

**Wpływ napowietrznych sieci elektroenergetycznych
średniego i wysokiego napięcia, w tym również kolejowych
sieci trakcyjnych, na ptaki**



Warszawa, listopad 2013 r.

Wpływ napowietrznych sieci elektroenergetycznych średniego i wysokiego napięcia, w tym również kolejowych sieci trakcyjnych, na ptaki

Zamawiający	Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska Ul. Wawelska 52/54 00-922 Warszawa
Wykonawca	FPP Consulting Sp. z o. o. Ul. Wilcza 50/52 00-679 Warszawa
Zespół opracowujący	Michał Maniakowski Arkadiusz Gorczewski Ireneusz Kaługa Karol Kustusch Michał Skakuj Marta Wronka-Tomulewicz Andrzej Wuczyński Marzena Zblewska
Analiza materiałów źródłowych i wykonanie map	Agnieszka Kordecka Tomasz Szczepanek



SPIS TREŚCI

1	WSTĘP.....	4
1.1	Cel opracowania.....	4
1.2	Krótką charakterystyka sieci elektroenergetycznych w Polsce.....	4
1.3	Prognozy rozwoju sieci wysokiego i średniego napięcia.....	7
2	CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH NA PTAKI.....	9
2.1	Przegląd oddziaływań pomiędzy ptakami a liniami elektroenergetycznymi.....	9
2.2	Skala oddziaływania.....	12
2.3	Znaczenie linii dla populacji ptaków lęgowych.....	13
2.4	Wpływ na ptaki migrujące.....	17
2.5	Kolizje z liniami.....	22
2.6	Przyczyny kolizji.....	22
2.7	Jakie ptaki najczęściej ulegają kolizjom?.....	24
2.8	Porażenia prądem.....	26
2.9	Przyczyny porażeń.....	27
2.10	Jakie ptaki ulegają porażeniu?.....	28
2.11	Zajęcie terenu i utrata siedlisk.....	29
2.12	Wpływ pola elektromagnetycznego (PEM).....	29
2.13	Wpływ hałasu.....	30
2.14	Wpływ ptaków na linie.....	31
2.15	Kolejowe linie trakcyjne i ich wpływ na ptaki.....	32
3	PRZEGLĄD KRAJOWYCH DOKUMENTÓW W ZAKRESIE OCENODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO.....	33
3.1	Ocena wpływu inwestycji.....	33
3.2	Zalecenia minimalizujące.....	34
3.3	Monitoring.....	35
4	INWENTARYZACJA I MONITORING.....	35
4.1	Cel monitoringu ornitologicznego.....	36
4.2	Wskaznia w zakresie monitoringu ptaków.....	36
4.3	Ocena wstępna.....	37
4.4	Monitoring przedrealizacyjny.....	38
4.5	Monitoring porealizacyjny.....	45
4.6	Zastosowanie zdalnych rejestratorów w monitoringu przed- i porealizacyjnym.....	48
4.7	Wnioski.....	48
5	WYMAGANIA DO DOKUMENTACJI OCENY ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO.....	49
5.1	Zakres do kart informacyjnych przedsięwzięcia.....	49
5.1.1	Rodzaj, skala i usytuowanie przedsięwzięcia.....	49
5.1.2	Powierzchnia zajmowanych nieruchomości, a także obiektów budowlanych, oraz informacja o dotychczasowym sposobie ich wykorzystywania i pokryciu nieruchomości szatą roślinną.....	49
5.1.3	Rodzaj technologii.....	50
5.1.4	Ewentualne warianty przedsięwzięcia.....	50
5.1.5	Przewidywana ilość wykorzystywanej wody, surowców, materiałów, paliw oraz energii.....	50
5.1.6	Rozwiązania chroniące środowisko.....	50
5.1.7	Rodzaj i przewidywane ilości wprowadzanych do środowiska substancji lub energii przy zastosowaniu rozwiązań chroniących środowisko.....	51
5.1.8	Możliwość transgranicznego oddziaływania na środowisko.....	51
5.1.9	Obszary podlegające ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, znajdujące się w zasięgu znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia.....	51
5.2	Zakres i opis referencyjnych metod prognozowania oddziaływań.....	52

5.3	Analiza oddziaływań skumulowanych	53
5.4	Przedstawienie danych w raporcie ooś.....	54
6	MINIMALIZACJA ODDZIAŁYWAŃ I NAJBARDZIEJ NIEBEZPIECZNE ROZWIĄZANIA	56
6.1	Rodzaje działań ograniczających śmiertelność ptaków w wyniku kolizji	57
6.1.1	Podziemne (kablowe) poprowadzenie linii elektroenergetycznej	58
6.1.2	Konstrukcje słupów	58
6.1.3	Dostosowanie linii do topografii terenu.....	60
6.1.4	Zgrupowanie linii przebiegających na jednym obszarze.....	61
6.1.5	Wybór najmniej oddziałującego wariantu	61
6.1.6	Odpowiednie zarządzanie terenami wokół linii	62
6.1.7	Makiety ptaków drapieżnych.....	63
6.1.8	Wywieszanie markerów zwiększających widoczność przewodów	63
6.2	Rodzaje działań ograniczających śmiertelność ptaków w wyniku porażień	76
6.3	Kompensacje przyrodnicze	83
7	BEZPIECZEŃSTWO PTAKÓW A ROZWIĄZANIA LEGISLACYJNE.....	84
7.1	Regulacje międzynarodowe	84
7.2	Regulacje prawne Unii Europejskiej oraz niektórych państw	85
7.3	Normy i przepisy krajowe dotyczące realizacji linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia.....	87
7.3.1	Normy krajowe	87
7.3.2	Przepisy krajowe.....	89
7.4	Normy i przepisy krajowe dotyczące realizacji linii średniego napięcia, w tym kolejowych sieci trakcyjnych:.....	91
7.4.1	Normy krajowe	91
7.4.2	Przepisy krajowe.....	93
7.5	Możliwość i perspektywy zmian prawa i ew. wewnętrznych regulacji.....	94
8	SŁOWNIK PODSTAWOWYCH POJĘĆ	97
9	LITERATURA	100

1 WSTĘP

1.1 CEL OPRACOWANIA

Celem niniejszego opracowania jest omówienie wpływu sieci elektroenergetycznych na awifaunę. Publikacja ta zawiera również rekomendacje do procedur ocen oddziaływania na środowisko w kontekście wpływu linii elektroenergetycznych na ptaki, a także rekomendacje do zmian prawnych w zakresie ochrony ptaków na napowietrznych liniach przesyłowych.

Należy podkreślić, że opracowanie to wskazuje najistotniejsze aktualnie kwestie w wyżej podanym zakresie i nie ma ono charakteru szczegółowych wytycznych dla procesu oceny oddziaływania na środowisko linii napowietrznych, jak też, nie formułuje szczegółowej metodyki badań inwentaryzacyjnych. Skupiono się tutaj natomiast na przedstawieniu aktualnego stanu wiedzy w tym zakresie i kluczowych kwestiach dotyczących ochrony ptaków, jakie należy rozważyć przy realizacji inwestycji w dziedzinie przesyłowych linii napowietrznych. Ze względu na niemal brak krajowych badań i publikacji w przedmiotowym temacie, posłużono się cytowaniami z literatury światowej, skupiając się przede wszystkim na doświadczeniach europejskich. Rozwiązania w technologii przesyłu prądu za pomocą linii napowietrznych są zasadniczo bardzo podobne w większości państw, w tym w obrębie Europy centralnej, i tym samym znaczne podobieństwo wykazują stosowane urządzenia (w tym konstrukcje linii, słupów i izolatorów). Wynika to między innymi z unifikacji międzynarodowej na potrzeby przesyłu energii i standaryzacji urządzeń. Dlatego przez analogię możliwe jest zaproponowanie do wykorzystania dobrze sprawdzonych zagranicą środków minimalizujących zwłaszcza w kwestiach konstrukcyjnych, co rozwiązuje znaczną część konfliktów pomiędzy prawnym wymogiem ochrony ptaków a realizacją przedsięwzięć związanych z budową i eksploatacją linii.

1.2 KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH W POLSCE

Krajowy system elektroenergetyczny to zbiór urządzeń do rozdziału, przesyłu i wytwarzania energii elektrycznej, połączonych w system umożliwiający dostawy energii elektrycznej w sposób ciągły. Sieci elektroenergetyczne służące do przesyłu energii elektrycznej są jednym z jego podsystemów. Sieci ze względu na funkcję można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- sieć przesyłowa, w której skład wchodzi linie i stacje elektroenergetyczne 750 kV, 400 kV i 220 kV,
- sieć dystrybucyjna (rozdzielcza) – linie 110 kV, oraz linie średniego napięcia i linie niskiego napięcia.

Ze względu na wielkość napięć można wyróżnić cztery podstawowe rodzaje:

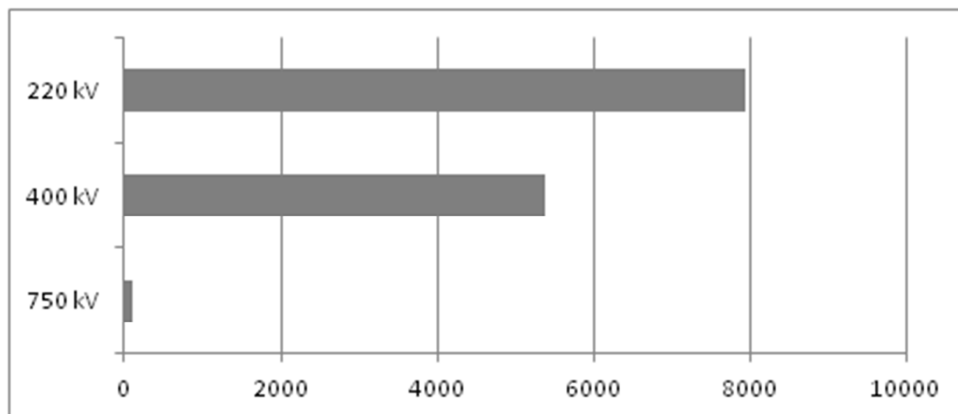
- sieci najwyższych napięć (NN): 220 kV, 400 kV i 750 kV
- sieci wysokich napięć (WN): 60 kV i 110 kV
- sieci średnich napięć (SN): 3 kV, 6 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV, 30 kV, 40 kV.
- sieci niskich napięć (nn, lub nN): poniżej 1 kV (zwykle 0.4 kV, 0.5 kV, 0.66 kV i 1 kV),

choć funkcjonują też inne podziały np. NN – pow. 450 kV, WN – 100-450kV, SN – 1-99kV, nn – poniżej 1 kV.

Obsługą **linii najwyższych napięć** (220 i więcej kV) i części wysokich napięć (110 kV) zajmuje się PSE S. A.. Spółka ta realizuje zadania operatora systemu przesyłowego w oparciu o posiadaną sieć przesyłową najwyższych napięć. W przypadku linii najwyższych napięć istnieje 245 linii o łącznej długości 13 445 km, w tym:

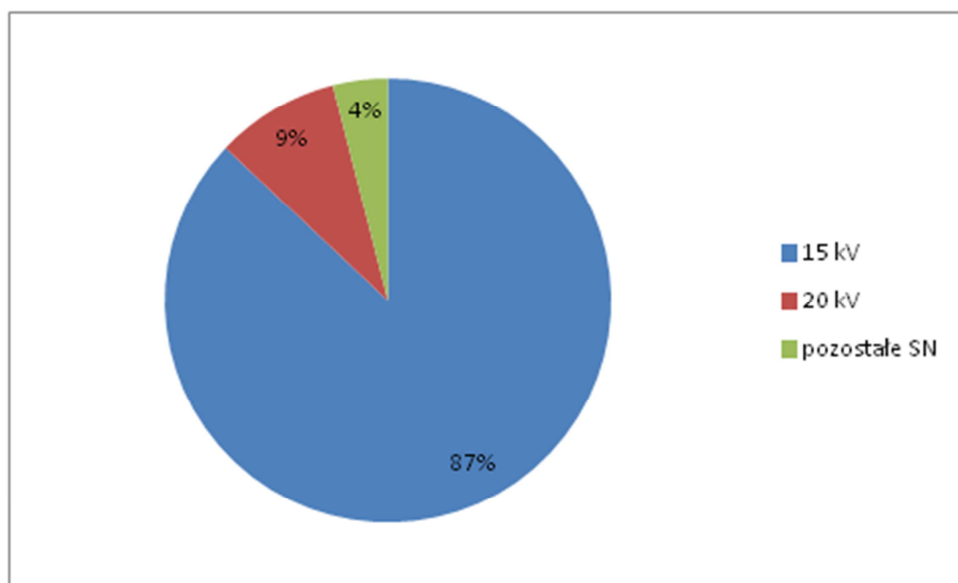
- 1 linia o napięciu 750 kV, o długości 114 km,

- 77 linii o napięciu 400 kV, o łącznej długości 5 383 km,
- 167 linii o napięciu 220 kV, o łącznej długości 7 948 km.

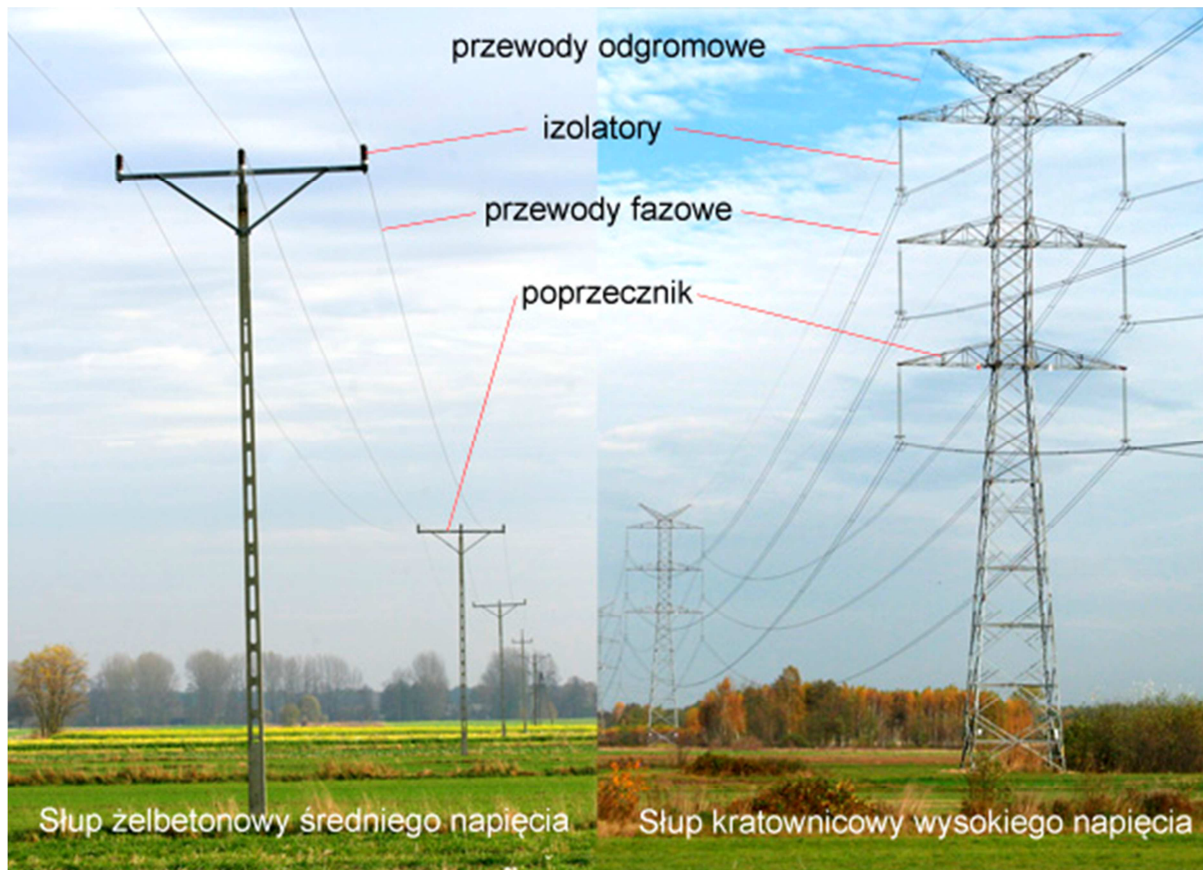


Wykres. 1. Długość [km] linii wysokiego i najwyższego napięcia (220-750 kV) wg napięć w Polsce

Liniami średniego napięcia (SN) i wysokiego (60-110 kV), będącymi sieciami dystrybucyjnymi, zarządzają regionalni operatorzy. Długość linii średniego napięcia w kraju wynosi 234,7 tys. km linii napowietrznych i 69,0 tys. km linii kablowych (Niewiedział E., Niewiedział R. 2012).



Wykres 2. Struktura napięciowa linii średniego napięcia według danych ankietyzacji zakładów energetycznych w 1998 r. (Marzecki 2007)



Fot. 1. Wygląd typowej linii napowietrznej średniego napięcia (SN) – po lewej i linii najwyższego napięcia (NN), tutaj 400 kV – po prawej. Fot. M.M.

Linie energetyczne średniego napięcia służą do przesyłu i rozdziału energii elektrycznej, są to linie napowietrzne i kablowe. Ich głównym zadaniem to głównie przesył (wyprowadzenie) mocy elektrycznej z Głównych Punktów Zasilających (GPZ) do poszczególnych stacji transformatorowo-rozdzielczych SN/nn. Średnie napięcie jest szeroko stosowane w sieciach elektroenergetycznych do przesyłania na mniejsze odległości i rozdziału energii elektrycznej. Jest używane jako napięcie pośrednie, pomiędzy napięciem wysokim używanym do przesyłu energii na duże odległości, a napięciem niskim doprowadzanym do odbiorcy końcowego. Jako napięcie przeważające występuje obecnie napięcie 15 kV (ok. 60%). Kolejowe linie trakcyjne zasilane są napięciem stałym o wartości 3 kV, przez co wchodzi w skład sieci średniego napięcia.

Częścią sieci dystrybucyjnej, która dostarcza energię do indywidualnych odbiorców to **sieć niskiego napięcia (nn)** – 400 lub 230 V. Jest ona połączona z linią średniego napięcia za pomocą stacji transformatorowych (transformator SN/nn). Linie niskiego napięcia występują jako kablowe podobnie jak w przypadku sieci SN – najczęściej przy gęstej zabudowie oraz jako napowietrzne – przy rzadszej zabudowie. Ze względu na to, że sieć niskiego napięcia występuje zwykle w terenie znacznie zurbanizowanym, to kwestia kolizji i porażeń ptaków w szerszym aspekcie wpływu na awifaunę nie jest tak istotna, jak w przypadku sieci WN i SN pokrywających cały kraj i przecinających nierzadko ważne dla ptaków obszary. Sieć niskiego napięcia może mieć jednak duże znaczenie lokalne i zwłaszcza dla części gatunków synantropijnych (np. dla bociana białego, którego gniazda umieszczone są najczęściej na słupach sieci niskiego napięcia). Wpływ sieci niskiego napięcia na ptaki nie leży w zakresie opracowania i nie jest tu rozpatrywany.

Specyficznym rodzajem sieci elektroenergetycznej jest elektryczna **sieć trakcyjna**, mieszcząca się ze względu na wysokość użytego napięcia – 3 kV, w sieciach średniego napięcia i

zasilana jest prądem stałym. Sieć trakcyjna to zespół urządzeń umożliwiających dostarczanie energii elektrycznej do pojazdów poruszanych silnikami elektrycznymi. Podstawowymi urządzeniami w sieci trakcyjnej są przewody trakcyjne, słupy trakcyjne oraz elektryczne podstacje zasilające. Sieć trakcyjną zasilają standardowe linie średniego napięcia 15kV, doprowadzając prąd przemienny do podstacji trakcyjnych (rozmieszczonych co 20-30 km wzdłuż linii kolejowej), w których zostaje obniżone jego napięcie i jest przetworzony do prądu stałego. Od podstacji trakcyjnych krótkie przewody, tzw. zasilacze, doprowadzają prąd bezpośrednio do sieci trakcyjnej (do przewodów jezdnych).

Słownik podstawowych pojęć technicznych użytych w tym opracowaniu znajduje się w rozdziale 8.

1.3 PROGNOZY ROZWOJU SIECI WYSOKIEGO I ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na energię oraz różnicowaniem się źródeł energii (zarówno ze źródeł konwencjonalnych, jak i źródeł odnawialnych) konieczny jest szybki rozwój sieci elektroenergetycznej. Odtworzenie i wzmocnienie istniejących oraz budowa nowych linii elektroenergetycznych jest celem aktualnej polityki energetycznej Polski (Ministerstwo Gospodarki 2009).

Według informacji z materiałów PSE S. A. (*Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2010-2025*. PSE S. A., marzec 2010), określano, że do roku 2015:

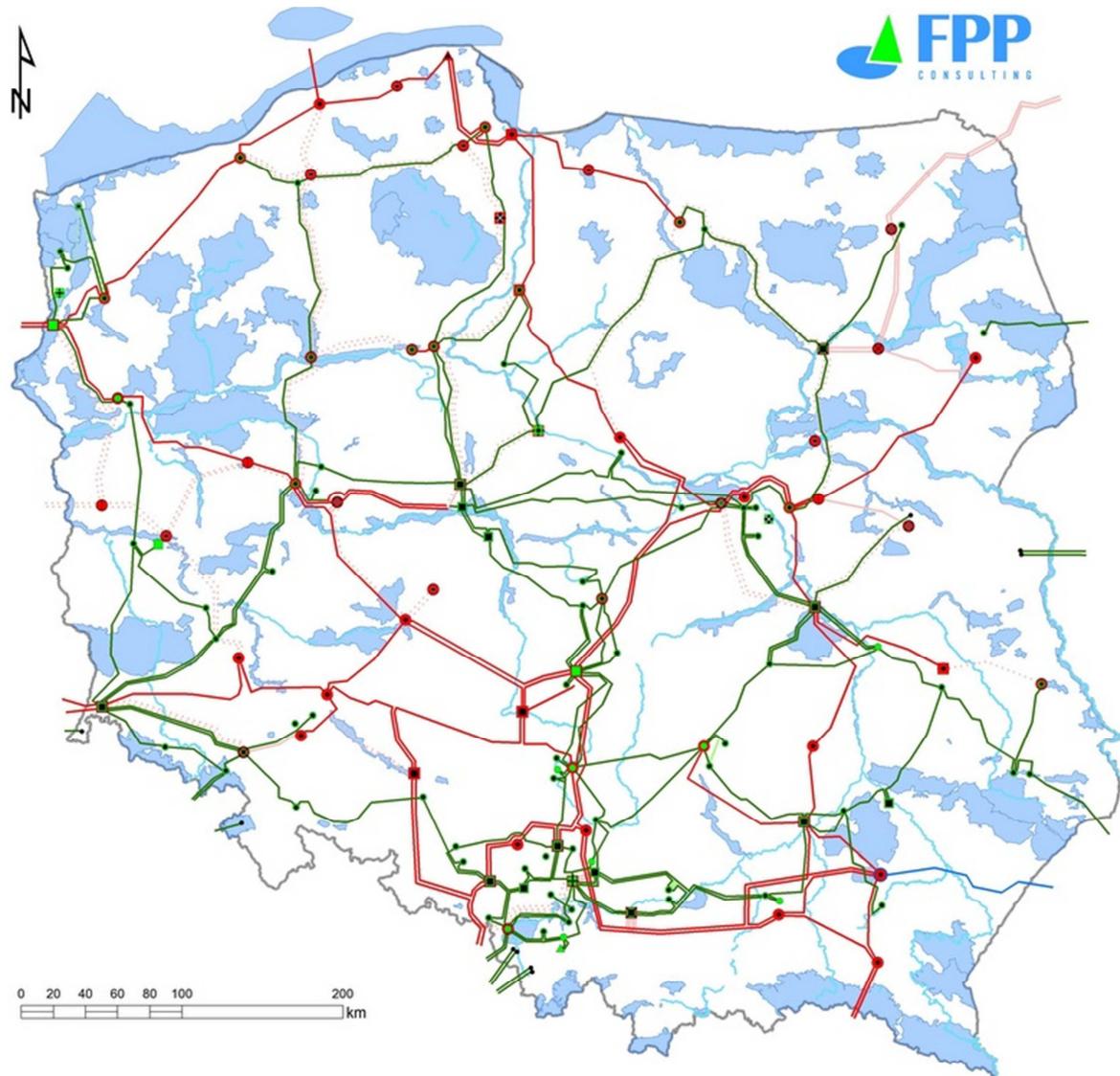
- długość linii 400 kV wzrośnie o blisko 1800 km,
- długość linii 220 kV zmniejszy się o blisko 800 km,
- na blisko 190 km linii 220 kV zostanie zwiększona zdolność przesyłowa.

Natomiast w perspektywie do 2025 roku przewiduje się (Majchrzak 2012), że:

- długość linii 400 kV wzrośnie o ok. 4600 km nowo wybudowanych linii,
- długość zmodernizowanych istniejących linii 400 i 220 kV wyniesie ok. 2500 km.

Rozwój sieci średniego napięcia jest związany przede wszystkim z bieżącym rozwojem urbanizacyjnym i infrastruktury przemysłowej. Jest on realizowany w oparciu o lokalne zapotrzebowanie i decyzje regionalnych operatorów. W znacznej też części inwestycje polegają tu na modernizacji istniejących linii SN.

Sieci trakcyjne ze względu na to, że większość szlaków została zelektryfikowana, nie są już zasadniczo rozbudowywane, ale poddawane są remontom i modernizacjom, które zwykle realizowane są wraz z modernizacjami całych odcinków linii kolejowych.



Legenda

Stacje rozdzielcze 110 kV	Stacje rozdzielcze 750 kV	Elektrownie ciepłe 220 kV	Elektrownie wodne	Bedące w budowie
• Istniejąca	● Istniejąca	■ Istniejąca	▲ 110kV	— 220 kV
Stacje rozdzielcze 220 kV	Elektrownie ciepłe 110 kV	■ Planowana	▲ 220kV	— 400 kV
● Istniejąca	■ Istniejąca	■ Planowana	▲ 400kV	Planowane
● Budowana	⊗ Planowana	Elektrownie ciepłe 400 kV	Linie energetyczne	⋯ 220 kV
● Planowana		■ Istniejąca	Istniejące	⋯ 400 kV
Stacje rozdzielcze 400 kV		■ Budowana	— 100 kV oraz 220 kV	Inne
● Istniejąca		■ Planowana	— 400 kV oraz 450 kV	— Wybrane rzeki
● Budowana			— 750 kV	■ Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków Natura 2000
● Planowana				

Rys. 1. Schemat linii najwyższych napięć, wraz z liniami planowanymi do 2025 r. na tle obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSO Natura 2000). Przebieg linii na mapach (rys. 1,3. i 4.) naniesiono na podstawie: PSE S. A. (http://www.pse.pl/uploads/obrazki/plan_sieci_elektroenergetycznej_najwyzszych_napiec.gif, aktualność dn. 8 listopada 2013)

2 CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH NA PTAKI

Napowietrzne linie elektroenergetyczne należą do utrwalonych, antropogenicznych elementów współczesnego krajobrazu. Na całym świecie w użyciu znajduje się ponad 65 milionów kilometrów linii średniego i wysokiego napięcia (Jenkins i in. 2010), a ich zagęszczenie zależy od stopnia zurbanizowania regionu. Mimo, że obecność linii jest często niezauważana przez ludzi, rozbudowana infrastruktura elektroenergetyczna nie pozostaje bez wpływu na środowisko przyrodnicze, w szczególności na ptaki korzystające z przestrzeni powietrznej. Osobniki, pary lęgowe czy populacje ptaków podlegają stałym i zróżnicowanym oddziaływaniom linii, zarówno pośrednim, polegającym na przekształcaniu siedlisk wskutek budowy linii, jak i bezpośrednim, w szczególności dotyczącym zderzeń z przewodami i porażeń prądem. Ocenia się, że napowietrzne linie elektroenergetyczne są drugim (po budynkach i szklanych powierzchniach) najpoważniejszym czynnikiem śmiertelności ptaków pochodzenia antropogenicznego. Straty te są wyraźnie większe niż te związane z kolizjami z pojazdami oraz kilkusetkrotnie większe niż w przypadku elektrowni wiatrowych (Tab. 1, Erickson i in. 2005).

Tab. 1. Szacunkowa skala śmiertelności ptaków z przyczyn antropogenicznych w Stanach Zjednoczonych (Erickson i in. 2005).

Źródło śmiertelności	Skala śmiertelności
Budynki	550 milionów
Linie elektroenergetyczne	130milionów
Koty domowe	100milionów
Pojazdy	80milionów
Pestycydy	67milionów
Wieże komunikacyjne	4,5milionów
Elektrownie wiatrowe	28,5 tysięcy
Samoloty	25 tysięcy

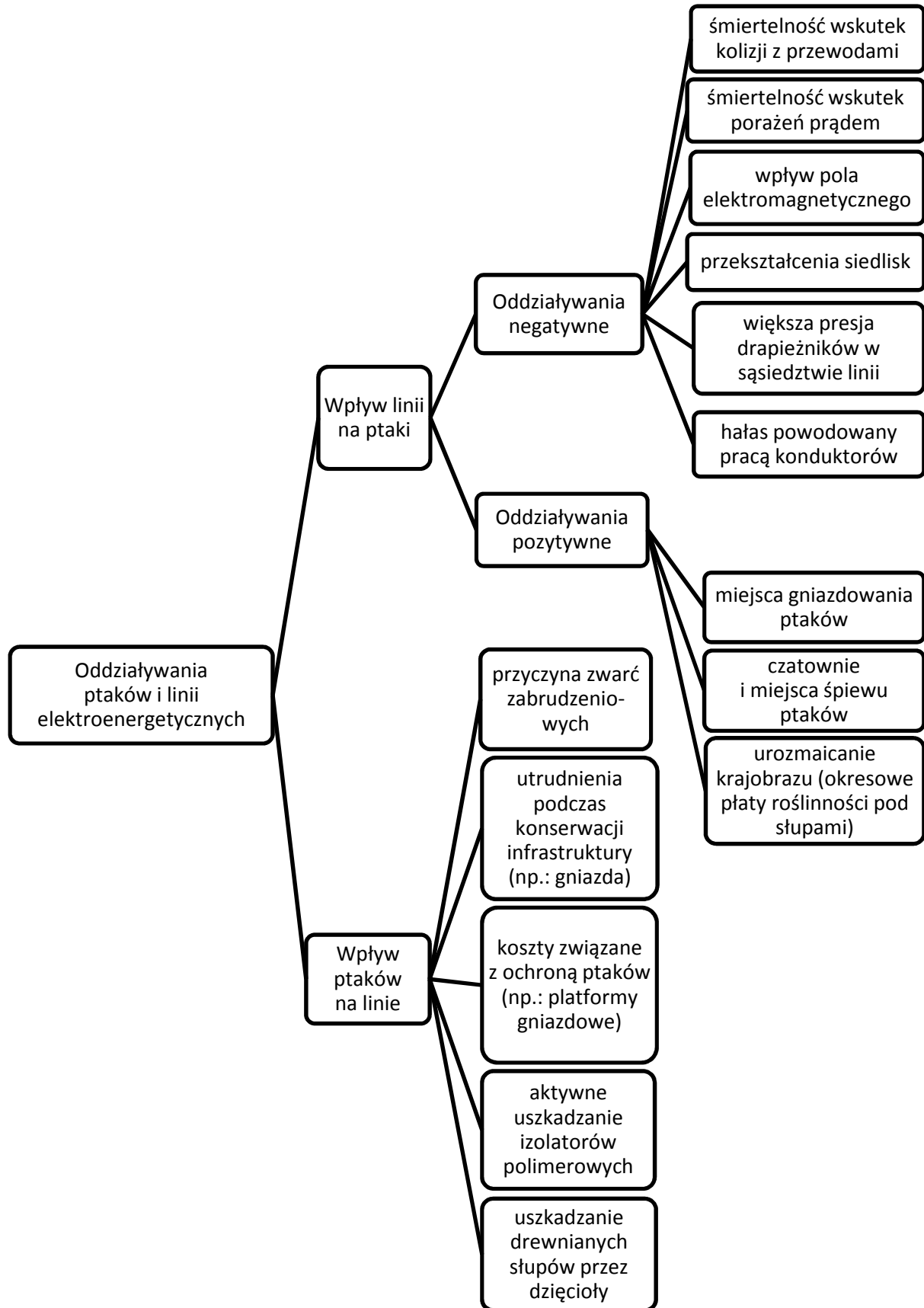
Dopóki ofiarami nie są z gatunki o dużych rozmiarach ciała (np. ptaki szponiaste) i kontrastowym upierzeniu (jak np. bocian biały), to większość z nich pozostaje zupełnie niezauważona przez ludzi. Martwe lub ranne ptaki giną w roślinności pod linią lub zostają usuwane przez zwierzęta padlinożerne. Dlatego faktyczny problem śmiertelności wywoływanej przez linie napowietrzne oraz jego skala umykają pobieżnym obserwacjom, dopóki nie zostaną wykazane za pomocą odpowiednio zaplanowanych badań.

