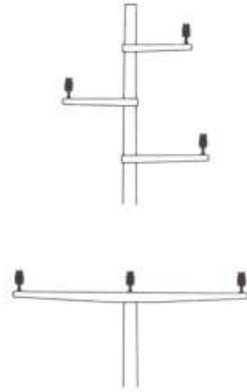
A) SŁUPY Z IZOLATORAMI STOJĄCYMI

Słupy energetyczne z izolatorami stojącymi wykonane z metalu lub strunobetonu znajdują się w powszechnym użyciu i są to najbardziej niebezpieczne konstrukcje spośród wszystkich rodzajów słupów. Odległość pomiędzy kablami a poprzecznikiem jest niewielka.

Stopień ryzyka: wysoki

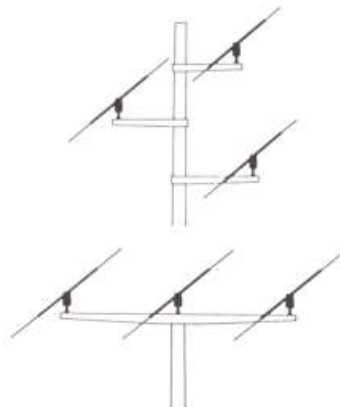
W czasie deszczu drewniane słupy z izolatorami stojącymi mogą być niebezpieczne, podobnie jak słupy uziemione. Aby zagrożenie było mniejsze, szczyt słupa, który nie posiada żadnych poprzecznych żerdzi powinien znajdować się wysoko ponad najwyżej położonym przewodem (po prawej).

Skuteczne zapobieganie porażeniom prądem jest możliwe bądź to poprzez umieszczanie na słupach (a) plastikowych osłon izolatorów do użytku zewnętrznego o długości 130 cm bądź też (b) poprzez izolację linii energetycznych za pomocą izolatorów rurowych o długości 130 cm. Kable powinny znajdować się w odległości co najmniej 140 cm od siebie. Jeśli nie jest to możliwe, należy zastosować izolatory rurowe.



Zalecane sposoby postępowania:

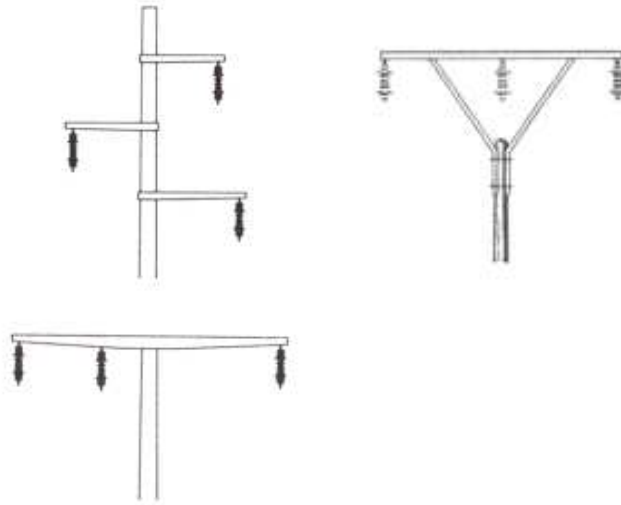
- (a) osłony izolatorów (powyżej)**
- (b) izolatory rurowe (poniżej)**



B) SŁUPY Z PODWIESZANYMI IZOLATORAMI

Słupy z podwieszanymi izolatorami są stosunkowo bezpieczne, pod warunkiem zachowania co najmniej 60 cm odstępu pomiędzy miejscem, w którym prawdopodobnie usiądzie ptak (poprzecznik) a elementami pod napięciem (kable). Kable powinny znajdować się w odległości co najmniej 140 cm od siebie. Nie powinno się stosować osprzętu wykorzystwanego do zapobiegania wylądowaniom łukowym (tzw. „ogień św. Elma” po obu stronach izolatorów).

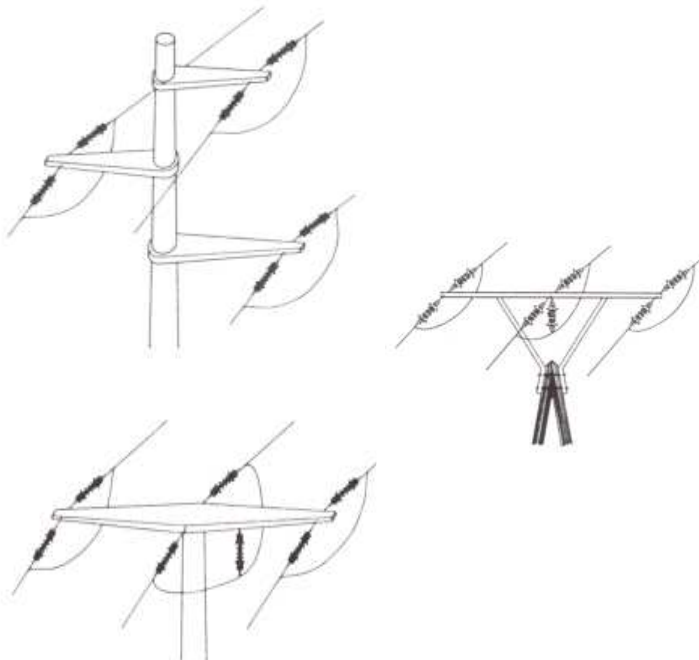
Stopień ryzyka: niewielki



(C) SŁUPY ODPOROWE

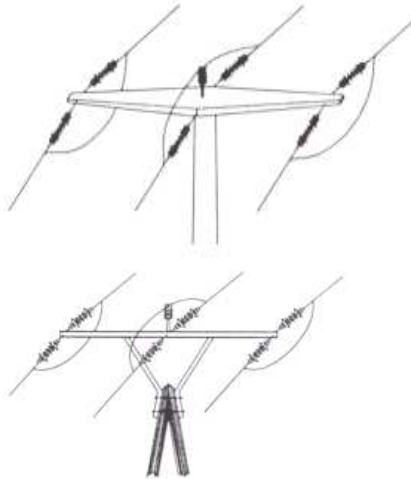
Słupy odporowe: kable przechodzą poniżej poprzecznika:

Ryzyko jest niewielkie, o ile izolatory są wystarczająco długie (co najmniej 60 cm).



Słupy odporowe: jeden przewód przechodzi ponad poprzecznikiem.

Stopień ryzyka: wysoki (patrz także rys. 3):

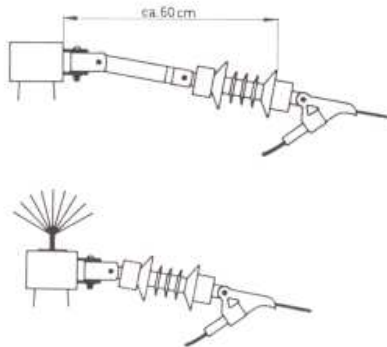


Bezpieczeństwo ptaków na słupach odporowych wymaga stosowania łańcuchów izolatorowych o długości co najmniej 60 cm. Niebezpieczne konstrukcje można zabezpieczyć poprzez (a) wydłużenie łańcuchów lub (b) montaż odstraszaczy ptaków (pionowe „kolce”) na poprzecznikach.

Zalecane sposoby postępowania:

Wydłużenie łańcucha (a, powyżej)

Odstraszacze ptaków w postaci plastikowych pręcików (b, poniżej)



W przypadku, gdy kable poprowadzone są powyżej lub w zbyt bliskiej odległości od poprzecznika, należy zastosować (c) izolatory rurowe. Tak samo należy postąpić w przypadku słupów skrzyżowaniowych (izolacja kabli, które znajdują się zbyt blisko miejsca, na którym może usiąść ptak, tj. w odległości poniżej 60 cm).

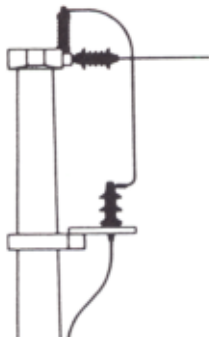
Zalecane sposoby postępowania:

Izolowane osłony lub izolatory rurowe (c)
(patrz także rys. 30)

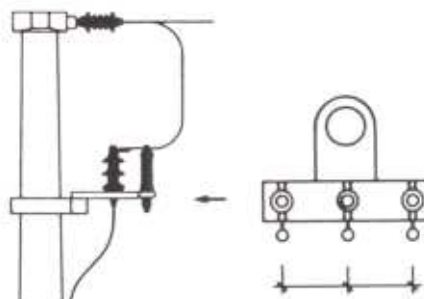


D) SŁUPY KRAŃCOWE I STACJE TRANSFORMATOROWE SŁUPOWE

Słup krańcowy



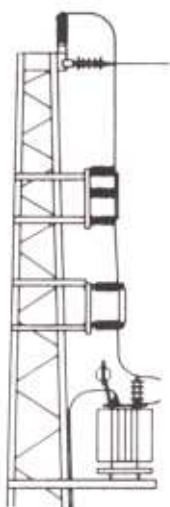
Stopień ryzyka: wysoki



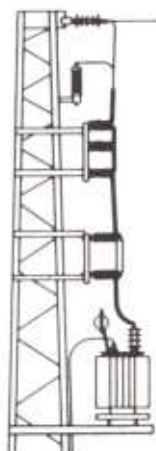
Zalecane sposoby postępowania (patrz legenda)

Ograniczniki przepięć często wystają ponad szczyty słupów krańcowych i słupowych stacji transformatorowych. Taki sposób montowania wiąże się z zagrożeniem dla ptaków, którego można uniknąć instalując ogranicznik przepięć poniżej poprzeczника i stosując izolatory rurowe na wszystkich kablach prowadzących ku ziemi. W przypadku stacji transformatorowych wszelkie styki znajdujące się bezpośrednio nad odłącznikiem, jak również pomiędzy odłącznikiem a transformatorem należy potraktować podobnie. Nie należy stosować osprzętu służącego do zapobiegania wyładowaniom łukowym (środki zabezpieczające: demontaż).

Stacja transformatorowa słupowa



Stopień ryzyka: wysoki

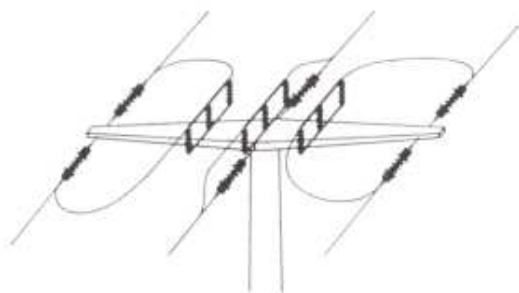


Zalecane sposoby postępowania (patrz legenda)

E) SŁUPY ODŁĄCZNIKOWE

Z punktu widzenia bezpieczeństwa najlepsze są te słupy, na których odłączniki przymocowane są poniżej poprzecznika. Na innych słupach trzeba zastosować bardziej skomplikowane środki zapobiegawcze, które nie gwarantują ptakom bezpieczeństwa w takim samym stopniu. Testowano różne rozwiązania, ponieważ stosowanie osłon w większości przypadków jest niemożliwe.

Słup odłącznikowy

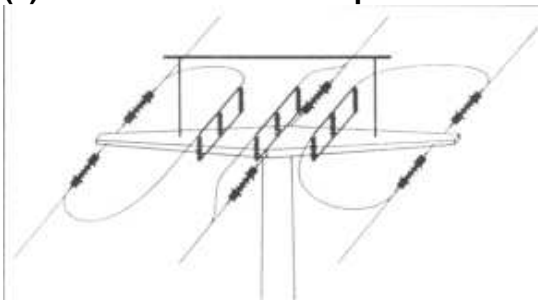


Stopień ryzyka: wysoki

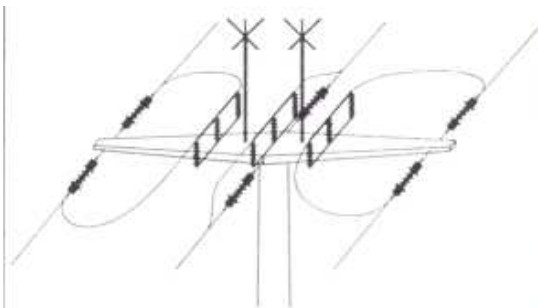
Izolowane żerdzie dla ptaków mogą zostać zainstalowane (a) równoległe bądź (c) na skraju poprzecznika. Powinny być one możliwie jak najdłuższe i posiadać chropowatą powierzchnię. Odstraszacze („krzyże św. Andrzeja”) (b) zamontowane ponad odłącznikami zniechęcają ptaki do siadania na słupach. Podobną funkcję spełniają pręty ze szkła akrylowego (c).

Zalecane sposoby postępowania:

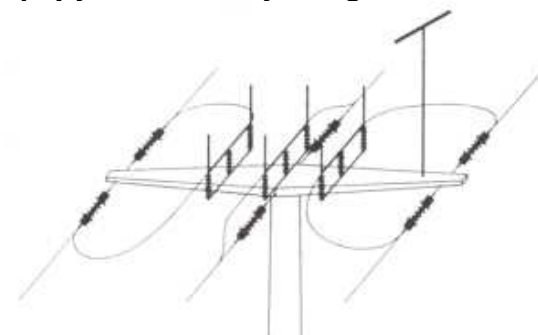
(a) Izolowane żerdzie dla ptaków



(b) Krzyż św. Andrzeja



(c) Izolowane żerdzie dla ptaków umieszczone równoległe do poprzecznika i pręty ze szkła akrylowego



W przypadku **trakcji kolejowych** zasilanych prądem o średnim napięciu należy obowiązkowo wprowadzić podobne modyfikacje lub zastosować nowe konstrukcje, które zmniejszą liczbę strat wśród ptaków i przyczynią się do poprawy bezpieczeństwa w ruchu

kolejowym. Niemieccy inżynierowie kolejowi, organizacje ochrony przyrody oraz przedstawiciele rządu aktualnie zajmują się opracowywaniem szczegółowych norm technicznych i wytycznych projektowych, uwzględniających kwestię bezpieczeństwa ptaków. Rys. 16 stanowi przykład tego, że można wprowadzić rozwiązania poprawiające bezpieczeństwo ptaków bez wielkich nakładów technicznych.

6.2.2 Normy dotyczące ochrony ptaków przed zderzeniami

W celu zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu lotniczym oraz dla zminimalizowania strat wśród ptaków wszystkie linie energetyczne winny spełniać następujące wymogi:

- Przeprowadzenie badań przygotowawczych w celu ustalenia alternatywnych lokalizacji linii: o przebiegu wędrówek ptaków przez dane miejscowości lub regiony często decyduje topografia, linie brzegowe, itp. Wykonanie tych badań przed przystąpieniem do planowania jakichkolwiek nowych linii energetycznych jest niezbędne. Badania te muszą też obejmować wędrówki ptaków zarówno w dzień, jak i w nocy, a także uwzględniać inne zjawiska sezonowe.
- Tam, gdzie to możliwe, kable należy położyć pod ziemią.
- „Ukrywanie“ linii energetycznych: linie napowietrzne powinny zostać poprowadzone tak nisko, jak tylko pozwalają na to przepisy, za budynkami lub rzędami drzew, bądź też u stóp wzgórz i łańcuchów górskich.
- Wszędzie tam, gdzie to możliwe, infrastruktura powinna być skomasowana, tj. linie energetyczne należałoby poprowadzić wzdłuż dróg i linii kolejowych, aby uniknąć przecinania dużych, otwartych przestrzeni.
- Konstrukcje powinny zajmować jak najmniej przestrzeni w kierunku pionowym: przewody należałoby podwieszać na jednym poziomie, bez przewodu neutralnego nad przewodami fazowymi.
- Należy montować dobrze widoczne, czarno-białe oznakowania na przewodach stwarzających duże zagrożenie zderzeniem, w szczególności na przewodach neutralnych linii wysokiego napięcia.
- W fazie planowania nowych linii energetycznych należy posługiwać się szczegółowymi informacjami zebranymi przez ornitologów. Dobra współpraca i dialog pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi a organizacjami ochrony przyrody są kluczowe do osiągnięcia optymalnych rozwiązań, co leży także w interesie publicznym.
- Przy budowie nowych linii energetycznych należy wybierać takie rozwiązania projektowe, które nie wymagają stosowania systemów ostrzegawczych ani osłon ochronnych. Trwałość tych elementów nie odpowiada przeciętnemu czasowi eksploatacji linii energetycznych, który wynosi 50 lat.

6.3. Zalecane i niezbędne zmiany w prawie krajowym i międzynarodowym

Przez dłuższy czas w Niemczech budowa „zabójczych słupów” prowadzona była wbrew przepisom zawartym w ustawach, takich jak Ustawa o ochronie przyrody, Ustawa o ochronie zwierząt oraz Ustawa o polowaniach (opinia eksperta w dziedzinie prawa, dra K. Sojki, 1975). Dopiero nowe, szczegółowe rozporządzenia przyniosły ze sobą niezbędne zmiany. Badenia-Wirtembergia była pierwszym miejscem na świecie, w którym wprowadzono te rozporządzenia w życie. Władze landu uchwały odpowiednie przepisy prawa w 1991 r. (patrz również legenda do zdjęcia na okładce).

W krajach, w których pomimo dobrej współpracy między przedsiębiorstwami energetycznymi a organizacjami ochrony przyrody nie ustanowiono szczegółowych norm technicznych ani nie przyjęto odpowiednich przepisów prawa, problemu „słupów-zabójców” nie da się rozwiązać w sposób zadowalający. Tego typu konstrukcje w dalszym ciągu stawiane są zarówno w Europie, jak i w niektórych stanach USA.

Biorąc pod uwagę fakt, że na całym świecie problem z „zabójczymi słupami” staje się coraz poważniejszy i prowadzi do katastrofalnych skutków dla wielu zagrożonych gatunków dużych ptaków, zaleca się, aby wszystkie kraje przyjęły odpowiednie ustawodawstwo w trybie pilnym. Skuteczności kroków podjętych w Niemczech i innych krajach środkowej Europy nie da się zakwestionować i mogą one służyć jako przykład dla innych krajów.

Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych (UNEP) zgodnie z naszymi zaleceniami powinien opracować wytyczne podobne do tych, które w kwestiach medycznych wydała Światowa Organizacja Zdrowia (WHO). Wytyczne te, oprócz podjęcia problemu porażen prądem, powinny również objąć swoim zakresem profilaktykę zderzeń z liniami energetycznymi.

6.4. Dalsze badania i zalecane programy monitoringu

Istotną przeszkodą w rozmowach z przedsiębiorstwami energetycznymi jest niewielka wiedza na temat badań naukowych w dziedzinie ochrony ptaków i innych pokrewnych badań ornitologicznych oraz brak wyników takich badań w fachowym piśmiennictwie z branży energetycznej.

Istnieje ogromna potrzeba przeprowadzenia badań ornitologicznych na szczeblu lokalnym i regionalnym przed rozpoczęciem lub w trakcie planowania nowych linii energetycznych. Na przeprowadzenie takich badań potrzeba roku. Okres ten jest niezbędny do właściwego określenia lokalnych i regionalnych wzorców wędrówek i innych zachowań ptaków oraz zebrania danych pozwalających wytyczyć przebieg i dobrze zaprojektować konstrukcję linii energetycznej.

Z punktu widzenia trwałości, elementy konstrukcyjne linii energetycznych stosowane do ochrony ptaków wymagają znacznej poprawy. Elementy te powinny być wykonywane z materiałów odpornych na działanie dowolnych warunków atmosferycznych oraz światła ultrafioletowego tak, aby przez dziesięciolecia nie straciły swoich właściwości użytkowych. Systemy ostrzegawcze umieszczane na kablach wysokiego napięcia powinny być przystosowane do wysokich pól elektrycznych i wysokiej temperatury roboczej. W praktyce, zużyte nakładki i inne urządzenia ochronne budzą jedynie irytację. Dopóki na rynku nie pojawią się odpowiednio trwałe i wytrzymałe materiały do wyrobu izolatorów i kabli, na nowych liniach energetycznych będzie trzeba stosować odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne.

Niezbędne są dalsze badania, mające na celu opracowanie rozwiązań, które pozwolą uniknąć umiejscawiania przewodów neutralnych wysoko ponad fazowymi. Zaleca się nawiązanie kontaktu z przedsiębiorstwami energetycznymi, które zaprzestały stosowania przewodów neutralnych na liniach wysokiego napięcia w celu uzyskania odpowiednich informacji w tym zakresie.