2.1 PRZEGLĄD ODDZIAŁYWAŃ POMIĘDZY PTAKAMI A LINIAMI ELEKTROENERGETYCZNYMI

Spośród wzajemnych oddziaływań ptaków i linii napowietrznych najczęściej obserwowane są interakcje negatywnie wpływające na ptaki (Rys. 2). Zderzenia z przewodami oraz porażenia prądem należą do zagrożeń szczególnie istotnych i najlepiej rozpoznanych. Niekorzystny wpływ na biologię rozrodu ptaków gniazdujących w sąsiedztwie linii może też mieć emitowane pole elektromagnetyczne (Ferne i Reynolds 2005). Z kolei przekształcenia siedlisk związane z budową linii, a w szczególności prowadzenie inwestycji w obrębie terenów zadrzewionych, pozbawia niektóre gatunki ptaków miejsc gniazdowania i prowadzi do fragmentacji siedlisk (Bevanger 1998).

Z drugiej strony zmiany w siedliskach i obecność linii przesyłowych mogą w pewnym zakresie przyczyniać się do wzbogacenia awifauny poprzez tworzenie stref ekotonalnych (przecinka w lesie). Okresowo powstają dogodne siedliska w roślinności porastającej podstawy słupów trakcji elektrycznych (Tryjanowski i in. 2013), jednak krzewy są regularnie usuwane podczas rutynowych prac utrzymaniowych. Należy przy tym pamiętać, aby prace te nie były wykonywane w okresie lęgowym ptaków tj. między początkiem marca i końcem sierpnia. Słupy służą za czatownie oraz regularne miejsca gniazdowania kilku gatunków (np.: bocian biały *Ciconia ciconia*, kruk *Corvus corax*, rybołów *Pandion haliaetus*, pustułka *Falco tinnunculus*). Ptaki wykorzystują linie i słupy jako punkty wyniesione przydatne do śpiewu i odpoczynku (Bevanger 1994, Janss 2000, Haas i Nipkow 2006). Zwłaszcza na terenach monokultur rolnych, kępy nieuprawianej roślinności u podstaw słupów, w tym nierzadko krzewy (głogi, róże, itp.), wzbogacają lokalną różnorodność biologiczną i tworzą siedliska gniazdowe dla niektórych gatunków ptaków (np. gąsiorek *Lanius collurio*, cierniówka *Sylvia communis*, trznadel *Emberiza citrinella*) (Tryjanowski i in. 2013).

Obserwuje się również szereg oddziaływań, jakie ptaki wywierają na sieć elektroenergetyczną. Budowane gniazda i ptasie odchody mogą wywoływać tzw. zwarcia zabrudzeniowe. Gniazda utrudniają prowadzenie prac konserwacyjnych sieci. Notuje się także przypadki uszkodzenia polimerowych izolatorów. Ponadto ochrona ptaków (np.: montaż platform gniazdowych, znakowanie przewodów) generuje dodatkowe koszty ponoszone przez społeczeństwo (Chrzan i in. 2008, Kronenberg i in. 2013). Aczkolwiek w tym przypadku działania te podejmowane są w dużej mierze w celu ograniczenia wydatków związanych z przerwami w zasilaniu oraz obsługą awarii.



Rys. 2. Rodzaje wzajemnych oddziaływań ptaków i linii elektroenergetycznych

2.2 SKALA ODDZIAŁYWANIA

Orientacyjne szacunki określające rozmiar zjawiska (Tab. 2) wskazują, że skala oddziaływania jest bardzo zróżnicowana i zależy od wielu czynników, takich jak lokalizacja sieci elektroenergetycznej (struktura siedlisk przyrodniczych w otoczeniu sieci oraz wynikający z niej skład gatunkowy awifauny danego rejonu). Oceny lokalne wskazują, że w przypadku kolizji roczna śmiertelność może oscylować między 0,1 a 500 ofiarami na kilometr linii elektroenergetycznej (Jenkins i in. 2010, Haas i in. 2003). Porażenia prądem, do których zachodzi zwykle podczas przesiadywania ptaków na słupach, są również istotnym czynnikiem śmiertelności. Pojedynczy słup potrafi uśmiercić od kilku do kilkudziesięciu ptaków rocznie (Haas i in. 2003). Podczas jednego dnia poszukiwań Saltykov (2011) stwierdził wzdłuż odcinka 30 km linii średniego napięcia (10 kV) 266 ofiar porażenia pochodzących z okresu poprzednich 2-3 lat (Tab. 2). Linie elektroenergetyczne mogą być główną przyczyną śmiertelności niektórych zagrożonych gatunków ptaków (drop *Otis tarda*, sęp przylądkowy *Gyps coprotheres*, żuraw rajski *Anthropoides paradiseus*) (Manville 2009, Martin 2011).

Istnieją także oceny dokonywane w szerszej skali. W Holandii szacuje się, że w wyniku zderzenia z liniami ginie rocznie około miliona ptaków (Koops 1994). Dla Stanów Zjednoczonych szacunki takie oscylują od jednego do 175 milionów ptaków rocznie (Manville 2009). W skali światowej może to być nawet miliard ofiar zderzeń każdego roku (Hunting 2002).

Tab. 2. Wyniki wybranych badań dotyczących śmiertelności ptaków w wyniku zderzeń z liniami i porażenia prądem elektrycznym.

Obszar	Lata	Skala śmiertelności	Uwagi	Źródło
Oceny ogólne				
USA	-	1-175 milionów/rok	-	Manville 2009
Holandia	-	1 milion/rok	-	Koops 1994
Serbia	-	10-100 tys./rok	-	Prinsen et al. 2011
Rosja	-	10 milionów/rok	-	Prinsen et al. 2011
Świat	-	1 miliard/rok	-	Hunting 2002
Natężenie śmiertelności				
Europa	-	0,1 - 500 ofiar/kilometr	dotyczy kolizji	Haas et al. 2003
Hiszpania	2001 - 2010	8,2 ofiar/kilometr/miesiąc	dotyczy kolizji	Barrientos et al. 2012
Kazachstan	2006	0,9 - 8,6 ofiar/kilometr/miesiąc	głównie ofiary porażenia	Lasch et al. 2010

Obszar	Lata	Skala śmiertelności	Uwagi	Źródło
Wyniki indywidualnych badań				
9,6 km przewodów elektroenergetycznych, USA	1980 – 1982	633 ofiary kolizji	26% blaszkodziobe <i>Anseriformes</i>	Faanes 1987
105 km przewodów elektroenergetycznych, Arabia Saudyjska	2008 – 2011	532 ofiary kolizji	47% bocian biały <i>Ciconia ciconia</i>	Shobrak 2012
30 km przewodów elektroenergetycznych, Rosja	2011	266 ofiar	głównie ptaki drapieżne, ofiary porażenia prądem	Saltykov 2011

2.3 ZNACZENIE LINII DLA POPULACJI PTAKÓW LĘGOWYCH

Ptaki lęgowe podlegają oddziaływaniom czynników antropogenicznych w sposób bezpośredni (w rezultacie powodowanej śmiertelności, lub bezpośredniego wpływu na zachowania ptaków) i pośredni (np. skutek likwidacji i przekształceń siedlisk). Wszelkie straty w okresie lęgów są szczególnie dotkliwe, bowiem śmierć dorosłego osobnika może oznaczać stratę całego lęgu. Oddziaływania pośrednie, związane z niszczeniem lub pogarszaniem stanu siedlisk, prowadzą do efektywnej utraty lub niekorzystnych zmian warunków w obrębie lęgówisk lub żerowisk, zatem dotyczą zwykle równocześnie większej liczby osobników i gatunków. Łącznie oddziaływania te mogą być znaczące w skali lokalnych populacji ptaków lub w szerszej skali w przypadku gatunków rzadkich i zagrożonych (APLIC 2012). Przykłady oddziaływań bezpośrednich, związanych kolejno z kolizjami i porażeniami prądem, podano poniżej.

Watson (1982) opisuje wyginięcie lokalnej populacji pardwy górskiej w Szkocji spowodowane kolizjami ptaków z przewodami wyciągów narciarskich. Limitujący wpływ linii wysokiego napięcia na populacje na większą skalę ukazuje studium Bevangera (1995) przeprowadzone w Norwegii, dotyczące głuszca *Tetrao urogallus*, cietrzewia *Tetrao tetrix* i pardwy mszarnej *Lagopus lagopus*. Straty w krajowych populacjach wynoszą tam odpowiednio 20 000, 26 000 i 50 000 osobników w skali roku. Bevanger (1995) prognozuje, że poprowadzenie linii elektroenergetycznej w sąsiedztwie tokowiska doprowadza do redukcji lokalnej populacji głuszca lub co najmniej powoduje jej okresowy spadek. Inne badania nad śmiertelnością pardwy mszarnej przeprowadzone w Norwegii (Bevanger i Brøseth 2004) wykazują śmiertelność na poziomie 5,3 osobnika na kilometr linii elektroenergetycznej (wysokiego i średniego napięcia), co według autora może mieć znaczący efekt demograficzny.

Dane z regionu Overberg (RPA) dla żurawia rajskiego *Anthropoides paradisea* i dropiaka białoskrzydłego *Neotis denhami* wskazują, iż straty związane z kolizjami są na tyle istotne i niemożliwe do zrekompensowania, że stanowią bezpośrednie zagrożenie dla przetrwania populacji tych gatunków (Jenkins i in. 2010).

W jednej z austriackich populacji dropia *Otis tarda* liczącej 45 dorosłych osobników, 20% ptaków (9 osobników) zginęło w ciągu jednego roku (2003) w wyniku kolizji z przewodami napowietrznymi (LIFE 2011).

Dane o śmiertelności ptaków na skutek porażenia prądem pokazują skalę tego zjawiska (Tab. 3). Wynika z nich, że podobnie jak kolizje, porażenia mogą mieć silny limitujący wpływ na

liczebność niektórych populacji ptasich (Haas i in. 2003). Istnieją badania wskazujące iż ryzyko wystąpienia porażen jest u ptaków częstsze w okresie lęgowym (Dwyer i Mann 2007, Dwyer et al. 2013). Może to mieć istotny wpływ na strukturę lokalnych populacji, np. spośród 290 bocianów białych *Ciconia ciconia* znalezionych w okresie 2008-2010 pod słupami na Mazowszu, aż 282 stanowiły ptaki młode (Kaługa i in. 2011). Bocian biały jest szczególnie często notowany wśród ofiar kontaktu z liniami elektroenergetycznymi (Garrido i Fernandez-Cruz 2003, Schaub i Pradel 2004, Martin i Schaw 2010, Horváth i in. 2011). Wynika to z bardzo częstego wykorzystywania przez ten gatunek obiektów pochodzenia antropogenicznego, w tym słupów, w rezultacie niedoboru naturalnych miejsc do odpoczynku, nocowania lub pod budowę gniazd (Prinsen i in. 2011).

Tab. 3. Przykładowe oceny śmiertelności ptaków w wyniku porażen w kontakcie z przewodami elektroenergetycznymi w różnych rejonach świata.

Obszar	Gatunek	Skala zjawiska (% wykrytej śmiertelności)	Źródło
Włochy	puchacz <i>Bubo bubo</i>	17% wykrytej śmiertelności osobników młodocianych	Sergio et al. 2004
Hiszpania, Francja	orzełek południowy <i>Aquila fasciata</i>	38%	Real et al. 1996, Real i Mañosa 1997
Francja	puchacz <i>Bubo bubo</i>	55%	Bayle 1999
Węgry	kraska <i>Coracias garrulus</i>	od 0,5 do 1,5% rocznej śmiertelności w obrębie całej populacji	Prinsen et al. 2011
Bułgaria	bocian biały <i>Ciconia ciconia</i>	25%	Prinsen et al. 2011
Szwajcaria	bocian biały <i>Ciconia ciconia</i>	ponad 40%	Prinsen et al. 2011

Szacunki rocznej śmiertelności bociana białego powodowanej przez kolizje i porażenia w Polsce mówią o ok. 600 osobnikach (Schürenberg i in. 2010), lecz są to dane najprawdopodobniej mocno zaniżone. W samym województwie mazowieckim, w roku 2008 zginęło w wyniku porażen co najmniej 550 bocianów (Kaługa, Tryjanowski 2012). Liczba ta odnosi się jedynie do przypadków śmierci ptaków na rozłącznikach umieszczonych na szczycie słupów linii średniego napięcia, kiedy to zaistniała konieczność interwencji służb energetycznych w celu zrzucenia martwego ptaka powodującego trwałe wyłączenie w linii. Nie obejmuje ona sytuacji, w których porażone ptaki same spadły z linii wyzwalając tak zwane SPZ (samoczynne powtórne załączenie linii). Biorąc jednak pod uwagę obydwie sytuacje (porażenia wymagające interwencji i te, po których po krótkim zwarciu i SPZ linia funkcjonuje normalnie), ostrożne szacunki śmiertelności z terenu województwa mazowieckiego oscylują wokół 1000-1100 śmiertelnych porażen rocznie. W skali całego kraju śmierć na urządzeniach (rozłączniki, odłączniki oraz stacje transformatorowe SN/nn) może wynosić kilka tysięcy bocianów rocznie (I. Kaługa – dane niepubl.). Dane Krajowej Centrali Obrączkowania Ptaków Stacji Ornitologicznej

Państwowej Akademii Nauk w Gdańsku wykazują, że aż 7% wszystkich wiadomości powrotnych o obrączkowanych bocianach białych pochodzi z ptaków, które zginęły na liniach elektroenergetycznych (T. Mokwa – inf. ustna). Nie jest jasne, w jakim stopniu wysoka śmiertelność bociana białego generowana przez linie przyczynia się do postępującego zaniku jego populacji w wielu częściach areału lęgowego (Profus 2006).

Ze względu na duże rozmiary ciała i ekologię żerowania, stosunkowo dużo informacji dotyczy ptaków drapieżnych, dla których porażenia bywają uznawane za główną przyczynę ograniczenia liczebności populacji niektórych gatunków (Guil i in. 2011, Perez-Garcia i in. 2011). W Republice Południowej Afryki sęp przylądkowy *Gyps coprotheres* (południowoafrykański endemit) jest częstą ofiarą kolizji i porażen na liniach przesyłowych i uznawany jest za gatunek zagrożony wyginięciem (Ledger 1980, Ledger i Annegarn 1981, Krüger 1999). Ostrożne szacunki dla prowincji Eastern Cape w RPA wskazują, iż rocznie, przede wszystkim na skutek porażenia prądem, ginie co najmniej 80 osobników tego gatunku. Biorąc pod uwagę stopień śmiertelności w wyniku porażenia prądem elektrycznym i zdolności reprodukcyjne sępa przylądkowego wykazano, że cała regionalna populacja utrzyma w ciągu najbliższego półwiecza tendencję wzrostową. Niemniej subpopulacje zamieszkujące rejony o wysokim ryzyku porażenia prądem wyginą w ciągu 20-35 lat, jeżeli nie zostaną podjęte kroki zapobiegawcze (Boshoff i in. 2011).

Mimo, iż oddziaływania linii elektroenergetycznych na ptaki mają przeważnie charakter wyraźnie negatywny, niekiedy jednak infrastruktura linii elektroenergetycznych wpływa korzystnie na populacje ptaków. Linie i słupy energetyczne służą niektórym gatunkom za czatownie, miejsca śpiewu samców oraz miejsca gniazdowania. Tryjanowski i in. (2013) wykazali pozytywny wpływ słupów i linii wysokich napięć na różnorodność gatunkową ptaków w krajobrazie rolniczym w miejscach ich lokalizacji. Zarówno liczba gatunków jak i obserwowanych osobników, była istotnie większa na polach ze słupami i liniami elektroenergetycznymi niż na otwartych polach pozbawionych linii. Zjawisko to zaznaczało się najwyraźniej w obecności krzewów rosnących u podstaw słupów (Fot. 2). Należy podkreślić jednak, że krzewy te są zwykle usuwane podczas prac utrzymaniowych.



Fot. 2. Nie tylko duże słupy linii wysokiego napięcia, ale także słupy linii średniego napięcia umożliwiają u swoich podstaw rozwój roślinności wzbogacającej monotonne monokultury upraw, stanowiąc oazy sprzyjające gniazdowaniu i żerowaniu niektórych gatunków ptaków – fot. M.M.

Linie elektroenergetyczne wymagają zwykle utrzymania bezleśnego pasa pod nimi i w ich bezpośrednim otoczeniu. Niektóre gatunki ptaków, związane z młodszymi stadiami drzewostanu lub preferujące luki w drzewostanie, mogą korzystać z urozmaicenia, jakie wnosi budowa i utrzymanie linii – są to np. lerka *Lullula arborea*, makolągwa *Carduelis cannabina*, gąsiorek *Lanius collurio*, pokrzewka ogrodowa *Sylvia borin*, czy trznadel *Emberiza citrinella*. Jednak luki pod liniami nie zastępują typowych skrajów drzewostanów, wykazując się niższą różnorodnością gatunkową oraz niższymi zagęszczeniami ptaków (Anderson, Mann i in. 1977, Askins, Folsom-O'Keefe 2012, Oygard 2012).



Fot. 3. Gatunki ptaków związane z brzegami drzewostanów i krzewami mogą w pewnym stopniu korzystać z luk i zróżnicowania roślinności, które wynika z obecności linii napowietrznej – fot. M.M.

Kolejnym aspektem, który może być postrzegany jako pozytywne oddziaływanie linii na ptaki, to fakt, że niektóre gatunki przy braku lepszych naturalnych miejsc, potrafią wykorzystać niedostępne drapieżnikom słupy zakładając na nich gniazda. Większość (ok. 60%, w 2004 r.) gniazd bocianów białych *Ciconia ciconia* w Polsce znajduje się na słupach (Guziak, Jakubiec 2006). Zdarza się, że kruki *Corvus corax* budują gniazda na kratownicach słupów wysokiego napięcia (Fot. 4), które następnie mogą być wykorzystane np. przez kobuza *Falco subbuteo* (I.

Kaługa – dane niepubl.). Na obszarze Niemiec stabilność i rozwój populacji rybołowa wynika m.in. z lokalizacji ponad $\frac{3}{4}$ znanych gniazd na słupach energetycznych (Meyburg i in. 1996).

Wpływ pola elektromagnetycznego na ptaki został omówiony w rozdziale 2.1.8.

2.4 WPLYW NA PTAKI MIGRUJĄCE

Podobnie jak w przypadku ptaków lęgowych, oddziaływanie linii elektroenergetycznych na ptaki migrujące odbywa się na kilku płaszczyznach. Istotne znaczenie mają oddziaływania bezpośrednie – kolizje i porażenia prądem. Jednak z uwagi na specyfikę zjawiska migracji ptaków, porażenie prądem w przypadku przelotnych ptaków jest znacznie rzadsze niż np. dla gniazdujących na słupach trakcji par lęgowych lub ptaków wykorzystujących trakcję jako miejsca odpoczynku czy czatownie przez cały sezon lęgowy. Ze względu na złożoność procesu migracji ptaków, poniżej w kilku podrozdziałach przedstawiono szersze informacje w kontekście potencjalnego oddziaływania linii napowietrznych na ptaki migrujące.

Obszary leżące na trasach migracji oraz natężenie migracji są niezwykle istotne dla określania potencjalnego wpływu linii elektroenergetycznych na ptaki. Zjawisko migracji jest uzależnione zarówno od warunków pogodowych jak i ekologii gatunków oraz kondycji poszczególnych populacji. Natomiast cechy migracji i ich zmienność są tematem wielu prac i książek poświęconych temu zjawisku (Alerstam 1993, Berthold 1993, Newton 2008).

Główne kierunki migracji są przeważnie zachowywane przez migrujące fale ptaków, z odpowiednimi korektami wynikającymi z silnych wiatrów lub okresów bardzo złej pogody spowalniającej i niesprzyjającej migracji. Ma to miejsce szczególnie w rejonach wybrzeża oraz na obszarach górskich (Nowakowski i in. 2005). Efektem m.in. zmiennych warunków pogodowych jest niepowtarzalność przebiegu (czasu, dynamiki) migracji w kolejnych latach. Jest to szczególnie widoczne w przypadku drobnych ptaków, które cechuje również spora dynamika liczebności populacji. W przypadku tzw. migrantów inwazyjnych zmiany liczebności mogą przekraczać 1000% w kolejnych latach (Nowakowskiego i Vähätalo 2003, Nowakowski 2006). Ogromny wpływ na rokroczne zmiany dynamiki migracji mają zarówno zmiany wielkości populacji, jak i bieżące wahania pogodowe czy też szersze zmiany klimatyczne (Wesołowski i in. 2010, Wormworth, Mallon 2006). Również dane o migracji ptaków nad Polską wskazują na znaczną zmienność parametrów tego zjawiska w kolejnych latach (Busse 2001, Tomiałojć, Stawarczyk 2003, Nowakowski 2006, Nowakowski i in. 2005, Nowakowski, Vähätalo 2003). Jednak konieczne są dalsze badania przede wszystkim z uwzględnieniem technik radarowych. Zatem na złożoność charakteru migracji składa się wiele charakterystyk, z których ważniejsze to:

- pora migracji (dienne i nocne),
- pułapy migracji,
- okresy i intensywność migracji,
- korytarze migracyjne i kierunki migracji.

Migracje dzienne i nocne

Szereg gatunków ptaków charakteryzuje się albo typowo dziennymi lub typowo nocnymi przelotami w okresach migracji. Wiele gatunków np. blaszkodziobych, siewkowych a przede wszystkim wróblowych migruje nocami lub zwykle nocami (kaczki morskie, gęsi *Anserinae*, chruściele *Rallidae*, w tym przede wszystkim derkacz *Crex crex*, przepiórka *Coturnix coturnix*, sowy *Strigiformes*, muchołówki *Muscicapinae*, drozdy *Turdidae*, dzierzby *Laniidae*, świstunki *Phylloscopidae*, mysikróliki *Regulidae*, pokrzewki *Sylviidae*). Wszystkie te ptaki charakteryzują się aktywnym sposobem lotu, czyli przez większość czasu przelotu uderzają skrzydłami. W przeciwieństwie do nich migranty do których należą m.in. bociany *Ciconiidae*, większość szponiastych jak myszołowy *Buteo spp.*, orlik krzykliwy *Aquila pomarina*, kanie *Milvus spp.*, trzmielojad *Pernis apivorus*) mogą latać jedynie za dnia pokonując duże dystanse z

wykorzystaniem termiki. Inne gatunki dziennych migrantów stosują aktywny lot w trakcie migracji (nury *Gaviidae*, mewy *Laridae*, jaskółki *Hirundininae*, krukowate *Corvidae*, sikory *Paridae*, łuszczyki *Fringillidae*, skowronki *Alaudidae*, świergotki i pliszki *Motacillidae*). Są wreszcie także gatunki, które potrafią lecieć bez lądowania przez kilkadziesiąt godzin przez kolejne dni (np. gęsi, część siewkowych *Charadriiformes*). Tak więc strategia wędrówki jest różnorodna i specyficzna dla gatunku oraz dodatkowo w wielkim stopniu uzależniona od warunków pogodowych (patrz niżej).

Pułapy migracji

Wysokość pułapu migracji u ptaków o aktywnym locie jest niezwykle zmienna i zależy głównie od warunków pogodowych na całym obszarze migracji (miejsca startu, przelotu) (Shamoun-Baranes i in. 2006, Shamoun-Baranes i van Gasteren 2011, Klaasen i in. 2011, Schmaljohann i Naef-Daenzer 2011, Erni i in. 2005, Alestram 2011, Huppopp i Huppopp 2003, Dokter i in. 2011). Bardzo dużą rolę odgrywa siła i kierunek wiatrów, które dodatkowo mogą być zróżnicowane na różnych wysokościach. Pozwala to ptakom na wybór optymalnego pułapu migracji. Dla Europy pułap migracji waha się od kilkudziesięciu metrów do około 3 km nad ziemią. Przy czym wiosną pułap przelotu jest zwykle wyższy niż jesienią, podobnie nocą migracja zachodzi na wyższych pułapach niż za dnia (Newton 2008, Kahlert i in. 2012). Natomiast pułap migracji gatunków wykorzystujących termikę (lot bierny) uzależniony jest od warunków termicznych obszarów i pułapów, na których występują optymalne prądy wstępujące powietrza lub tworzą się fale wznoszące wzdłuż pasm górskich (Shamoun-Baranes i in. 2003, Klaassen i in. 2011). Duże szponiaste i bociany nierzadko w trakcie migracji przemieszczają się w większych grupach, wykorzystując te same fale wznoszącego powietrza. Migracja nocna jest znacznie bardziej intensywna i obejmuje większe obszary z uwagi na większą liczbę gatunków i większą liczebność ptaków wędrujących nocą (dotyczy to między innymi większości pospolitych drobnych ptaków wróblowych).

Okresy migracji ptaków

Terminy migracji jesiennej poszczególnych gatunków są bardzo zróżnicowane. Wpływa na to wiele czynników takich jak obszar występowania, stan populacji, warunki pogodowe. W pasie nadmorskim w czerwcu wciąż można spotkać niektóre ptaki siewkowe w trakcie migracji na północ, podczas gdy czajki już rozpoczynają etap migracji jesiennej z łęgowisk. Wynika to także z tego, że populacje ptaków migrujące na większe dystanse zaczynają migracje wcześniej, podczas gdy ptaki lecące na bliżej położone zimowiska rozpoczynają migracje później. W trakcie migracji wiosennej sytuacja jest odwrotna i ptaki o bardzo długich trasach migracji przylatują do Polski stosunkowo późno w maju, a nawet czerwcu. Ponadto wiele gatunków to tzw. migranty częściowe, gdzie część populacji zostaje na zimę na łęgowiskach, część zaś migruje na dość krótkie dystanse. Natomiast duża dynamika wzrostu populacji niektórych gatunków sprawia, że cyklicznie pojawiają się w bardzo dużych liczbach w okresie wędrówki. Na wszystkie te różnice wynikające z charakteru migracji, wielkości i obszaru występowania populacji nakładają się zmienne warunki pogodowe, co dodatkowo sprawia, że problem terminów migracji jest niezwykle złożony. Można przyjąć, że przelot jesienny w Polsce dla większości gatunków rozciąga się od czerwca do końca listopada. Najintensywniejsza wędrówka trwa od sierpnia do końca października.

Przelot wiosenny dla większości gatunków jest bardziej skoncentrowany w czasie niż jesienny, choć różnice pomiędzy gatunkami sprawiają, że trwa on od zwykle już od końca lutego do połowy czerwca. Natomiast najintensywniejsza wiosenna migracja w Polsce zachodzi pomiędzy marcem a końcem maja.

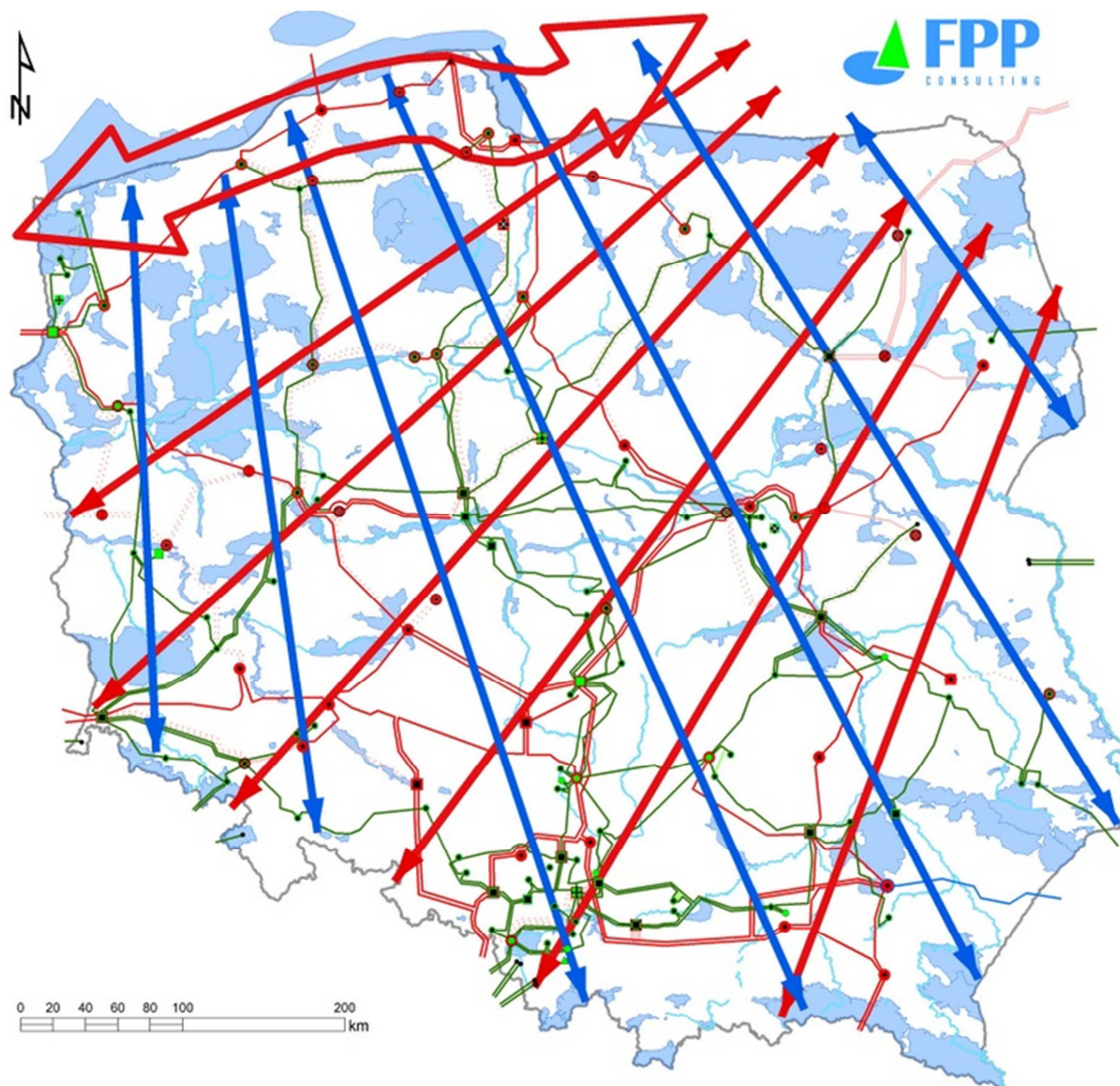
Przedstawione informacje pokazują, że przeloty ptaków związane z migracjami mogą występować praktycznie przez prawie cały rok. Ponadto różnice w terminach migracji między północną a południową częścią Polski mogą wynosić nawet do około 3 tygodni.

Trasy migracji ptaków nad Polską

Polska leży na skrzyżowaniu tras migracji bardzo wielu populacji i gatunków ptaków. Wybrzeże Bałtyku stanowi jeden z głównych szlaków wędrówkowych w Europie (z obszarów wokół morza Bałtyckiego i północno-wschodniej Europy). Populacje ptaków zamieszkujące ten obszar różnią się między sobą zarówno dystansem, okresem, jak i trasami migracji, dlatego obraz przelotu, szczególnie nad Polską jest dość skomplikowany (Busse i Maksalon 1986, Remisiewicz i Baumanis 1996, Remisiewicz et al. 1997, Busse 2000, Busse 2001, Nowakowski 2003, Nowakowski i in. 2005). Nad obszarem Polski krzyżują się trzy główne szlaki przelotu ptaków z Europy północnej i północno wschodniej:

- szlak atlantycki, na południowy zachód (zachód) przez Hiszpanię (Gibraltar, Tarifa) do Afryki,
- szlak alpejski (często traktowany jako część szlaku atlantyckiego), na południe w kierunku Karpat (Przełęcz Dukielska, Brama Morawska) do Alp, następnie częściowo przez Hiszpanię, częściowo zaś przez Włochy na południe do Afryki,
- szlak bliskowschodni (bałkański) na południe i wschód, wzdłuż wschodnich brzegów morza śródziemnego do Afryki, ale też częściowo przez Bliski Wschód dalej na wschód (m.in. do Indii).

Niezależnie od konkretnego szlaku migracji większość wędrówek ptaków nad obszarami lądowymi Europy w tym Polski, odbywa się tzw. szerokim frontem, bez wyraźnego przywiązania do specyficznych cech krajobrazu, co również łączy się z łatwym pokonywaniem niewielkich barier jak doliny rzeczne czy mniejsze pasma górskie. Lokalne okresowe koncentracje migracji np. wzdłuż dużych kompleksów leśnych i zbiorników wodnych, czy dolin rzecznych są wynikiem warunków pogodowych i mogą być bardzo zróżnicowane w kolejnych sezonach i latach. Miejsca te zasadniczo służą jako miejsca odpoczynku i żerowania, dlatego skupiają większe liczebności ptaków w okresie migracji, a nie koniecznie muszą pełnić rolę korytarza migracyjnego. Natomiast nocne migracje, z uwagi na wyższy pułap lecących ptaków w jeszcze mniejszym stopniu związane są z cechami krajobrazu. Dlatego też na olbrzymiej większości obszaru Polski nie sposób wyróżnić korytarzy migracyjnych, a dynamika przelotu uzależniona jest głównie od warunków pogodowych. Natomiast istotnie wyraźne skoncentrowanie strumienia migracji występują wzdłuż wybrzeża Bałtyku (szlak atlantycki). Skupienie przelotu wzdłuż wybrzeża wynika z obecności wyraźnej bariery, jaką stanowi duży obszar morski. Olbrzymia większość ptaków, które dolatują do brzegu morza, migruje wzdłuż linii brzegowej, dając możliwość odpoczynku, żerowania a także ucieczki przed drapieżnikami. Również na obszarach podgórskich notowane są większe koncentracje ptaków, choć zdecydowanie mniejsze niż na wybrzeżu. Związane jest to z obecnością bariery pasm górskich oraz ze zmianami kierunków i warunków migracji związanych z warunkami pogodowymi. Szczególnie duże koncentracje ptaków występują tu przede wszystkim w rejonie zbiorników wodnych (kompleksy stawów, zbiorniki zaporowe) oraz w mniejszej skali w rejonach niektórych przełęczy górskich.