7. Bibliografia

- ALLAN, D. G. (1988): Raptors Nesting on Transmission Pylons. - African Wildlife 42: 325-327.
- ALON, D. (1997): Vögel und Freileitungen - Erfahrungen aus Israel. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 303.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO & R. MUÑOZ-PULIDO (1994): Mitigation of Bird Collisions with Transmission Lines through Groundwire Marking. - Biological Conservation (Elsevier Science Ltd., England) 67: 129-134.
- ALTEMÜLLER, M. J., & M. REICH (1997): Einfluß von Hochspannungsfreileitungen auf Brutvögel des Gründlandes. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 111-127.
- ANONYMUS (1987): Golden Eagle and Silver Wires. - Teva va'arets 3: 41-43 (Hebräisch).
- ANONYMUS (1989): Künftig nur noch Kabel im Mittelspannungsnetz. - Kontakt (SCHLESWAG) 1/89; 8-9.
- ANONYMUS (1989): Maßnahmen zum Schutz von Vögeln an Freileitungen der Energieversorgung im Bezirk Cottbus. - Naturschutzarbeit Berlin Brandenburg 25: 89-93.
- ANONYMUS (1989): Tod auf der Leitung. - Geo 4/1989: 192-193.
- ANONYMUS (1992): VSE will Gefährdungspunkte an älteren Freileitungen vorbeugend und flächendeckend entschärfen. - Kontakt (VSE, Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG) 3/92: 28.
- ANONYMUS (1993): La faune: des espèces rares à protéger. - In: EDF (Hrsg.): EDF et l'environnement: 14-17. Série Bleue. Electricité de France, Paris.
- ANONYMUS (1993): Bezug von Vogelschutzeinrichtungen und Nisthilfen für Freileitungsmasten. - Mitteilungsblatt 85/93 der BAG Weißstorchschutz (NABU): 5-6.
- ANONYMUS (1993): Vogelschutz an Freileitungen bei den EVU anmahnen. - Mitteilungsblatt 85/93 der BAG Weißstorchschutz (NABU): 6-7.
- ANONYMUS (1995): Freund Adebar soll wieder heimisch werden. - Pfalzstrom 3/95: 6.
- ANONYMUS (1995): PW-Schaltstelle wird Vogelparadies. - Pfalzstrom 3/95: 12.
- ANONYMUS (1995): Ostertaler Uhus jetzt sicher. - Pfalzstrom 4/95: 6.
- ANONYMUS (s.a., ca 1997): Natur und Umwelt - Vogelschutz. Faltblatt der Pfalzwerke Energieversorgung, Ludwigshafen a. Rh.
- ASCHENBRENNER, L. (1977): Zu "Noch eine Storchengeschichte" und "Weißstorchhorste" auf Leitungsmasten. - Falke 24: 102.
- AVERY, M. L. (1978): Impacts of Transmission Lines on Birds in Flight. - Biological Services Program, FWS/OBS 78/48.
- BÄSSLER, R., J. SCHIMKAT & J. ULBRICHT (2000): Artenschutzprogramm Weißstorch in Sachsen. - In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.). Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Dresden. 116 Seiten.
- BAIRLEIN, F., & G. ZINK (1979): Der Bestand des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) in Südwestdeutschland: eine Analyse der Bestandsentwicklung. - J. Orn. 120: 1-11.
- BALDAUF, G. (1988): Verunglückte Vögel am Bahndamm. - Falke 35: 129-130.
- BARBRAUD, J.-C., & C. BARBRAUD (1996): La Cigogne blanche en Charente-Maritime – Accidents sur les lignes H.T. et M.T. – Mise en place de dispositifs de protection. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Environnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: 387-388.
- BAUER, H.-G. (2000): Feststellung der Vogelverluste durch Stromtod an Mittelspannungsleitungen (>1 kV) und Oberleitungen der Deutschen Bahn AG. Unveröff. Bericht für Bundesamt für Naturschutz.
- BAUMGÄRTEL, K., C. JÜRDENS & J. T. SCHMIDT (1997): Vogelschutzmaßnahmen an Hochspannungsfreileitungen - Markierungstechnik. Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 221-237.
- BENECKE, H.-G. & W. SENDER (1997): Umsiedlung der Weißstörche nach Abbau einer 50-kV-Überlandleitung. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): Tagungsband 1997, 4. und 5. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 88.
- BENEDA, S. (1996): Nidification et accidents de la Cigogne blanche sur les poteaux et autres installations électriques en République Tchèque. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Envi-

- ronnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: Symposiumsband Lignes électriques et Environnement. Metz : 189-194.
- BERNDT, R. (1980): Großvogelverluste an Elektroleitungen. Vortrag, gehalten am 6.11.1974 auf der Tagung der Dtsch. Sekt. IRV in Leer. - Ökol. Vögel 2, Sonderh.: Anhang 1, 130.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ, H. SAWITZKY & D. UTHER (2000): Vogelschutz an Hochspannungsfreileitungen. - Naturschutz und Landschaftsplanung 32 (12): 373-379.
- BERNSHAUSEN, F., M. STREIN & H. SAWITZKY (1997): Vogelverhalten an Hochspannungsfreileitungen - Auswirkungen von elektrischen Freileitungen auf Vögel in durchschnittlich strukturierten Kulturlandschaften. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 59-92.
- BEVANGER, K. (1988 a): Tiltak mot spetteskader, electrocution og kollisjoner. - Vår Fuglefauna 11: 5-13 (Norwegisch).
- BEVANGER, K. (1988 b): Fugledød ved kollisjon mot kraftledninger. - Vår Fuglefauna 11: 15-20 (Norwegisch).
- BEVANGER, K. (1990): Topographic aspects of transmission wire collision hazards to game birds in the Central Norwegian coniferous forest. - Fauna norv. Ser. C., Cinclus 13: 11-18.
- BEVANGER, K. (1994): Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. - Ibis 136: 412-425.
- BEVANGER, K. (1995): Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. - J. appl. Ecol. 32: 745-753.
- BEZZEL, E. (1978): Drähte in der Landschaft. - Die Welt der Tiere 5, Sonderheft 1: 16-18.
- BIJLEVELD, M. F. I. J., & P. GOELDLIN (1976): Electrocutation d'un couple de Buses *Buteo buteo* à Jongny (VD). - Oiseaux 33: 280-281.
- BLOKPOEL, H., & D. R. M. HATCH (1976): Snow Geese, disturbed by aircraft, crash into power lines. - Canadian Field Naturalist 90: 195.
- BLUMHAGEN, M. (2002): Vogelschutz - "Schlüsselfertige Eigenheime". - SCHLESWAG magazin (Kundenzeitschrift) 1/2002: 9.
- BNatSchGNeuregG, Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege und der Anpassung anderer Rechtsvorschriften vom 25.3.2002 (darin § 53: Vogelschutz an Energiefreileitungen). - Bundesgesetzblatt 2002, Teil I, Nr. 22: 1193 (§ 53: 1211).
- BÖHMER, W. (1996): Vogelschutz an Freileitungen - bewegen sich die Energieversorgungsunternehmen? - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): Jubiläumsband Weißstorch. 3. Tagungsband des Storchenhofes Loburg: 115-121, Abb. S. 109, 112.
- BÖHMER, W. (2001): Novellierung Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) - Vogelschutz an Freileitungen. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. und 9. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 159-160.
- BÖHMER, W. (2002): Das novellierte Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) erfolgreich verabschiedet - § 53 zum Vogelschutz an elektrotechnischen Anlagen. In: NABU BAG Weißstorchschutz, Mitteilungsblatt 94/2002: 12-13.
- BÖHMER, W., & G. FIEDLER (2000): Vogelschutz an elektrotechnischen Anlagen - "Neue Entwicklungen". - In: NABU BAG Weißstorchschutz, Mitteilungsblatt 92/2000: 13-14.
- BÖLZING, G. (1968): Greifvogelschutz bei der Stromversorgung. EAM-Ring 3, 4-5. - Jahrb. Deutscher Falkenorden 1968: 36.
- BOROVICZENY, I. v. (1978 a): Encuesta sobre Mortalidad en Aves causada por Tenidos Electricos. - Boletin-Circular 56: 15-16 (Spanisch).
- BOROVICZENY, I. v. (1978 b): Postes que matan. - Trofeo 10: 70 (Spanisch).
- BOSSCHE, W. VAN DEN, M. KAATZ & K. STRUYF (2001): Begleitung belgischer Störche im Jahr 1999 - 1. Zugbegleitung auf der Westroute. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch: 267-280, Abb. Hochspannungsleitung S. 255.
- BOUTIN, J.-M. (1996): Lignes électriques et conservation d'une espèce menacée de disparition dans une zone d agriculture intensive - Le cas de l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) dans la plaine des Deux-Sevres. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ

- (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Environnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: 295-306.
- BRAUN, C. (1992): Electrocutation des oiseaux en Alsace. Synthèse et bilan. – *Ciconia* 16 : 50-51.
- BRAUN, R. (1961): Tiere als Schadenstifter. - *Maschinenschaden* 34: 41-46.
- BROWN, C. J., & J. L. LAWSON (1989): Birds and Electricity Transmission lines in South West Africa/Namibia. - *Madoqua* 16: 59-67.
- BROWN, W. M., & R. C. DREWIEN (1995): Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. - *Wildl. Soc. Bull.* 23: 217-227.
- BUB, H. (1952): Über Vogelverluste an südrussischen Telegraphenleitungen. - *Columba* 4: 22.
- BUHMANN, W. (1989): Das "Aus" für die Mittelspannungsfreileitung. - *Kontakt (SCHLESWAG)* 1/89: 8-9.
- CMS, Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (2002): Resolution 7.4: Electrocutation of Migratory Birds. Bonn, 2 Seiten.
- CODA, Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental (1994): El impacto de los tendidos electricos en la avifauna. Primeras Jornadas CODA sobre impacto de tendidos electricos. 16.-17.10.1993, Madrid.
- COPPA, G., S. LESTAN & P. PETIT (1996): Un espece particulièrement sensible au risqué de percussion, la Grue cendrée - Limitation du risqué d'accidents sur des lignes en Champagne-Ardennes, en Lorraine et dans les Landes. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Environnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: 205-211.
- CRIVELLI, A. J., H. JERRENTROP & T. MITCHEV (1988): Electric Power Lines: a Cause of Mortality in *Pelecanus crispus* Bruch, a World Endangered Bird Species, in Porto-Lago, Greece. - *Colonial Waterbirds* 11: 301-305.
- DANKO, S. (1985): Uhyn vtakov na elektickom vedeni. - *Zpravy* 28: 18-22 (Tschechisch).
- DASSLER, G., & P. KNEIS (1990): Tod eines Schwarzstorches (*Ciconia nigra*) im Kreis Zeulenroda durch Stromeinwirkung. - *Veröff. Museen Gera* 17: 99-100.
- DELL, D. A., & P. J. ZWANK (1986): Impact of a high-voltage transmission line on a nesting pair of Southern Bald Eagles in Southeast Louisiana. - *Rapt. Res.* 20: 117-119.
- DNR & DBV (1980): Resolution vom 14.5.1976 des Deutschen Naturschutzringes e. V. und des Deutschen Bundes für Vogelschutz e. V. In: *Ökol. Vögel* 2, Sonderh.: Anhang 2, 131.
- DÖRING, R. (1998): Schutzmaßnahmen für Vögel im Freileitungsnetz durch Energieversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern. - *NABU-Nachrichten Mecklenburg-Vorpommern, Sonderausg. Storchentag 1998*: 37.
- ECOFUND (2000): Polish debt for environment swap 2000. Annual report. Warsaw.
- EGGERS, H. (2001): Veränderungen der Neststandorte beim Weißstorch (*Ciconia ciconia*) in Südwestmecklenburg. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch. 8. und 9. Storchentag 1999/2000: 222-227.
- EMO (1994), Energieversorgung Müritz-Oderhaff Aktengesellschaft (Hrsg.): Aktiver Umweltschutz: Hilfe für den Fischadler. 2. Aufl., Neubrandenburg. 14 Seiten.
- ENGGIST, P. (1996): Mortalité des oiseaux sur le reseau électrique suisse – l'exemple de la Cigogne blanche / Mortalität von Störchen an Strommasten und Freileitungen in der Schweiz. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Environnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: 173-176.
- ERDMANN, G. (2001): Zu Verlusten und deren Ursachen beim Weißstorch im Raum Leipzig. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch. 8. und 9. Storchentag 1999/2000: 197-199.
- FAANES, C. A. (1987) : Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. – *U.S. Fish Wildl. Tech. Rep.* 7: 24 Seiten.
- FELD, W. (1992): Tod durch Strom der Störche (*sic!*) in Baden-Württemberg - Vogelschutz/Mort par électrocution dans le Bade-Württemberg - Protection des oiseaux en liberté. - In: MERIAUX, J.-L., A. SCHIERER, CH. TOMBAL & J.-CH. TOMBAL (Hrsg.): Actes du Colloque International "Les cigognes d'Europe": 305-308. Institut Européen d'Ecologie, Metz.