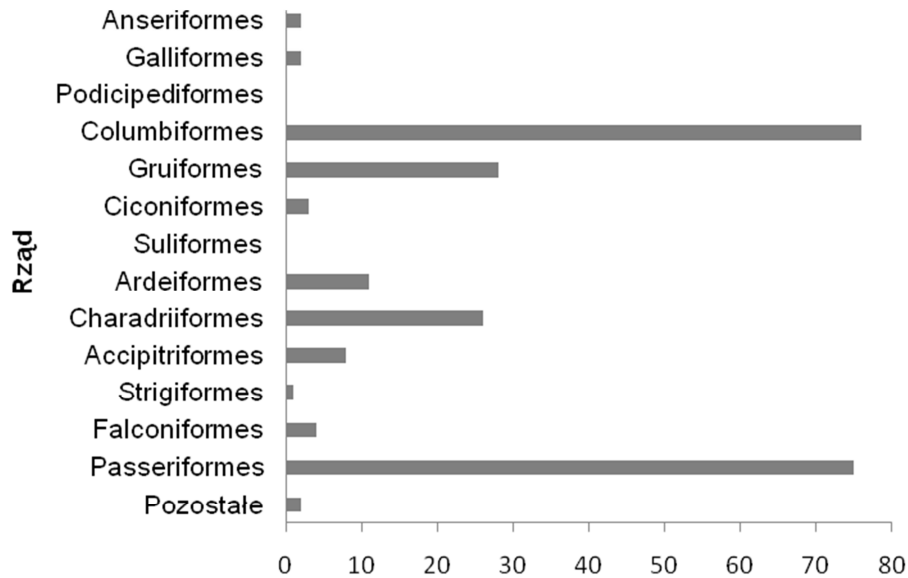


Rys. 3. Schematyczny obraz wędrówki ptaków nad Polską. Pokazano przybliżony obszar zintensyfikowania przelotu (czerwona duża strzałka) wzdłuż wybrzeża Bałtyku (szlak atlantycki). Jednak na olbrzymiej większości obszaru Polski migracja zachodzi tzw. szerokim frontem z dwoma generalnymi kierunkami: południowo-zachodnim (czerwony) oraz południowo-wschodnim (niebieski).

Wzrost natężenia kolizji związany jest z pokonywaniem przez wędrujące ptaki wielkich dystansów, na których napotykać rozległą sieć infrastruktury elektroenergetycznej. Ważnym czynnikiem wpływającym na ryzyko kolizji jest więc rozmieszczenie linii energetycznych (Winkelman 1992a, 1992c, Bevanger 1994). Wysoka kolizyjność notowana jest w przypadku lokalizacji inwestycji w pobliżu miejsc regularnych koncentracji ptaków (żerowiska, noclegowiska), jak również na trasie przemieszczeń związanych z migracją lub pomiędzy żerowiskami a noclegowiskami (np.: Scott i in. 1972, Faanes 1987, Henderson i in. 1996, Exo i in. 2003, Everaert i Stienen 2006, APLIC 2012). Bardzo często natężenie migracji (mierzone np. liczbą ptaków przelatujących na godzinę obserwacji) jest znacznie wyższe wzdłuż naturalnych elementów krajobrazu, takich jak wybrzeża morskie, czy grzbiety górskie. Dodatkowo w wielu wypadkach są to również obszary korytarzy migracyjnych lub nawet tzw. wąskie gardła migracji (np. mierzeje, cieśniny). Realizacja inwestycji w obrębie takich elementów krajobrazu potęguje ryzyko wystąpienia kolizji (Alerstam 1990, Richardson 2000).

Scott i inni (1972) prowadzili cotygodniowe poszukiwania martwych ptaków wzdłuż kilometrowego odcinka linii wysokich napięć (400 kV) w miejscu znajdującym się na trasie migracji ptaków (Dungeness, hrabstwo Kent w Wielkiej Brytanii). Stwierdzili 1285 martwych

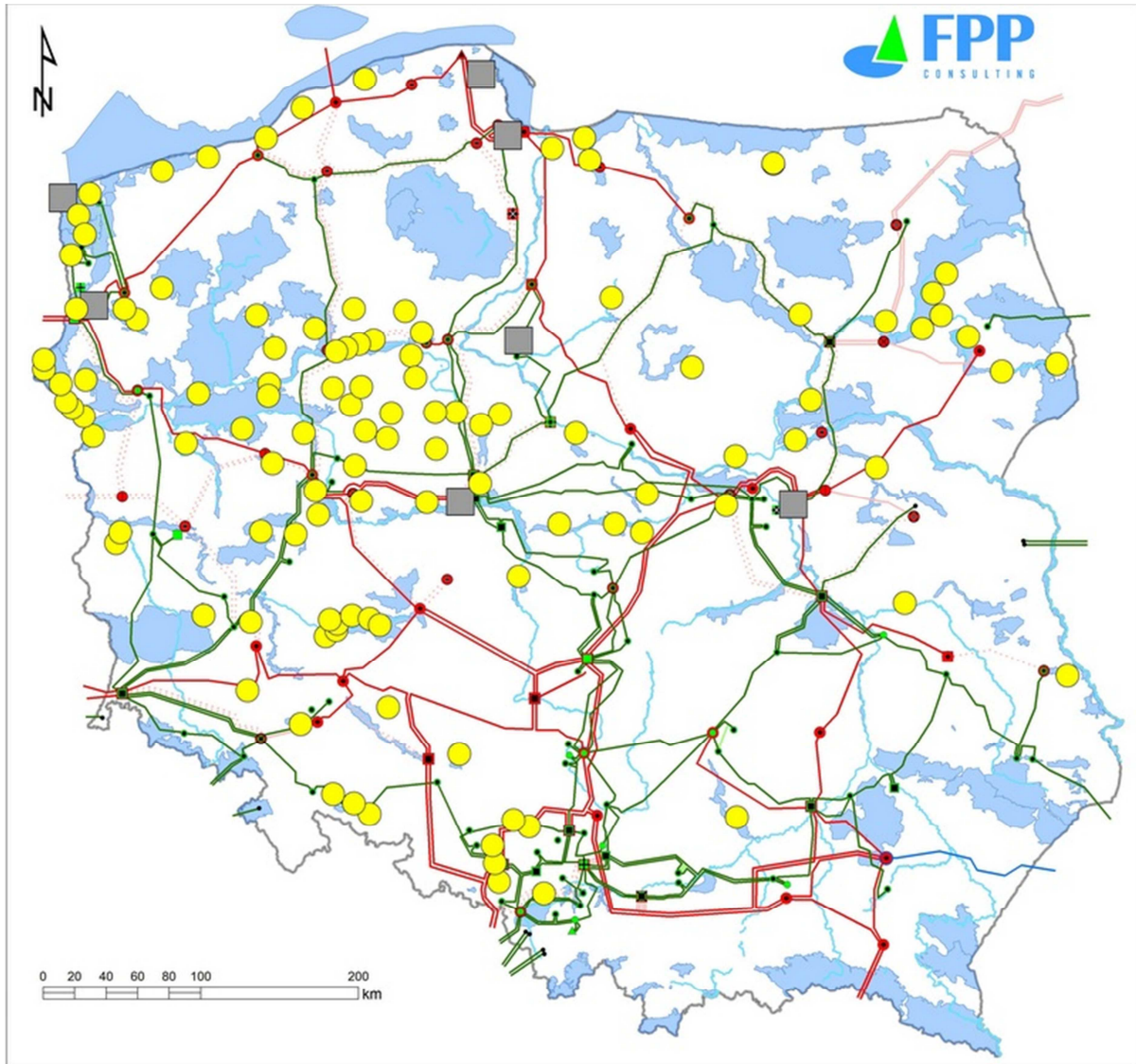
ptaków z 75 gatunków w okresie sześciu lat badań, w tym głównie gatunki nocnych migrantów (drozdy, pokrzewki i chruściele). Duńskie wyniki (Andersen-Harild i Bloch 1973) również wskazują na wysoki odsetek (40%) nocnych migrantów z grupy wróblowych w składzie ofiar kolizji. Potwierdzają to także dane z terenu Hiszpanii (Alonso i Alonso 1999a) (Wyk. 3).



Wykres 3. Skład ofiar kolizji z liniami napowietrznymi wg badań w Hiszpanii (Alonso i Alonso 1999a). Brak słupków wskazuje na brak ofiar w podanych rzędach ptaków.

Porażenia odgrywają większą rolę w miejscach koncentracji migrujących ptaków, na zimowiskach lub w punktach przystankowych. Na obszarze jesienno-zimowej koncentracji ptaków w Kazachstanie odkryto pozostałości kilkuset ptaków na odcinku 11 kilometrów, a składzie ofiar znalazło się 200 pustulek *Falco tinnunculus*, 48 orłów stepowych *Aquila nipalensis*, dwa orły cesarskie *A. heliaca*, jeden bielik *Haliaeetus albicilla* oraz jeden sęp kasztanowaty *Aegypius monachus* (Haas i in. 2003). W Grecji na niewielkim obszarze w pobliżu Aten wskutek porażen zginęło w ciągu trzech dni sierpnia 2009 r. ok. 200 migrujących bocianów białych, siadających na linii średniego napięcia (Stets 2009). Shobrak (2012) opisuje przypadek odkrycia pod linią wysokiego napięcia 150 martwych bocianów białych w Arabii Saudyjskiej. Odkrycia dokonano jednego dnia sierpnia, a wszystkie ofiary znaleziono na 6 km odcinku pod linią przesyłową. Ten sam autor w latach 2008-2011, prowadząc badania w południowej części Arabii Saudyjskiej, stwierdził wzdłuż 100 kilometrowego odcinka linii wysokiego napięcia 532 ofiary kontaktu z przewodami, w tym 254 bociany białe oraz 170 przepiórki *Coturnix coturnix*.

We wschodniej Afryce straty wśród migrujących ścierwników *Neophron percnopterus*, spowodowane porażeniami prądem na liniach przesyłowych, mogą w dużym stopniu odpowiadać za zmniejszenie się liczebności populacji tego gatunku w Europie i na Bliskim Wschodzie (Nikolaus 1984, Angelov i in. 2012).



Rys. 4. Rejony licznego i regularnego występowania gęsi (noclegowiska pow. 1000 osobników) – żółte kółka, oraz składowiska śmieci skupiające stada żerujących mew w stadach pow. 5000 osobników – szare kwadraty (Ławicki i in. 2012, Meissner, Betleja 2007, dane własne).

2.5 KOLIZJE Z LINIAMI

Kolizje ptaków z liniami napowietrznymi są bardzo istotną przyczyną bezpośrednich strat w populacjach ptaków. Śmiertelność spowodowana jest zderzeniem zarówno z przewodami, jak też konstrukcjami nośnymi (słupami). Przy czym zjawisko kolizji ze słupami trakcji jest w istocie bardzo zbliżone do kolizji ptaków z np. wieżami przesyłowymi lub innymi wysokimi konstrukcjami. Na zjawisko kolizji mają wpływ zarówno fizyczne parametry linii przesyłowych, ich rozmieszczenie względem siedlisk, miejsc koncentracji, lęgów, korytarzy migracyjnych, jak i zachowanie ptaków (wynikające m.in. z anatomii i morfologii) poszczególnych gatunków, czy grup gatunków ptaków.

2.6 PRZYCZYNY KOLIZJI

Na ryzyko wystąpienia kolizji wpływa szereg czynników związanych z lokalizacją i parametrami technicznymi linii. Do najważniejszych można zaliczyć rodzaj siedlisk i charakter użytkowania gruntów w sąsiedztwie linii, rozmieszczenie żerowisk, noclegowisk, położenie linii

względem korytarzy migracyjnych i miejsc koncentracji, czy też wreszcie parametry techniczne i sam układ przewodów (APLIC 2012). Na kolizje wpływ ma również szereg cech ptaków, takich jak morfologia i parametry lotu, specyfika widzenia, wiek, skłonność do tworzenia stad i inne (Alerstam 1990, Bevanger 1994, 1998, Henderson i in. 1996, Ogden 1996, Alonso i Alonso 1999b, Richardson 2000, Larsen i Clausen 2002, Everaert i Stienen 2006, APLIC 2012). Są one znacznie zróżnicowane wśród poszczególnych rzędów ptaków, czyniąc je mniej lub bardziej podatnymi na kolizje. Najważniejsze spośród rozpoznanych dotąd czynników związanych z biologią ptaków, odpowiadających za poziom śmiertelności wskutek kolizji, omówiono poniżej.

Morfologia i parametry lotu

Ewolucyjne przystosowania gatunków i grup gatunków do specyficznych właściwości lotu mają swoje odzwierciedlenie w anatomii i morfologii ptaków. I tak, gatunki o dużym obciążeniu powierzchni skrzydeł (w g/cm²) (takie jak perkozy, kaczki, szpaki) zazwyczaj charakteryzują się szybkim i stosunkowo mało zwinnym lotem. Ich zdolność do szybkich zmian kierunku lotu jest ograniczona, a zatem i możliwość omijania przeszkód. Z drugiej strony, gatunki duże i stosunkowo lekkie (z małym obciążeniem powierzchni skrzydeł) do lotu wykorzystują przede wszystkim termikę i ruchy powietrza (orły, bociany) (Viedeler 2006). Natomiast pułap przelotu dla znacznej większości gatunków zależy od topografii, pory dnia i przede wszystkim warunków atmosferycznych, w tym wiatru (często zależnego od ukształtowania terenu), temperatury i wilgotności powietrza (Shamoun-Baranes i van Gasteren 2011, Elkins 1983, Alerstam 1990). Na wysokość przelotu może również pośrednio wpływać przebywany dystans, tj. odległość do punktu docelowego. Krótkie przeloty lokalne pomiędzy żerowiskami a noclegowiskami czy w obrębie łągowisk, odbywają się zwykle na niskim pułapie (Drewitt i Langston 2008), co zwiększa ryzyko wystąpienia kolizji. Z drugiej strony, nawet lokalne przeloty ptaków szponiastych na żerowiska mogą odbywać się na bardzo wysokich pułapach. Z kolei długodystansowe przeloty migracyjne, zwłaszcza nocne i przy korzystnych warunkach pogodowych, u większości gatunków w Europie odbywają się na wysokości od kilkuset metrów do około 3 kilometrów, a więc znacznie powyżej pułapu najwyższych konstrukcji elektroenergetycznych (Kahlert i in. 2012).

Niekorzystne warunki pogodowe, takie jak mgła, deszcz, śnieg, ograniczają widoczność, a tym samym efektywność omijania przeszkód. Podczas silniejszych wiatrów przeciwnych do kierunku wędrówki, a także przy niskiej podstawie chmur, ptaki obniżają wysokość przelotu, co zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji (Bruderer 1980, Elkins 1983, Alerstam 1990, Richardson 2000, APLIC 2012).

Budowa aparatu wzroku ptaków

Wobec doskonałości zmysłu wzroku u ptaków dziwić może fakt dużej częstości kolizji, zwłaszcza w warunkach pełnej widoczności (Drewitt i Langston 2008). Przyczyną może być różna od ludzkiej specyfika widzenia ptaków, związana z odmienną budową siatkówki, polem widzenia i przetwarzaniem przez mózg uzyskanej informacji wizualnej (Bowmaker i in. 1997, Shimizu i Bowers 1999, Reiner i in. 2005, Martin i Osorio 2008, Hunt i in. 2009). Różnice w widzeniu występują również w obrębie gromady ptaków, pomiędzy poszczególnymi rodzinami czy gatunkami, co związane jest z budową anatomiczną charakterystyczną dla danej grupy systematycznej (Martin 2011). Kluczowe znaczenie ma przy tym specyficzna gatunkowo wielkość obszaru niewidzenia (tzw. martwe lub ślepe pola widzenia), znajdującego się nad i/lub pod obszarem widzenia dwuocznego. W przypadku ptaka w locie, obecność obszaru niewidzenia może go chwilowo pozbawiać widzenia w kierunku lotu (np. gdy skieruje głowę ku dołowi), utrudniając zauważenie ewentualnych przeszkód. Ptaki o stosunkowo małych zdolnościach dwuocznego widzenia i dużych obszarach niewidzenia to np. ptaki drapieżne, żurawie i dropie, a więc ptaki często notowane jako ofiary kolizji z liniami energetycznymi (Martin i Shaw 2010). Z drugiej jednak strony, efekt ten może być kompensowany przez częste kręcenie głową. Może to

wiązać się z możliwością wykrycia przeszkody, lecz przy jednoczesnym ograniczeniu możliwości odczytania prawidłowej odległości (przy małym polu widzenia stereoskopowego).

Częstość kolizji wynika także ze stosunkowo niedawnego pojawienia się przewodów elektrycznych w przestrzeni powietrznej. W kategoriach ewolucyjnych, przestrzeń powietrzna jest środowiskiem przewidywalnym, wolnym od niespodziewanych przeszkód i pozwalającym na postrzeganie otoczenia raczej pod kątem wczesnego wykrycia powietrznego drapieżnika, naziemnej ofiary czy miejsca odpoczynku, a nie zagrażającej życiu przeszkody. Dodatkowo horyzontalny przebieg linii przesyłowych może powodować ich słabszą percepcję na tle innych poziomych i zmiennych cech krajobrazu (linia wierzchołków drzew w lasach, kolorystyka pól, jak również innych liniowych elementów krajobrazu, jak szpalery drzew).

Reasumując, budowa aparatu wzroku i wynikający stąd sposób widzenia ptaków, jak również charakter przeszkody jaką stanowią linie energetyczne, mogą mieć silny związek ze zjawiskiem kolizji tych zwierząt, gdyż:

- nawet w sytuacji patrzenia w kierunku lotu, uzyskiwany obraz może charakteryzować niska rozdzielczość, czego może nie rekompensować nawet częste kręcenie głową, bowiem widzenie szczegółowe uzyskiwane jest dzięki bocznym polom widzenia,
- skutek ewolucyjnie nabytej ograniczonej percepcji w stosunku do nieprzewidywalnych dla ptaków – antropogenicznych – obiektów, ptaki w locie mogą ich nie dostrzegać nawet patrząc przed siebie,
- prędkość lotu i spowolnienie w reakcji na przeszkodę mogą być niedostosowane do tempa uzyskiwanego sygnału wzrokowego, zwłaszcza w warunkach niedostatecznej widoczności (Martin 2011).

Wiek ptaków

Wśród ofiar kolizji uwagę zwraca wysoki odsetek osobników młodocianych (Rose i Baillie 1989, Bevanger 1998, Bayle 1999, Drewitt i Langston 2008). Może to wynikać z niewielkiego doświadczenia młodych osobników, także w lokalizacji zagrożeń na trasie wędrówki i dużej intensywności przemieszczania się w okresie dyspersji połęgowej (Bevanger 1998, Drewitt i Langston 2008, APLIC 2012, Brown 1992, Crowder i Rhodes 2001). Stąd niektórzy zakładają, że niższe ryzyko kolizji powinno charakteryzować dorosłe osobniki osiadłych gatunków ptaków (znajomość lokalizacji linii, wynikająca z efektu habituacji). Na wysoki odsetek osobników młodocianych wśród ofiar kolizji zapewne wpływa również fakt, że osobniki takie stanowią na ogół większość populacji danego gatunku szczególnie w okresie dłuższej jesiennej wędrówki (Bevanger 1998).

Zachowania

Ważnym czynnikiem kolizyjności są również zachowania ptaków w powietrzu i związany z tym sposób użytkowania przestrzeni powietrznej. Zachowania te wpływają na poziom śmiertelności różnych gatunków ptaków. Za sprzyjające zwiększonemu ryzyku kolizji uważa się wykorzystywanie wznoszących prądów powietrza, przeloty w słabych warunkach oświetlenia, w tym w nocy, loty tokowe czy też pościg za ofiarą (Scott i in. 1972; Faanes 1987; Rose i Baillie 1989; Alerstam 1990; Alonso i Alonso 1999a; Richardson 2000; Larsen i Clausen 2002, Jenkins i in. 2010, APLIC 2012). Przeloty w stadach mogą dodatkowo zwiększać ryzyko kolizji z liniami energetycznymi (Brown 1992, APLIC 1994, Bevanger 1994, Hunting 2002, APLIC 2012). Wiąże się to z mniejszym skupieniem uwagi i ograniczoną przewidywalnością oraz pewnym opóźnieniem reakcji (zmianą kierunku, pułapu lotu), na przykład u ptaków podążających za osobnikiem wiodącym grupę (Alonso i Alonso 1999a, Pettersson 2005).

2.7 JAKIE PTAKI NAJCZĘŚCIEJ ULEGAJĄ KOLIZJOM?

Podatność na zderzenia z liniami nie jest wśród gatunków ptaków jednakowa i odzwierciedla wielką różnorodność tej grupy zwierząt (Drewitt i Langston 2008, APLIC 2012).

Budowa aparatu wzroku wpływa na zdolność wykrywania przeszkód (Bevanger 1994, Drewitt i Langston 2008), a wielkość, masa i proporcje ciała (w tym budowa skrzydeł) przekładają się na szybkość i precyzję reakcji. Warunkują one też charakter lotu poszczególnych gatunków (Brown 1992, Bevanger 1994, Rubolini i in. 2005, APLIC 2012). Ponieważ cechy te są specyficzne gatunkowo, ich efektem jest też zróżnicowana podatność na kolizje w obrębie gromady ptaków.



Fot. 4. Batalion *Philomachus pugnax*, ofiara kolizji, okolica wsi Brzostowo, Biebrzański Park Narodowy, 2012 r. Ten ranny osobnik oraz 16 innych, które nie przeżyły kolizji z linią średniego napięcia, żerowały w stadzie ok. 3500 batalionów na polu położonym na skraju doliny Biebrzy. Fot. I. K.

Bevanger (1998), Janss (2000), Haas i in. (2003) oraz Jenkins i in. (2010) wskazują, że szczególnie narażone są następujące grupy ptaków: dropie *Otidiformes*, żurawie *Gruidae*, bocianowe *Ciconiformes*, pelikany *Pelicanidae*, blaszkodziobe *Anseriformes*, chruściele *Rallidae*, sowy *Strigiformes*, ptaki szponiaste *Accipitriformes*, niektóre gatunki kurowatych *Phasianidae* oraz niektóre siewkowce *Charadrii* i bekasowate *Scolopacidae*. Są to gatunki ptaków charakteryzujące się stosunkowo dużą masą ciała w połączeniu z małą powierzchnią skrzydeł/ogona lub też gatunki o dużych rozmiarach i małej zwrotności. Niektóre badania wskazują również na podwyższoną kolizyjność wśród gatunków rozwijających w powietrzu duże prędkości, w szczególności gołębi *Columbinae*, niektórych siewkowych *Charadriiformes*, przepiórek *Coturnix coturnix*, sokołów *Falco columbarius* i *F. peregrinus* (Rose i Baillie 1989, Alonso i Alonso 1999a, Hunting 2002, Drewitt i Langston 2008). Charakterystyka ta znajduje potwierdzenie w licznych danych empirycznych (Tab. 3) (np.: Drewien 1973, Faanes 1987, Crivelli i in. 1988, Lockman 1988, Rose i Baillie 1989, Miquet 1990, Huckabee 1993, Lewis 1993, Bevanger 1995, Bevanger 1998, Bevanger i Brøseth 2004, Stake 2009, Horváth i in. 2011, APLIC 2012).

Tab. 4. Podatność wybranych grup taksonomicznych ptaków na śmiertelność powodowaną przez porażenia prądem i kolizje z przewodami linii elektroenergetycznych (wg Haas et al. 2003, zmienione). Grupy uporządkowano według rosnącej podatności na oddziaływanie. Kategorie zagrożenia: 0 – brak stwierdzonych przypadków śmierci lub niskie ich prawdopodobieństwo; I – przypadki notowane, brak zagrożenia dla populacji ptaków; II – liczne przypadki notowane regionalnie lub lokalnie, niemniej bez znaczącego wpływu dla populacji; III – główny czynnik śmiertelności, poszczególne gatunki są zagrożone wyginięciem lokalnie lub na większą skalę.

Grupa taksonomiczna	porażenia prądem	zderzenia z przewodami
Alki <i>Alcidae</i>	0	I
burzykowane <i>Procellariidae</i> , głuptaki <i>Sulidae</i>	0	I - II
nury <i>Gavidae</i> , perkozy <i>Podicipedidae</i> , flamingi <i>Phoenicopteridae</i> , kaczkowate <i>Anatidae</i> , stępówki <i>Pteroclididae</i> , kukułki <i>Cuculinae</i> , lelkwate <i>Caprimulgidae</i> , jerzyki <i>Apodidae</i>	0	II
bażanty <i>Phasianinae</i> , chruściele <i>Rallidae</i> , żurawie <i>Gruidae</i>	0	II - III
dropie <i>Otididae</i>	0	III
rybitwy <i>Sternidae</i> , żołąny <i>Meropidae</i>	0 - I	II
kormorany <i>Phalacrocoracidae</i> , czaplówate <i>Ardeidae</i> , ibisowate <i>Threskiornithidae</i> , wydrzyki <i>Stercoraridae</i> , mewy <i>Laridae</i> , dudki <i>Upupidae</i> , zimorodkowate <i>Alcedinidae</i> , kraski <i>Coraciidae</i> , dzięciołowate <i>Picidae</i> , małe i średniej wielkości wróblowe <i>Passeriformes</i>	I	II
pelikany <i>Pelecanidae</i> , siewczkowate <i>Charadriidae</i> , bekasowate <i>Scolopacidae</i>	I	II - III
sowy <i>Strigiformes</i>	I - II	II - III
gołębie <i>Columbinae</i>	II	II
szponiaste <i>Accipitriformes</i> , sokołowe <i>Falconiformes</i> , krukowate <i>Corvidae</i>	II - III	I - II
bocianowate <i>Ciconidae</i>	III	III

2.8 PORAŻENIA PRĄDEM

Wraz z kolizjami, porażenia prądem stanowią drugi najbardziej znaczący rodzaj oddziaływania linii napowietrznych na ptaki. Do porażen najczęściej dochodzi w chwili lądowania ptaków na szczycie słupów, gdy ptak łączy swymi kończynami elementy o różnych potencjałach. Zdarzają się też porażenia przez zwarcie powodowane przez ptaki przelatujące pomiędzy wiszącymi przewodami, jednak dzieje się tak nieporównywalnie rzadziej.

Linie średniego napięcia, w odróżnieniu od linii wysokiego i najwyższego napięcia, charakteryzują się mniejszym ryzykiem kolizji lecących ptaków z przewodami, zaś większym prawdopodobieństwem porażen prądem. Przewody są zlokalizowane blisko siebie, przez co są bardziej widoczne oraz znajdują się na niższych wysokościach, co łącznie redukuje skalę kolizyjności. Natomiast typowe jest tu zjawisko porażen prądem, będące z kolei wyjątkowym na liniach wysokiego napięcia. Szczególnie narażone są średnie i duże ptaki chętnie wykorzystujące słupy jako czatownie, miejsca odpoczynku, nocowania czy gniazdowania (ptaki szponiaste, sowy, krukowate, bociany). Wysoka śmiertelność na słupach linii średniego napięcia wynika ze stosowanych konstrukcji, w których często łączy się zbieg niekorzystnych rozwiązań

zwiększających ryzyko porażenia, takich jak niewielka odległość między przewodami fazowymi, krótkie izolatory (zwykle izolatory stojące), uziemienie jakim jest sam słup.

2.9 PRZYCZYNY PORAŻEŃ

Porażenie następuje w sytuacji dotknięcia przez ptaka elementów linii o różnych potencjałach, np. przewodów różnych faz lub jednocześnie przewodu fazowego i elementu uziemionego (Bevanger 1998). Ma więc ono związek z odległością dzielącą przewody lub urządzenia uziemiające, a także z rozmiarami ptaka. Wypadki porażenia ptaków prądem elektrycznym są związane z zastosowaną konstrukcją podpór, w tym poprzeczników i mocowanych na nich izolatorów, sprzyjającą spowodowaniu zwarcia przez ptaki. W przypadku krótkich izolatorów oraz słupów wykonanych z drewna (które tracą swoją oporność podczas silnego deszczu) ryzyko porażenia jest szczególnie wysokie.

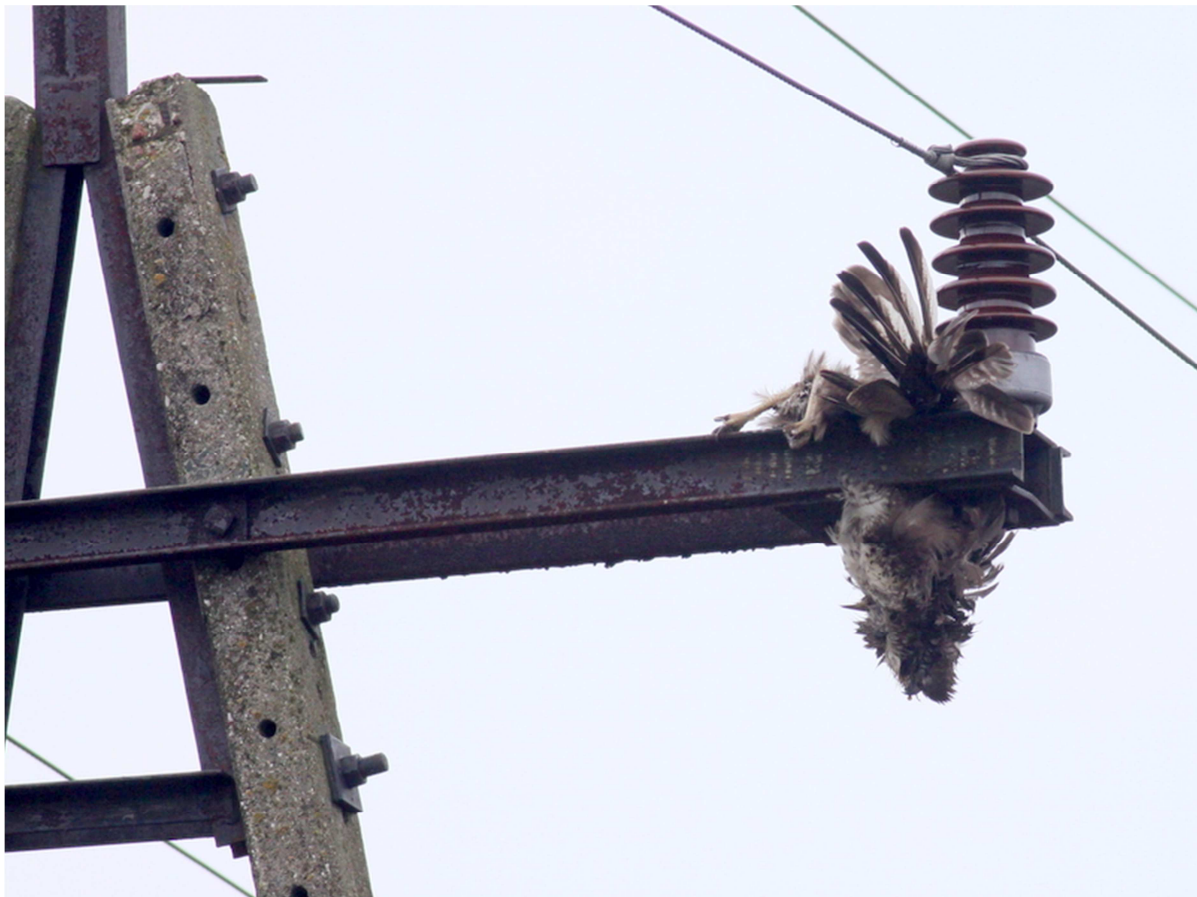
Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym częstości porażeń jest sam fakt zlokalizowania linii i jej niebezpiecznych elementów. Linie elektroenergetyczne znajdujące się w pobliżu miejsc koncentracji ptaków, w rejonach żerowisk, czy miejsc lęgowych mogą być szczególnie atrakcyjne jako miejsca przesiadywania, odpoczynku lub jako czatownie. W przypadku obecności w takich miejscach konstrukcji niebezpiecznych dla ptaków, mogą one wywoływać znaczną śmiertelność. Typową sytuacją jest rozłącznik usytuowany na szczycie słupa, który w przypadku częstego przebywania w okolicy bocianów białych, czy ptaków drapieżnych stanowi dla nich śmiertelne niebezpieczeństwo. Przy próbie lądowania na takim słupie, te znacznej wielkości ptaki łatwo ulegają porażeniu. Słupy takie mogą generować nieproporcjonalnie wysoką śmiertelność, stąd ich popularne określenie „słupy zabójcy” (ang. „killer poles”). Przykładowo, na dwóch stacjach transformatorowych na Mazowszu w ciągu zaledwie jednego dnia zginęło 16 młodych bocianów białych (Kaługa i Tryjanowski 2012). Pod jednym ze słupów w okolicy wysypiska śmieci w południowych Niemczech podczas jednej wizyty znaleziono pozostałości 28 ptaków, w tym czterech puchaczy *Bubo bubo* oraz trzech kań (*Milvus migrans* i *Milvus milvus*) (Haas i in. 2003). Pod 25 słupami monitorowanymi na Mazowszu śmiertelność bociana białego w wyniku porażenia prądem wynosiła w latach 2008-2010 średnio od 1,52 do 2,48 osobnika na jeden słup energetyczny rocznie (Kaługa i in. 2011). W związku z tym, że jest możliwość stosowania konstrukcji bezpiecznych dla ptaków, słupy takie powinny być sukcesywnie wycofywane z użycia lub modernizowane poprzez przenoszenie niebezpiecznych elementów na boczną część słupa.

Poza wymienionymi powyżej czynnikami także metalowa konstrukcja niektórych słupów sprawia, że siedzące na nich ptaki narażone są na porażenia. Jest to efektem siadania na poprzecznikach przy jednoczesnym dotknięciu jednego z przewodów (Janss i Ferrer 1999b). Natomiast duża dostępność naturalnych czatowni w danym rejonie powoduje, że ptaki rzadziej korzystają ze słupów elektrycznych (Harlow i Bloom 1989, Manville 2005). Dzieje się tak w przypadku bielika amerykańskiego, który stosunkowo rzadko pada ofiarą porażenia, gdyż występuje na terenach zalesionych i sporadycznie siada na słupach linii przesyłowych (Stalmaster 1987). Choć nie można wykluczyć w tym przypadku preferencji danego gatunku, który może unikać siadania na słupach.

Pióra ptaków są dobrym izolatorem, dlatego nierzadko nie dochodzi do porażeń nawet wtedy, gdy ptak dotyka nimi przewodów o różnych potencjałach. Jednak mokre pióra tracą tę właściwość i podczas opadów deszczu częściej dochodzi do porażeń. Intensywne opady powodują również uziemienie drewnianych (w stanie suchym nieprzewodzących prądu) słupów, co powoduje, że wówczas ptakom stosunkowo łatwo jest wywołać spięcie między przewodem fazowym a poprzecznikiem.

2.10 JAKIE PTAKI ULEGAJĄ PORAZENIU?

Jak pokazują powyższe przykłady, ryzyko porażenia rośnie wraz z rozmiarami ptaka, poczynając od gatunków wielkości kawki *Corvus monedula*. Biorąc pod uwagę liczebność i skład gatunkowy znajdujących ofiar, ptaki szczególnie narażone na ten rodzaj oddziaływania linii najczęściej należą do rzędów *Ciconiformes*, *Accipitriformes*, *Falconiformes*, *Columbiformes*, *Strigiformes* i *Passeriformes* (głównie krukowate *Corvidae*, niektóre drozdy *Turdidae*) (Tab. 4, Wyk. 3) (Bevanger 1994b, Bevanger 1998, Garrido i Fernandez-Cruz 2003, Schaub i Pradel 2004, Manville 2005, Tryjanowski i in. 2006, Tinto i in. 2010, Kaługa i in. 2011, Horváth i in. 2011). Wśród ptaków szponiastych porażenia uważane są za jedną z głównych nienaturalnych przyczyn śmiertelności (Bevanger 1998, Real i in. 2001, Gonzalez i in. 2007, Lehman i in. 2007, Guil i in. 2011). Szponiastymi najczęściej ginącymi w wyniku porażenia w Europie są myszołów (*Buteo buteo*), kania czarna (*Milvus migrans*) i ruda (*Milvus milvus*) oraz pustułka (*Falco tinnunculus*) (Lehman 2007). W USA częstymi ofiarami porażenia prądem są duże orły (Boeker i Nickerson 1975, Benson 1981, Harness i Wilson 2001, Manville 2005), a w Afryce sępy (Ledger i Annegarn 1981, Ledger 1984, Krüger 1999).



Fot. 5. Myszołów *Buteo buteo* na słupie linii średniego napięcia z izolatorami stojącymi. Znaczna rozpiętość skrzydeł (do 120 cm), pospolitość gatunku oraz strategia polowania z zasiadki z eksponowanych miejsc powodują, że jest on najczęściej stwierdzaną ofiarą porażenia w Europie (Lehman 2007). Fot. B. Więckowska.

Obecność ptaków wróblowych wśród ofiar porażenia dotyczy w szczególności krukowatych, jednak notowane są także gatunki o małych rozmiarach ciała takie jak wróbel *Passer domesticus*, szpak *Sturnus vulgaris*, kłaskawka *Saxicola torquata* (Kroodsma i Van Dyke 1985, Negro i Ferrer 1995, Janss i Ferrer 1999, Haas i in. 2005). Wynika to z dużego zróżnicowania stosowanych obecnie rozwiązań dla instalacji tego typu (np. na liniach średnich napięć odległość pomiędzy przewodem pod napięciem a uziemioną konstrukcją słupa wynosi

zaledwie 25-30 cm), a także z faktu, że porażenie może nastąpić za pośrednictwem ciała innego osobnika. Jeśli na przewodach wylądzuje nawet zaledwie kilka drobnych ptaków, prąd może przepłynąć przez stykające się osobniki (Bevanger i Thingstad 1988). Prawdopodobieństwo takiego typu porażenia wzrasta oczywiście, gdy mamy do czynienia ze stadem kilkudziesięciu lub kilkuset ptaków (szpaki, gołębie).

2.11 ZAJĘCIE TERENU I UTRATA SIEDLISK

Poza bezpośrednim oddziaływaniem przewodów napowietrznych i ich infrastruktury na ptaki (kolizje i porażenia), linie elektroenergetyczne generują również oddziaływania pośrednie, wpływając w różnym stopniu na środowisko na etapie ich powstawania i eksploatacji. Budowa nowej linii elektroenergetycznej związana jest z przekształceniem lub likwidacją różnej wielkości siedlisk przyrodniczych, będących miejscami żerowania lub gniazdowania ptaków. Posadowienie konstrukcji wsporczych (słupów), których wielkość zależy od zastosowanych rozwiązań technicznych (kratowy czy rurowy) i mocy linii, prowadzi do efektywnego ubytku terenów. Przy liniach niskich napięć słupy zajmują mniejszą powierzchnię gruntu, są jednak gęściej rozmieszczone niż przy wyższych napięciach.

Stopień oddziaływania linii silnie zależy również od jej przebiegu. Szczególną ingerencję stanowi prowadzenie linii poprzez tereny zadrzewione. Wiąże się to z wycinką różnej szerokości pasa drzew – do 70 m w przypadku linii wysokich napięć. W celu ograniczenia wycinki drzewostanu (a zatem zmiany w siedliskach) coraz częściej stosuje się słupy leśne (o węższym pasie koniecznym do wycinki – do 32 m, dzięki zastosowaniu węższego układu przewodów) oraz słupy nadleśne (które utrzymują przewody wysoko nad lasem, ograniczając powierzchnię wycinki lasu jedynie do obszaru dróg dojazdowych i posadowienia słupa). Utworzenie takiego „korytarza” w drzewostanie prowadzi do niekorzystnego zjawiska fragmentacji obszarów leśnych (Fiedler 1993, Bevanger 1998, Broadbent i in. 2008), naraża na oddziaływania bezpośrednie szczególnie różnorodnie, leśne zespoły ptaków. Dotyczy to np. wyraźnie zwiększonego ryzyka kolizji ptaków przelatujących pomiędzy przeciętymi linią przesyłową dwoma częściami obszarów leśnych. Jednak gatunki wymagające większych luk w drzewostanie lub preferujące skraje lasu (efekt ekotonu) (np. gąsiorek *Lanius collurio*, lerka *Lullula arborea*, makolągwa *Carduelis cannabina*), mogą odnosić wyraźne korzyści w sytuacji przebiegu linii przez obszary leśne.

2.12 WPŁYW POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO (PEM)

Organizmy żywe wytworzyły pewien stopień adaptacji do naturalnych pól elektromagnetycznych, natomiast tolerancja w stosunku do źródeł sztucznych jest prawdopodobnie mniejsza. Średnio gospodarstwa domowe w Kanadzie wytwarzają pola do 4 μT (T – tesli), we wnętrzu tramwaju zaś może wartość ta sięgać znacznie powyżej 50 μT (Hydro-Quebec 1989). Potencjał oddziaływania pola elektromagnetycznego spada gwałtownie wraz z odległością od jego źródła. I tak np. linia przesyłowa o wartości 735 kV wytwarza PEM, które na ziemi osiąga wartości ok. 13 μT bezpośrednio pod sobą, ok. 9 μT w odległości 20 m oraz ok. 4 μT w odległości 40 m od linii przesyłowej. Natomiast PEM w odległości 30 cm od odkurzacza może sięgać ok. 20 μT (Hydr-Quebec 2009, FORS 1999). Potencjalne ryzyko negatywnego oddziaływania na organizmy obejmują zaburzenia układu nerwowego, fizjologii i procesów reprodukcji oraz zagrożenia związane z rozwojem nowotworów. Jednakże w przypadku ludzi (na podstawie badań na zwierzętach) ryzyko to jest określane jako minimalne (Fernie i Reynolds 2005, WHO 2013).

Spśród niewielkiej liczby opracowań podejmujących kwestię oddziaływania pola elektromagnetycznego na ptaki, większość wskazuje na jego negatywny wpływ (Balmori 2005, Fernie i Reynolds 2005). Ekspozycja na PEM może w pewnych warunkach zmieniać zachowania i fizjologię ptaków, odbijając się negatywnie na ich reprodukcji i rozwoju. Fernie i in. (2000b)

badali wpływ pola na biologię rozrodu pustułki amerykańskiej *Falco sparverius* w warunkach hodowlanych. Ptaki poddane ekspozycji na podwyższone natężenie PEM składały jaja o cieńszej skorupce, które jednak były większe (większe żółtko i zawartość białka), a ich embryony charakteryzowały się większymi rozmiarami. Wielkość piskląt nie odbiegała jednak od normy. Odsetek piskląt, które opuściły gniazdo był u tych ptaków wyższy w porównaniu z sukcesem ptaków kontrolnych, niemniej jednak niższy był odsetek wykłutych jaj. Wśród par rybołówów gniazdujących na słupach wysokich napięć w Niemczech notuje się istotnie wyższy sukces lęgowy (1,65 odchowanych młodych/parę) w stosunku do par gniazdujących na drzewach (1,32 odchowanych młodych/parę), co jednak nie musi oznaczać pozytywnego związku z występowaniem PEM, a może być związane z innymi aspektami takiej lokalizacji gniazda (Fernie, Reynolds 2005).

Badania Doherty i Grubb (1997) wykazały niższy sukces reprodukcyjny u nadobniczki drzewnej *Tachycineta bicolor*, natomiast u strzyżyka śpiewnego *Troglodytes aedon* i błękitnika rudogardłego *Sialis sialia* (Doherty i Grubb 1996) nie wykazano takiej zależności. Doświadczenie przeprowadzono na osobnikach gniazdujących w budkach umieszczonych pod liniami przesyłowymi (765 i 69 kV) względem populacji kontrolnej gniazdującej z dala od linii.

Reasumując, można stwierdzić, że oddziaływanie PEM choć często negatywne, wydaje się nie mieć istotnego znaczenia dla gatunków gniazdujących na słupach liniach przesyłowych. Szczególnie w sytuacji, kiedy w Polsce nie przewiduje się w najbliższej przyszłości prowadzenia linii przesyłowych o wartościach powyżej 400 kV.

2.13 WPŁYW HAŁASU

Źródłem hałasu, wytwarzanego przez linie elektroenergetyczne są: ulot z elementów przewodzących linii znajdujących się pod napięciem (głównie z przewodów roboczych) oraz wyładowania powierzchniowe na elementach układu elektroizolacyjnego (izolatorach i osprzęcie). Ulot jest zjawiskiem polegającym na wyładowaniu elektrycznym do przestrzeni, pojawiającym się wtedy, gdy wartość maksymalna natężenia pola elektrycznego na powierzchni przewodu przekroczy wartość krytyczną. Poziom hałasu emitowanego przez linie elektroenergetyczne jest zmienny i zależy od mocy linii oraz warunków lokalnych, w szczególności od wilgotności powietrza (silna dodatnia korelacja). Przykładowo, poziom hałasu w odległości 15 m od osi linii 400 kV oscyluje w zależności od warunków pogodowych w granicach od 38,8 do 52,9 dB (Lenart i in. 2010). Przy założeniu, że poziom hałasu jest odwrotnie proporcjonalnym do kwadratu odległości, już 50 m od tej linii przesyłowej hałas będzie na poziomie ok. 40 dB.

Jakkolwiek brak opracowań dotyczących wpływu hałasu generowanego przez infrastrukturę elektroenergetyczną na ptaki, istnieją badania ukazujące reakcje ptaków na inne rodzaje hałasu pochodzenia antropogenicznego, np. powodowanego przez transport samochodowy (Brumm 2004, Halfwerk i in. 2011, Garniel i Mierwald 2010), lotniczy (Efroymson i in. 2001, Pepper i in. 2003), czy hałas miejski (Seress i in. 2012). Badania przeprowadzone w Berlinie na słowiku rdzawym *Luscinia megarhynchos* wykazały, że samce śpiewające w miejscach o większym natężeniu hałasu śpiewały głośniejszym głosem od pozostałych osobników. Głośniejszy śpiew wymaga większych nakładów energetycznych. W związku z tym ptaki wystawione na działanie hałasu znajdują się w niekorzystnej sytuacji ze względu na koszty związane z głośniejszym śpiewem. Wartość zakłóceń dźwiękowych w obrębie terytoriów słowików oscylowała między 40 a 64 dB (Brumm 2004). Z drugiej strony w trakcie badań ptaków zasiedlających lotniska stwierdzono, że czynnikami wpływającymi na stan populacji bardziej niż podwyższony poziom hałasu są presja drapieżnicza i pogoda (Aubrey, Hunsaker 1997). Szereg innych prac wskazuje, że nawet wysoki poziom hałasu związany z ruchem lotniczym (rzędu 70 dB i więcej) nie powoduje istotnie negatywnego oddziaływania na ptaki. Jest to m.in. efektem szybkiego przyzwyczajania się ptaków do hałasu (Ruddock, Whitfield 2007). Obserwacja dużej koncentracji pustułek *Falco naumanni* (ok. 200 osobników) na przewodach dużej (ok. 1 ha) stacji transformatorowej w południowej Hiszpanii nie wykazała

żadnej reakcji ptaków na wyraźnie podwyższony poziom hałasu (M. Skakuj – dane niepubl.). Ponadto poziom hałasu tzw. tła, a więc charakteryzujący np. otwarte tereny rolnicze w Polsce, to około 40 dB i więcej (mat. niepublikowane). Do takiego poziomu, hałas emitowany przez linie przesyłowe spada już na dystansie 50 m. Przy tak niskich wartościach hałasu ptaki nie będą wykazywały wyraźnych negatywnych reakcji, co częściowo związane jest również ze zjawiskiem habituacji. Zatem można wykluczyć wyraźny negatywny wpływ hałasu związanego z liniami przesyłowymi na ptaki. Potwierdzają to bardzo liczne przypadki gniazdowania szeregu gatunków ptaków na słupach linii przesyłowych jak i w roślinności otaczającej podstawy masztów.

2.14 WPŁYW PTAKÓW NA LINIE

Jak dotąd zostały przedstawione głównie przykłady negatywnego oddziaływania linii energetycznych na ptaki. Jednakże nie należy zapominać również o oddziaływaniu odwrotnym. Ptaki mogą wywoływać awarie sieci oraz przerwy w zasilaniu w energię, niszczyć infrastrukturę energetyczną i przesyłową, zmuszać do podejmowania działań naprawczych i zapobiegawczych, co łącznie przekłada się na rozległe i wymierne skutki, w tym także ekonomiczne.

Jednym z problematycznych zagadnień jest zwyczaj budowania gniazd na słupach sieci elektroenergetycznej, udokumentowany u takich gatunków jak bocian biały (choć akurat większość gniazd tego gatunku umieszczana jest na liniach niskiego napięcia), kruk, rybołów, lub użytkowanie przez ptaki zajmujące stare gniazda, jak pustułka, kobuz *Falco subbuteo* czy też raróg *Falco cherrug*. Obecność gniazd, zwłaszcza dużych i licznych, może zagrażać normalnej eksploatacji i utrudniać konserwację infrastruktury linii elektroenergetycznych (Kronenberg i in. 2013). Przykładowo, gniazda bocianie, zanieczyszczone odchodami mogą – zwłaszcza po zamoczeniu – powodować tzw. przeskoki zabrudzeniowe (Kaidanov i Munteanu 1996, Chrzan i in. 2008) lub też odwrotnie – trudności w przepływie prądu, wskutek izolacyjnych właściwości drewna, podstawowego materiału konstrukcji gniazdowej. Problem ten dotyczy jednak głównie linii niskich napięć.

Na niektórych słupach kratowych, zwłaszcza linii 110 kV, nierzadko znajdują się gniazda budowane przez kruki. Na odcinku około 30 km od Siedlec do Łosic znajdowało się 6 takich gniazd (I. Kaługa – dane niepubl., Fot. 6). Taka lokalizacja gniazd powoduje zwiększoną korozję konstrukcji stalowej słupa w miejscu posadowienia gniazda poprzez zatrzymanie wilgoci. Powoduje również utrudnienie w dostępie podczas prac konserwacyjnych.



Fot. 6. Gniazdo kruk *Corvus corax* posadowione na kratownicy słupa linii 110 kV, fot. I. K.

Przeskoki zabrudzeniowe mogą też być wywoływane przez ptasie fekalia, które – świeże lub po zmoczeniu przez deszcz – mają znaczną przewodność. Strumień odchodów wydalanych przez większe gatunki ptaków przesiadujących na poprzecznikach ponad izolatorami może doprowadzić do przeskoków wywołując zwarcie (Bevanger 1998, Infante i Peris 2003, Chrzan i in. 2008).

Niektóre gatunki, np. wrony, mogą aktywnie uszkadzać izolatory polimerowe montowane na słupach wsporczych.

Znane są także doniesienia dotyczące pożarów lasów, będących wynikiem przeskoków napięcia spowodowanych porażeniem ptaka prądem. Do zjawiska dochodzi najczęściej w strefie niższych szerokości geograficznych, niemniej nierzadko również w klimacie umiarkowanym, a nawet arktycznym podczas suchego lata (Haas i in. 2005, Tintó i in. 2005).

2.15 KOLEJOWE LINIE TRAKCYJNE I ICH WPŁYW NA PTAKI

Wprawdzie dostępne publikacje nie omawiają tej problematyki lub traktują temat bardzo pobieżnie (Haas i in. 2005), należy jednak przypuszczać, że kolejowa sieć elektroenergetyczna nie pozostaje bez wpływu na ptaki (van Rooyen 2009). Mimo braku danych empirycznych można oczekiwać, że wpływ kolejowych przewodów elektroenergetycznych będzie zbliżony charakterem do oddziaływań generowanych przez tradycyjne linie przesyłowe średnich napięć.

Znaczna część kolejowych linii trakcyjnych biegnie w pobliżu lasów, zabudowań czy innych struktur o liniowym charakterze (np. szpalery drzew wzdłuż dróg). Ponadto najbliższe

otoczenie linii to zazwyczaj dość szeroki pas elementów składowych linii kolejowej, takich jak: tory, podkłady i inne części infrastruktury kolejowej, nasypy kolejowe, nie zaś otwarte tereny naturalnego krajobrazu (np. pola, łąki, zalesienia), jak to ma miejsce w przypadku większości linii przesyłowych. Otoczenie linii kolejowych i oraz ruch pociągów, powodują, że elementy kolejowych linii trakcyjnych rzadziej wykorzystywane są przez ptaki jako miejsca odpoczynku, czy też czatownie.

Kolejowe przewody trakcyjne przesyłają energię o mocy 3 kV, co odpowiada tradycyjnym liniom przesyłowym średniego napięcia. Z tego względu mogą nieść porównywalne zagrożenie w zakresie ryzyka występowania porażenia prądem. Znane są przypadki zakłóceń w transporcie kolejowym powodowane zwarciami w instalacji w związku z kontaktem ptaków i innych zwierząt z elementami trakcji (Haas i in. 2005).

W przypadku kolizji z przewodami nie znamy istoty ani skali zjawiska. Niemniej ze względu na zbliżone właściwości techniczne względem tradycyjnych linii średniego i niskiego napięcia, również w przypadku trakcji kolejowych należy oczekiwać występowania kolizji ptaków z przewodami (van Rooyen 2009). Podwyższonej śmiertelności ptaków w wyniku kolizji z trakcjami należy spodziewać się w rejonach, gdzie linia przebiega po nasypie przez tereny podmokłe, które są miejscem występowania znacznych stad ptaków podatnych na kolizje, głównie z rzędu blaszkodziobych *Anseriformes* (głównie kaczki, gęsi, łabędzie).

Awarie (zwarcia) powodowane przez ptaki w obrębie sieci średniego napięcia trakcji kolejowej mogą dodatkowo doprowadzić do zakłóceń w komunikacji (Haas i in. 2005).

3 PRZEGLĄD KRAJOWYCH DOKUMENTÓW W ZAKRESIE OCENODZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Na potrzeby przygotowania niniejszego opracowania przeanalizowano karty informacyjne przedsięwzięcia (dalej KIP), raporty o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (dalej raport OOŚ) oraz postanowienia uzgadniające realizację przedsięwzięcia i decyzje o środowiskowych uwarunkowaniach udostępnione przez: regionalne dyrekcje ochrony środowiska, Generalną Dyrekcję Ochrony Środowiska, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S. A. jak również pozyskane we własnym zakresie z innych źródeł.

Dla poszczególnych rodzajów inwestycji przeanalizowano 26 raportów OOŚ i 9 KIP:

- Budowa lub przebudowa linii 400 kV
 - KIP – 1
 - Raport OOŚ – 6
- Budowa lub przebudowa linii 220 kV
 - KIP – 2
- Budowa lub przebudowa linii 110 kV
 - KIP – 4
 - Raport OOŚ – 10
- Budowa lub przebudowa stacji elektroenergetycznej
 - Raport OOŚ – 2 (220/110 kV i 400/110 kV)
- Sieć trakcyjna i linie potrzeb nietrakcyjnych przy inwestycjach kolejowych
 - KIP – 2
 - Raport OOŚ – 8

3.1 OCENA WPŁYWU INWESTYCJI

Etap realizacji

Najczęściej w fazie realizacji przedsięwzięcia wskazywano następujące rodzaje wpływu na ornitofaunę:

- hałas płoszący ptaki,
- fragmentacja i niszczenie siedlisk ptaków,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych powodujące zubożenie bazy pokarmowej lub w skrajnych przypadkach śmierć ptaków w przypadku bezpośredniego kontaktu,
- antropopresja spowodowana zwiększonym ruchem samochodów oraz obecnością ludzi w rejonie terenu budowy.

Etap eksploatacji

Na etapie funkcjonowania linii elektroenergetycznych wskazywano następujące rodzaje wpływu:

- śmiertelność ptaków w następstwie kolizji z linią napowietrzną: przewodami i słupami,
- porażenia prądem,
- oddziaływanie pola elektromagnetycznego na ptaki,
- wpływ linii na ptaki lęgowe w pasie przylegającym do linii,
- zanik drożności korytarzy ekologicznych,
- zmiany zachowania i lotu ptaków spowodowane odstraszeniem przez linię.

3.2 ZALECENIA MINIMALIZUJĄCE

Środki minimalizujące niekorzystny wpływ związany z fazą budowy linii przedstawiono w ok. 70% raportów OOS oraz ok. 50% KIP, natomiast działania minimalizujące związane z etapem funkcjonowania linii zalecono w ok. 90% raportów OOS oraz 35% KIP.

W KIP oraz raportach OOS najczęściej wskazano następujące sposoby ograniczania negatywnego wpływu linii elektroenergetycznych na ornitofaunę:

Etap realizacji

- zapewnienie nadzoru ornitologicznego przez cały okres budowy lub w okresie lęgowym ptaków,
- prowadzenia robót, szczególnie wymagających ciężkiego sprzętu, poza okresem lęgowym ptaków, na całej linii lub wybranych obszarach np. na terenie obszarów Natura 2000, w miejscach stwierdzonych cennych siedlisk ptaków,
- wycinkę drzew i krzewów prowadzić w miarę możliwości poza sezonem lęgowym ptaków, a jeśli nie jest to możliwe do spełnienia, prowadzić prace pod nadzorem ornitologa,
- prowadzenie linii poza obszarami cennymi dla ptaków,
- prowadzenie linii jako kablowych na odcinkach cennych dla ornitofauny np. korytarzy ekologicznych będących trasami przelotów ptaków.
- w okresie lęgowym ptaków lokalizować zaplecza budowlanego w oddaleniu od większych zadrzewień i zakrzewień.

Etap eksploatacji

- stosowanie znaczników na przewodach najczęściej na odcinkach przecinających obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 bądź przebiegających w ich pobliżu np. w postaci spiral, czy tzw. *firefly*
- znakowanie zwłaszcza przewodów odgromowych,
- stosowanie prewencyjnych rozwiązań technicznych minimalizujących potencjalne, negatywne oddziaływanie na ptaki, np. w zakresie konstrukcji izolatorów.
- stosowanie metalowych straszek uniemożliwiających ptakom siadanie nad pionowo zawieszonymi izolatorami lub nad przewodami fazowymi zawieszonymi na izolatorach,
- budowanie linii w pewnej odległości od ściany lasu, na której są mniej widoczne.

3.3 MONITORING

W ok. 75% raportów OOŚ w tym wszystkich dotyczących linii 400 kV zalecono przeprowadzenie monitoringu porealizacyjnego oceniającego wpływ na linii elektroenergetycznych na ornitofaunę. W 40% raportów OOŚ zalecono również prowadzenie monitoringu na etapie prowadzenia prac budowlanych. W żadnym KIP nie zalecono monitoringu ani na etapie realizacji ani funkcjonowania inwestycji.

W jednym raporcie OOŚ zalecono, poza przeprowadzeniem monitoringu wykonanie analizy porealizacyjnej po upływie 3 lat w zakresie efektywności zastosowanych urządzeń, ograniczających występowanie kolizji migrującej awifauny z przewodami.

Poniżej przedstawiono najczęściej zalecany zakres monitoringu.

Etap realizacji

- nadzór ornitologiczny w przypadku realizacji inwestycji w sezonie lęgowym,
- nadzór ornitologiczny w przypadku konieczności prowadzenia wycinki drzew w sezonie lęgowym ptaków,
- nadzór ornitologiczny nad instalacją znaczników na liniach elektroenergetycznych.

Etap eksploatacji

- ocena skuteczności podjętych działań mających na celu zmniejszenie śmiertelności ptaków na skutek kolizji z linią elektroenergetyczną (najczęściej prowadzony na terenach OSO Natura 2000 lub w ich pobliżu, dolinach rzecznych, odcinkach leśnych),
- monitoring śmiertelności ptaków w wyniku kolizji z liniami,
- wykrycie ewentualnych zmian w migracji ptaków spowodowanych funkcjonowaniem inwestycji,
- przewidywany czas trwania monitoringu: od 1 do 3 lat, rozpoczęcie monitoringu bezpośrednio po oddaniu inwestycji do użytkowania lub 1-3 lata po zakończeniu prac, powtórzenie monitoringu po okresie 5 lat, prowadzenie monitoringu w 1. i 3. roku funkcjonowania linii.

Sieć trakcyjna i linie potrzeb nietrakcyjnych przy liniach kolejowych

Spośród przeanalizowanych raportów OOŚ oraz KIP dotyczących linii kolejowych w 60 % wskazano na możliwy wpływ linii elektroenergetycznych na ptaki. W większości wpływ został uznany za nieznaczący. W jednej KIP zawarto zalecenia dotyczące stosowania rozwiązań zabezpieczających ptaki przed kolizjami z liniami w postaci znaczników na trasie migracji lub innego regularnego przemieszczania się ptaków oraz w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa porażenia ptaków na liniach średnich napięć, zalecono zastosowanie rozwiązań utrudniających porażenie ptaków, np. izolatorów wiszących luźno lub odpowiednio długich, które są rozciągnięte na przewodach. W pozostałych opracowaniach nie zalecono działań minimalizujących oraz monitoringu.

4 INWENTARYZACJA I MONITORING

Planując inwentaryzację i monitoring porealizacyjny należy każdorazowo kierować się określonym celem wykonanych prac badawczych. Wyniki podjętych prac powinny pozwolić na możliwie precyzyjne oszacowanie rzeczywistego i potencjalnego wpływu przedsięwzięcia na ptaki i ich siedliska.

4.1 CEL MONITORINGU ORNITOLOGICZNEGO

Podstawowym celem badań terenowych związanych z budową nowych lub modernizacją istniejących linii elektroenergetycznych jest określenie rodzajów i skali potencjalnego lub rzeczywistego oddziaływania tych inwestycji na ptaki i ich siedliska, a następnie wskazanie warunków realizacji inwestycji. Monitoring powinien dać podstawy merytoryczne dla sporządzanego raportu OOŚ, a następnie wydania decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych. W przypadku dopuszczenia do realizacji inwestycji, wyniki monitoringu, jeśli to zasadne, powinny dostarczyć inwestorowi kluczowe wskazania powalające na jej przeprowadzenie w sposób minimalizujący ryzyko środowiskowe. Przygotowywana metodyka powinna więc uwzględniać cel raportu – wskazanie najistotniejszych elementów potencjalnego negatywnego oddziaływania na ptaki. Jednym z praktycznych celów monitoringu jest wskazanie wariantu inwestycji (trasy przebiegu linii) takiego, który w najmniejszym stopniu oddziałuje na awifaunę. Zwykle warianty nie są całkowicie odmiennymi przebiegami całych tras, ale tylko fragmentów, np. wokół miast, większych kompleksów leśnych lub obszarów Natura 2000. W tych miejscach zaproponowanych jest jedna lub dwie alternatywy przebiegu trasy. Raport OOŚ powinien w przejrzysty i obiektywny sposób wskazać rozwiązanie najkorzystniejsze przyrodniczo, czyli takie gdzie przewidywane negatywne oddziaływanie jest najmniejsze. Monitoring przyrodniczy jest więc ważnym elementem procesu przygotowania inwestycji, a zasady jego prowadzenia winny być uważnie opracowane uwzględniając zasadniczo użytkowy cel badań oraz możliwie najmniejsze negatywne oddziaływanie na przyrodę.

Wychodząc od kwestii podstawowych oddziaływań linii elektroenergetycznych na ptaki należy dążyć do uzyskania odpowiedzi na temat potencjalnego wpływu inwestycji, którym jest przede wszystkim:

- możliwość występowania **porażeń ptaków** (dotyczy głównie linii średniego napięcia)
- możliwość występowania **kolizji ptaków z liniami** (wszystkie rodzaje linii napowietrznych)
- **zajęcie siedlisk** przez infrastrukturę linii (posadowienie konstrukcji nośnych, dróg dojazdowych i infrastruktury towarzyszącej),

z podziałem na ptaki:

- **lęgowe** i ich siedliska
- **niełęgowe** i ich siedliska (miejsca odpoczynku, żerowania, nocowania)

Wcześniej jasne określenie celu planowanych prac inwentaryzacyjnych i monitoringowych pozwoli ustalić ich rodzaj i zakres, oraz uniknąć późniejszych luk w danych dotyczących kluczowych aspektów oddziaływania, czy wykonywania badań niesłużących otrzymaniu odpowiedzi na stawiane pytania o wpływ inwestycji. Schemat propozycji badań inwentaryzacyjno-monitoringowych oparta na ich celu – ocenie oddziaływania – została przedstawiona w Tabeli 4. w rozdz. 4.4.1.

4.2 WSKAZANIA W ZAKRESIE MONITORINGU PTAKÓW

Polska nie posiada ujednoliconych przepisów dotyczących minimalizowania wpływu linii elektroenergetycznych na ptaki ani ustalonych zasad prowadzenia monitoringu ornitologicznego, choć na pilną potrzebę takich unormowań zwrócono uwagę już przed dekadą (Haas et al. 2005). Co istotniejsze, jednolitych zasad brakuje także na forum międzynarodowym, mimo stosunkowo dobrego rozpoznania problemu oddziaływań linii na ptaki i setek dostępnych opracowań. Stosowane są rozmaite systemy monitoringu przed- i poinwestycyjnego, różniące się czasem trwania, zasadami protokolowania obserwacji terenowych, schematami

eksperymentów itd. To zróżnicowanie warunków wpływa też na trudność w porównywaniu wyników monitoringu pomiędzy lokalizacjami (APLIC 2012).

Wskazane w dalszej części zasady monitoringu opierają się na przeglądzie literatury przedmiotu oraz na własnych doświadczeniach autorów, zgromadzonych w trakcie monitoringów prowadzonych na inwestycjach energetycznych w Polsce. Monitoring obejmuje więc podstawowe założenia stosowane w podobnych badaniach na świecie. Mimo to, przedstawione założenia mają nadal charakter ogólnych propozycji, wymagających weryfikacji w oparciu o większą liczbę wyników zgromadzonych w warunkach naszego kraju, a obecnie jeszcze niedostępnych. W zakresie założeń ogólnych monitoring jest zbieżny z analogicznymi badaniami prowadzonymi pod kątem innych inwestycji, w szczególności wiatrowych, dla których zasady przedstawione w Wytycznych PSEW (2008) oraz w znacznie dokładniejszej i rozbudowanej formie w projekcie zasad prowadzenia monitoringu na potrzeby farm wiatrowych (Chylarecki i in. 2011).