- FELD, W. (2000): Wiederansiedlung des Weißstorchs *Ciconia ciconia* (L., 1758) in Baden-Württemberg. - In: DORNER, I. (Hrsg.): Naturschutz mit dem Storch - Die Wiederbesiedlung des westlichen Europa durch den Weißstorch (*Ciconia ciconia*) mit Hilfe von Wiederansiedlungsprojekten. - Tagungsberichte Internationales Symposium 1998. POLLICHIA, Bad Dürkheim: 76-99.
- FELD, W., & I. DORNER (2000): Die Bad Dürkheimer Resolution. - In: DORNER, I. (Hrsg.): Naturschutz mit dem Storch - Die Wiederbesiedlung des westlichen Europa durch den Weißstorch (*Ciconia ciconia*) mit Hilfe von Wiederansiedlungsprojekten. - Tagungsberichte Internationales Symposium 1998. POLLICHIA, Bad Dürkheim: 140-141.
- FELLENBERG, W. (1991): Vogelsterben durch Stromschlag an einem Leitungsmast. - Charadrius 27:45.
- FERNANDEZ, C., & J. A. INSAUSTI (1990): Golden Eagles take up Territories Abandoned by Bonelli's Eagles in Northern Spain. - J. Raptor Res. 24 (4): 124-125. The Raptor Research Foundation, Inc.
- FERRER, M., & F. HIRALDO (1991): Management of the Spanish Imperial Eagle. - Wildl. Soc. Bull. 19: 436-442.
- FERRER, M., & F. HIRALDO (1992): Man-induced sex-biased mortality in the Spanish Imperial Eagle. - Biol. Conserv. 60: 57-60.
- FERRER, M., & G. F. E. JANSS (Hrsg.) (1999): Birds and Power Lines: Collision, Electrocutation and Breeding. - Madrid: Quercus.
- FERRER, M., M. DE LA RIVA & J. CASTROVIEJO (1991): Electrocutation of raptors on power lines in Southern Spain. - J. Field Ornithol. 62 (2): 54-69.
- FIEDLER, G. (1985): So wird der Stromtod verhindert. - Naturschutz heute (DBV) 3/85: 14-15.
- FIEDLER, G. (1989): Auswertung vorhandener Ringfunddaten des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) in Schleswig-Holstein. - Unveröff. Bericht für Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel. 70 Seiten.
- FIEDLER, G. (1992): Weißstorch-Unfälle in Nord- und Ostdeutschland - Erfahrungen mit Abhilfemaßnahmen / Mortalité des Cigognes blanches sur les cables aériens en Allemagne du nord et de l'est - Protection des oiseaux en liberté. - In: MERIAUX, J.-L., A. SCHIERER, CH. TOMBAL & J.-CH. TOMBAL (Hrsg.): Actes du Colloque International "Les cigognes d'Europe". Institut Européen d'Ecologie, Metz: 297-303.
- FIEDLER, G. (1993): Verluste an Freileitungen durch Stromschlag und Anflug. - Tagungsband Internationale Weißstorch- und Schwarzstorch-Tagung, Schriftenreihe für Umwelt- und Naturschutz im Kreis Minden-Lübbecke 2, : 45-46.
- FIEDLER, G. (1996): Vogelverluste an Freileitungen in Nord- und Ostdeutschland - Effektivität von Abhilfemethoden / Mortalité des oiseaux avec les lignes aériennes dans le Nord et de l'Est de l'Allemagne. - In: MERIAUX, J.-L., J. TROUVILLIEZ (Hrsg.): Actes du Colloque International "Lignes électriques et Environnement", Institut Européen d'Ecologie, Metz: 159-166.
- FIEDLER, G. (1999): Zur Gefährdung des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) durch Freileitungen in europäischen Staaten. In: SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch im Aufwind? - White Storks on the up? - Proc. Int. Symp. White Stork, Hamburg 1996: 505-511.
- FIEDLER, G. (2001): Möglichkeiten zur Zusammenarbeit von „BAG Stromtod und „BAG Weißstorchschutz“. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. und 9. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 160-163.
- FIEDLER, G. (2002): Einflüsse von Freileitungen und Strommasten auf die Vogelwelt in Deutschland. - Unveröff. Bericht für Karl Kaus Stiftung für Tier und Natur, Radolfzell. 157 Seiten.
- FIEDLER, G., & A. WISSNER (1980): Freileitungen als tödliche Gefahr für Störche *Ciconia ciconia*. - Ökol. Vögel 2, Sonderheft: 59-109.
- FIEDLER, G., & A. WISSNER (1986): Freileitungen als tödliche Gefahr für Weißstörche. - Beiheft Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 43, Artenschutzsymposium Weißstorch: 257-270.

- FIEDLER, G., & A. WISSNER (1989): Weißstorch-Unfälle an Freileitungen und Abhilfemaßnahmen. - In: RHEINWALD, G., J. OGDEN & H. SCHULZ (Hrsg.): Weißstorch - White Stork. Proc. I Int. Stork Conserv. Symp. Schriftenreihe DDA 10: 423-424.
- FISCHER-SIGWART, H. (1920): Die Starkstromleitungen als Gefahr für die Storchansiedlungen und die Störche. - Orn. Beob. 17: 188-192.
- FOKKEMA, J. (1981): Draadslachtoffersonderzoek bij Heerenveen. - Vanellus 5: 143-145 (Niederländisch).
- FREUND, B. (1999): Neue Dreier-Kombination sorgt für Spannung. - ESAG-Energiespiegel 9/1999 (betr. Luftkabel).
- FRIEDRICH, H. (1997): Erfahrungen und Beobachtungen beim Kontrollieren einer Freileitungstrasse nach Vogelschlagopfern. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 300-302.
- FUHS, B. (1999): Sichere Rast auf dem Mast. - RWE Magazin agenda 1/1999: 16-19
- FUNKE, A. (1923): Vogelmord durch Überlandzentralen! - Kosmos 1923: 112.
- GIRSCH, R. (1997): Trassierungsgesichtspunkte bei der Planung von Hochspannungsfreileitungen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 11-18.
- GOEBEL, H. (1869): Der Telegraph als Feind der Zugvögel. - J. Orn. 17: 194.
- GÖRLACH, A. (1977): Stützisolatoren-Problem gelöst. - Kosmos 11: 796.
- GÖRNER, M. (1967): Hohlbetonmasten als Vogelfallen. - Falke 14: 427.
- GOMEZ-MANZANEQUE, A., & F. J. CANTOS (1995): Mortalidad producida por los tendidos electricos sobre la Cigüena Blanca en Espana, con base en los resultados del anillamiento científico. In: O. BIBER, P. ENGGIST, C. MARTI & T. SALATHE (Hrsg.): Proc. Int. Symp. On the White Stork (Western Population), Basel 1994: 111-116.
- GRISCHTSCHENKO, V., & N. GABER (1990): Analyse der Todesursachen des Weißstorchs in der Ukraine. - Orn. Mitt. 42: 121-123.
- GROSSE, H., W. SYKORA & R. STEINBACH (1980): Eine 220-kV-Hochspannungstrasse im Überspannungsgebiet der Talsperre Windischleuba war Vogelfalle. Falke 27: 247-248.
- GÜLLE, P. (1981): Vogelotod an Starkstromleitungen. - Charadrius 17: 126-127.
- GUTSMIEDL, I., & T. TROSCHKE (1997): Untersuchungen zum Einfluß einer 110-kV-Freileitung auf eine Graureiher-Kolonie sowie auf Rastvögel. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 191-209.
- HAACK, C. (1997a): Gefiederfarben und Flugverhalten europäischer Vogelarten als Vorbild für die Markierung von Hochspannungsfreileitungen zur Vermeidung von Vogelschlag. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 239-258.
- HAACK, C. (1997b): Kollision von Bläßgänsen (*Anser albifrons*) mit einer Hochspannungsfreileitung bei Rees (Unterer Niederrhein), Nordrhein-Westfalen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 295-299.
- HAAS, D. (1975): "Elektrische Stühle" für Großvögel. Wir und die Vögel (DBV) 4/75: 17-19.
- HAAS, D. (1975): Uhus enden auf dem "elektrischen Stuhl". - Das Tier 10/75: 45-47, 55.
- HAAS, D. (1980): Gefährdung unserer Großvögel durch Stromschlag - eine Dokumentation. - Ökol. Vögel 2, Sonderheft: 7-57.
- HAAS, D. (1988): Zur Behandlung von durch Stromschlag verletzten Vögeln. - Orn. Jh. Bad.-Württ. 4, 1988: 21-28.
- HAAS, D. (1993): Clinical Signs and Treatment of Large Birds Injured by Electrocutation. - In: REDIG, P. T., et al.: Raptor Biomedicine, University of Minnesota Press, Minneapolis: 180-183.
- HAAS, D. (1995): Schadensursachen von über 70 tot oder verletzt aufgefundenen Wanderfalken. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 82: 283-326.
- HAAS, D. (2001): Anmerkungen zur Dezimierung unserer Adler, Störche und anderer Großvögel durch Stromschlag in Mittel- und Osteuropa. - Unveröff. Manuskript.
- HAAS, D., G. FIEDLER, & U. MADES (1995): Erfahrungsbericht zur Gefährdungssituation von Großvogelbeständen im Ausland durch Stroimschlag und Drahtanflug. - BAG Stromtod (NABU). Vervielfältigtes Manuskript, 21 Seiten.
- HAAS, D., & G. FIEDLER (2001): Vogelschutz an elektrotechnischen Anlagen. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. und 9. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 171-176.