Haas et al. (2005) uważają, że jednym z kluczowych zagadnień przy budowie nowych napowietrznych linii jest to, aby monitoring ornitologiczny był wykonany jeszcze przed rozpoczęciem planowania lub w jego wstępnej fazie. Badania powinny trwać co najmniej rok i objąć lokalizację korytarzy migracyjnych, lokalnych tras przelotu i koncentracji ptaków (żerowiska, noclegowiska), inwentaryzację ptaków lęgowych i charakterystykę dyspersji polęgowej, czy też wykazanie obecności gatunków szczególnie narażonych na wpływ linii napowietrznych. Badania powinny wskazać najistotniejsze z tego punktu widzenia gatunki, miejsca oraz okresy kiedy przewiduje się największe negatywne oddziaływania. W praktyce sprowadza się to do często stosowanej zasady tzw. trzech S (ang. *triple S: Species – Site – Season*), czyli wskazania najważniejszych gatunków, miejsca i pory roku przy analizie potencjalnych negatywnych oddziaływań dla praktycznie każdej inwestycji. Jest to podejście zalecane w wielu wytycznych dotyczących przedinwestycyjnych monitoringów ptaków (BirdLife International 2003b, Powlesland 2009, Langston & Pullan 2004, Barrios & Rodriguez 2004). Uzyskane wyniki należy uwzględnić przy planowaniu przebiegu linii, jak i dodatkowych środków minimalizujących (np. oznakowanie przewodów, czy konstrukcje zmniejszające ryzyko porażenia prądem).

Przyjmuje się, że standardowy monitoring przy różnego typu inwestycjach powinien się składać z trzech etapów: a) oceny wstępnej (screening), b) szczegółowych badań przedinwestycyjnych oraz c) rzeczywistej oceny oddziaływania linii i skuteczności zastosowanych minimalizacji w okresie jej eksploatacji (monitoring porealizacyjny). W przypadku liniowych inwestycji elektroenergetycznych dysponujemy nadal małą ilością wyników monitoringowych zebranych w warunkach Polski, niepozwalających na zweryfikowanie standardowego schematu. Wstępnie zaleca się więc monitoring obejmujący wymienione trzy etapy. Mimo to zasadność wykonywania wszystkich etapów w odniesieniu do każdej indywidualnej liniowej inwestycji elektroenergetycznej oraz zakres badań w ramach poszczególnych etapów, wymagają późniejszego, wnikliwego rozważenia.

4.3 OCENA WSTĘPNA

Podstawowym jej celem jest wstępne określenie oddziaływania inwestycji i jej wariantów na awifaunę oraz prawidłowe zaplanowanie badań na etapie monitoringu przedrealizacyjnego w sposób umożliwiający zebranie niezbędnych danych do oceny. Oceny należy przeprowadzić dla gatunków kluczowych szczególnie narażonych na kolizję i porażenia lub cennych (patrz Tab. 4, kolumna *Gatunki kluczowe objęte badaniem*). Dotyczy zatem wskazania gatunków, miejsc oraz okresów w roku, w których negatywne oddziaływanie linii będzie szczególnie silne i już na etapie planowania można zaproponować inwestorowi korektę przebiegu linii lub rezygnację z wariantu. Na etapie oceny wstępnej na podstawie dostępnych danych, analizy fizjografii trasy inwestycji oraz wizji terenowych należy wskazać miejsca, w których znane są lub potencjalnie spodziewane są największe zagęszczenia ptaków w okresie

migracji, dyspersji polęgowej, miejsca noclegowisk i żerowisk. Zlokalizowanie tych miejsc będzie niezbędne przed przeprowadzeniem prac w terenie.

Informacji o występowaniu w miejscu inwestycji gatunków kluczowych należy szukać w źródłach publikowanych (monografie ogólnopolskie, regionalne czy przedstawiające rozmieszczenie i liczebność poszczególnych gatunków), jak i niepublikowanych (regionalne kartoteki faunistyczne, ekspertyzy i inwentaryzacje przyrodnicze, konsultacje z lokalnymi ornitologami). Dane z literatury powinny być uzupełnione o informacje o występowaniu w okolicy obszarowych form ochrony przyrody (obszary Natura 2000, parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты przyrody, obszary Ramsar) i informacje o występowaniu w okolicy ostoi ptaków o znaczeniu europejskim (Wilk i in. 2010). Nieodzownym elementem oceny wstępnej jest wykonanie wizji lokalnej obszaru – wstępne rozpoznanie potencjalnych siedlisk lęgowych i żerowiskowych oraz lokalnych korytarzy ekologicznych. Ocena wstępna powinna wskazać najbardziej newralgiczne obszary (gdzie oddziaływanie może dotyczyć gatunków podatnych na wpływ linii), oraz wskazać tereny, które już na etapie wstępnym należy wykluczyć z przebiegu linii (przykładowo wyznaczone strefy ochrony gatunków, stałe miejsca licznych koncentracji ptaków wodno-błotnych, itp.).

4.4 MONITORING PRZEDREALIZACYJNY

Ze względu na znaczne różnice między oddziaływaniem linii najwyższych i wysokich napięć (głównie oddziaływanie związane z kolizjami) w stosunku do linii średnich napięć (gdzie istotna jest przede wszystkim możliwość porażenia prądem, ale również występują kolizje), konieczne jest wzięcie tego zróżnicowania pod uwagę przy planowaniu monitoringu. W obu przypadkach wystąpi efekt związany z zajęciem siedlisk. Linie trakcyjne, jak już wspomniano, należy traktować podobnie jak linie średniego napięcia.

Monitoring przedrealizacyjny ma na celu przede wszystkim:

- rozpoznanie walorów awifaunistycznych w obrębie miejsca inwestycji,
- określenie oddziaływania inwestycji na gatunki ptaków i ich siedliska,
- w przypadku realizacji inwestycji, określenie działań minimalizujących (wybór wariantu, rozwiązań technicznych).

Monitoring powinien polegać na przeprowadzeniu **inwentaryzacji opartej o kilka modułów**. Ich propozycja jest zarysowana w Tabeli nr 4., a dalej przedstawiony jest opis sugerowanej metodyki i proponowane podejście. Wybór modułów i ich zakresu (w tym liczby kontroli), powinien odpowiadać potencjalnym oddziaływaniom przy uwzględnieniu charakteru i lokalizacji planowanego przedsięwzięcia tak, aby możliwe było zebranie danych w cyklu całorocznym, pozwalających na ocenę wpływu na awifaunę oraz wybór wariantu.

Tab. 4. Schemat i zakres monitoringu przedrealizacyjnego i porealizacyjnego wg najważniejszych kategorii wpływu linii napowietrznych na ptaki

Nr modułu	Zakres monitoringu PRZEDREALIZACYJNEGO						Zakres monitoringu POREALIZACYJNEGO	
	Badany rodzaj oddziaływania	Sugerowana metodyka (moduły badań)	Gatunki kluczowe objęte badaniem	Zakres zebranych danych (produkt)	Możliwy zakres oceny	Zakres propozycji środków minimalizujących	Zalecenie/zakres monitoringu porealizacyjnego	Wynik - możliwe środki do podjęcia
1	Zajęcie siedlisk (pod drogi technologiczne, stopy słupów i infrastrukturę towarzyszącą)	Inwentaryzacja ptaków na całej długości linii w pasie inwestycji 100 m (po 50 m w obie strony od osi planowanego przebiegu linii). Minimalna liczba kontroli 3 w sezonie lęgowym (2. poł. IV, V, 1. poł. VI), przeprowadzone od pół godz. po wschodzie do godz. 10.30 oraz konieczne dodatkowe kontrole (zarówno dzienne, jak i nocne) dedykowane gatunkom, których występowanie jest możliwe ze względu na obecność sprzyjających siedlisk.	Wszystkie gatunki z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej oraz inne gatunki uznawane za cenne w skali regionu/kraju (np. z PCKZ).	- liczebność [tabela/tekst] i rozmieszczenie stanowisk ptaków lęgowych [mapa] - ocena kategorii lęgowości wg Polskiego Atlasu Ornitologicznego (Sikora i in. 2007) - rozmieszczenie siedlisk wykorzystywanych przez te gatunki w sezonie lęgowym [mapa]	Ocena uszczerbku w populacji lęgowej [liczba par / stanowisk] i ocena uszczerbku lub pogorszenia powierzchni siedlisk, w tym ocena znaczenia wpływu w skali regionu lub kraju.	Przetrasowanie linii (wybór innego wariantu), modyfikacja technologii. Kompensacja - odtwarzanie siedliska jeśli zasadne i możliwe.	Ocena faktycznego zajęcia i/lub pogorszenia siedlisk, oraz ew. ocena skuteczności wykonanej kompensacji.	W razie konieczności możliwe są poprawki w wykonaniu kompensacji.
2	Kolizje w sezonie lęgowym oraz efekt bariery (głównie dotyczy linii WN, ale też linii SN np. w dolinach rzecznych)	Inwentaryzacja kolonii i skupisk lęgowych , przez penetrację terenu w buforze do 2 km (2x1km po obu stronach linii) podczas co najmniej trzech kontroli w sezonie lęgowym (15.04-20.06) w odstępie co 3 tygodni.	Wszystkie gatunki występujące kolonijne (mewy, rybitwy, siewkowe, krukowate) poza wróblowymi i jerzykiem, oraz skupiska lęgowe (pow. 20 par) gatunków z rzędu blaszkodziobych.	Rozmieszczenie skupisk/kolonii oraz lokalizacja głównych żerowisk siedlisk, z których one korzystają, w miarę możliwości wraz z trasami regularnych przemieszczeń [mapa i zestawienie/tekst]	Szacunek/informacja o wpływie inwestycji – potencjalny uszczerbek w populacji lęgowej kolonii/skupisk, stworzenie bariery.	Przetrasowanie linii (wybór innego wariantu), poprowadzenie kablem, oznakowanie linii, dostosowanie technologii w inny sposób.	Kontrola skuteczności oznakowania, monitoring zachowań ptaków i ew. śmiertelności.	W razie konieczności możliwe są poprawki w oznakowaniu i kontynuacja monitoringu.

3	<p>Kolizje podczas migracji i zimowania, oraz efekt bariery (głównie linii WN, ale też linii SN np. w dolinach)</p>	<p>Punkty obserwacyjne, elektroniczne czujniki uderzeń lub inne rejestratory aktywności ptaków w rejonie inwestycji, ew. śmiertelność na istniejącej w pobliżu podobnej linii (na jej wybranym odcinku). Punkty obserwacyjne: 1 liczenie średnio co 10 dni (raz w dekadzie) w okresie III - V oraz VIII - XI. Jedno liczenie to min. 4 godziny obserwacji z punktu w godzinach rannych i przedpołudniowych. Możliwe dodatkowe kontrole wieczorne, jeśli siedliska sprzyjają występowaniu licznych noclegowisk ptaków. Liczba punktów obserwacyjnych: na każdym wariantcie we wszystkich miejscach potencjalnych największych koncentracji ptaków (doliny rzeczne, zbiorniki itp.), ale nie mniej niż 1 punkt na każde 20 km linii. W przypadku obecności w pobliżu linii o podobnej konstrukcji i przebiegu możliwe są obserwacje zachowań migrujących ptaków, instalacja rejestratorów lub liczenie ofiar kolizji (terminy jak obserwacji z punktów).</p>	<p>Wszystkie gatunki ptaków.</p>	<p>Intensywność i wysokość przelotu, natężenie wykorzystania przestrzeni powietrznej, ze średnimi dla miesiąca, pory roku liczba os./h obserwacji [tabela wyników dla każdego z punktów].</p>	<p>Oszacowanie ryzyka kolizji i jego znaczenia dla populacji migrujących.</p>		<p>Kontrola skuteczności zastosowanych środków minimalizujących - możliwy monitoring zachowań ptaków i śmiertelności.</p>	
4		<p>Inwentaryzacja miejsc koncentracji ptaków migrujących i zimujących - w buforze 4km (w odległości do 2 km po obu stronach linii) podczas co najmniej 3 kontroli w sezonie wiosennej migracji (III-V) w odstępie co najmniej 2 tygodni m kontrolami, 3 kontroli w okresie jesiennej migracji (poł. VIII-X) w odstępie co 3 tyg. między kontrolami, co najmniej 3 kontroli w okresie zimowania ptaków (XII-II) w odstępie miesiąca.</p>	<p>Bocian biały, bocian czarny, żuraw, blaszkodziobe i siewkowe (koncentracje pow. 100 osobników), szponiaste (miejsca występowania pow. 5 osobn. - chodzi przede wszystkim o ptaki polujące lub odpoczywające, a nie jedynie przelatujące wysoko i nie związane z badanym obszarem).</p>	<p>Lokalizacje miejsc koncentracji ptaków, informacja o liczebnościach i gatunkach [mapa i zestawienie/tekst].</p>	<p>Ryzyko kolizji i jego znaczenie dla populacji migrujących/zimujących.</p>			

5	<p>Porażenia ptaków lęgowych (dotyczy głównie linii SN)</p>	<p>Inwentaryzacja stanowisk lęgowych wybranych gatunków. Kontrole w celu zlokalizowania gniazd bociana białego (do 2 km od linii po obu stronach), prowadzone wg metodyki jak w Mod. 2, wraz z zebraniem informacji o lokalizacji najbardziej uczęszczanych żerowisk. Pozyskanie danych dotyczących ptaków szponiastych zbierane w ramach badań w Mod. 1-3 oraz przy użyciu danych uzyskanych do nadleśnictw i RDOŚ, a w razie potrzeby w wyniku dodatkowych kontroli terenowych zgodnie z metodyką monitoringu poszczególnych gatunków (Chylarecki i in. 2009), w odległości do 3km od przebiegu wariantów linii.</p>	<p>Bocian biały (do 2km od linii), ptaki szponiaste podlegające ochronie strefowej oraz puchacz (do 3km od trasy linii)</p>	<p>Rozmieszczenie stanowisk oraz podstawowych siedlisk lęgowych wybranych gatunków [mapa i zestawienie/tekst]</p>	<p>Szacunek/informacja o potencjalnym wpływie związanym z porażeniem o znaczeniu dla populacji lęgowych</p>	<p>Przetrasowanie linii (wybór innego wariantu), poprowadzenie kablem, zastosowanie technologii bezpiecznej dla ptaków (np. izolacje)</p>	<p>Kontrola skuteczności oznakowania - możliwy monitoring śmiertelności (głównie przy słupach SN)</p>	<p>W razie potrzeby możliwe są poprawki do w zastosowanej technologii i dalszy monitoring</p>
6	<p>Porażenia ptaków niełgowych (dotyczy głównie linii SN)</p>	<p>Inwentaryzacja miejsc skupisk i żerowisk, w przypadku obecności istniejących linii SN w pobliżu sugeruje się wesprzeć dane monitoringiem śmiertelności (kontrole pod słupami niebezpiecznymi). Dane zebrane w ramach badań określonych w Mod. 3 i 4.</p>	<p>Bocian biały, wszystkie ptaki gatunki ptaków szponiastych poza błotniakami</p>	<p>Rozmieszczenie siedlisk/lokalizacji sprzyjających skupiskom, żerowaniu itp. [mapa i zestawienie/tekst]</p>	<p>Szacunek/informacja o potencjalnym wpływie związanym z porażeniem o znaczeniu dla populacji pozalęgowych</p>			

Grupa analizowanych gatunków (dla uproszczenia nazywana gatunkami kluczowymi), zależy od rodzaju podatności oddziaływania lub ich znaczenia dla ochrony i została ona określona dla każdego z modułów badań osobno (Tabela 4.). Gatunki cenne, to przede wszystkim te wymienione w Załączniku I Dyrektyw Ptasiej, czy też innych uznanych listach (np. w Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt), lub określane jako rzadkie i cenne w regionalnych opracowaniach faunistycznych, czy przedmioty ochrony w obszarowych formach chronionych np. rezerwach przyrody. Sztwyne doprecyzowanie tej listy wykraczające poza gatunki wymienione w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej nie jest uzasadnione i powinno pozostać do uznania autorów raportu OOŚ, w zależności od lokalnego, czy regionalnego znaczenia danego gatunku.

Inwentaryzacja cennych gatunków lęgowych w pasie inwestycji (Moduł 1. w Tab. 4.). Celem jej jest zebranie danych na potrzeby określenia wpływu inwestycji na cenne gatunki ptaków wynikające z:

- zajęcia siedlisk przez posadowienia konstrukcji nośnych,
- wylesienia pasa operacyjnego,
- zajęcia i/lub pogorszenia siedlisk związanego z drogami technicznymi i infrastrukturą towarzyszącą.

Pas inwentaryzacji w tym module jest stosunkowo wąski – proponuje się szerokość 100m (50 m po obu stronach), zwłaszcza w porównaniu z innymi inwestycjami np. drogowymi, przy których badane bufora wynoszą zwykle 1100m (2x 550m). Wynika to z innej skali i rodzajów oddziaływań linii napowietrznych, niż ma to miejsce przy innych inwestycjach liniowych. Inwentaryzację należy przeprowadzić w pasie terenu, na którym realnie siedliska ptaków mogą ulec zniszczeniu lub pogorszeniu. Badania należy prowadzić poruszając się pieszo po śladzie planowanej inwestycji i licząc ptaki po obu stronach pokonywanej trasy wyznaczonej strefie odległości (sugerowana, do 50 m po obu stronach). Kartowanie należy przeprowadzić co najmniej trzykrotnie w okresie od początku kwietnia do końca czerwca, dostosowując termin rozpoczęcia do różnic fenologicznych w poszczególnych regionach kraju. Należy notować występowanie i lokalizację siedlisk gatunków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej oraz innych gatunków uznanych za cenne w lokalnej skali. Każdej obserwacji powinna zostać przypisana kategoria lęgowości wg metodyki PAO (Sikora i in. 2007). Dodatkowo zanotowane powinny zostać wszystkie pozostałe gatunki ptaków na zasadzie tworzenia listy gatunkowej dla 10-cio kilometrowych sekcji linii lub mniejszych fragmentów wariantów (zależnie od podziału na warianty, czy np. wyraźnie zróżnicowanych siedlisk), wraz z określaniem najwyższej kategorii lęgowości. Zebrane dane powinny zostać użyte zarówno do oceny całych wariantów inwestycji, jak i porównania ich fragmentów, np. porównanie dwóch wariantów przecięcia doliny rzecznej w celu wskazania korzystniejszego odcinka wariantu. Zebrane dane dodatkowo umożliwiają obliczenie zagęszczeń podawanych na jednostkę powierzchni, np. liczba par/10 ha, co pozwala z kolei na odniesienie się do danych o zagęszczeniach ptaków podawanych w literaturze.

Celem **inwentaryzacji kolonii i skupisk lęgowych (Moduł 2.)**, jest zebranie danych umożliwiających ocenę wpływu projektowanej linii na występowanie i zachowania ptaków gniazdujących kolonijnie, lub w skupiskach lęgowych (ptaki siewkowe, blaszkodziobe). Wpływ ten przede wszystkim będzie dotyczył ryzyka kolizji z linią napowietrzną. Badanie jest realizowane przez penetrację terenu w buforze do 2 km podczas co najmniej trzech kontroli w sezonie lęgowym (15.04-20.06) i w odstępie co najmniej 3 tygodni między kontrolami. Obserwacjami należy objąć wszystkie gatunki występujące kolonijnie jak mewy, rybitwy, siewkowe, krukowate (poza koloniami pozostały ptaków wróblowych i jerzyków), oraz skupiska lęgowe (pow. 20 par) gatunków z rzędu blaszkodziobych, które mogłyby ulec wpływowi planowanej linii. Gatunki kolonijne są szczególnie narażone na kolizje z liniami w przypadku posadowienia jej w ich pobliżu, ze względu na częste i regularne przeloty z żerowisk do kolonii zwiększające ryzyko kolizji. W wyniku prac należy ustalić obecność i rozmieszczenie skupisk/kolonii oraz w miarę możliwości zlokalizować położenie głównych żerowisk, z których

ptaki korzystają, wraz z trasami regularnych przemieszczeń. Dane powinny zostać zobrazowane na mapie względem planowanej inwestycji umożliwiając określenie potencjalnego wpływu na skupisko/kolonię lęgową.

Kolizje mogące wystąpić podczas migracji ptaków powinny zostać ocenione za pomocą jednocześnie paru modułów.

Liczenia z punktów obserwacyjnych (Moduł 3.) w metodyce podobnej do monitoringu dla farm wiatrowych (Chylarecki i in. 2011 - projekt), dają szczegółową informację o składzie gatunkowym i charakterze przelotu ptaków w punktach obserwacji, co pozwala na ocenę lokalizacji pod kątem potencjalnej kolizyjności z planowaną linią napowietrzną. Ustalenie lokalizacji i liczby punktów obserwacyjnych może zostać wstępnie wykonane już na etapie oceny wstępnej, np. w miejscach gdzie można oczekiwać najbardziej intensywnych przelotów ptaków, zwłaszcza w rejonach potencjalnych koncentracji ptaków. Dobór lokalizacji punktów powinien:

- obejmować miejsca, w których znane są lub potencjalnie spodziewane największe zagęszczenia ptaków w okresie migracji, np. w pobliżu lasów, zbiorników wodnych, dolin rzek itp.,
- gwarantować dobrą widoczność, a więc z polem obserwacji nie obejmującym kierunków południowych (pod słońce),
- obejmować wszystkie warianty trasy, jeśli jest to uzasadnione położeniem punktów.

Liczba punktów obserwacyjnych zależy od występowania takich miejsc i długości badanej linii, ale punkty nie powinny być zlokalizowane rzadziej niż 1 punkt na każde 20 km linii. Badania na punktach obserwacyjnych zaleca się prowadzić wykonując 1 liczenie ptaków średnio co 10 dni (raz w dekadzie) w okresie III-V oraz VIII-XI. Jedno liczenie to min. 4 godziny obserwacji z punktu prowadzonych w godzinach rannych i przedpołudniowych. Możliwe są dodatkowe kontrole wieczorne, jeśli siedliska sprzyjają występowaniu licznych noclegowisk ptaków. Na każdym wariantcie należy wyznaczyć punkty obserwacyjne we wszystkich potencjalnych miejscach występowania największych koncentracji ptaków (doliny rzeczne, zbiorniki itp.). Notowane są wszystkie gatunki ptaków dostrzeżone z punktów obserwacyjnych. W wyniku zebranych danych określana jest intensywność (liczba osobników i liczba stad na godzinę obserwacji) i wysokość przelotu, określające natężenie wykorzystania przestrzeni powietrznej, ze średnimi dla miesiąca i pory roku. Dane są przedstawiane w tabeli wyników dla każdego z punktów. Z pewnością w trakcie liczeń należy notować:

- gatunek, ewentualnie z zaznaczeniem płci i wieku,
- liczba ptaków: w przypadku większych stad określana z największą możliwą dokładnością,
- kierunek przelotu, według ośmiokątnej róży wiatrów,
- pułap przelotu: w trzystopniowej skali dostosowanej do rozwiązań technicznych inwestycji: 1 – od podstawy do najniższego przewodu linii; 2 – od najniższego przewodu do szczytu słupa (jest to potencjalna strefa kolizyjna); 3 – powyżej wysokości słupa,
- zachowanie ptaków – w przypadku modernizacji istniejącej linii przesyłowej lub obserwacji przy istniejącej linii w pobliżu linii planowanej.

Należy dążyć, by zwłaszcza obserwacje na punktach wspierać lub częściowo zastępować użyciem elektronicznych czujników kolizji lub innych rejestratorów aktywności ptaków w rejonie inwestycji (w tym tych, opartych na technice radarowej).

W przypadku obecności w pobliżu inwestycji innej linii o podobnej konstrukcji i przebiegu możliwe są obserwacje zachowań migrujących ptaków, instalacja rejestratorów lub liczenie ofiar kolizji na istniejącej linii (należy wówczas utrzymać terminy jak obserwacji z punktów).

Inwentaryzacja miejsc koncentracji ptaków migrujących i zimujących (Moduł 4.) również pozwala na ocenę lokalizacji pod kątem potencjalnej kolizyjności z planowaną linią

napowietrzną i znaczenia pojawienia się inwestycji dla ptaków skupisk ptaków migrujących. Przeprowadzenie jej powinno odbyć się w pasie odległości do 2 km, podczas co najmniej 3 kontroli w sezonie wiosennej migracji (III-V) w odstępie co najmniej 2 tygodni między kontrolami, 3 kontroli w okresie jesiennej migracji (poł. VIII-X) w odstępie co najmniej 3 tygodnie między kontrolami, oraz 3 kontroli w okresie zimowania ptaków (XII-II) w odstępie miesiąca. Z kontroli zimowych można zrezygnować w momencie, gdy lokalizacja inwestycji i siedliska nie wskazują na obecność zimowych skupisk ptaków (np. tereny zurbanizowane i użytki rolne we wschodniej części kraju, bez obecności terenów podmokłych). W przypadku stwierdzenia w rejonie inwestycji stałych żerowisk/noclegowisk, istotnych miejsc koncentracji ptaków, miejsca takie należy objąć dodatkowymi obserwacjami. Powinny one w szczególności umożliwić określenie liczebności ptaków oraz kierunków rozlotu/przylotu. Liczenia powinny być wykonywane nie rzadziej niż raz na dekadę przez cały czas funkcjonowania żerowiska/noclegowiska. Obserwacje te pozwolą na zlokalizowanie ewentualnych miejsc gdzie wykryte lokalne szlaki przelotu ptaków przecinają linię energetyczną, co umożliwi wdrożenie tam działań minimalizujących.

Gatunkami i grupami gatunków objętymi tym modułem jest bocian biały, bocian czarny, żuraw, blaszkodziobe i siewkowe (koncentracje pow. 100 osobników), szponiaste (miejsca regularnego występowania powyżej 5 osobników, przy czym chodzi o ptaki polujące lub odpoczywające, a nie jedynie przelatujące wysoko i nie związane z badanym obszarem). Należy zidentyfikować lokalizacje miejsc koncentracji ptaków, uzyskując informację o liczebnościach i gatunkach.

W celu określenia ryzyka porażenia prądem ptaków lęgowych z gatunków najbardziej narażonych na to zjawisko (przede wszystkim występujące na liniach średniego napięcia) zaleca się przeprowadzenie **inwentaryzacji stanowisk lęgowych wybranych gatunków (Moduł 5.)**. Proponuje się kartowanie gniazd bociana białego (w odległości do 2 km od projektowanej linii), prowadzone w terminie czerwiec-lipiec, wraz z zebraniem informacji o lokalizacji najbardziej uczęszczanych żerowisk. W skład grupy gatunków najczęściej ulegających porażeniom wchodzi ptaki szponiaste oraz puchacz, dlatego proponuje się pozyskanie danych w trakcie obserwacji wykonywanych podczas wcześniej wymienionych modułów (Moduły 1-3, w Tab. 4) oraz przy użyciu danych uzyskanych do nadleśnictw i RDOŚ dotyczących gatunków objętych ochroną strefową, a w razie potrzeby wykonanie dodatkowych kontroli terenowych zgodnie z metodyką monitoringu GIOŚ (Chylarecki i in. 2009). Informacje dotyczące rzadkich ptaków szponiastych i puchacza należy zbierać w odległości do 3 km po obu stronach od przebiegu wariantów linii.

Na potrzebę oszacowania znaczenia wpływu porażenia prądem ptaków migrujących (co dotyczy przede wszystkim linii średniego napięcia) należy rozpoznać główne miejsca ich koncentracji, dlatego koniecznym jest wykonanie **inwentaryzacji skupisk i żerowisk ptaków migrujących, w tym zimujących (Moduł 6.)**. Badania należy wykonać w ramach wcześniej wskazanych modułów (Moduły 3 i 4., w Tab. 4). Gatunkami kluczowymi są tu bocian biały oraz wszystkie ptaki gatunki ptaków szponiastych poza błotniakami. Szczególną uwagą należy objąć sierpniowe sejmiki bocianów i miejsca ich noclegu. W przypadku obecności w pobliżu linii elektroenergetycznej o zbliżonych parametrach badania można wesprzeć monitoringiem śmiertelności (kontrole pod słupami niebezpiecznymi).

Prowadzone w okresach migracyjnych i w czasie lęgów badania monitoringowe zmierzają do scharakteryzowania nasilenia wędrówek ptaków oraz potencjalnego wpływu inwestycji na lokalne lęgowe populacje (stanowiska) gatunków kluczowych. Uzyskane wyniki powinny umożliwić:

- ocenę względnego znaczenia ornitologicznego poszczególnych odcinków planowanej linii,
- obliczenie wskaźników liczebności (np. natężenia migracji),
- obliczenie frakcji ptaków przelatujących na pułapie kolizyjnym,

- porównanie wariantów przebiegu trasy
- przedstawienie zaleceń minimalizujących (np. rodzaj i zagęszczenie markerów, czy modyfikację rozwiązań technicznych).

Dodatkowo, na potrzebę zróżnicowania i wyboru wariantu najbardziej korzystnego z punktu widzenia wpływu na ptaki należy zestawić listy gatunkowe odcinków linii o długości 10 km lub mniejszych, dostosowanych do przebiegu wariantów oraz dominujących typów siedlisk. Listy te należy skonstruować bazując na wszystkich stwierdzonych gatunkach ptaków podczas obserwacji obejmujących całość linii w okresach lęgowym, migracji i zimowania. Listy te powinny podawać kategorie lęgowości (wg PAO – Sikora i in. 2007), na podstawie badań przeprowadzonych w okresie lęgowym. Zestawienia te wraz z danymi z punktów obserwacyjnych w okresie migracji oraz danym na temat koncentracji ptaków w okresie zimowym mają posłużyć dla dodatkowego zróżnicowania bogactwa gatunkowego porównywanych odcinków.

4.5 MONITORING POREALIZACYJNY

Prawidłowo przeprowadzony monitoring poinwestycyjny powinien dostarczyć informacji na temat rzeczywistej skali oddziaływania inwestycji oraz weryfikować już zastosowane działania minimalizujące. Jego celem jest:

- określenie faktycznego oddziaływania, jakie generuje linia w porównaniu z okresem przed jej wybudowaniem lub w odniesieniu do oddziaływania, jakie generowała wcześniej istniejąca linia;
- weryfikacja wdrożonych działań minimalizujących, w ramach której możliwe jest określenie reakcji ptaków, zmiany zachowań i śmiertelności, jaką generuje oddana do eksploatacji linia.

Sformułowanie szczegółowych wytycznych do monitoringu, w tym monitoringu porealizacyjnego, powinno być przedmiotem osobnego opracowania uwzględniającej zarówno nabywane doświadczenia krajowe jak i istniejące zagraniczne. Wydaje się, że wskazane jest przeprowadzenie kilku modelowych projektów badawczych na różnej wielkości inwestycjach tego rodzaju, położonych w różnych częściach kraju przed sformułowaniem szczegółowych wskazań, ponieważ krajowe doświadczenie w tym względzie jest wciąż zbyt skromne. Takie szersze badania takie powinny objąć monitoring śmiertelności w wyniku kolizji (wraz z eksperymentami badającymi tempo zanikania ofiar w wyniku działania padlinożerców oraz badania efektywności w wyszukiwaniu ofiar przez osobę poszukującą lub przez wyszkolonego do tego psa). Realizacja monitoringu śmiertelności polegającego na poszukiwaniu ofiar w przypadku wszystkich inwestycji jest bardzo trudna i nikłe są szanse uzyskania miarodajnych i porównywalnych wyników. Bevanger (2004) wskazuje na główne grupy czynników, na które należy zwrócić uwagę zarówno planując monitoring, jaki i analizując zebrane wyniki:

- a. czynniki związane ze skutecznością obserwatora(ów), zależne m. in. od umiejętności, aktywności i doświadczenia, można wymienić tu też:
 - wielkość zespołu,
 - sposób przeczesywania terenu w poszukiwaniu ofiar (kontrola „ławą”, w porównaniu do marszu zygzakiem w kontrolowanym pasie),
 - praktyka obserwatorów w poszukiwaniu ofiar;
- b. czynniki związane z lokalizacją np.:
 - procent terenu niedostępnego względem całości obszaru kontrolowanego (obszary pokryte wodą lub roślinnością niemożliwą do skutecznego przeszukania),
 - zmiany sezonowe (roślinności, pogody, pokrywy śnieżnej).
- c. czynniki związane z usuwaniem ofiar przez padlinożerców/drapieżniki

d. cechy ofiar wpływające na ich wykrywalność:

- wielkość,
- kontrastowość upierzenia,
- podatność na urazy i zdolność przemieszczania się rannych ptaków po kolizji (22-74% ptaków samodzielnie opuszcza pas pod linią pomimo kolizji – Renssen et al. 1975, Hiltunen 1953, Beaulaurier 1981).

Złożoność realizacji badań śmiertelności, jak też obecny brak doświadczonych zespołów (w tym posiadających przeszkolone psy do poszukiwania martwych i rannych ptaków) mogących zrealizować tego typu badania, zasadniczo obecnie uniemożliwia postawienie jednoznacznego wymogu realizacji badań polegających na poszukiwaniu ofiar kolizji w przypadku wszystkich inwestycji. Natomiast celowe jest przeprowadzenie oceny śmiertelności, wraz z eksperymentami tempa zanikania ofiar i skuteczności obserwatorów, podczas osobnych badań na kilku reprezentatywnych lub przykładowych liniach napowietrznych. Jest to możliwe do realizacji nie tylko w nowopowstających liniach, ale również tych istniejących od lat, zwłaszcza, że znikoma liczba linii posiada obecnie jakiegokolwiek zabezpieczenia zapobiegające kolizjom ptaków, pomimo ich lokalizacji w jednych z najcenniejszych przyrodniczo obszarach w skali kraju i Europy (Fot. 7.).



Fot. 7. Najbardziej newralgiczne fragmenty linii napowietrznych z punktu widzenia znaczenia dla śmiertelności ptaków (usytuowane w dolinach rzecznych i miejscach liczego występowania ptaków) najczęściej położone są w terenie trudnodostępnym, zwykle uniemożliwiającym skuteczne poszukiwania ofiar kolizji. Znaczna część linii przecinających doliny rzeczne w Polsce wciąż nie posiada żadnych zabezpieczeń ograniczających śmiertelność ptaków. Na zdjęciu dolina Narwi pod Niwkwem, gm. Wizna - obszar Natura 2000 Bagno Wizna. Fot. M.M.

Planując monitoring porealizacyjny należy skupić się przede wszystkim na zakresie, który odpowie możliwie dokładnie nt. rzeczywistego wpływu inwestycji i skuteczności zastosowanych środków minimalizujących. W tym celu należy spełnić wymóg przeprowadzenia badań porównywalną metodyką jak w okresie przedinwestycyjnym oraz przy dostosowaniu zakresu prac tak, aby zebrane dane umożliwiały odpowiedź na postawione pytania. Nie jest celowe powtarzanie pełnego zakresu monitoringu w punktach, o których z góry wiadomo (co należy uzasadnić w raporcie z monitoringu), że takiej odpowiedzi nie dadzą.

Dlatego nie ma już potrzeby prowadzenia badań ptaków lęgowych na całej długości linii (Moduł 1, Tab. 4) – można ograniczyć je jedynie do cenniejszych lokalizacji i newralgicznych siedlisk (np. skupiska lęgowych ptaków w dolinach rzecznych), lub zupełnie pominąć, jeśli na przebiegu linii nie wykazano cennych stanowisk ptaków, mogących znacząco ucierpieć w wyniku inwestycji (do czego zasadniczo nie powinno się dopuścić przy planowaniu i ocenie wpływu inwestycji). Jeśli wykazano wcześniej skupiska ptaków, to warto jak w Modułach 2., 4. i 6. ocenić reakcję ptaków na pojawienie się linii. Obserwacje z punktów (Moduł 5.) należy przeprowadzić w tych punktach, w których wykazano na etapie przedinwestycyjnym potencjalny konflikt z linią i zastosowano środki minimalizujące. Punktów, które wcześniej okazały się niekolizyjne można nie obejmować obserwacjami. W punktach, w których realizuje się obserwacje należy prowadzić w tych samych miejscach i tą samą metodyką co przed oddaniem linii do eksploatacji. Ważne będzie gromadzenie danych o zachowaniu ptaków przy zbliżaniu się do linii napowietrznych. W tym celu wskazane jest prowadzenie obserwacji behawioralnych, gdy do już zbieranych wcześniej informacji należy dodać te, które mówią o zmianie parametrów lotu:

- zmiany kierunku i ich skala (<math><90^{\circ}</math>, ok. - zmiana pułapu lotu (<math><10\text{ m}</math>, - zaburzenie struktury stada
- odległość reakcji (<math><100\text{ m}</math>, - efekt (ominięcie pod, - nad linią, lot wzdłuż linii, zawrócenie)

W przypadku wdrożenia działań minimalizujących polegających na wywieszaniu markerów zwiększających widoczność przewodów, kluczowe będą dane o liczbie ptaków przelatujących w pobliżu linii jak i reakcji (zmiany parametrów lotu). Możliwe i wskazane jest też użycie elektronicznych rejestratorów kolizji ptaków z liniami. Analiza zachowania ptaków (zmiany pułapu, kierunku w danych odległościach od linii) oraz porównanie liczby ptaków przelatujących przez linię przed inwestycją i po jej realizacji i oznakowaniu pozwoli m.in. na zweryfikowanie skuteczności wdrożonych działań minimalizujących. W przypadku, gdy linia nie była dotąd oznakowana lub gdy w miejscu wcześniejszych liczeń nie było dotychczas linii elektroenergetycznej uzyskane wyniki również dostarczą informacji o zmianach w oddziaływaniu na awifaunę.

Jak wcześniej opisywano, linie średniego napięcia, w odróżnieniu od linii wysokiego i najwyższego napięcia, charakteryzują się mniejszym ryzykiem kolizji lecących ptaków z przewodami, zaś większym prawdopodobieństwem porażenia prądem. Ich przewody są zlokalizowane blisko siebie, przez co są bardziej widoczne oraz znajdują się na niższych wysokościach, co łącznie redukuje skalę kolizyjności (choć przy przechodzeniu przez szersze doliny rzeczne konstrukcja może przypominać linie wysokiego napięcia i podobnie jak one oddziaływać – por. Fot. 7.). Natomiast typowe na liniach średniego napięcia jest zjawisko porażenia prądem, będące z kolei wyjątkowym na liniach wysokiego napięcia. Wysoka śmiertelność na słupach linii średniego napięcia wynika ze stosowanych konstrukcji, gdzie zwykle łączy się zbieg niekorzystnych rozwiązań zwiększających ryzyko porażenia, takich jak niewielka odległość między przewodami fazowymi, krótkie izolatory (zwykle izolatory stojące), rozłączniki, czy niez izolowane przewody łącznikowe na szczycie słupa oraz obecność terenu atrakcyjnego dla gatunków podatnych na porażenia (np. miejsca koncentracji bocianów, czy ptaków szponiastych). Dlatego dla linii średniego napięcia w przypadku zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych uznanych za niebezpieczne (co powinno być stopniowo zarzucane), należy prowadzić poszukiwania ofiar porażenia pod słupami nośnymi. Kontrole należy przeprowadzić przede wszystkim w okresach wędrówkowych i w sezonie lęgowym. W okresach migracyjnych wyszukiwania liczby ofiar pod słupami powinny być połączone z monitoringiem śmiertelności na trasie linii, jeśli przebiega ona w rejonach, stwarzających ryzyko kolizji. Przebieg kontroli powinien obejmować systematyczne przeszukanie okolic słupów niebezpiecznych (z wyłącznikami, czy z izolatorami stojącymi i sterczącymi mostkami na słupach krańcowych, itp.) w promieniu 10 metrów wokół nich, na owalnej przestrzeni wyznaczanej wokół najdłuższego

poprzecznika (Prinsen et al. 2011). Liczba kontroli powinna być podobna jak w przypadku Modułu obserwacji ptaków na punktach (Moduł 3), wraz z dodatkowymi 3-4 kontrolami w okresie lęgowym. Obecność martwych ptaków wskaże miejsca niewystarczająco zabezpieczone przed porażeniami.

4.6 ZASTOSOWANIE ZDALNYCH REJESTRATORÓW W MONITORINGU PRZED- I POREALIZACYJNYM

Wraz z rozwojem techniki i rosnącą dostępnością modułów elektronicznych pojawiają się możliwości automatycznej rejestracji danych, które uzupełniają dane zbierane przez obserwatorów terenowych. Używane obecnie techniki obejmują rejestrację obrazu, echa radaru (np. Kelly 2010, Plonczkier i Simms 2012), a nawet dźwięku. Rejestracja ta ma miejsce przy jednoczesnej archiwizacji, obróbce danych i ich prezentacji w trybie „na żywo”. Możliwe jest za pomocą mobilnych urządzeń prowadzenie rejestracji przelotu ptaków w warunkach słabej widoczności, w tym w nocy (przy użyciu niewielkich radarów), co jest o tyle istotne w kontekście szacunków mówiących, że 90-95% migracji drobnych ptaków (wyrażonej w liczbie migrujących osobników bez wyróżnienia na gatunki) odbywa się po zmroku (D. Ruhe & DeTect – inf. ustne). Dostępne komercyjnie urządzenia, takiej jak radary do monitoringu ptaków, czy rejestratory kolizji ptaków z liniami, lub też dopiero testowane w wersjach prototypowych inne urządzenia, pomagają z jednej strony obniżyć nakłady ludzkiej pracy, a z drugiej umożliwiają rejestrację danych w warunkach, w których zmysły ludzkie zawodzą (noc, mgła) oraz oferują zwykle znacznie wyższą dokładność (m. in. w kwestii określania odległości, czy wysokości). Dodatkową ogromną zaletą urządzeń automatycznych jest bezpośrednia archiwizacja danych, które w dowolnym momencie mogą być wykorzystane na potrzeby dalszych analiz. Kolejną ważną kwestią jest to, że urządzenia znacznie łatwiej utrzymują stały poziom aktywności (np. nie ulegają zmęczeniu jak obserwatorzy) i nie podlegają subiektywnemu podejściu do zbieranych danych, a zwykle też ułatwiają standaryzację zestawów zebranych danych. Potrafią one pracować niezmiennie i ciągle przez kilka dni, czy nawet miesiące.

Na szersze zastosowanie techniki w dziedzinie obserwacji i rejestracji ptaków i co ważniejsze, standaryzacji metod jej użycia, należy jeszcze poczekać choćby ze względu na wciąż wysokie koszty tych urządzeń. Jednak bez wątplenia celowe jest w miarę możliwości uzupełnianie danych zbieranych za pomocą obserwacji wizualnych, które choćby w przypadku migracji nocnej są zasadniczo bezużyteczne. Stosowanie ww. rejestratorów może być zatem wykorzystane przede wszystkim jako metoda dodatkowa, nie zastępująca w pełni przewidzianych wyżej badań składających się na monitoring porealizacyjny.

4.7 WNIOSKI

Niezależnie od zarysowanych wyżej zasad monitoringu przed- i poinwestycyjnego, niniejsze opracowanie należy traktować jako wstępne rozpoznanie problemu i propozycję odpowiednich działań w tematyce wpływu linii elektroenergetycznych na ptaki. Zaplanowanie szczegółowych wytycznych wymaga szerszych konsultacji w obrębie specjalistów-ornitologów mających doświadczenie w tej dziedzinie, wsparcia doświadczeniami zagranicznymi i powinno zostać wykonane w ramach osobnych prac. Wymaga to zaprojektowania innych, szczegółowych układów eksperymentalnych, dostosowanych do celu badań, prowadzonych np. w ramach rozszerzonego monitoringu poinwestycyjnego. Przykładem może być sprawdzenie wpływu rozwiązań technicznych stosowanych w Polsce (np. rozpowszechnionych typów podpór), oddziaływań w specyficznych dla naszego kraju środowiskach (np. w tradycyjnym krajobrazie rolniczym, w pobliżu terenów puszczańskich lub zbiorników zaporowych), czy też wpływu linii na gatunki ptaków, dla ochrony których Polska jest obszarem o istotnym znaczeniu w Europie (bocian biały, orlik krzykliwy, bielik). Przeprowadzenie takich badań pozwoli na uzyskanie

bardziej spójnych metodycznie i obszarowo wyników i powinno być podstawą do przygotowania jednolitych wytycznych do monitoringu oddziaływania linii elektroenergetycznych na ptaki.

5 WYMAGANIA DO DOKUMENTACJI OCENY ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

5.1 ZAKRES DO KART INFORMACYJNYCH PRZEDSIĘWZIĘCIA

Karta informacyjna przedsięwzięcia (KIP) jest dokumentem zawierającym podstawowe dane o planowanym przedsięwzięciu, który należy przedstawić wraz z wnioskiem o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Należy pamiętać, że m.in. od zakresu i jakości informacji o przedsięwzięciu przedstawionych w KIP będzie zależała decyzja organów administracji właściwych do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, czy w konkretnym przypadku istnieje konieczność przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko, a także w przypadku ustalania zakresu raportu, pozwoli na wskazanie aspektów, na które należy w szczególności zwrócić uwagę przy sporządzaniu raportu o oś.

Podstawowe informacje o przedsięwzięciu, które należy przedstawić w KIP, wymienia art. 3 ust. 1 pkt 5 ustawy o oś, jednakże nie jest to katalog zamknięty. Wskazane jest aby oprócz opisanego określonych tym przepisem elementów, umieścić w KIP zagadnienia, które musi uwzględnić organ wydający postanowienie o obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko określone w art. 63 ust. 1 ustawy o oś. Od zakresu i jakości informacji o przedsięwzięciu przedstawionych w KIP będzie zależała decyzja organów administracji właściwych do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, czy w konkretnym przypadku istnieje konieczność przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko, a w przypadku ustalania zakresu raportu, pozwoli na wskazanie aspektów, na które należy w szczególności zwrócić uwagę przy sporządzaniu raportu o oś.

Poniżej, uwzględniając określony ustawą o oś zakres KIP, przedstawiono zakres informacji dotyczących przedsięwzięć polegających na realizacji linii elektroenergetycznych wysokiego i średniego napięcia, w tym kolejowych sieci trakcyjnych, które są istotne do uwzględnienia w KIP.

Ponadto do zakresu karty informacyjnej należy dołączyć opinię ze wstępnej oceny opisanej w rozdziale 4.3.

5.1.1 RODZAJ, SKALA I USYTUOWANIE PRZEDSIĘWZIĘCIA

W tym punkcie powinny się znaleźć informacje dotyczące:

- charakteru przedsięwzięcia: budowa/przebudowa
- napięcia i długości trasy linii elektroenergetycznej, ilość i rodzaj słupów
- zakresu przewidywanych prac
- infrastruktury towarzyszącej (drogi dojazdowe, place montażowe)
- lokalizacji: województwo, powiat, gmina, obręb ewidencyjny
- mapa topograficzna w skali 1:1000–1:50000 z lokalizacją przedsięwzięcia

5.1.2 POWIERZCHNIA ZAJMOWANYCH NIERUCHOMOŚCI, A TAKŻE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH, ORAZ INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM SPOSOBIE ICH WYKORZYSTYWANIA I POKRYCIU NIERUCHOMOŚCI SZATĄ ROŚLINNĄ

W tym punkcie należy wskazać przede wszystkim:

- łączną długość planowanej trasy

- szerokość pasa terenu zajętego przez linię (rzut pionowy skrajnych przewodów roboczych)
- dotychczasowe użytkowanie terenu przeznaczonego pod realizację inwestycji (łąki, pastwiska, użytki rolne, tereny leśne itp.)
- dotychczasowe przeznaczenie terenu planowanej linii w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego (gdy obowiązuje na terenie, przez który planowana jest trasa)
- usytuowanie przedsięwzięcia względem terenów zabudowanych.

Z punktu widzenia oceny potencjalnego wpływu inwestycji na ptaki na uwagę w tym punkcie powinien zwrócić wykazany udział lasów (zwłaszcza na siedliskach podmokłych i starszych klas wieku, tj. pow. 100 lat), udział trwałych użytków zielonych (TUZ) tj. łąk i pastwisk, obszarów pełniących funkcję polderów, zlokalizowanych w dolinach rzecznych oraz przy zbiornikach wodnych.

5.1.3 RODZAJ TECHNOLOGII

W tym punkcie należy opisać podstawowe dane techniczne elementów przedsięwzięcia (słupy, fundamenty, przewody, izolatory) z uwzględnieniem rozpatrywanych wariantów technologicznych.

Przy punkcie tym przyjmujący dokumentację (właściwy urząd) powinien zwrócić uwagę za ewentualne występowanie i zakres użycia rozwiązań niebezpiecznych dla ptaków (por. rozdz. 6.).

5.1.4 EWENTUALNE WARIANTY PRZEDSIĘWZIĘCIA

Należy wskazać racjonalne warianty przedsięwzięcia, które są rozpatrywane przez inwestora do realizacji, czyli możliwe do wykonania pod względem ekonomicznym i technicznym. Przedstawić można warianty lokalizacyjne, technologiczne, rozwiązania techniczne, przy czym ważne jest wyraźne wskazanie, które z rozwiązań stanowi przedmiot wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

W przypadku linii średniego napięcia należy oczekiwać przedstawienia w dokumentacji argumentów za i przeciw rozwiązaniem polegającym na poprowadzeniu linii kablem podziemnym.

5.1.5 PRZEWIDYWANA ILOŚĆ WYKORZYSTYWANEJ WODY, SUROWCÓW, MATERIAŁÓW, PALIW ORAZ ENERGII

W tym punkcie należy określić przybliżoną ilość energii wykorzystywanej przez przedsięwzięcie na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji.

5.1.6 ROZWIĄZANIA CHRONIĄCE ŚRODOWISKO

W tym punkcie należy opisać jakie rozwiązania chroniące środowisko zostaną zastosowane na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji inwestycji, dotyczy to rozwiązań technicznych jak i rozwiązań środowiskowych, o ile na tym etapie analizy komponentów przyrodniczych zostały już wykonane.

Należy w tym punkcie wymienić jakie rozwiązania i w jakim zakresie przewidziano przede wszystkim w kwestii typowych oddziaływań linii elektroenergetycznych na ptaki w celu minimalizacji:

- porażeń

- kolizji z przewodami napowietrznymi
- zajęcia lub pogorszenia siedlisk cennych gatunków chronionych

5.1.7 RODZAJ I PRZEWIDYWANE ILOŚCI WPROWADZANYCH DO ŚRODOWISKA SUBSTANCJI LUB ENERGII PRZY ZASTOSOWANIU ROZWIĄZAŃ CHRONIĄCYCH ŚRODOWISKO

W tym punkcie należy wskazać przewidywane rodzaje i ilości emisji powodowanych przez przedsięwzięcie na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji (po zastosowaniu rozwiązań opisanych w punkcie 6 KIP).

Typowe emisje wytwarzane przez linie elektroenergetyczne to:

- pole elektromagnetyczne (PEM)
- hałas (na etapie budowy i likwidacji oraz tzw. szумы akustyczne na etapie eksploatacji)
- zanieczyszczenia powietrza (tylko podczas budowy i likwidacji)
- odpady
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych (tylko na etapie budowy w sytuacjach awaryjnych),

5.1.8 MOŻLIWOŚĆ TRANSGRANICZNEGO ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

W zależności od lokalizacji inwestycji względem granicy państwowej, może to być oddziaływanie związane głównie z wpływem na krajobraz, na gatunki ptaków i nietoperzy, oddziaływaniem pola elektromagnetycznego czy hałasem.

5.1.9 OBSZARY PODLEGAJĄCE OCHRONIE NA PODSTAWIE USTAWY Z DNIA 16 KWIETNIA 2004 R. O OCHRONIE PRZYRODY, ZNAJDUJĄCE SIĘ W ZASIĘGU ZNACZĄCEGO ODDZIAŁYWANIA PRZEDSIĘWZIĘCIA

W tym punkcie należy wskazać obszary chronione określone w ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2013 r., poz. 627, ze zm.) – ustawa o ochronie przyrody, które znajdują się w zasięgu potencjalnego znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia. Do tych obszarów należą: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne. Należy wskazać odległość inwestycji od tych obszarów, miejsca przecięć z obszarami wraz z opisem obszaru uwzględniając jego cele i przedmioty ochrony oraz rodzaj potencjalnego oddziaływania. Dodatkową ceną informacją, której wykazanie jest dobrą praktyką, jest uwzględnienie obszarów Ostoi Ptaków (IBA) wg Wilk i in. (2010).

Jak wskazano powyżej, oprócz przedstawienia informacji wymienionych w pkt.5.1.1-9, należy w KIP uwzględnić elementy, które musi uwzględnić organ wydający postanowienie o obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko. Wśród tych elementów należy zwrócić uwagę na oddziaływania skumulowane, uwarunkowania przyrodnicze terenu inwestycji oraz położenie inwestycji względem uwarunkowań przyrodniczych.

W przypadku realizacji linii elektroenergetycznych z tzw. I grupy przedsięwzięć, w KIP służącym ustaleniu zakresu raportu o oś, można przedstawić propozycję zaplanowanych badań terenowych na etapie monitoringu przedrealizacyjnego, który zostanie przeprowadzony na potrzeby oś.

Opisany powyżej zakres informacji niezbędny do przedstawienia w KIP służy do wstępnego określenia oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na ornitofaunę oraz

zaproprowania rozwiązań chroniących środowisko adekwatnych do rodzaju i skali oddziaływań. Aby zalecenia te wypełnić należy przeprowadzić na etapie planowania realizacji inwestycji rozpoznanie uwarunkowań przyrodniczych terenu na podstawie analizy dostępnych danych literaturowych o zasobach przyrodniczych terenu, obszarach chronionych, miejscach ważnych lub potencjalnie ważnych dla gatunków ptaków kluczowych (rodzaje źródeł pozyskania informacji przedstawiono w rozdziale 4.3.) oraz przeprowadzić wizję lokalną w terenie, co pozwoli na określenie/wytypowanie takich miejsc. Przygotowaniu KIP posłużą więc wyniki oceny wstępnej, której zakres przedstawiono w rozdziale 4.3 Ocena wstępna. Pozwoli to także ocenę, czy konieczne jest przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko i sporządzenie raportów OOS oraz na zaplanowanie badań w terenie w ramach monitoringu przedrealizacyjnego.

5.2 ZAKRES I OPIS REFERENCYJNYCH METOD PROGNOZOWANIA ODDZIAŁYWAŃ

W przedmiotowym rozdziale przedstawiono wybrane elementy z zakresu raportu OOS¹, na które w opinii autorów należy zwrócić w szczególności uwagę przy opracowywaniu dokumentu z punktu widzenia ochrony ornitofauny. Ponadto należy standardowo uwzględnić:

1. Opis planowanego przedsięwzięcia, a w szczególności charakterystykę całego przedsięwzięcia i warunki użytkowania terenu w fazie budowy i eksploatacji oraz przewidywane rodzaje i ilości zanieczyszczeń, wynikające z funkcjonowania planowanego przedsięwzięcia;
2. Opis elementów przyrodniczych środowiska objętych zakresem przewidywanego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko, w tym elementów środowiska objętych ochroną na podstawie ustawy o ochronie przyrody;
3. Opis przewidywanych skutków dla środowiska w przypadku niepodejmowania przedsięwzięcia;
4. Opis analizowanych wariantów, w tym wariantu proponowanego przez wnioskodawcę oraz racjonalnego wariantu alternatywnego (pod kątem ekonomicznym i technologicznym), wariantu najkorzystniejszego dla środowiska wraz z uzasadnieniem ich wyboru;
5. Określenie przewidywanego oddziaływania na środowisko analizowanych wariantów, w tym również w przypadku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej, a także możliwego transgranicznego oddziaływania na środowisko;
6. Opis metod prognozowania oddziaływania na środowisko wraz z opisem przewidywanych znaczących oddziaływań na środowisko planowanego przedsięwzięcia obejmujący bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótko-, średnio-, długoterminowe, stałe i chwilowe oddziaływania na środowisko, wynikające z istnienia przedsięwzięcia, wykorzystywania zasobów środowiska, emisji, z uwzględnieniem etapów realizacji, eksploatacji oraz likwidacji.
7. Opis przewidywanych działań mających na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru;
8. Przedstawienie zagadnień w formie graficznej;
9. Przedstawienie zagadnień w formie kartograficznej w skali odpowiadającej przedmiotowi i szczegółowości analizowanych w raporcie zagadnień oraz umożliwiającej kompleksowe przedstawienie przeprowadzonych analiz oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko;

¹ Zakres raportu oos określony w art. 66 ustawy OOS

10. Przedstawienie propozycji monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na etapie jego budowy i eksploatacji lub użytkowania, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru;

Metodyka inwentaryzacji

Proponowana metodyka inwentaryzacji przyrodniczej w zakresie oceny oddziaływania inwestycji na ptaki została przedstawiona w rozdziale 4.2 *Wskazania w zakresie monitoringu ptaków*. Głównymi elementami, na które należy zwrócić uwagę są:

- terminy badań,
- liczba kontroli,
- wielkość powierzchni terenu badanego,
- gatunki kluczowe
- uwarunkowania przyrodnicze terenu

Metodyka i zakres badań w terenie powinna być dostosowana odpowiednio do gatunków ptaków kluczowych oraz do uwarunkowań przyrodniczych terenu, czemu także służą wyniki oceny wstępnej przedstawionej w rozdziale 4.

5.3 ANALIZA ODDZIAŁYWAŃ SKUMULOWANYCH

Tak jak w przypadku wszystkich ocenianych inwestycji i planów, w ocenie oddziaływań skumulowanych należy brać pod uwagę wszystkie inne przedsięwzięcia i dokumenty planistyczne mogące niekorzystnie wpływać na populacje ptaków i ich siedliska. Przykładem podejścia do analizy jest opracowanie zamówione przez GDOŚ *Wytyczne dotyczące oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki* (Chylarecki i in. 2011) (jakkolwiek jest ono w fazie projektu, do dziś nie będąc zatwierdzonym).

Przede wszystkim należy ocenić możliwy wpływ wszystkich istniejących i projektowanych linii elektroenergetycznych zlokalizowanych w buforze 10 km od granic przedsięwzięcia. Jako "projektowane" należy traktować wszystkie inwestycje, dla których inwestorzy wystąpili z wnioskami o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Promień 10 km jest zbieżny ze wspomnianymi zaleceniami dla farm wiatrowych i uzasadniony zasięgiem lotów żerowiskowych wielu ptaków szponiastych czy bociana czarnego (Jiguet & Villarubias 2004). W odniesieniu do potencjalnej śmiertelności, poza liniami elektroenergetycznymi i farmami wiatrowymi należy zwrócić uwagę m.in. na istniejące i projektowane linie kolejowe (które są źródłem istotnej śmiertelności bielika - Krone et al. 2002) oraz drogi kołowe (Forman et al. 2003). Nie bez znaczenia są też maszty telekomunikacyjne i radiowo telewizyjne (Manville 2007a, 2007b).

Poza samym faktem oceny wystąpienia skumulowanego wpływu związanego bezpośrednio ze śmiertelnością ptaków, należy też zwrócić uwagę na kwestię zajęcia i fragmentacji siedlisk (zarówno lęgowych, jak i istotnych podczas wędrówki, czy zimowania). Dlatego w przypadku występowania na terenie badań koncentracji żerowiskowych lub noclegowisk np. migrujących gęsi, łabędzi, czy żurawi, jest potrzeba zwiększenia zasięgu bufora do 20 km.

W ocenie działań skumulowanych konieczne jest też uwzględnienie zmian w zachowaniu ptaków związanym z pojawieniem się inwestycji, z jej efektem barierowym, czy zajęciem siedlisk, które mogą wpływać na utratę żerowisk, czy miejsc koncentracji lub zmiany w z wykorzystaniu. Generalnie łączne oddziaływania kilku inwestycji potęgują zwykle efekty bariery w przelotach ptaków, zarówno długodystansowych (migracyjnych), jak i – przede wszystkim – przelotach lokalnych, odbywających się na niskim, kolizyjnym pułapie.

Należy jednak podkreślić, że w przypadku nie tylko linii elektroenergetycznych, ale też i innych inwestycji w niektórych przypadkach efekt łączenia inwestycji może mieć charakter pozytywny i wręcz należy dążyć do planowania i realizacji różnych inwestycji w bliskiej sobie lokalizacji, czy wspólnym korytarzu. Korzyści płynące z tego podejścia, to:

- ograniczenie zajmowanego obszaru (zajęcia siedlisk) do możliwie niewielkiej powierzchni,
- zmniejszenie efektu barierowego i skumulowanie go do ograniczonego rejonu,
- wykorzystanie charakteru inwestycji w celu wzajemnej minimalizacji oddziaływania każdej z nich.

I tak, zlokalizowanie dwóch, czy kilku linii elektroenergetycznych obok siebie ze względu na wpływ bariery i śmiertelności związanej z kolizjami jest korzystniejsze dla ptaków, niż zaplanowanie ich oddzielnie w znacznej odległości od siebie. Z jednej strony wysiłek związany z ominięciem jednej połączonej bariery będzie niższy niż omijanie dwóch barier osobno, a z drugiej strony łatwiejsze jest wcześniejsze zauważenie i jednoczesne ominięcie dwóch linii, niż omijanie dwóch linii osobno (Thompson 1978, APLIC 2012). Podobnym przykładem może być sytuacja, w przypadku przejścia trasy linii elektroenergetycznej przez dolinę rzeczną – ulokowanie linii w sąsiedztwie mostu pozwoli ptakom potraktować te dwie różne elementy jako jednej bariery łatwiejszej do ominięcia i zauważenia niż, gdy występowały one w większej odległości od siebie.

Oceniając wpływ skumulowany należy brać pod uwagę i przedstawić przede wszystkim najbardziej istotne kwestie wpływu inwestycji na elementy przyrodnicze. I tak, dla przykładu w przypadku obszarów Natura 2000, w których kania ruda jest przedmiotem ochrony uszczuplenie żerowisk (nierzadko występujących również poza granicami samego obszaru) przez jedną inwestycję czy plan (np. przyzwolecie na zabudowę rozproszoną na głównych żerowiska) i dodanie do tego oddziaływana niewystarczająco zabezpieczonej linii elektroenergetycznej może potencjalnie znacznie pogorszyć stan ochrony tego gatunku w perspektywie nawet kilku lat. Jednocześnie te same inwestycje mogą nie mieć niemal zupełnie znaczenia dla szeregu innych przedmiotów ochrony (np. dzięciołów, muchołówek, gąsiora). Rzetelna identyfikacja i analiza faktycznych oddziaływań związanych z kumulacją oddziaływań inwestycji pozwoli na uniknięcie poprzestania na bardzo ogólnych stwierdzeniach i niekonkretnych zaleceniach minimalizujących realizowanych inwestycji, jakie nierzadko pojawiają się w raportach ooś.

5.4 PRZEDSTAWIENIE DANYCH W RAPORCIE OOŚ

A. Wyniki

1. Wskazanie obszarów podwyższonego ryzyka
 - Mapa w skali dostosowanej do przedstawianych danych (1:10000 – 1: 50 000)
 - cechy obszarów, dla których zostały wyróżnione
2. Występowanie gatunków cennych (Zał. I Dyrektywy Ptasiej) i podatnych na kolizje i porażenia:
 - mapa stanowisk lęgowych z zarysem możliwych do wyróżnienia siedlisk ptaków w założonym buforze inwentaryzacji (w skali dostosowanej do przedstawianych danych, 1:1000 – 1: 10 000)
 - miejsca koncentracji ptaków (zimowiska, żerowiska, zlotowiska, noclegowiska itd.)
 - wszystkich zrealizowanych modułów badań razem – częstość występowania, dominacja, liczba stwierdzeń, liczba osobników w tym maksymalne jednorazowe koncentracje (stada) (tabela)
 - charakter występowania – opisowo dla każdego z gatunków kluczowych
3. Charakterystyka przelotów w odniesieniu do poszczególnych gatunków
 - natężenie w liczbie os./h obserwacji (średnia miesięczna)(tabela)
 - pułapy (dla całości okresów migracji)(tabela)
 - kierunki lotu (dla całości okresu migracji)(wykres z różą wiatrów)
 - mapa pokazująca najczęstsze trasy przelotu najważniejszych gatunków
4. Występowanie gatunków ptaków na transektach
 - średnia, min, max liczba os. na 10 ha. (tabela)

- szacowana liczba par lęgowych (mapy jak dla metody kartograficznej)

Dobłą i rekomendowaną praktyką jest załączanie pełnych wyników przeprowadzonych inwentaryzacji ornitologicznych wykonywanych na potrzeby raportu OOŚ w formie aneksu lub przynajmniej jako załączników w wersji elektronicznej. O ile zasadne jest nieprzeciążanie samego zasadniczego dokumentu raportu danymi surowymi z inwentaryzacji, to poprzestanie jedynie na streszczeniu wyników jest zwykle niewystarczające. Dlatego celowe jest załączanie przedstawienia zebranych surowych danych w postaci aneksów do ostatecznego raportu OOŚ. Pozwala to na rozwianie szeregu wątpliwości pojawiających się przy lekturze raportu OOŚ oraz ułatwia wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

B. Analiza

1. Weryfikacja informacji o obszarach podwyższonego ryzyka:

- mapa
- wskazanie newralgicznych okresów w roku z największym negatywnym oddziaływaniem

2. Analizowane gatunki:

- wskazanie najważniejszych gatunków narażonych na negatywne oddziaływanie
 - liczba par, osobników
 - okres negatywnego oddziaływania
 - relacje legowiska – żerowisk, noclegowiska – żerowiska itp.
 - mapa trasy przelotu pomiędzy miejscami jw.
 - odniesienie do populacji krajowej i lokalnej (województwo, region jeśli to możliwe) lub podlegającej ochronie np. w obszarze Natura 2000, rezerwacie przyrody, parku narodowym itp.
 - przewidywane znaczenie oddziaływania

3. Porównanie wariantów:

- obszary największego oddziaływania
- newralgiczne okresy w roku
- gatunki narażane na istotne negatywne oddziaływanie

4. Propozycja działań minimalizujących w formie zarówno opisowej jak i przedstawienie danych na mapach:

- gatunki (np. wskazanie gniazd bocianich do przeniesienia)
- siedliska (odtworzenie zniszczonych płatów itd.)
- elementy zwiększające widoczność linii (mapa i opis urządzenie oraz wskazanie gdzie stosować)
- propozycje przeniesienia linii pod ziemię (mapa z argumentacją)
- propozycje zmiany przebiegu linii (w obrębie wybranego wariantu, mapa z argumentacją)
- zakres monitoringu porealizacyjnego (zob. Tab. 4)
 - wskazanie obszarów (wraz argumentacją)
 - metodyka monitoringu (konieczny jest on do wykonania przede wszystkim w celu określenia skuteczności zastosowanych rozwiązań minimalizujących)

C. Wnioski

1. Wskazanie wariantu z najmniejszym negatywnym oddziaływaniem
2. Przedstawienie gatunków narażonych na największe oddziaływanie dla wskazanego wariantu
3. Skala największego oddziaływania (np. istotne w skali kraju, obszaru Natura 2000)
4. Ostateczna ocena wybranego wariantu
5. Propozycje działań minimalizujących
6. Propozycje dotyczące przebiegu linii (w ramach wybranego wariantu)

7. Propozycje dotyczące zmian rozwiązań technicznych i typu linii (napowietrzna, kablowa) na wskazanych odcinkach
8. Propozycje monitoringu porealizacyjnego

6 MINIMALIZACJA ODDZIAŁYWAŃ I NAJBARDZIEJ NIEBEZPIECZNE ROZWIĄZANIA

Mimo zaproponowania wielu działań minimalizujących i ich stałego doskonalenia w różnych częściach świata, oraz zobowiązań naszego kraju do ich wdrażania (rekomendacja 110 (2004) Stałego Komitetu Konwencji Berneńskiej, dotycząca minimalizacji negatywnego oddziaływania linii energetycznych na ptaki), w Polsce działania takie podejmowane są wciąż stosunkowo rzadko. Choć pierwsze propozycje takich działań są czasowo odległe (Cempulik i Ostański 1995, Jakubiec i Wuczyński 1991), dopiero ostatnie lata przyniosły pewną poprawę sytuacji zarówno na liniach WN/NN, jak i SN. Charakterystyczny natomiast jest w Polsce brak badań poznawczych (naukowych), inicjowanych i realizowanych przez jednostki o profilu naukowym – uniwersytety, instytuty badawcze. Aktualnie żaden krajowy instytut naukowy nie realizuje badań nad wzajemnymi oddziaływaniami ptaków i linii napowietrznych (informacje własne Autorów). Dotychczasowe badania w zakresie poprawy bezpieczeństwa ptaków na sieciach elektroenergetycznych są związane niemal wyłącznie z konkretnymi inwestycjami – dotyczącymi budowy/modernizacji sieci w energetyce konwencjonalnej lub wyprowadzania mocy z powstających inwestycji związanych z energetyką odnawialną. Przykładami takiej współpracy za granicą są m.in. działania firmy Eskom z organizacją Endangered Wildlife Trust w RPA lub działania na Węgrzech na rzecz badań i wdrożeń działań minimalizujących śmiertelności ptaków w wyniku interakcji z liniami, w które włączyły się, poza organizacjami pozarządowymi (węgierskim partnerem BirdLife MME), Ministerstwo Środowiska i Zasobów Wodnych oraz wszystkie firmy z branży zarządzających liniami elektroenergetycznymi. Podobna współpraca ma miejsce również w Niemczech, Francji, Szwajcarii, czy Portugalii (Prinsen et al. 20011).