- HAAS, D., & H. MAHLER (1992): Freileitungen aus der Sicht des Vogelschutzes. - In: Kabel und Freileitungen in überregionalen Versorgungsnetzen. Expert-Verlag: 151-177.
- HÄHNLE, H. (1913): Elektrizität und Vogelschutz. Auszug aus Vortrag, gehalten auf dem III. Deutschen Vogelschutztag in Hamburg. - Verlag Bund für Vogelschutz, Stuttgart: 1-8.
- HADASCH, J. (1993): Auswirkungen von Freileitungen auf die Vogelwelt. - Falke 40: 374-380.
- HAITZ, G. (1992): Protection des oiseaux face aux lignes aériennes du point de vue des entreprises Allemandes productrices d'énergie / Vogelschutz an Freileitungen aus der Sicht der deutschen Energieversorgungsunternehmen. - In: MERIAUX, J.-L., et al.: Les cigognes d'Europe: 309-314. Institut Européen d'Ecologie, Metz 1992.
- HAITZ, G. (1995): Vogelschutz an Freileitungen aus der Sicht der deutschen Energieversorgungsunternehmen. - In: BIBER, O., et al. (Hrsg.): Proc. Int. Sympos. White Stork (Western Population), Basel 1994: 101-103.
- HARASZTHY, L. (1989): Die Situation des Weißstorchs in Ungarn. - Vogelschutz in Österreich 4: 18-19.
- HARRISON, J. G. (1963): Heavy mortality of Mute Swans from electrocution. - Am. Rep. Wildfowl Trust 14: 164-165.
- HAUFF, P. (2001): Horste und Horstbäume des Seeadlers *Haliaeetus albicilla* in Mecklenburg-Vorpommern. - Ber. Vogelwarte Hiddensee 16: 159-169.
- HAVELKA, P., H.-J. GÖRZE & H. STEFAN (1997): Vogelarten und Vogelschlagopfer an Freileitungen - Ergebnisse von Trassenbegehungen mit Bestandserhebung und Hundesuche. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 93-110.
- HEIJNIS, R. (1977): Vogeltod an Hochspannungsleitungen. - Vögel Heimat 47: 113-114.
- HEIJNIS, R. (1980): Vogeltod durch Drahtanflug bei Hochspannungsleitungen. - Ökol. Vögel 2, Sonderheft: 111-129.
- HELLER, M. (1996): Fischadler *Pandion haliaetus* als Stromschlagopfer an den Maulbronner Seen in Nordwürttemberg. - Orn. Anz. 35: 187-198.
- HEMKE, E. (1984): Über die Gefährdung des Weißstorches durch elektrische Freileitungen. - Falke 30: 21-23.
- HEMKE, E. (1987): Fischadler auf Hochspannungsmasten. - Falke 34: 256-259.
- HENNICKE, C. R. (1912): Vogelschutz und Überlandzentralen. - Orn. Mschr.: 143-151.
- HESSISCHER VERWALTUNGSGERICHTSHOF (1991): Verkabelung einer Stromleitung. Beschluß v. 26.6.1991 - 3 UE 1643/87 -. - In: Umwelt- und Planungsrecht 11-12/1991: 458.
- HILPRECHT, A. (1974): Vogeltragödien I. Eine Zusammenstellung nach Ringfundmeldungen. - Falke 21: 294-297.
- HILTUNEN, E. (1953): On electric and Telephone wire accidents in birds. - Suomen Riista 8: 70-76, 222-223 (Finnisch mit engl. Zusammenfassung).
- HOBBS, J. C. A., & J. A. LEDGER (1986): The Environmental Impact of Linear Developments, Powerlines and Avifauna. - Third Internat. Conf. On Environmental Quality and Ecosystem Stability. Israel, June 1986.
- HÖLZINGER, J. (1987): Vogelverluste durch Freileitungen. - Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 1, Teil 1: 202-242.
- HÖNTSCH, K., & R. EBERT (1997): Die Heidelandschaft bei Mörfelden-Walldorf (Hessen) - ein Lebensraum unter Hochspannung. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 177-190.
- HOERSCHELMANN, H., W. BRAUNEIS & K. RICHAZ (1997): Erfassung des Vogelfluges zur Trassenwahl für eine Hochspannungsleitung. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 41-57.
- HOERSCHELMANN, H., A. HAACK, & F. WOHLGEMUTH (1988): Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380-kV-Leitung. - Ökol. Vögel 10: 85-103.
- HOOVER, K. (Hrsg.) (1978): Impacts of transmission lines on birds in flight. - Proc. Conf. Oak Ridge, Tennessee, 1978.
- HORMANN, M. (2001): Schutzmaßnahmen für den Schwarzstorch im Ahrtal und Seitentälern. - Flieg und Flatter Ausg. 8/ Dez. 2001: 5-6.

- HORMANN, M., & K. RICHAZ (1997): Anflugverluste von Schwarzstörchen (*Ciconia nigra*) an Mittelspannungsfreileitungen in Rheinland-Pfalz. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 285-290.
- HÜBNER, F. (2000): Vogelverluste an Energiefreileitungen - Prioritätenkatalog für eine sukzessive Entschärfung aller Mittelspannungsmasten mit Gefährdungspotential für Großvögel im Versorgungsgebiet des Regionalbereiches West der e.dis Energie Nord AG. - Unveröff. Diplomarbeit Fachbereich Biologie Univ. Potsdam. 81 Seiten + Anl.
- HÜBNER, F. (2001): Vogelverluste an Energiefreileitungen - Zusammenarbeit von Naturschutz und Energieversorger. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. und 9. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 164-170.
- ILN, Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz (1989): Maßnahmen zum Schutz von Vögeln an Freileitungen der Energieversorgung im Bezirk Cottbus. - Naturschutzarbeit in Berlin/Brandenburg 25 (3):89-93.
- JACOBS, A. (1978): Energieversorgungsunternehmen sind tierfreundlich - nicht nur im Einzelfall. - Miteinander (INTERARGEM) 2/1978: 22-23.
- JAKUBIEC, Z. (1991): Causes of breeding losses and adult mortality in White Stork *Ciconia ciconia* (L.) in Poland. - In: Population of the White Stork *Ciconia ciconia* (L.) in Poland. Part II. Zaklad Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych Polskiej Akademii Nauk. Studia naturae - seria A, Nr 37: 107-124. Kraków.
- JAKUBIEC, Z. (1992): Causes de mortalité chez la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* en Pologne aux stades des œufs, des poussins et des oiseaux volants / Die Ursachen In: MERIAUX, J.-L., A. SCHIERER, CH. TOMBAL & J.-CH. TOMBAL (Hrsg.): Actes du Colloque International "Les cigognes d'Europe". Institut Européen d'Ecologie, Metz: 273-278.
- JAKUBIEC, Z., & P. SZYMONSKI (2000): Bociany i Bocki. – Pro Natura, Wroclaw (Polnisch).
- JANAUS, M., & A. STIPNIECE (1999): The White Stork in Latvia: 1994-1995. – In: SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch im Aufwind? - White Storks on the up? - Proc. Int. Symp. White Stork, Hamburg 1996: 253-264.
- JELENSKI, J. (1984): Elsternest auf Leitungsmast. - Falke 30: 66.
- JONG, J. DE (1976): Slachtoffers van de hoogspanningsleidingen tussen Veenscheiding te Rottum en Tjonger te Rotstergaast (Friesland). - Het Vogeljaar 24: 135-141 (Niederländisch).
- KAATZ, CH. (1984): Änderungen der Horststandorte beim Weißstorch. - Falke 31: 340-345.
- KAATZ, CH. (2001): Vogelschutz an Mittelspannungs-Freileitungen. - J. Orn. 142: 112.
- KAATZ, CH., & H. HEHNE (1975): Weißstorchhorste auf Leitungsmasten. - Falke 22: 240-242.
- KAISER, G. (1970): Der Mäusebussard als Ursache der einpoligen Freileitungsfehler in 110-kV-Hochspannungsnetzen. - Elektrotechnische Zeitschr. Ausg. A, Wiss. Zentralbl. 91: 313-317.
- KAISER, G. (1970): Der Mäusebussard als Ursache der einpoligen Freileitungsüberschläge in 110-kV-Netzen. - Maschinenschaden 43: 153-156.
- KAISER, G. (1970): Die Vorhersage von einpoligen Fehlern in 110-kV-Freileitungsnetzen. - Elektrizitätswirtschaft 69: 322-326.
- KARIUS, B. (1994): Vogelschutz und Energieversorgung. - In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES SACHSEN-ANHALT (Hrsg.): Tagungsband 2. Sachsen-Anhaltinischer Storchentag: 52-53.
- KARLSSON, J. (1977): Fågelkollisioner med master och andra byggnadsverk. - Anser 16: 203-216 (Schwedisch).
- KATZWINKEL, S. (1994): Möglichkeiten zum Weißstorch- und Vogelschutz an elektrotechnischen Anlagen der Energieversorgung in Sachsen-Anhalt. - In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES SACHSEN-ANHALT (Hrsg.): Tagungsband 2. Sachsen-Anhaltinischer Storchentag: 49-51.
- KATZWINKEL, S. (1996): Die Einbindung von Vogelschutzmaßnahmen bei der Planung, Projektierung und dem Bau von elektrotechnischen Anlagen. - In: KAATZ, CH., & M.

- KAATZ (Hrsg.): Jubiläumsband Weißstorch. 3. Tagungsband des Storchenhofes Loburg: 126-127, Abb. S. 111.
- KELLNER, V. (1975): Türkentaube brütet auf Leitungsmast. - Falke 22: 243.
- KELM, H. J. (1978): Sendemast auf Sylt als Vogelfalle. - Corax 6 (2): 56-60.
- JELENSKI, J. (1984): Elsternest auf Leitungsmast. - Der Falke 30: 66.
- KLIEBE, K. (1997): Auswirkungen von Freileitungen auf die Vögel der Radenhäuser Lache, Landkreis Marburg-Biedenkopf/Hessen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 291-294.
- KLUGE (1976): Zum Problem der Weißstorchhorste auf Leitungsmasten. - Falke 23: 139.
- KÖHLER, W. (1999): Bestandsentwicklung des Weißstorchs in der Niederlausitz/Deutschland und Verluste an Freileitungen in Ostdeutschland. - In: SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch im Aufwind? - White Storks on the up? Proc. Int. Symp. White Stork, Hamburg 1996: 381-393.
- KÖHLER, W. (2001): Verluste des Weißstorchs an Freileitungen - kein Ende in Sicht? In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): 2. Jubiläumsband Weißstorch, 8. und 9. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 185-191.
- KOETH, K. (1986): Netzausbau - eine Gefahr für die Vogelwelt? - Elektrizitätswirtschaft 85: 455-457.
- KOOP, B., & N. ULLRICH (1999): Vogelschutz und Mittelspannungsleitungen. Studie zur Ermittlung des Gefährdungspotentials in Schleswig-Holstein. - Unveröff. Bericht für Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein. Kiel.
- KOOPS, F. B. J. (1979): Een miljoen draadslachtoffers, wat kunnen we ertegen doen? - De Lepelaar 63: 20-21 (Niederländisch).
- KOOPS, F. B. J., & J. DE JONG (1982): Vermindering van draadslachtoffers door markering van hoogspanningsleidingen in de omgeving van Heerenveen. - Het Vogeljaar 30: 308-316 (Niederländisch).
- KOOPS, F. B. J. (1997): Markierung von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 276-278.
- KRAUSE, P. (1997): Auswirkung eines linienhaften Vorhabens (Eisenbahnstrecke) auf eine Graureiherkolonie (Bayern). - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 211-220.
- KRETZSCHMAR, H. (1969): Großtrappen fliegen gegen Hochspannungsleitung. - Falke 16: 94-95.
- KRETZSCHMAR, H. (1970): Wiederum: Großtrappe gegen Starkstrom-leitung. - Falke 17: 283.
- KREUTZER, K.-H. (1997): Das Verhalten von überwinternden, arktischen Wildgänsen im Bereich von Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein (Nordrhein-Westfalen). - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 129-145.
- KUHLEMANN, P. (1955): Vogelverluste durch "Verdrahtung" und mögliche Abhilfe. - Jahrb. der Heimatgemeinschaft des Kreises Eckernförde e. V.
- LANDTAG VON BADEN-WÜRTTEMBERG (1992): Mitteilung der Landesregierung. Bericht der Landesregierung zu einem Beschluß des Landtags; hier: Stromtod von Vögeln durch Freileitungen. - Drucks. 10/6698. 2 Seiten.
- LANGGEMACH, T., & W. BÖHMER (1997): Gefährdung und Schutz von Großvögeln an Freileitungen in Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, H. 3: 82-89.
- LANGGEMACH, T. (1997): Stromschlag oder Leitungsanflug? - Erfahrungen mit Großvogelopfern in Brandenburg. - Vogel u. Umwelt 9, Sonderh.: 167-179.
- LARSEN, R. S., & O. H. STENSTRUD (1988): Elektrisitetsdøden - den største trusselen mot hubrobestandene i Sørøst-Norge? - Vår Fuglefauna 11: 29-34 (Norwegisch).
- LEDGER, J. A. (1975): Vulture Study Group. Information about electrocution on transmission towers. Johannesburg.
- LEDGER, J. A. (1992): Protecting Eagles and Other Large Birds from Electrocution on Rural Powerlines. - South African Eagle Insurance Company Ltd.
- LEDGER, J. A. (1994): Marking Devices to Prevent Bird Collisions with Overhead Lines. - EWIA, Johannesburg.
- LEDGER, J. A., & H. J. ANNEGARN (1981): Electrocution Hazards to the Cape Vulture (*Gyps coprotheres*) in South Africa. - Biol. Conservation 20: 15-24.