W Polsce badania realizowane w ramach procedury oceny oddziaływania przedsięwzięć na środowisko polegają na prowadzeniu monitoringu przyrodniczego, którego zakres i realizacja zależą zwykle jedynie od wiedzy i rzetelności zatrudnianych ekspertów-przyrodników. Badania te nie są koordynowane w skali kraju. Jakkolwiek zawsze kontrolowane są one przez RDOŚ pod kątem formalnym po złożeniu dokumentacji, to ze względu na uwarunkowania prawne bardzo wyjątkowo i tylko wybiórczo dane mogą być weryfikowane w terenie. Dodatkową trudność przysparza różnorodność schematów i intensywności obserwacji terenowych, a także zwyczajowe nieujawnianie wyników, czy tym bardziej danych źródłowych i użytych metodyk (ze względu na prywatne finansowanie), co utrudnia dokonywanie jakichkolwiek zbiorczych porównań i uogólnień. Mimo tych wad można przypuszczać, że w przeważającej większości prowadzone monitoringi obejmują standardową procedurę, tj. zinventaryzowanie awifauny i przedłożenie opracowania wyników, z których wnioski umieszczane są w raportach ooś. Na niektórych liniach prowadzone są też monitoringi porealizacyjne połączone z wyszukiwaniem ofiar i eksperymentami korygującymi wyniki. Wnioski z monitoringów przedinwestycyjnych obejmują wybór najkorzystniejszego wariantu trasy oraz wskazanie działań minimalizujących, niestety te ostatnie nie zawsze są proponowane, czy też skutecznie wdrażane. Zrealizowane minimalizacje dotyczą przede wszystkim:

- zawieszania oznaczników na przewodach odgromowych – dotyczy głównie linii najwyższych napięć, a oznacznikiem najczęściej stosowanym w Polsce są kule,
- zmian lokalizacji wybranych słupów, zaprojektowanych w miejscach o wysokich walorach przyrodniczych.

W przypadku porażenia prądem badania nad skalą i metodami minimalizującymi były w Polsce realizowane wcześniej i na większą skalę, a kilka projektów dotyczących ochrony bociana białego (realizowanych przez przyrodników we współpracy z energetykami) należy uznać za

wzorcowe (Kaługa, Sparks, Tryjanowski 2011, Kaługa, Tryjanowski 2012). Na uwagę zasługują działania zrealizowane w ramach projektu ochrony bociana białego w województwie mazowieckim. W ramach tego przedsięwzięcia w 8 rejonach energetycznych zmodernizowano ponad 80 niebezpiecznych urządzeń energetycznych (rozłączniki oraz stacje transformatorowe), na których dotąd każdego roku ginęło rocznie około 100 bocianów białych. Prace polegały na przeniesieniu niebezpiecznych urządzeń na boczną część słupa (Kaługa, Tryjanowski 2012; Fot. 12 i 13). W latach 2011-2012 zmodernizowano w ten sposób kolejnych 6 niebezpiecznych lokalizacji (I. Kaługa – dane niepubl.)

W celu zatrzymania korozji konstrukcji stalowej słupa w miejscu posadowienia gniazd kruków na słupach kratowych linii 110 kV na terenie Rejonu Energetycznego Siedlce planuje się zastosowanie platform zlokalizowanych o około 5 cm powyżej istniejących kątowników (I. Kaługa – dane niepubl.). Pozwoli to na naturalne przewietrzanie konstrukcji, a tym samym bezpieczne lęgi ptaków korzystających z gniazd.

Na szeroką skalę realizowane są (lub były w niedalekiej przeszłości) prace dotyczące budowy platform i renowacji gniazd bocianich budowanych na słupach sieci elektroenergetycznych. Chodzi m.in. o działania w ramach „Programu ochrony bociana białego i jego siedlisk” – długofalowego projektu realizowanego przez Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody „pro Natura”, którego wymiernym efektem było przeprowadzenie renowacji i pielęgnacji ponad 11 tys. gniazd bocianich w całym kraju, w tym w większości na słupach linii elektroenergetycznych (Guziak, Konieczny 2006)

Niestety, są też przykłady negatywne: w przeciwieństwie do pozytywnych doświadczeń przy budowie platform bocianich, gniazda kruków bywają zrzucane ze słupów w trakcie prac konserwatorskich i malowania słupów. Przykładowo, w Wielkopolsce w maju 1996 r. i 1997 r. zrzucano gniazda z co najmniej 29 słupów, mimo że był to okres lęgowy i w gniazdach znajdowały się pisklęta tego gatunku (Tryjanowski i in. 2004). Pomimo, że działanie takie wydaje się być uzasadnione z punktu widzenia wymogu przeprowadzenia prac utrzymaniowych, niszczenie gniazd jest sprzeczne z obowiązującym prawem, a realizacja robót nie może nastąpić bez zgody właściwego Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska. Ptaki gniazdujące również na budynkach i konstrukcjach (w tym słupach linii napowietrznych), podlegają ochronie w myśl ustawy o ochronie przyrody (art. 49. i 52.), a za złamanie zakazów ustawowych grozi kara aresztu lub grzywny (art. 127).

6.1 RODZAJE DZIAŁAŃ OGRANICZAJĄCYCH ŚMIERTELNOŚĆ PTAKÓW W WYNIKU KOLIZJI

Rozbijanie się ptaków o przewody linii elektroenergetycznych jest zjawiskiem obserwowanym na wszystkich kontynentach, a śmiertelność jaką generują linie jest bardzo wysoka. Szacuje się, że na całym świecie liczba ofiar kolizji może sięgać 1 miliarda osobników rocznie (Hunting 2002), a instalacje elektroenergetyczne stanowią jeden z najpoważniejszych antropogenicznych czynników śmiertelności ptaków (Drewitt & Langston 2008). Zestawienie skali zjawiska w wybranych państwach prezentuje Tabela nr 2. Przy współczesnym, poważnym podejściu do kwestii środowiskowych, wynikającym z rozpoznanych i uznanych zagrożeń związanych z rozwojem cywilizacji, tak duże oddziaływanie nie może być i nie jest ignorowane. Równoległe z badaniami oceniającymi skalę oddziaływania linii na ptaki, podejmowane więc są wysiłki w celu minimalizowania wpływu na awifaunę. Pierwsze poważniejsze badania nad śmiertelnością ptaków w wyniku kolizji z liniami podjęto w latach 70-tych XX w., i również w tym czasie podjęto pierwsze próby ograniczenia tego zjawiska (Barrientos R. et al. 2011). Działania minimalizujące należą jednak do zagadnień niezwykle trudnych, gdyż muszą uwzględniać skomplikowany układ zagadnień planistycznych, konstrukcyjnych, środowiskowych, społecznych czy ekonomicznych, które często są trudne do pogodzenia.

Zakres działań minimalizujących powinien wynikać z zaleceń kompleksowego monitoringu przyrodniczego, zarówno oceny wstępnej (wpływ na rozwiązania projektowe) i wyników monitoringu przedrealizacyjnego (uszczegółowienie zaproponowanych rozwiązań). Sprawdzanie skuteczności zastosowanych rozwiązań odbywać się powinno na podstawie wniosków z monitoringu porealizacyjnego. Obowiązek ograniczania negatywnego wpływu wynika z zapisów ustawy o oś - art. 82, 93 i 101. Działania minimalizujące należy prowadzić na wszystkich etapach inwestycji, jednak szczególne znaczenie i konsekwencje powinny mieć rozwiązania zaproponowane na etapie początkowym, tj. projektowania linii. Przyjęty wówczas dobór rozwiązań technicznych i trasa przebiegu będą miały zasadniczy wpływ na późniejsze skutki środowiskowe.

Spośród szerokiej gamy proponowanych i wdrażanych na świecie rozwiązań, priorytet powinny mieć te, które prowadzą do *zapobiegania* negatywnym oddziaływaniom inwestycji. Dopiero, jeśli nie jest możliwe zastosowanie rozwiązań o charakterze profilaktycznym, należy dobierać dalsze – prowadzące do *minimalizacji i kompensacji* oddziaływań. Także w tym przypadku kolejność nie jest przypadkowa – najpierw należy oddziaływanie minimalizować (zmniejszać skalę wpływu), a dopiero w ostateczności kompensować (naprawiać szkody uznane za nieuniknione). Uczestnicy procesu inwestycyjnego, w szczególności eksperci przyrodniczy odpowiedzialni za dobór rozwiązań, winni mieć świadomość różnic w zakresie pojęciowym poszczególnych rozwiązań i różnej ich wagi.

6.1.1 PODZIEMNE (KABLOWE) POPROWADZENIE LINII ELEKTROENERGETYCZNEJ

Jest to bez wątpienia rozwiązanie najkorzystniejsze z punktu widzenia ochrony ptaków przed kolizjami i porażeniami prądem. W przypadku linii niskiego i średniego napięcia jest to rozwiązanie lokalnie stosowane na dużą skalę. Przykładowo, w Belgii już w latach dziewięćdziesiątych XX w. 77% linii niskiego i średniego napięcia przebiegało pod ziemią. W Niemczech lokalnie ponad 50% długości tego typu linii jest poprowadzona pod ziemią, a w Wielkiej Brytanii udział takich linii wynosi 44% całkowitej długości (Bayle, 1999). Na lokalną skalę działania tego typu mają miejsce również w Polsce. W latach 90 w kolonii lęgowej bociana białego w Mostach, niedaleko Włodawy, na Lubelszczyźnie skablowano linię niskiego napięcia, na której znajdowało się kilkanaście gniazd bociana białego. Zabieg ten całkowicie wyeliminował przypadki porażenia prądem (I. Kaługa – dane niepubl.). W przypadku linii wysokiego napięcia prowadzenie doziemne bywa jednak rzadko stosowane, głównie ze względu na wysokie koszty (3-20 krotnie droższe niż tradycyjne, napowietrzne linie WN), ale także zwiększone komplikacje przy eksploatacji linii, np. bieżące naprawy. Jednak lokalnie, m.in. w Danii, rozpoczęto pilotażowe projekty wprowadzania pod ziemię linii najwyższego napięcia 400 kV (Prinsen et. al. 2011). Należy również dodać, iż mimo zdecydowanie wyższych kosztów, linie podziemne są bardziej wytrzymałe na warunki atmosferyczne i bardziej akceptowane społecznie. Można również stosować tego typu rozwiązania np. w miejscach szczególnie wrażliwych i podatnych na negatywne oddziaływanie linii napowietrznych, np. w rejonach ważnych kolonii rozrodczych lub koncentracji migracji czy też istotnych zimowisk.

Poprowadzenie linii pod ziemią nie jest też zawsze możliwe, czy praktyczne, jak np. w terenach górskich, czy podmokłych (bagna, doliny rzeczne) i mogłoby się dodatkowo wiązać z bardziej szkodliwymi zmianami w siedliskach, (a przez to niekorzystnie oddziaływać na lokalną awifaunę), niż wpływem związanym z kolizjami.

6.1.2 KONSTRUKCJE SŁUPÓW

Spłaszczenie strefy kolizyjnej

Ze względu na oddziaływanie na ptaki za korzystną należy uznać konstrukcję podpór, zapewniającą możliwość umiejscowienia przewodów na jak najmniejszej liczbie poziomów. Ogranicza to w istotny sposób szerokość (zakres pułapów) „strefy kolizji”. W przypadku linii

wysokiego napięcia większość obecnie stosowanych słupów posiada rozwiązania niekorzystne: przewody podwieszane są na kilku wspornikach odchodzących od słupa tworząc konstrukcję wielopoziomą. Dodatkowo przewody odgromowe przebiegają w części szczytowej (Fot. 1), w dużej odległości od przewodów pod napięciem. W efekcie tego typu rozłożenie kabli zajmuje pas o wysokości kilku metrów. Zalecanym rozwiązaniem minimalizującym jest więc umocowanie wszystkich przewodów na mniejszej liczbie poziomów (optymalnie – jednym), co zmniejsza zakres potencjalnej strefy kolizyjnej. Wskazane jest też zmniejszenie odległości między przewodem/-ami odgromowym a fazowymi (patrz niżej). Niestety, ze względów na mniejszą stabilność linii oraz zajmowanie większej powierzchni, we współczesnych projektach odchodzi się od jednopoziomych konstrukcji podpór, w szczególności na liniach wysokich napięć.

Wysokość i rozstaw słupów

Powszechną praktyką powinno być stosowanie możliwie najniższych słupów, jakie są możliwe ze względów bezpieczeństwa i technicznych (por. informacje dot. słupów leśnych i nadleśnych – niżej). Korzystne jest także zmniejszenie odległości między słupami ze względu na tendencję ptaków do przecinania linii w większej odległości od słupów (bliżej środka przęsła). Wzrost „zagęszczenia” słupów powoduje rzadsze przelatywanie w poprzek linii na wysokości kolizyjnej (APLIC 2012).

Modyfikacja lub rezygnacja z przewodu odgromowego

Szczytowe położenie przewodów odgromowych oraz ich mniejsza średnica niż przewodów będących pod napięciem (przez co są słabiej widoczne) sprawiają, że przewody te stanowią największe zagrożenie kolizyjne dla ptaków (Faanes 1987). Przeprowadzone eksperymenty wykazały na wyraźne zmniejszenie śmiertelności ptaków w wyniku usunięcia przewodu odgromowego (co wiąże się także ze zmniejszeniem „strefy kolizyjności”). Przykładowo, badania w Kolorado (USA) wykazały że śmiertelność żurawi krzykliwych *Grus americanai* żurawi kanadyjskich *G. canadensis* w wyniku kolizji z linią 115 kV po usunięciu przewodów odgromowych spadła o 80% (Brown et al. 1987). W Norwegii na liniach 22 kV usunięcie przewodów odgromowych zmniejszyło śmiertelność w wyniku kolizji u pardwy mszarnej *Lagopus lagopus* i pardwy górskiej *L. mutus* o 50% (Bevanger & Broseth 2001). Niestety, usunięcie tego przewodu naraża linię na uszkodzenia w wyniku wyładowań atmosferycznych i rzadko jest stosowane. Zalecaną i częściej stosowaną alternatywą jest używanie przewodów odgromowych (a także fazowych) o większej niż obecnie średnicy (lepiej widocznych). Optymalną sytuacją jest taka sama średnica przewodów fazowych i odgromowych. Dodatkowo, zmiana konstrukcji słupa umożliwiająca położenie przewodu odgromowego bliżej przewodów pod napięciem również zmniejsza ryzyko kolizji dzięki spłaszczeniu strefy kolizyjnej (Haas et. al. 2005).

Użycie słupów nadleśnych i leśnych

Zaletą użycia słupów nadleśnych jest ograniczenie wycinki w lasach jedynie do obszaru gdzie będzie zlokalizowany słup, ponieważ wszystkie przewody prowadzone są wysoko nad lasem (wys. słupów 80-90 m). Z drugiej strony, usytuowanie przewodów wysoko ponad szczytami drzew zwiększa ryzyko kolizji dla przelatujących, zwłaszcza migrujących ptaków. Z kolei słupy leśne, ze względu na zwężony układ przewodów (ułożone jeden nad drugim, tzw. słupy jednotorowe – Fot. 8), wymagają wąskiego pasa wycinki (do ok. 32m, zamiast ok. 75m przy standardowych słupach WN). Są one używane w celu ograniczenia powierzchni usuwanego drzewostanu, jednak również z punktu widzenia migrujących ptaków przewody takiej linii są bardziej kolizyjne (słupy są wyższe – do ok. 50 m a przewody przebiegają ponad lasem) niż, linii standardowej, której przewody umieszczone są na wysokości koron drzew lub w nich ukryte. Dlatego przy decyzji użycia słupów leśnych lub nadleśnych powinno się wziąć pod uwagę kwestię ich kolizyjności z migrującymi ptakami – im większe wyeksponowanie przewodów ponad terenem, tym większe ryzyko kolizji ptaków (Thompson 1978, APLIC 2012).



Fot. 8. Dzięki zastosowaniu słupów leśnych (tutaj jednotorowy słup leśny mocny), na których przewody są zawieszane w jednej płaszczyźnie, możliwe jest niemal dwukrotne ograniczenie pasa wycinki drzewostanu (do ok. 32m). Jednak słupy te muszą być przez to wyższe i linia przebiega zasadniczo nad drzewostanem tworząc pewne zagrożenie dla migrujących ptaków. Fot. M.M.

Łączenie przewodów linii średniego napięcia w jeden przewód. Na liniach niskiego i średniego napięcia na terenach szczególnie kolizyjnych należy rekomendować prowadzenie linii w tak zwanym warkoczach (gdzie wszystkie przewody połączone są w jedną zaizolowaną linię - Fot. 17). W roku 2008 poprowadzono taką linię (niskiego napięcia) pomiędzy stawami rybnymi w Czołomyjach, gmina Mordy, powiat siedlecki co wyeliminowało kolizje łabędzi, których notowano tam 2-3 w roku (I. Kaługa – dane niepubl.). W przypadku średnich napięć działanie takie jest kosztowo zbliżone do poprowadzenia linii pod ziemią, zatem celowa jest jego realizacja jedynie w przypadku braku możliwości prowadzenia pod ziemią.

6.1.3 DOSTOSOWANIE LINII DO TOPOGRAFII TERENU

Linie elektroenergetyczne w swoim często kilkusetkilometrowym biegu przecinają szereg różnych środowisk i obszary o różnym ukształtowaniu terenu. Odpowiednie wykorzystanie topografii pozwala zredukować ich negatywne oddziaływanie. W przypadku przecinania obszarów leśnych lepszym rozwiązaniem jest „ukrycie” linii za drzewami w przecince niż „wystawienie” linii powyżej poziomu koron drzew. Dobrym rozwiązaniem jest również obsadzanie drzewami, które docelowo osiągną wysokość, która pozwala „ukryć” linię za drzewami niż stosowanie wysokich słupów nadleśnych górujących nad dachem drzewostanu. W obu przypadkach wskazane jest stosowanie podpór o wysokości nie wyższej niż drzewa. Takie rozwiązania obniżają śmiertelność w wyniku kolizji. Badania w Japonii wykazały, iż gęsi białoczelne *Anser albifrons* przelatywały wyżej nad liniami pośród drzew, niż nad liniami zlokalizowanymi na otwartych polach ryżowych (Shimada 2001). Również w Norwegii

wykazano mniejszą śmiertelność pardw *Lagopus sp.* na obszarach, gdzie linie sąsiadowały z wyższymi drzewami, zaś większą śmiertelność na obszarach z niższymi drzewami (Bevanger & Broseth 2004). W ostatnich latach coraz częściej w miejscach przekraczania przez linie wysokiego napięcia kompleksów leśnych stosowane są słupy nadleśne i leśne, które umożliwiają zminimalizowanie powierzchni wycinanego drzewostanu (wytyczne PSE S.A.). Usunięcie drzew konieczne jest tylko w miejscach posadowienia słupów oraz na trasach dróg dojazdowych maszyn i pojazdów obsługi linii, bez konieczności usuwania pasa drzew pod samą linią. Użycie słupów nadleśnych każdorazowo powinno być jednakże poprzedzone analizą wpływu planowanej linii na ptaki. W koronach drzew ptaki nie rozwijają znacznych prędkości, oraz są naturalnie przygotowane na obecność przeszkód, takich jak gałęzie drzew. Ze względu na znaczne wyeksponowanie linii nad lasem stanowi ona większe ryzyko dla przelatujących, zwłaszcza migrujących ptaków, niż linia, której przewody usytuowane są na wysokości koron drzew (Thompson 1978, APLIC 2012). Tego typu rozwiązania mogą być również niekorzystne np. dla lokalnych liczniejszych populacji dużych szponiastych (orlik krzykliwy, bielik) gniazdujących w większych kompleksach leśnych.

Należy pamiętać, iż grzbiety górskie, doliny rzeczne czy wybrzeża, w zależności od warunków pogodowych, stanowią często naturalne korytarze migracyjne ptaków i sytuowanie w ich obrębie linii zawsze będzie zwiększało ryzyko kolizji, należy więc tego unikać. W przypadkach, w których nie da się uniknąć przebiegu linii w pobliżu naturalnych korytarzy migracyjnych należy sytuować linię równoległą do korytarza, a nie prostopadle (Crowder 2000; Scott et al. 1972; McNeil et al. 1985).

6.1.4 ZGRUPOWANIE LINII PRZEBIEGAJĄCYCH NA JEDNYM OBSZARZE

Thompson (1978), Bevanger (1998), Crowder (2000), Drewitt and Langston (2008) sugerują, iż skupienie w bezpośrednim sąsiedztwie więcej niż jednej linii może obniżyć śmiertelność ptaków, gdyż skupiona większa liczba przewodów na małym obszarze jest bardziej widoczna. Ptaki przelatując nad zgrupowaniem równoległych linii mają tylko jedną barierę do pokonania, w przeciwieństwie do sytuacji, gdyby linie przebiegały również równoległe, ale w większej odległości, np. kilku kilometrów. Zatem w przypadku planowania budowy nowych linii w miarę możliwości należy ich trasy łączyć lub prowadzić w bezpośredniej bliskości już istniejących linii. Podobnie może działać łączenie linii z przebiegiem innych elementów krajobrazu – np. mostów. Posadowienie linii w niewielkiej odległości (kilkudziesięciu metrów) od mostu pozwala ptakom traktować te obiekty jako jedną, łatwiejszą do zauważenia i ominięcia przeszkodę. Wpływ ten może wiązać się też z nieznacznie mniejszymi stratami energetycznymi związanymi z manewrowaniem cięższych gatunków blaszkodziobych przy omijaniu przeszkód. Dodatkowo tego typu zgrupowanie elementów ogranicza wokół obiektów (także na wodzie) strefę omijaną przez ptaki, a więc powierzchnię utraconego lub pogorszonego siedliska (żerowanie, odpoczynku, czy rozrodu). Jednak w przypadku zmniejszonej widoczności (np. mgła) i skupienia linii o różnych parametrach i co za tym idzie różnej wysokości położenia przewodów, oznakowanie tylko jednej linii, może to doprowadzić do zwiększenia śmiertelności. W związku z powyższym, w przypadku znakowania markerami linii skupionych blisko siebie, należy te działania przeprowadzić na każdym z linii (APLIC 2012).

6.1.5 WYBÓR NAJMNIJ ODDZIAŁUJĄCEGO WARIANTU

Większość obecnie realizowanych projektów budowy nowych linii bądź przebudowy już istniejących zakłada różne warianty przebiegu inwestycji. Dobór odpowiedniego wariantu może być jednym z ważniejszych rodzajów działań minimalizujących. Możliwe jest wskazanie potencjalnie najgorszego wariantu już na etapie analizy wstępnej. Jednak, aby ostatecznie potwierdzić wybór wariantu optymalnego, niezbędne są prace inwentaryzujące awifaunę obszaru, na jakim ma przebiegać linia i jej warianty. Pełen roczny monitoring obejmujący sezon

lęgowy, okres wiosennej i jesiennej migracji oraz (jeśli występują) znanych zimowisk i miejsc koncentracji pozwoli na pełne rozpoznanie charakterystyki występowania ptaków na danym obszarze. Wiedza na temat miejsc występowania znacznych skupisk ptaków, miejsc lęgów gatunków rzadkich i szczególnie narażonych na kolizje pozwoli zredukować ryzyko kolizji poprzez wybór wariantów o najniższym potencjalnym negatywnym oddziaływaniu. Ważne jest też poznanie przebiegu tras przelotów w obrębie planowanej inwestycji, np. lokalnych przelotów z noclegowisk na żerowiska (jeśli występują), ale też lokalnych i ponadlokalnych tras przemieszczeń ptaków we wszystkich okresach fenologicznych. Poprowadzenie linii pomiędzy takimi obszarami lub przecięcie tras przelotów może drastycznie zwiększyć ryzyko kolizji i tego typu lokalizacji należałoby zdecydowanie unikać.

6.1.6 ODPOWIEDNIE ZARZĄDZANIE TERENAMI WOKÓŁ LINII

Kształtowanie siedlisk, odpowiednie użytkowanie i zarządzanie gruntami w celu redukcji ryzyka kolizji może dać wymierne efekty w redukcji kolizji. Przykładowo, sadzenie drzew na skraju linii powoduje zwiększenie wysokości przelotu ptaków i w efekcie łatwiejsze ominięcie linii. Innym rozwiązaniem jest dostosowanie upraw dla uniknięcia koncentracji ptaków w sąsiedztwie linii. Uprawa zbóż ozimych powoduje, iż tereny te są atrakcyjne jako żerowisko dla stad gęsi i łabędzi w okresie zimowania (w zachodniej części kraju), podobnie jak pozostawianie jesienią ściernisk po kukurydzy długi czas po zbiorze, co zapewne również wpłynie na pojawienie się żurawi na tym terenie. Położenie takich obszarów w obrębie linii powoduje, że mogą powstawać lokalne trasy przelotów pomiędzy żerowiskiem a noclegowiskiem, oddalonym nawet o kilkadziesiąt kilometrów, jak w przypadku zbiorników wodnych. W takich wypadkach ptaki przez dłuższy okres, np. zimowania lub jesiennych koncentracji, codziennie dwukrotnie muszą pokonywać barierę jaką jest linia. Z drugiej jednak strony należy pamiętać o zjawisku przyzwyczajania się ptaków do zmiany warunków otoczenia (habituacja). Pozwala to na przebywanie np. setek bocianów, żurawi i dziesiątków szponiastych na małym obszarze poprzecinanym odpowiednio oznakowanymi liniami przesyłowymi jak to ma miejsce np. na obszarze La Janda czy też Salinas de Bonanza w południowej Hiszpanii (Fot. 9 i 10). Mimo tego podstawowym działaniem jest unikanie lokalizacji tego typu przedsięwzięć w miejscach regularnych większych koncentracji ptaków.

Należy podkreślić, że kształtowanie siedlisk wokół linii, jakkolwiek mogłoby w znacznym stopniu zredukować wpływ linii na ptaki, to z punktu widzenia praw własności i dysponowania jest praktycznie niemożliwe do skoordynowanej realizacji. Właściciele musieliby wprowadzać modyfikacje lub stosować się do ograniczeń w zarządzaniu swoją własnością lub też operator linii elektroenergetycznej musiałby uzyskać zgodę właściciela lub zarządcy terenu na prowadzenie działań w postaci kształtowania siedliska. Kolejną trudnością jest, szczególnie w niektórych regionach kraju, duży stopień rozdrobnienia struktury własności gruntów, co w przypadku konieczności ustalenia wszystkich właścicieli i zarządców gruntów w miejscu, gdzie kształtowanie siedlisk miałyby mieć miejsce, mogłoby okazać się niezwykle trudne.

Opisane w tym rozdziale rozwiązania są propozycją autorską i nie wyklucza się innych zastosowania innych metod (markerów, znaczników, zagęszczenia itp.)



Fot. 9. Szablodzioby i rycyki przelatujące nad zabezpieczoną linią w południowej Hiszpanii, Salinas de Bonanza – fot. K. Skakuj.

6.1.7 MAKIETY PTAKÓW DRAPIEŻNYCH

Wywieszane pod przewodami sylwetki ptaków drapieżnych oraz makiety („bałwanki”) siedzących drapieżników montowane na szczytach lub ramionach słupów linii elektroenergetycznych w założeniu mają wzbudzać behawioralną reakcję ucieczki potencjalnych ofiar. Zdarza się jednak, że odnoszą skutek odwrotny zwiększając częstość przebywania ptaków w pobliżu linii – ptaki „nękają” siedzące drapieżniki i narażają się na kolizję z przewodami lub porażenie (Janss i in. 1999). Rozwiązanie obecnie rzadko stosowane i nie jest zalecane. Brak oczekiwanych reakcji odstraszenia (jedynie krótkotrwały efekt) potwierdzają również doświadczenia z dziesiątków lotnisk na całym świecie (ACRP 2011, MacKinnon i in. 2004).

6.1.8 WYWIESZANIE MARKERÓW ZWIĘKSZAJĄCYCH WIDOCZNOŚĆ PRZEWODÓW

Obecnie jedną z najszerzej stosowanych metod minimalizacji śmiertelności ptaków w wyniku kolizji jest znakowanie przewodów w celu zwiększenia ich widoczności. Najczęściej dotyczy to przewodów odgromowych, które są najbardziej kolizyjne (najmniej widoczne) i których skuteczne ominięcie pozwala ptakom uniknąć kolizji z pozostałymi przewodami (przewody odgromowe są położone najwyżej). Spektrum rodzajów stosowanych markerów (oznaczników) jest bardzo duże. Charakteryzują się one różnymi parametrami i gatunkowo specyficzną efektywnością w redukcji śmiertelności. Rodzaje obecnie stosowanych markerów można podzielić na trzy główne grupy:

A. Kule

Zwykle stosowane są kule o średnicy 23 do 30 cm (czasem większe, o średnicy powyżej 100 cm) o kontrastowych kolorach (biało-czerwony, biało-czarny – w kwestii stosowanej kolorystyki patrz rozdział 6.1.8.1.E), zakładane na przewody odgromowe. Ze względu na swoje

duże rozmiary kule są bardzo dobrze widoczne, co pozwala na zwiększenie odstępu pomiędzy wywieszanymi kulami. Badania w USA wykazały ich efektywność w redukcji śmiertelności na poziomie 53% nawet w przy szerokiej rozstawie co 100 metrów - naprzemiennie na dwóch przewodach odgromowych, co daje efekt wizualny rozmieszczenia kul co 50 metrów, a jednocześnie zmniejsza fizyczne obciążenie pojedynczego przewodu (Savereno et al.1996). Rekomendowany rozstaw kul to 20-100 metrów, przy czym im większa średnica kul tym rozstaw może być większy (APLIC 2012). Średnica kul i związana z nią sumaryczna masa, musi być dostosowana do możliwości obciążeniowych przewodów, co warto wziąć pod uwagę już na etapie projektowania linii. Jest to również metoda szeroko stosowana dla oznakowania przeszkód w postaci linii przesyłowych w rejonach lotnisk –zwłaszcza przy podejściach do lądowania, w celu wizualnego ostrzeżenia pilotów o obecności linii. W przypadku montażu na przewodach roboczych, kule ze względu na swój kształt kule w mniejszym stopniu generują efekt ulotu niż spirale i inne elementy podwieszane do przewodów (APLIC 2012).



Fot. 10. Zabezpieczenia w kształcie kul na przewodach zwiększają widoczność linii i ułatwiają ptakom ominięcie przeszkody – fot. I. K.