- LEEGER, O. (1903): Telegraphendrähte, eine Gefahr für die Vogelwelt. - Orn. Mschr.: 111-112.
- LEHMANN, G. (1961): Hochspannungsleitungen als Tierfallen. - Naturschutzarbeit 3: 56-58.
- LEHMANN, G. (1968): Zur Verhinderung von Störungen an Hochspannungsleitungen durch Eichhörnchen und Vögel. - Orn. Mitt. 20: 257-258.
- LEIBL, F. (1989): Schwarzstorchverluste *Ciconia nigra* an Freileitungen. Anz. Orn. Ges. Bayern 28: 72-74.
- LENZ, E., & M. ZIMMERMANN (1990): Stromschlag und Kriechstrom - Zwei tödliche Gefahren für den Storch. - Strohalm (Natur- und Umwelthilfe e.V., Erlangen) 2/90, Sonderbeilage. 11 Seiten.
- LENZ, E., & M. ZIMMERMANN (1991): Vogelschutzparagraph und trotzdem tot. Strohalm (Natur- und Umwelthilfe e. V., Erlangen) 1/91, Sonderbeilage. 3 Seiten.
- LESHAM, Y. (1986): Raptor Conservation Problems in the Middle East. - Raptor Research Reports No. 5: 11-16. The Raptor Research Foundation Inc. Press Publishing Ltd., Provo, Utah 84602.
- LÖSEKRUG, R. (1979): Vorläufige Mitteilungen über den Stromtod bei Vögeln und Möglichkeiten zu seiner Verhinderung. - Faunist. Mitt. Süd-Niedersachsen 2: 163-166.
- LÖSEKRUG, R. (1997): Vogelverluste durch Stromleitungen - Erfahrungen aus Mitteleuropa und dem Mittelmeerraum. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 157-166.
- LONGRIDGE, M. W. (1986): The Impacts of Transmission Lines on Bird Flight Behaviour with reference to Collision Mortality and System Reliability. - Report to Eskom Bird Research Committee, Johannesburg.
- LOPEZ, A., M. F. AREVALO & T. OBERHUBER (1994): Seguimiento de tendidos electricos para valorar su impacto sobre la avifauna. - In: First technical sessions on powerlines and environment: 103-111. REE, Madrid, 1994.
- LOUINEAU, J.-F. (1990): La Fée électricité fait des ravages! - L'Oiseau 18: 18-19.
- MADES, U. (1995 a): Vogeltod an Freileitungen. - Eulen-Rundblick 42/43: 20-24.
- MADES, U. (1995 b): Vogeltod durch Stromschlag. - Naturschutz heute (NABU) 1/95, NRW-Regionalteil: 16-17.
- MAHLER, U., & F. WEICK: Der Weißstorch - Vogel des Jahres 1994. Das Weißstorch-Projekt in Baden-Württemberg. - Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe & Staatl. Museum für Naturkunde Karlsruhe. 48 Seiten.
- MALINAUSKAS, V., & M. ZURBA (1999): White Stork - the national bird of Lithuania, Results of the census 1994/1995. In: SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch im Aufwind? - White Storks on the up? - Proc. Int. Symp. White Stork, Hamburg 1996: 265-275.
- MARTI, C. (1998): Auswirkungen von Freileitungen auf Vögel - Dokumentation. - In: BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Schriftenreihe Umwelt Nr. 292. Bern. 90 Seiten.
- McNEIL, R., J. R. RODRIGUEZ S. & H. OUELLET (1985): Bird mortality at a power transmission line in Northeastern Venezuela. - Biol. Conserv. 31: 153-165.
- MERIAUX, J.-L. et al. (1992): Etude des problèmes poses par les ouvrages électriques et la recherche de solutions: exemples Français. Les cigognes d'Europe: 327-336. Institut Européen d'Ecologie, Metz 1992.
- MME - BirdLife Hungary (1999): 25 years of BirdLife Hungary. - Broschüre, MME Budapest. 24 Seiten.
- MÖCKEL, B., & K.-H. BERNHARDT (1978): 10-kV-Freileitungen - eine Todesfalle für Greifvögel. - Falke 25: 210.
- MÖLLER, J. (1971): Das Storchenjahr 1971 in Stapelholm. - Heimat (Neumünster) 78: 329-331.
- MÜLLER, F. (1990): Gefährdung von Großvögeln durch Hochspannungsfreileitungen und -masten in Osthessen. - Beitr. zur Naturkunde in Osthessen 26: 143-146.
- NABU BAG STROMTOD (2002) (Bearb.: D. HAAS, G. FIEDLER, M. HANDSCHUH, M. SCHNEIDER-JACOBY & R. SCHNEIDER): Projektbericht: Untersuchung von Stromschlagproblemen bei Großvögeln in Mittel- und Osteuropa sowie Erarbeitung von Lösungsvorschlägen. Unveröff. Bericht für NABU, Bonn. 88 Seiten.

- NEGRO, J. J., M. FERRER, C. SANTOS & S. REGIDOR (1989): Eficacia de dos metodos para prevenir electrocuciones de aves en tendidos electricos. –*Ardeola* 36 : 201-206.
- O'NEIL, TH. A. (1988): An Analysis of Bird Electrocutions in Montana. - *J. Raptor Res.* 22 (1): 27-28.
- OBERMAIR, G. M., L. JARASS & D. GRÖHN (1985): Hochspannungsleitungen: technische und wirtschaftliche Bewertung von Trassenführung und Verkabelung. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 190 Seiten.
- OCHRANA FAUNY CESKÉ REPUBLIKY / Protection of the Fauna in the Czech Republic (Hrsg.) (s. a., ca 2002): Cena za svetlo / The price of lighting. The effect of outside electric lines on the populations of the birds or the Project of ecologization of outside electric lines in the countries of the Visegrad Group. 8 Seiten.
- OESER, R. (1982): Totfund eines beringten Waldkauzes mit einem jungen Feldhasen im Fang. - *Falke* 29: 387.
- OLENDORFF, R. R., A. D. MILLER & R. N. LEHMAN (1981): Suggested Practices for Raptor Protection on Power Lines. - The State of the Art in 1981. A report prepared in the public interest, published and distributed for the Edison Electric Institute by Raptor Research Foundation, c/o Department of Veterinary Biology, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota 55101. 110 Seiten.
- OLM, S. (1985): Rätselhafter Tod einer Krähe. Wer hätte eine Erklärung? - *Falke* 32: 341. Dazu Leserzuschriften in *Falke* 34: 124-126.
- OLSSON, V. (1981): Fågelskydd. SOF och el-ledningsdöden - en rapport om vidare studien och framsteg. - *Vår Fågelvärld* 40: 505-509 (Schwedisch).
- OTAHAL, I. (1989): Ochrana ptaku pred nezadoucimi ucinky elektrického proudu na sloupech vysokeho napeti po 10 letech. – *Buteo* 4: 103-110 (Tschechisch mit engl. Zusammenfassung).
- PAULOWEIT, E. (1978): Untersuchungen über die Verluste von Vögeln durch Drahtanflug und Stromschlag. - Unveröff. Zulassungsarbeit zur wissenschaftl. Prüfung für das Lehramt an Gymnasien. Hannover, 1978. 151 Seiten.
- PEHLKE, G. (1968): Fischadler auf "eisernen Bäumen". - *Falke* 15: 26-27.
- PERRINS, C. M., & J. SEARS (1991) : Collisions with overhead wires as a cause of mortality in Mute Swans *Cygnus olor*. - *Wildfowl* 42: 5-11.
- PIESKER, O. (1967): Zum Horstbaurverhalten von Weiß-Störchen. - *Falke* 14: 206-207.
- PLATH, L. (1981): Ungewöhnliche Storchunfälle? - *Falke* 28: 26-27.
- PRO NATURA - PTPP (s. a.): Program ochrony bociana bialego i jego siedlisk. - Wroclaw (Polnisch).
- PROKOPENKO, S. P. (1990): Zum Brüten des Sakerfalken auf Masten von Überlandleitungen in der Ukraine. - *Falke* 37: 125.
- RAUE, M. (1970): Rabenkrähe nistet auf Hochspannungsmast. - *Falke* 17: 319.
- REE, Red Eléctrica de España, S. A. (Hrsg.) (1993): Señalización de líneas de alta tensión para la protección de la avifauna. - REE, Madrid. 58 Seiten (Spanisch/Englisch).
- REICHERTZ, E., & N. WINKLER (1990): Vogelschutz an Freileitungen. - *Allgemeine Forst Zeitschrift AFZ* 19: I - IV.
- REINSCH, A. (1979): Weißstorchverluste durch Stromtod. - *Vogelschutz (LBV)* 1: 4-5.
- REITER, R. (1994): Vogelschutz unter Hochspannung - ein Gespräch mit dem Vogelschutzbeauftragten der VSE, Dipl.-Ing. Theo Rink. - *Naturschutz im Saarland*: 7.
- RENSSEN, T. A. (1977): Vogels onder hoogspanning. - *Reeks Natuur en Milieu* 10: 1-48 (Niederländisch).
- RICHARZ, K. (1999): Minimierung des Vogelschlagrisikos - neuester Stand. - *Flieg und Flatter* 5/Okttober 1999: 5.
- RICHARZ, K., & M. HORMANN (1997): Wie kann das Vogelschlagrisiko an Freileitungen eingeschätzt und minimiert werden? - Entwurf eines Forderungskatalogs für den Naturschutzvollzug. - *Vogel und Umwelt* 9, Sonderheft: 263-271.
- RIEGEL, M., & W. WINKEL (1971): Über Todesursachen beim Weißstorch (*Ciconia ciconia*) an Hand von Ringfunden. - *Vogelwarte* 26: 128-135.
- ROBEL, D., & D. RUHLE (1996): Brut des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) auf Hochspannungsmast in Südbrandenburg. - *Otis* 4: 169-170.

- RÖMER, U. (1986): Vogelverluste an Hochspannungsleitungen im Kreis Soest/Westfalen. - Charadrius 22: 133-139.
- ROIG SOLES, J. (1992): Accidents connus avec des ouvrages électriques en Espagne / Accidentes conocidos con instalaciones eléctricas en España. - In: MERIAUX, J.-L., et al.: Les cigognes d'Europe. Institut Européen d'Ecologie, Metz: 315-322.
- ROOYEN, C. S. VAN (1996): Towards an Integrated Management System for the Management of Wildlife Interactions with Electricity Structures. - Abstracts of the 2nd Int. Conf. On Raptors: 9. Raptor Research Foundation, University of Urbino.
- SCHENK, H. (1944-47): Leitungsdrähte und Zugvögel. - Aquila 51-54: 200.
- SCHICKER, J. (1997): Experimentelle Untersuchung zur Verweildauer von Vogelkadavern unter Hochspannungsfreileitungen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 147-155.
- SCHIERER, A.: (1987): Lignes électriques et cigognes. - Centre Régional de Baguage d'oiseaux, Strasbourg. AS 05/87. Vervielfältigtes Manuskript, 8 Seiten.
- SCHIERER, A. (1992): Accidents connus avec les ouvrages électriques en France / Bekannte Unfälle mit elektrischen Anlagen in Frankreich. - In: MERIAUX, J.-L., et al.: Les cigognes d'Europe. Institut Européen d'Ecologie, Metz: 323-326.
- SCHMIDT, E. (1973): Ökologische Auswirkungen von elektrischen Leitungen und Masten, sowie deren Accessorien auf die Vögel. Beitr. z. Vogelkunde 19: 342-362.
- SCHNEIDER, H. (1992): 11 tote Großvögel: Stromschlagopfer einer Mittelspannungsfreileitung als Ergebnis täglicher Kontrollfahrten während der Monate August bis September 1986. - Orn. Jh. Bad.-Württ. 5: 101-107.
- SCHNEIDER, H. (1996): Diskussionspapier zum Stromtod von Vögeln entlang elektrifizierter Strecken der Deutschen Bahn AG. - Unveröff.
- SCHNEIDER, H. (1998): ...auf dem Weg in den Stromtod! Beil. zur Pressemappe anlässlich Preisverleihung an BAG Stromtod durch Karl Kaus Stiftung. 9 Seiten.
- SCHNEIDER, H., & G. THIELCKE (1998): Vogelverträgliche Freileitungen. - Karl Kaus Stiftung, Radolfzell.
- SCHULZ, F. (2000, aktualisiert 2001): Nachgewiesene Unfälle von Weißstörchen (*Ciconia ciconia*) an elektrotechnischen Anlagen im Landkreis Prignitz in den Jahren von 1960 bis 1999. - Unveröff. Manuskript.
- SCHWER, A. (1995): Warentest durch Uhu & Co. Ein Jahrzehnt Zusammenarbeit von RWE Energie und Naturschutzverbänden zum Erhalt der heimischen Vogelwelt. - Eulen-Rundblick 42/43: 24-27.
- SCHWESINGER, K. (1996): Elektrotechnische Anlagen der Energieversorgung im Verhältnis zum Artenschutz. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): Jubiläumsband Weißstorch. 3. Tagungsband des Storchenhofes Loburg: 124-125, Abb. S. 110.
- SCOTT, R. E., L. J. ROBERTS & C. J. CADBURY (1972): Bird Deaths from Power Lines at Dungeness. - Brit. Birds 65: 273-286.
- SIMON, B. (1977): Türkentaube auf Leitungsmast. - Falke 24: 320.
- SILNY, J. (1997): Die Fauna in den elektromagnetischen Feldern des Alltags. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 29-40.
- SKOV, H. (1987): Storke og eldøden. - Fugle 3: 16 (Dänisch).
- SKOV, H. (1992): Les causes de mortalité des Cigognes blanches au Danemark / Todesursachen beim Weißstorch *Ciconia ciconia* in Dänemark 1975-1991. - In: MERIAUX, J.-L., et al.: Les cigognes d'Europe. Institut Européen d'Ecologie, Metz: 279-281.
- SOSSINKA, R., & H. BALLASUS (1997): Verhaltensökologische Betrachtungen von Effekten der Industrielandschaft auf freilebende Vögel unter besonderer Berücksichtigung von Freileitungen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 19-27.
- STAHLCKER, D. W. (1978): Effects of a new Transmission Line on Wintering Prairie Raptors. - Condor 80: 444-446.
- STEFFNY, G. (1997): System zur automatischen Erkennung durchfliegender Vögel im Videobild einer Kamera und deren Dokumentation als digitales Video auf der Festplatte eines Personal Computers. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 279-284.
- STEGEMANN, K.-D. (1971): Kolkrabenbrut auf einem Hochspannungsmast in der Friedländer Großen Wiese. - Falke 18: 62-63.

- STOLT, B.-O., et al. (1986): Luftledningnar och fågeldöd / Transmission Lines and Bird Mortality. - Naturhistoriska riksmuseet, Ringmärkningscentralen, Stockholm. 69 Seiten (Schwedisch).
- STRATE, W. (2000): Verunglückt. - Die Pirsch 26/2000: 34.
- TESCHNER, S., C. KAHLE & T. KAHLE (2001): Einflüsse von Freileitungen und Strommasten auf die Vogelwelt in Sachsen - Versuch einer Auswertung von 36 Jahren. Ringfundmitteilung der Beringungszentrale Hiddensee Nr. 21/2001. Unveröff. Manuskript.
- THINGSTAD, P. G. (1988 a): Hakkespetter som problem for elforsyningen. - Vår Fuglefauna 11: 21-28 (Norwegisch).
- THINGSTAD, P. G. (1988 b): Fugler og elektriske overslag (electrocution). - Vår Fuglefauna 11: 35-37 (Norwegisch).
- UNGARISCHES ELEKTROTECHNISCHES MUSEUM (Hrsg.) (1991): Storrschutz auf den elektrischen Netzen. - Budapest. 30 Seiten.
- UTHER, D., & P. SCHILDGE (1997): Berücksichtigung des Vogelschutzes bei Planung und Betrieb von Hochspannungsfreileitungen. - Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 259-262.
- VDEW, Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.) (1986): Vogelschutz an Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV. Erläuterungen zu Abschnitt 8.10 "Vogelschutz" der Bestimmung DIN VDE 0210/12.85. 1. Auflage. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH (VWEV), Frankfurt a. M. 16 Seiten.
- VDEW, Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (Hrsg.) (1991): Vogelschutz an Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV. Erläuterungen zu Abschnitt 8.10 "Vogelschutz" der Bestimmung DIN VDE 0210/12.85. 2. Auflage. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH (VWEV), Frankfurt a. M. 16 Seiten.
- VDEW, Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V. (Hrsg.) (2001): Vogelschutz an Mittelspannungsfreileitungen. - VDEW Argumente A-02/2001. Frankfurt a. M. 13 Seiten.
- VENTER, D. (1978): Evkom help bedreigde voels beskerm. In medewerking met Evkom se Voelnavorsingskomitee. - Megawatt 48. Johannesburg (Afrikaans).
- VERDOORN, G. H. (1996): Mortality on Cape Griffons *Gyps coprotheres* and African Whitebacked Vultures *Pseudogyps africanus* on 88 kV and 132 kV powerlines in Western Transvaal, South Africa, and mitigation measures to prevent future problems. - Abstracts of the 2nd Int. Conf. On Raptors: 7-8. Raptor Research Foundation, University of Urbino.
- VIERTEL, K. H. (1965): Silberglaskugel als Schutzmaßnahme gegen den Verbrennungstod von Greifvögeln auf Hochspannungsmasten. - Emberiza 1: 41-43.
- VSE, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (Hrsg.) (1997): Vogelschutz an Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV. Wegleitung zur Gestaltung von Freileitungen. Druckschrift 2.9d. Zürich. 16 Seiten.
- WARMBIER, H., & N. WARMBIER (1987): Todesursachenforschung bei den vom Aussterben bedrohten Tierarten. - Falke 34: 122-123.
- WEISSGERBER, R. (1990): Zum Stromtod von Vögeln. - Apus 7: 262-263.
- WERNER, M. (2000): Minimierung des Vogelschlagrisikos am Freileitungsnetz der RWE Energie - Kooperation statt Konfrontation. - Flieg und Flatter 6/Juli 2000: 5-6.
- WISCHHOF, W. (1997): Die MEAG Saalkreis unterstützt Weißstorcharbeit. - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): Tagungsband 1997, 4. und 5. Sachsen-Anhaltischer Storchentag: 86-87.
- ZÖLLICK, H. (1975): Störche auf unseren E-Masten. - Naturschutzarbeit in Mecklenburg 18: 52-54.
- ZÖLLICK, H. (1982): Vogelverluste durch die Verdrahtung der Landschaft. - Naturschutzarbeit in Mecklenburg 25: 106.
- ZÖLLICK, H.-H. (1996): Nisthilfen und Schutzmaßnahmen für den Weißstorch an Elektroanlagen (E-Anlagen). - In: KAATZ, CH., & M. KAATZ (Hrsg.): Jubiläumsband Weißstorch. 3. Tagungsband des Storchenhofes Loburg: 121-124.

8. Zasoby internetowe

www.usda.gov/rus/electric/engineering/2000/raptor_elec.htm
www.wcmc.org.uk/cms/cop7/list_of_docs/pdf/eu/cp7RES7_12_Electrocution.pdf
www.nabu.de/m05/m05_03/00670.html
www.usdoj.gov/opa/pr/2002/April/02_eurd_240.htm
www.dcaccess.com/~gnealon/electric.htm
www.energy.ca.gov/reports/avian_bibliography.html
<http://sfrs.wc.usgs.gov/raptors.htm>
www.tucsonelectric.com/energyandyou/environment/eunenviroawarenessraptor.htm
www.ecoisp.com/oction3.asp
www.hawkwatch.org/RERP_PRESS_RELEASE.htm
www.great-lakes.net/lists/glin-announce/1999-08/msg00035.html
www.edmlink.com/raptorvideo.htm
www.ucsc.edu/currents/01-02/05-27/birds.html
www.edmlink.com/science/electrocution.htm
www.pnm.com/environment/wildlife.htm

9. Opisy rysunków

Rysunek 1 (zdjęcie na okładce): Przegląd ptaków, które najczęściej ulegają porażeniu prądem na terytorium Badenii-Wirtembergii (południowa część Niemiec): bociany białe (*Ciconia ciconia*), bocian czarny (*Ciconia nigra*), czapla siwa (*Ardea cinerea*), kania ruda (*Milvus milvus*), sokół wędrowny (*Falco peregrinus*), puchacz (*Bubo bubo*), płomykówka zwyczajna (*Tyto alba*), pustułka (*Falco tinnunculus*). Czarnowrony (*Corvus corone corone*) i myszołowy zwyczajny (*Buteo buteo*) nie znalazły się na zdjęciu. Zdjęcie zostało wykonane w 1988 r. w Ośrodku Rehabilitacji Ptaków kierowanym przez D. Haasa. Ta część dokumentacji ma charakter historyczny, ponieważ w 1991 r. rząd Badenii-Wirtembergii uchwalił prawo nakazujące dostosowanie wszystkich „zabójczych słupów” do wymogów pozwalających na skuteczną ochronę ptaków w ciągu 10 lat. Wprowadzenie tego prawa przyniosło korzyści głównie dużym ptakom. Wzrasta liczebność i zasięg występowania białych bocianów, a bociany czarne po blisko stu latach przerwy powróciły na lęgowiska do Badenii-Wirtembergii. Zwiększył się także zasięg występowania puchaczy, które zaczęły zajmować odpowiednie dla siebie siedliska na terytorium całego landu. Autor: D. Haas.

Rysunek 2: Dorosła samica dropia (*Otis tarda*) z dojrzałym do złożenia jajem padła ofiarą zderzenia z linią wysokiego napięcia. Ważne: Wszystkie przewody fazowe znajdują się na jednym poziomie, co stanowi dobre rozwiązanie. Dużo większe zagrożenie stanowią jednak dwa przewody neutralne umieszczone wysoko ponad fazowymi. Hiszpania. Autor: D. Haas.

Rysunek 3: Uszkodzenie tego izolatora nastąpiło w wyniku porażenia prądem pięciu ptaków z rodziny krukowatych. Niemcy. Autor: D. Haas.

Rysunek 4: Para bocianów białych (*Ciconia ciconia*) usadowiona na bezpiecznej żerdzi. Izolowany przewód fazowy przymocowany jest bezpośrednio do słupa. Niemcy. Autor: W. Feld

Rysunki 5 – 9: Niebezpieczne słupy linii średniego napięcia w Niemczech. Martwe ptaki porażone prądem, w dalszym ciągu zwisają z kabli:

Rysunek 5: Porażony prądem myszołów zwyczajny (*Buteo buteo*) na metalowym słupie. Słup wyposażony jest w podwieszane izolatory (zbyt krótkie) oraz odstępy izolacyjne (iskierniki ochronne) u góry. Odstraszacze w postaci białych prętów z tworzywa sztucznego nie odpowiadają zalecanym normom technicznym. Autor: D. Haas

Rysunek 6: Słup ze strunobetonu z krótkimi podwieszanymi izolatorami i iskiernikami ochronnymi. Czarnowron (*Corvus corone corone*) ze swego miejsca bez trudu mógł sięgnąć do uziemionego iskiernika. Autor: P. Havelka

Rysunek 7: Myszołów zwyczajny (*Buteo buteo*) na słupie ze strunobetonu wyposażonym w bardzo krótkie podwieszane izolatory bez iskierników. Obecnie prawo niemieckie wymaga stosowania dłuższych izolatorów podwieszanych (izolacja na długości co najmniej 60 cm od żerdzi, na której usadowi się ptak). Autor: G. Fiedler

Rysunek 8: Ten słup odłącznikowy ze strunobetonu grozi porażeniem na wiele sposobów. Na zdjęciu puchacz (*Bubo bubo*) porażony prądem razem ze swoją ofiarą – czarnowronem (*Corvus corone corone*). Autor: D. Haas

Rysunek 9: Stare, wilgotne, drewniane słupy nie zapewniają dostatecznej izolacji, przez co ptaki mogą paść ofiarą porażenia prądem. Tak właśnie stało się w przypadku tego myszołowa (*Buteo buteo*). Autor: K.F. Gauggel

Rysunek 10: Bardzo krótki izolator transformatora na słupowej stacji transformatorowej średniego napięcia i porażony prądem szpak (*Sturnus vulgaris*). Dania. Autor: G. Fiedler

Rysunek 11 a: Migrujące bociany białe (*Ciconia ciconia*) znalazły bezpieczne miejsce do odpoczynku na słupie sieci średniego napięcia (słup wykonany ze strunobetonu z dużymi podwieszanymi izolatorami). Żaden ptak nie zginął w nocy. Rankiem bociany udają się w dalszą drogę. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 11 b: Bocian biały (*Ciconia ciconia*) siedzący na podobnym, metalowym (również względnie bezpiecznym) słupie z długimi podwieszanymi izolatorami. Hiszpania. Autor: R. Schneider

Rysunek 12: Kurhannik (*Buteo rufinus*) siedzący na zabezpieczonym słupie sieci średniego napięcia wykonanym ze strunobetonu, z długimi podwieszanymi izolatorami. Tego rodzaju bezpieczne konstrukcje dość często można spotkać we Francji i w Afryce Północnej. Tunezja. Autor: D. Haas

Rysunek 13: Niestety, w czasie naszych podróży stwierdziliśmy, że typowe „zabójcze słupy” są coraz częściej stosowane we Francji i w Afryce Północnej. Tunezja 1995. Autor: D. Haas

Rysunek 14: Dwie linie średniego napięcia wykorzystywane do tych samych celów: bezpieczna linia z dużymi, podwieszanymi izolatorami przechodząca pod linią rozpiętą na „słupach-zabójcach”. „Zabójczych słupów” wciąż niestety przybywa. Polska. Autor: D. Haas

Rysunek 15: Słup sieci średniego napięcia z niekorzystnym, wielopoziomym układem kabli. U góry cienki przewód neutralny z siedzącym na nim czarnowronem (*Corvus corone corone*). Podwieszane izolatory po prawej stronie spełniają wymogi norm technicznych. Izolatory po lewej stronie są zbyt krótkie. Niemcy. Autor: D. Haas

Rysunek 16: Trakcja kolejowa pod średnim napięciem. Konstrukcja tego słupa jest względnie bezpieczna dla dużych ptaków. Szczyt słupa znajduje się ponad 60 cm powyżej elementów pod napięciem. Jest to bezpieczne miejsce odpoczynku dla ptaków. Szwecja. Autor: G. Fiedler

Rysunek 17: Trakcja kolejowa pod średnim napięciem. Słupy bezpieczne i konstrukcje zagrażające ptakom stoją obok siebie. Na pierwszym planie bezpieczny słup, którego szczyt znajduje się dostatecznie wysoko nad kablami. Szczyty słupów widocznych w tle położone są nisko; wymóg zachowania bezpiecznej odległości (60 cm) nie został zachowany. Krótkie plastikowe pręty umieszczone po obu stronach izolatorów nie spełniają swojego zadania z punktu widzenia ochrony dużych ptaków. Niemcy. Autor: D. Haas

Rysunek 18: Para bocianów białych (*Ciconia ciconia*) próbowała założyć gniazdo na niebezpiecznym słupie trakcji kolejowej z zamiarem wysiadywania piskląt (widoczne nagromadzone gałązki). Oba ptaki zginęły wskutek porażenia prądem. Niemcy. Autor: W. Feld

Rysunek 19: Słup wysokiego napięcia z kablami na czterech poziomach. Konstrukcja w pionie zajmuje maksymalną możliwą przestrzeń. Na cienkim przewodzie neutralnym umieszczono kule ostrzegawcze dla zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu powietrznym. Szwajcaria. Autor: U. Glutz von Blotzheim

Rysunek 20: Słup wysokiego napięcia z kablami umieszczonymi na dwóch poziomach. Mewa pospolita (*Larus canus*) zderzyła się z przewodem neutralnym przymocowanym wysoko do szczytu słupa. W wyniku zderzenia złamane skrzydło owinęło się wokół kabla. Uwagę zwracają odstraszcze umieszczone powyżej izolatorów, które złożone są z umieszczonych blisko siebie przewodów. W ich przypadku ryzyko spowodowania urazu u lądującego ptaka jest mniejsze niż to, które stwarzają sterczące pionowo „kolce” będące w powszechnym użyciu (rys. 42). Szwecja. Autor: G. Fiedler

Rysunek 21: Słup wysokiego napięcia z przyjaznym dla ptaków, jednopoziomym układem przewodów. Przewód neutralny znajduje się nieco powyżej przewodów fazowych. W pobliżu gniazda siedzą cztery rybołowy (*Pandion haliaetus*). Tego rodzaju konstrukcje były dość często spotykane na terenie dawnego NRD. Niemcy. Autor: D. Haas

Rysunek 22: Linia wysokiego napięcia bez przewodu neutralnego. Tego rodzaju konstrukcje często spotyka się we Francji i w Afryce Północnej. Przewody fazowe umieszczone są mniej więcej na tej samej wysokości. Słup został pokryty odpowiednią farbą zapewniającą bezpieczeństwo dla ruchu powietrznego w ciągu dnia. Francja. Autor: D. Haas

Rysunek 23: Linia wysokiego napięcia bez przewodu neutralnego. Wszystkie przewody fazowe znajdują się na tej samej wysokości. Jednopoziomowy układ minimalizuje ryzyko zderzenia. Uwagę zwraca osprzęt zastępujący przewód neutralny. Francja. Autor: D. Haas

Rysunek 24: Sterczące „kolce” ponad podwieszanymi izolatorami zniechęcają ptaki do siadania. W ten sposób unika się zanieczyszczenia izolatorów odchodami dużych ptaków. Lepsze rozwiązanie techniczne pokazano na rys. 37. Szwajcaria. Autor: D. Haas

Rysunek 25: Spirale z wiszącymi plastikowymi płytkami na przewodzie neutralnym linii wysokiego napięcia. Markery rozmieszczone co 5 m mogą zmniejszyć liczbę śmiertelnych zderzeń o 50 – 85 procent. W przypadku dużych ptaków, np. łabędzi, długość płytki powinna przekraczać 40 cm, natomiast płytki o długości 20 cm okazały się skuteczne dla ochrony mniejszych ptaków, np. gołębi. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 26: Linia średniego napięcia wyposażona w kule ostrzegawcze (zapewniające lepszą widzialność w ciągu dnia) oraz podwieszane izolatory, mające zapewnić bezpieczeństwo w ruchu powietrznym. W tym konkretnym przypadku zapewniają bezpieczeństwo przede wszystkim łabędziom. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 27: Zabezpieczanie słupa odłącznikowego, który stwarzał szczególne zagrożenie. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 28: Urządzenia do ochrony ptaków na „zabójczym słupie”. Wcześniej używany osprzęt (tj. szklane kule odbijające promienie słoneczne i odstraszcze w postaci plastikowych prętów) okazał się nieskuteczny. Po zmianie przepisów prawnych zamontowano właściwie zaprojektowane osłony izolatorów o długości 1,30 m, które zapewniają ptakom bezpieczeństwo. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 29: „Zabójcze słupy” po wprowadzeniu zabezpieczeń; kable znajdują się na różnych poziomach. Zgodnie z niemieckimi normami technicznymi wszystkie pionowe izolatory zostały zabezpieczone osłonami na wielokilometrowym odcinku linii. Niemcy. Autor: D. Haas

Rysunek 30: Migrujące bociany białe (*Ciconia ciconia*) odpoczywają na zabezpieczonym metalowym słupie. Niebezpieczny pionowy izolator został skutecznie zabezpieczony poprzez umieszczenie na nim osłony. Obecnie osłony te mają u dołu otwartą konstrukcję (tak jak w tym przypadku), aby uniknąć uszkodzeń izolatora wskutek uderzenia pioruna. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Rysunek 31: Ten niegdysiejszy „słup zabójca” (konstrukcja metalowa) został skutecznie zneutralizowany poprzez wprowadzenie zmian w konstrukcji. Przewód znajdujący się pośrodku był wcześniej podtrzymywany przez pionowy izolator umieszczony na szczycie słupa. Obecnie przewód ten wisi na tej samej wysokości, co pozostałe kable. Układ jednopoziomowy ma również tę dodatkową zaletę, że zmniejsza się ryzyko zderzenia. Niemcy. Autor: G. Fiedler

Załącznik: rys. 1 – 31

[odrębny plik]