B. Spirale

Wśród wykonanych zwykle z PCV i montowanych na przewodach (zwłaszcza odgromowych) spiral można wyróżnić trzy główne rodzaje:

- **spirale „antywibracyjne”:** o jednakowej, niewielkiej średnicy (1,2 cm) na całej długości. Głównym celem ich wywieszania jest zmniejszenie wibracji przewodów spowodowanych ruchami powietrza, ale przy okazji zwiększają również widoczność przewodu ograniczając skalę kolizji ptaków. Długość spiral: 112-125 cm; rekomendowana gęstość wywieszania: 3 metry (APLIC 2012).
- **spirale typowe:** zwykle o długości 17-60 cm i średnicy w grubszym końcu 3,8 – 12,7 cm. Istnieją wersje symetryczne (zwązające się na obu końcach) oraz jednostronne (niesymetryczne). Rekomendowana gęstość wywieszania 5-15 (20) metrów (APLIC 2012).

- **duże spirale:** długość 50-116 cm, średnica w najszerszym miejscu 17,8-20,3 cm. Stosowane są również spirale o jeszcze większych wymiarach. Istnieją wersje symetryczne i niesymetryczne. Rekomendowana gęstość ich wywieszania co 15-30 metrów (APLIC 2012).

Wszystkie ww. rodzaje spirali wykazały w badaniach terenowych znaczną redukcję śmiertelności ptaków (Tabela. 5). Są powszechnie stosowanym sposobem ograniczenia śmiertelności ptaków w wyniku kolizji. Do ich zalet, poza wysoką efektywnością w redukcji śmiertelności, należy niewielki koszt. Koszt jednej małej spirali w Polsce to około 60 złotych. W przypadku budowy nowych linii jest to jedyny koszt wdrażania tego działania (bez dodatkowych kosztów montażu w powietrzu, który realizowany jest w przypadku linii istniejących), gdyż spirale są montowane na przewodach na ziemi, przed ich zawieszeniem na słupach. W większości przypadków spirale są trwałymi urządzeniami, choć czasem notowano blaknięcie kolorów (van Rooyen 2000). Spirale nie są rekomendowane do montażu przewodach fazowych linii >230 kV ze względu na występowanie wyładowań koronowych - ulotu (APLIC 2012).



Fot. 11. Spirale zwiększające widoczność linii zamontowane na górnym, odgromowym przewodzie, południowa Hiszpania – fot. K. Skakuj.

C. Ruchome oznaczniki podwieszane na przewodach

Urządzenia te zwiększają widoczność przewodów, a efekt jest dodatkowo wzmocniony przez ich ruch wywołany działaniem wiatru. Zwykle są to markery z płaskimi powierzchniami o różnych kształtach, z centralnie położonym panelem w jaskrawym, odblaskowym kolorze lub UV. Część rozwiązań z UV i fluorescencyjnych wywołuje efekt świecenia w nocy, co może ograniczać śmiertelność nocnych migrantów, choć dotąd brakuje odpowiednich danych empirycznych na potwierdzenie tego przypuszczenia. Niektóre badania (van Rooyen 2000, Anderson 2001, McCann 2001) sugerują, że rozwiązania te są skuteczniejsze niż spirale. Do podwieszanych elementów należą również taśmy i płytki. Ze względu na mniejsze rozmiary

urządzenia te powinny być rozwieszane gęściej: co 5-12 metrów, a w przypadku większych (i cięższych) urządzeń, co 20–30 metrów (APLIC 2012 i zalecenia producentów). Przykładowe dane o efektywności podwieszanych oznaczników znajdują się w Tabeli nr 5. Rozwiązanie to również stosowane jest do oznakowania linii przesyłowych stanowiących przeszkody lotnicze.

Tabela 5. Zastosowania i ich skuteczność wg różnych opracowań – tabela ułożona wg rodzajów działań minimalizujących (pierwsza kolumna)

Rodzaj działania minimalizującego	Rodzaj linii	Dł. linii / czas badań	Opis działania i badań	Gatunek objęty monitorin- giem śmiertelności	Stwierdzo- ny efekty behawiora- lny	Stwierdzony efekt liczebny	Rejon	Źródło
usunięcie przewodu odgromow- ego	115 kV	3,2 km / 2 lata	5 miesięcy obserwacji przed usunięciem przewodu, 12 miesięcy po usunięciu, 7 miesięcy po ponownym zainstalowaniu przewodu, przy czym na 1/2 długości przewód był 3x grubszy niż początkowo	żuraw kanadyjski <i>Grus canadensis</i> , żuraw krzykliwy <i>G. americana</i>		po usunięciu przewodu 80% redukcja kolizji, po ponownym założeniu przewodu powrót do poziomu sprzed usunięcia, także na odcinku z trzykrotnie grubszym przewodem	USA, Kolorado	Bro wn et al. 1987
usunięcie przewodu odgromow- ego	22, 66 i 300 kV	10 km / 6 lat	3 odcinki: 5 km linii 300 kV z przewodem w części szczytowej, 2,5 km linii 66 kV bez przewodu, 2,5 km linii 22 kV z nisko położonym przewodem. W 4 roku badań usunięto przewód z linii 22 kV.	pardwa mszarna <i>Lagopus lagopus</i> , pardwa góraska <i>L. mutus</i>		brak różnic w liczbie kolizji na liniach kontrolnych, na linii eksperymental- nej po usunięciu przewodu spadek kolizji o 50%	Norwegia	Beva nger & Bros eth 2001
kule	69-345 kV	14 km / 3 lata	żółte kule z czarnymi pasami o średnicy 30 cm, wywieszane naprzemiennie na 2 przewodach odgromowych (odl. między kulami na różnych przewodach co 50 m)	żuraw kanadyjski	żurawie przed oznakowan- ą linią zwiększały pułap przelotu stopniowo zbliżając się do linii, na nieoznako- wanej zmiana następował a gwałtownie, tuż przed linią	54% mniej kolizji na oznakowanych liniach	USA, Nebraska	Mor kill & And erso n 1991
kule	115 kV	3,9 km oznako- wanej linii, 1,2 km nieozna- kowane j / 3 lata	żółte kule z czarnymi pasami o średnicy 30 cm, wywieszane naprzemiennie na 2 przewodach odgromowych (odl. między kulami na różnych przewodach co 50	różne gat.	ptaki częściej zmieniały kierunek nad oznakowan- ą linią i rzadziej przelatywa- ły	53% mniej kolizji na linii oznakowanej	USA, Carolina	Save rent o et al. 1996

Rodzaj działania minimalizującego	Rodzaj linii	Dł. linii / czas badań	Opis działania i badań	Gatunek objęty monitorowaniem śmiertelności	Stwierdzone efekty behawioralne	Stwierdzony efekt liczebny	Rejon	Źródło
			m)		między przewodami			
spirale „antywibracyjne”	Linie 7,2; 69 i 115 kV		Wymiary: 1,27 x 112+125 cm, co 3,3 m	Ptaki wodno-błotne, w tym żuraw kanadyjski	Ptaki wcześniej reagowały – zmieniały tor lotu przed oznakowanymi liniami	Redukcja kolizji o 60%	USA, Colorado	Brown & Drewnien 1995
spirale	380 kV	4 odcinki linii o dł. 4,2 - 8,8 km, łącznie 28,2 km / 2 lata	Czerwone spirale z PCV o dł. 1 m i średnicy 30 cm. Wywieszane na obu przewodach odgromowych co 10 metrów. W pierwszym roku badania na nieoznakowanych liniach, w 2 roku badań 12,5 km linii zostało oznakowanych	30 gat. w tym żuraw i drop	61% redukcji w liczbie ptaków przecinających linię, więcej ptaków przelatywało nad linią niż między przewodami	60% redukcja kolizji po oznakowaniu linii	Hiszpania	Alonso et al. 1994
spirale	345 kV		Dwa kolory: żółte i szare	Ptaki wodno-błotne		Redukcja kolizji o 73,3 %	USA, India	Crowder 2000
spirale	Linie dystrybucyjne		Dwa kolory: żółte i szare, co 4,6 m	Ptaki wodno-błotne		Redukcja kolizyjności, ale brak jej u łyski amerykańskiej <i>Fulica americana</i> – nocny migrant	USA, California	Wentana Wildlife Soc. 2009
spirale	380 kV	4,5 km / 4 lata	Białe spirale o dł. 1 m i średnicy 30 cm. Wywieszane na obu przewodach odgromowych co 5 metrów. Linie bez markerów przez 2 lata, kontrolowane co 1-2 miesiące. Po oznakowaniu kontrolowane co miesiąc przez 2 lata.	26 gat. w tym żuraw i drop		łącna redukcja kolizji o 81%, ale w przypadku żurawia redukcja nieistotna statystycznie	Hiszpania	Jans & Ferrer 1998
spirale	Linie 15-45 i 220 kV	72,5 km / 9 lat	24 cm dł.; 10 cm średnicy	Różne gat., w tym drop, żuraw, gołąb <i>Columba sp.</i>		Redukcja kolizji o 9,6 %, brak istotnej redukcji u dropia	Hiszpania	Barrantes et al. 2012
duże spirale	Linie 15-	72,5 km / 9 lat	100 cm dł.; 35 cm średnicy	Różne gat., w tym		Redukcja kolizji o 9,6 %, u	Hiszpania	

Rodzaj działania minimalizującego	Rodzaj linii	Dł. linii / czas badań	Opis działania i badań	Gatunek objęty monitorowaniem śmiertelności	Stwierdzone efekty behawioralne	Stwierdzony efekt liczebny	Rejon	Źródło
	45 i 220 kV			drop, żuraw, gołębie <i>Columba sp.</i>		dropia redukcja tylko na liniach 220 kV	Barrientos et. al.2012	
duże spirale	Linie dystrybucyjne		Dwa kolory: żółte i szare, co 4,6 m	Ptaki wodno-błotne		Redukcja kolizyjności, ale brak jej u łyski amerykańskiej <i>Fulica americana</i> – nocny migrant	USA, California	Wentana Wildlife Soc. 2009
duże spirale	345 kV		Dwa kolory: żółte i szare	Ptaki wodno-błotne		Redukcja kolizji o 37,5 %	USA, India	Crowder 2000
duże spirale	Linia dystrybucyjna 23,9 kV		Żółte spirale wywieszane naprzemiennie na 2 przewodach odgromowych co 15,2 m, efekt wizualny: spirala co 7,6 m	Łabędź trąbiący <i>Cygnus buccinator</i>		Całkowita redukcja kolizji	USA, Wisconsin	Rasmusen 2001
spirale	132 kV	10 km / 3 lata	Spirale z PCV o dł. 30 cm, co 10 metrów na obu przewodach odgromowych. Pierwszy rok badań na nieoznakowanej linii, 2 kolejne lata na linii oznakowanej	różne gat., ale gł. drop czarnogłowy <i>Neotis ludwigii</i> i żuraw rajski <i>Anthropoides paradisea</i>		łącznie redukcja kolizji o 67%, mniej dropi i żurawi w obrębie linii	RPA	Anderson 2002
spirale	400 kV	2 x 5 km / 2 lata	Spirale z PCV o dł. 90 cm, co 10 metrów na obu przewodach odgromowych. Pierwszy rok badań na liniach bez markerów. Oznakowanie wykonano na nowej linii w trakcie jej budowy, kolizyjność porównano z pobliską, równoległą, nieoznakowaną linią	różne gat., ale gł. drop czarnogłowy i żuraw rajski		kolizyjność na oznakowanej linii o 42% wyższa niż na nieoznakowanej, tłumaczone jako efekt nowej bariery	RPA	Anderson 2002
spirale	500 kV	2 równoległe linie / 2 lata	żółte spirale o wymiarach 80 x 25 cm wywieszane na obu przewodach odgromowych co	nocne chruściele, czaple, kaczki		50% mniej kolizji na linii oznakowanej, ale wskaźnik ten był bardzo	Kolumbia	De la Zerd & Rose

Rodzaj działania minimalizującego	Rodzaj linii	Dł. linii / czas badań	Opis działania i badań	Gatunek objęty monitorin- giem śmierteln ości	Stwierdzo ny efekty behawiora lny	Stwierdzony efekt liczebny	Rejon	Źródło
			10 metrów. Jedna linia oznakowana, druga nie. Badania na linii oznakowanej również przed tym działaniem.			zmienny w zależności od warunków wokół linii		lli 2003
wiszące płaskie odstraszac ze z elementami odbłaskowymi FireFly™	12 kV	5,6 km / 3 lata	podwieszany element o wymiarach 15 x 9 cm w kontrastujących kolorach z luminescencyjnym paskiem pośrodku. Wywieszane na przewodach co 5 metrów. Badania przed działaniami, następnie 5 sekcji oznakowanych markerami i 5 pozostawionych bez nich.	różne, gł. żuraw kanadyjski i duże ptaki wodne	brak istotnych zmian w zachowaniu ptaków	60% redukcja na oznakowanych liniach, odnotowano również spadek kolizji na sąsiadujących odcinkach linii oznakowanej	USA, Kalifornia	Yee 2008
wiszące płaskie odstraszac ze z elementami odbłaskowymi FireFly™	12 kV	5,6 km / 3 lata	podwieszany element o wymiarach 15 x 9 cm w kontrastujących kolorach z luminescencyjnym paskiem pośrodku. Wywieszane na przewodach co 12 m	żuraw kanadyjski	Wcześniej za reakcja na linię – zmiana toru lotu	Redukcja kolizji o połowę	USA, Nebraska	Murphy et al. 2009
oznakowanie taśmami i pasami	132 kV	3,9 km / 4 lata	Układ kontrastowych pasów tworzących panel 35 x 5 cm, wywieszane co 20 m. Linie bez markerów przez 2 lata, kontrolowane co 1-2 miesiące. Po oznakowaniu kontrolowane co miesiąc przez 2 lata.	26 gat. w tym żuraw <i>G. grus</i> i drop <i>Otis tarda</i>		łączna redukcja kolizji o 76%, ale brak efektu dla dropia	Hiszpania	Jans & Ferrer 1998
oznakowanie taśmami i pasami	132 kV	1,2 km / 4 lata	3 plastikowe pasy 70 x 0,8 cm, powieszane co 12 m na środkowym przewodzie. Linie bez markerów przez 2 lata, kontrolowane co 1-2 miesiące. Po oznakowaniu kontrolowane co	26 gat. w tym żuraw i drop		brak istotnej redukcji	Hiszpania	Jans & Ferrer 1998

Rodzaj działania minimalizującego	Rodzaj linii	Dł. linii / czas badań	Opis działania i badań	Gatunek objęty monitorowaniem śmiertelności	Stwierdzone efekty behawioralne	Stwierdzony efekt liczebny	Rejon	Źródło
			miesiąc przez 2 lata.					

6.1.8.1 Czynniki wpływające na efektywność markerów

Ograniczanie śmiertelności ptaków przez oznakowanie linii elektroenergetycznych jest potwierdzoną i uznaną metodą minimalizującą, jednak jej skuteczność zależy od wielu zmiennych, z których najważniejsze wymieniono poniżej.

A. Gatunek

Markery wywieszane na przewodach i zwiększające ich widoczność działają z reguły na większość ptaków. W przypadku niektórych gatunków stwierdzono jednak brak reakcji (redukcji śmiertelności) na dany typ oznaczniaka linii. Janss & Ferrer (1998) badając efektywność oznakowania skrzyżowanymi taśmami i pasami tworzącymi panel 35 x 5 cm i wywieszonymi co 20 m na liniach transmisyjnych, stwierdzili znaczną redukcję śmiertelności u 26 gatunków, z wyjątkiem dropia *Otis tarda*. Może to wiązać się z mniejszą manewrowością lecących dropi w porównaniu do innych gatunków. Ten sam zespół testując duże spirale na tym samym zestawie gatunków ponownie odnotował redukcję śmiertelności, jednak tym razem wyjątkiem był żuraw *Grus grus*, u którego redukcja nie była istotna statystycznie.

Skuteczność typowych oznaczniaków (spiral, kuli bez przystosowań zwiększających widoczność w nocy) jest niska w odniesieniu do nocnych migrantów, jednak w ostatnich latach rozpoczęto wywieszanie oznaczniaków fluorescencyjnych – świecących w nocy. Ich efektywność w ograniczeniu śmiertelności nocnych migrantów nie była jak dotąd badana.

B. Rodzaj linii

Wywieszanie markerów redukowało śmiertelność zarówno na liniach dystrybucyjnych jak i transmisyjnych. Jednak ryzyko kolizji jakie generują te linie większe jest w przypadku linii transmisyjnych (średniego-, wysokiego- i najwyższego napięcia). Linie te, z racji większej wysokości słupów, ich wielopoziomowej konstrukcji oraz obecności przewodów odgromowych silniej negatywnie oddziałują na awifaunę. Przykładowo Barrientos et al. (2012) na nieoznakowanych liniach transmisyjnych, stanowiących zaledwie 36% badanych długości odnotowali aż 71% martwych dropi *Otis tarda*, 50% strepetów *Tetrax tetrax*, 83% bocianów białych *Ciconia ciconia*, 100% kaczek *Anas sp.*. Badania żurawi kanadyjskich *Grus canadensis* również wykazały, że ptaki te silniej negatywnie reagują na linie transmisyjne (220kV) niż dystrybucyjne (15-45 kV) (Morkill & Anderson 1991). Z kolei badania w Hiszpanii (Barrientos R. et al. 2012) nie wykazały istotnych różnic w redukcji śmiertelności linii transmisyjnych vs. dystrybucyjnych, gdy badano cały zespół ptaków, z wyjątkiem dropia. Wskazuje to, że oznakowanie linii jest skuteczne w zmniejszaniu śmiertelności bez względu na typ linii.

C. Rodzaj markera

Problem z weryfikacją, który typ oznaczniaka linii jest skuteczniejszy wynika przede wszystkim z małej ilości odpowiednich badań porównawczych, niewystarczającej do wiarygodnego testowania statystycznego. W RPA wykazano, że elementy podwieszane są bardziej efektywne niż spirale (Anderson 2002). Janss i Ferrer (1998) odwrotnie, stwierdzili szczególnie dużą skuteczność spiral.

Skuteczność markerów ma też bezpośredni związek z ich trwałością. Przykładowo, Sporer et al. (2013) wykazali, że markery nie zawierające ruchomych elementów, takie jak spirale, są trwalsze (rzadziej odzepiają się od linii) niż markery z ruchomymi elementami, teoretycznie łatwiej zauważanymi przez ptaki. Większą trwałość spiral wykazali też Calabuig & Ferrer (2009, za Barrientos et al. 2011). Kontrola trwałości zastosowanych oznaczników, równoległa z monitoringiem śmiertelności ptaków, powinna więc być stałym elementem badań nad skutecznością stosowanych działań minimalizujących.

D. Wielkość markera

Można oczekiwać, iż większe markery powinny być bardziej efektywne niż małe. Badania Barrientosa et al. (2012) nie wskazywały na znaczącą różnicę efektywności pomiędzy dużymi i małymi spiralami w odniesieniu do całego zespołu ptaków, jednak w przypadku dropia *Otis tarda* istotna redukcja wystąpiła tylko przy zastosowaniu dużych spiral (średnica 35 cm). Z kolei badania Crowder'a (2000) wykazały redukcję śmiertelności na poziomie 73,3% przy zastosowaniu małych spiral oraz 37,5% przy dużych spiralach. W innych badaniach (Anderson 2002; Koops & de Jong 1982), mimo że użyto różnej wielkości markerów, nie porównywano statystycznie ich efektywności. W przyszłości, jeśli wyniki badań potwierdzą, że redukcja kolizyjności jest niezależna od wielkości markerów, może to ułatwić działania ochroniarskie, zwłaszcza przekonanie właścicieli sieci do stosowania rozwiązań chroniących ptaki przed kolizjami. Małe markery mniej obciążają przewody, zaś duże mogą generować uszkodzenia linii w wyniku wiatru, a zwłaszcza oblodzenia (Beaulaurier 1981; Morkill & Anderson 1991), co ma istotne znaczenie także w Polsce. Również Stake (2009) za Barrientos et al. 2011 wykazał, że zarówno małe jak i duże spirale redukują śmiertelność, ale duże są nieefektywne w niektórych siedliskach.

E. Kolor markera

Dotychczasowy dobór kolorów nie uwzględniał zakresu widzenia kolorów przez ptasie oko. Najczęściej stosowane jaskrawe kolory są dobrze widoczne dla ludzkiego oka, ale niekoniecznie dla ptasiego. Użycie układu koloru czarnego i białego jest dla ptaków bardziej zauważalne niż jednego, jaskrawego (Martin 2011). Ponieważ ptaki widzą w nadfiolecie i teoretycznie odbierają większy zakres bodźców niż ludzie, należy zbadać zastosowanie nadfioletu w markerach (Martin 2011; Calabuig & Ferrer 2009). Większość stosowanych markerów jest jednobarwna lub jest układem dwóch kontrastujących kolorów. Badania rzadko były zaplanowane na sprawdzenie redukcji śmiertelności ze względu na kolor markera. Janss & Ferrer (1998) wykazali, że białe spirale oraz ruchome płytki istotnie redukują śmiertelność, w przeciwieństwie do czarnych taśm podwieszonych pod linią, jednak różnica mogła też wynikać z różnych siedlisk przez jakie przebiegały oznakowane linie oraz z rodzaju markera, a nie jego koloru. Calabuig & Ferrer (2009) stwierdzili, iż różne kolory spiral (biały, pomarańczowy, żółty) redukowały śmiertelność na podobnym poziomie. Stosowane ostatnio oznaczniki fluorescencyjne nie zostały dotąd przebadane pod względem redukcji śmiertelności ptaków aktywnych nocą, np. migrantów.

F. Warunki atmosferyczne

Złe warunki pogodowe (silny wiatr, mgły) mogą zwiększać śmiertelność ptaków (Beaulaurier 1981; Savereno 1996). W takich warunkach również oznaczniki na liniach mogą być niewidoczne dla ptaków i okresowo nie spełniać swojej funkcji. Z drugiej strony przy wietrznej pogodzie hałas wytwarzany przez wiatr na liniach energetycznych powoduje, że mogą one wcześniej niż bodźce wzrokowe wpływać na reakcje ptaków.

6.1.8.2 Wnioski dotyczące znakowania linii mającego na celu ograniczenie kolizji ptaków

A. Oznakowanie linii redukuje śmiertelność

Dostępne dane wskazują jednoznacznie, iż oznakowanie linii jest narzędziem skutecznie zmniejszającym śmiertelność ptaków. Pokazuje to zdecydowana większość dotychczasowych badań. Zakres skuteczności jest różny i choć oznakowanie nie eliminuje tego zjawiska całkowicie, to ewidentnie wpływa na ograniczenia dodatkowej śmiertelności na poziomie nawet kilkudziesięciu procent. W przypadku łabędzia trąbiącego *Cygnus buccinator* udało się dzięki oznakowaniu linii całkowicie wyeliminować śmiertelność tego gatunku na liniach przesyłowych (Rasmussen 2001). Ma to istotne znaczenie i bywa wykorzystywane w projektach ochrony rzadkich gatunków ptaków. Eksploracja danych na temat śmiertelności w wyniku kolizji z liniami wysokiego napięcia w Holandii (4 200 km linii) wykazała, iż generują one śmiertelność na poziomie 0,5 do 1 miliona ptaków rocznie (Haas et al. 2005). W 1997 roku w miejscach w których śmiertelność była największa oznakowano przewody odgromowe (łącznie na 13% długości linii), co pozwoliło zredukować śmiertelność o 185 tys. ptaków rocznie (Haas et al 2005).

B. Efektywność w redukcji śmiertelności wymaga indywidualnie dobieranych rozwiązań

Jak wspomniano, skuteczność oznaczniaków jest zmienna, zależy od wielu czynników, wydaje się więc, że nie ma „złotego środka” działającego uniwersalnie. Duże zróżnicowanie typów markerów jak i różna ich charakterystyka i efektywność także zależna od charakteru krajobrazu i typów siedlisk w otoczeniu linii przesyłowych, zmusza strony podejmujące wysiłek wdrożenia działań minimalizujących do indywidualnego dobierania rozwiązań w danym terenie.

C. Stosowanie markerów powinno należeć do standardowych działań minimalizujących przy inwestycjach energetycznych

Ze względu na wysoką śmiertelność, jaką generują napowietrzne linie elektroenergetyczne, należy stosować oznaczniaki linii, jako sprawdzone działanie minimalizujące. Ich montowanie przy najmniej na przewodach odgromowych, ale w niektórych przypadkach także fazowych (szczególnie kolizyjne linie lub ich odcinki wykazane w monitoringu przedrealizacyjnym, a także gdy osobne przewody odgromowe nie są stosowane, jak to jest zazwyczaj w liniach SN), powinno należeć do powszechnie stosowanych dobrych praktyk rozpatrywanych przy budowie wszelkich nowych lub modernizacji istniejących linii. Zastosowanie oznaczniaków powinno być znane i stosowane przez ekspertów przyrodników, stronę inwestorską i służby ochrony przyrody. W szczególności, działania te powinny być absolutnym standardem na liniach przebiegających w pobliżu miejsc ważnych dla ochrony ptaków, np. przy znanych korytarzach migracyjnych, obszarach koncentracji ptaków, w rejonach lęgówisk cennych i kolizyjnych gatunków ptaków, w tym np. w ptasich obszarach sieci Natura 2000, parkach narodowych, rezerwach przyrody ustanowionych w celu ochrony ptaków.

D. Koszty znakowania linii stanowią znikomy odsetek całościowych kosztów przedsięwzięcia

Koszt budowy 1 kilometra nowej linii wysokiego napięcia w Polsce wynosi ponad 3 miliony złotych (przykładowy, koszt budowy linii 400 kV Ostrołęka – Olsztyn o długości około 135 km). Koszt jednej spirali w Polsce to z kolei około 60 złotych. Zakładając rozwieszenie spirali co 10 metrów na 2 przewodach odgromowych (naprzemiennie, tak by spirala była co 5 metrów) na oznakowanie 1 km linii potrzeba 200 spiral. Koszt oznakowania 1 km linii wynosi więc około 12 tys. złotych. Zatem zwiększa on koszt budowy 1 km linii o około 0,4%. Ponadto, znakowanie linii ograniczane jest zwykle do odcinków, na których zachodzi wysokie ryzyko kolizji, zatem koszt wdrożenia działań ograniczających śmiertelność ptaków zapewne nie będzie

przekraczał dziesiątą część procenta wartości całej inwestycji. Jest to ważny argument przy rozważaniu kosztów działań inwestycji, poziomu negatywnego oddziaływania i bilansu kosztów i zysków. Pokazuje, że stosowanie odpowiednich działań minimalizujących nie wpływa istotnie na wzrost kosztów, a przynosi niewspółmierne korzyści, jeśli chodzi o ochronę przyrody, która jest uzasadniona etycznie, jak również wynika z wymogów prawnych.

Zakończenie

W opisie działań pomagających zmniejszyć śmiertelność ptaków w wyniku kolizji dużo uwagi poświęcono znakowaniu linii, jako rozpowszechnionej, technicznie łatwej, stosunkowo taniej, a zwłaszcza skutecznej metodzie minimalizującej negatywne oddziaływania na ptaki. Rekomendowane jest znacznie powszechniejsze wykorzystywanie tego środka minimalizującego w procedurach oceny oddziaływania na środowisko dla istniejących i planowanych linii elektroenergetycznych. Nie powinno to jednak osłabiać znaczenia innych metod (Tab. 6.). Wspólną ich cechą jest potrzeba wdrażania na wstępnym etapie przygotowywania projektów linii elektroenergetycznych, co raz jeszcze podkreśla potrzebę sformułowania i zrealizowania właściwego monitoringu przedinwestycyjnego. Rozwiązania prewencyjne, zwłaszcza dostosowanie odpowiednich tras przebiegu linii, powinno być nadrzędnym założeniem branym pod uwagę w ramach projektu działań minimalizujących.

Tabela 6. Podsumowanie charakterystyk najważniejszych rozwiązań minimalizujących

Rozwiązanie minimalizujące	Skuteczność	Zalety	Wady	Uwagi
Doziemne (kablowe) poprowadzenie linii elektroenergetycznej.	- poza krótkotrwałym wpływem na etapie budowy, całkowita eliminacja oddziaływania na ptaki.	- większa wytrzymałość i trwałość kabli podziemnych niż przewodów napowietrznych	- wysokie koszty, - możliwość zastosowania głównie przy liniach niskiego i średniego napięcia - wysokie koszty i skomplikowanie napraw - niemożliwe do zastosowania na cennych (również dla awifauny) obszarach wodno-błotnych i innych cennych siedliskach	
Dobór konstrukcji słupów w celu spłaszczenia strefy kolizyjnej (przez użycie płaskiego układu przewodów lub zmniejszenie odległości pomiędzy przewodem górnym a najniższym położonym)	- zmniejszenie ryzyka kolizji.		- nie zawsze możliwe z przyczyn technicznych	możliwość wdrożenia należy zbadać na wstępnym etapie planowania inwestycji
Zmniejszona wysokość i zmniejszony rozstaw słupów	- obniżone ryzyko kolizji		- nie zawsze możliwe z przyczyn technicznych i bezpieczeństwa - zwiększa koszty	możliwość wdrożenia należy zbadać na wstępnym etapie planowania inwestycji
Użycie słupów nadleśnych i leśnych	- brak danych odnośnie redukcji kolizji	- ograniczają wycinkę lasu - zmniejsza koszty budowy linii	- zwiększają ryzyko kolizji	

Rozwiązanie minimalizujące	Skuteczność	Zalety	Wady	Uwagi
Rezygnacja z przewodu odgromowego	- znaczne ograniczenie śmiertelności ptaków powodowanej kolizjami	- zmniejszenie kosztów inwestycji	- narażenie linii na uszkodzenia w wyniku wyładowań atmosferycznych	rozwiązanie praktycznie nie stosowane na liniach wysokiego napięcia
Dostosowanie linii do topografii terenu	- zmniejsza ryzyko kolizji, ale skuteczność trudna do zmierzenia	- wykorzystanie naturalnego ukształtowania terenu wokół inwestycji	- nie zawsze możliwe do wdrożenia	działanie na etapie planowania inwestycji
Zgrupowanie linii przebiegających na jednym obszarze	- zmniejsza ingerencję w krajobraz i ryzyko kolizji, ale skuteczność trudna do zmierzenia	- zwiększenie widoczności zwartej strefy równoległych linii; - zmniejszenie efektu bariery (jednokrotne pokonywanie większej przeszkody)	- w warunkach ograniczonej widoczności i niejednakowej wysokości zgrupowanych linii ryzyko kolizji może być większe.	nie zawsze możliwe do realizacji
Wybór najmniej oddziałującego wariantu	szczególnie skuteczne działanie o charakterze profilaktycznym	- umożliwia wyeliminowanie oddziaływania wokół szczególnie cennych obszarów pod względem ornitologicznym	- duża czasochłonność i koszty prac terenowych	
Odpowiednie zarządzanie terenami wokół linii	zmniejszenie ilości kolizji	- „odsunięcie” miejsc koncentracji ptaków od linii	- wymaga zgody i/lub współpracy właścicieli gruntów przylegających do inwestycji lub ich wykupu przez inwestora	zwykle trudne do realizacji ze względu na prawo posiadania i dysponowania gruntami
Makiety ptaków drapieżnych	bardzo niska skuteczność	- niskie koszty	- możliwa odwrotna reakcja do zamierzonej – zwiększenie śmiertelności w wyniku reakcji behawioralnej ptaków na obecność drapieżnika	nie zalecane do stosowania
Wywieszanie markerów na przewodach zwiększających widoczność przewodów	zwykle wysoka skuteczność, w przypadku niektórych gat. pozwala niemal całkowicie wyeliminować zjawisko kolizji	- stosunkowo niskie koszty w stosunku do pozostałych kosztów inwestycji, - metoda powszechnie stosowana i akceptowana przez inwestorów - duży wybór oznaczników	- kosztowna przy zakładaniu na istniejące linie (montaż z wykorzystaniem śmigłowca) - może powodować zjawisko ulotu lub awarie w trudnych warunkach atmosferycznych (mróz)	

6.2 RODZAJE DZIAŁAŃ OGRANICZAJĄCYCH ŚMIERTELNOŚĆ PTAKÓW W WYNIKU PORAŻEŃ

Kwestia porażeń ptaków na napowietrznych liniach elektroenergetycznych dotyczy przede wszystkim sieci dystrybucyjnych średniego napięcia. Linie wysokich i najwyższych napięć, ze względu na znaczne rozmiary i konieczność zachowanie większych odległości pomiędzy elementami o różnych potencjałach, nie mają większego znaczenia jako źródło porażeń ptaków. Porażenie występuje w momencie zamknięcia obwodu pomiędzy przewodami roboczymi o różnych potencjałach, lub (częściej) elementem będącym pod napięciem, a elementem neutralnym przez ciało ptaka.

W przypadku linii średniego napięcia, porażenia zasadniczo ograniczają się do:

- poprzeczników utrzymujących przewody na słupach,
- przewodów
- urządzeń montowanych na słupach (zwł. rozłączniki, odłączniki, słupowe stacje transformatorowe SN/nn, urządzenia na słupach krańcowych).

Porażenia występują zwykle przy lądowaniu lub startowaniu z nich ptaków na/ze szczytu słupa. Dlatego kluczowe w tym względzie jest położenie tych urządzeń, oraz przewodów łączących elementy robocze, będące pod napięciem (krótkie odcinki przewodów, tzw. mostki).

Podstawowe rozwiązania ograniczające wystąpienie porażeń można zatem sprowadzić do trzech podstawowych zakresów:

- wyeliminowaniu urządzeń ze środowiska ptaków,
- zastosowaniu urządzeń o bezpiecznej konstrukcji,
- uniemożliwieniu ptakom lądowania w rejonie niebezpiecznych urządzeń.

Poniżej przedstawiono przegląd najbardziej popularnych rozwiązań, głównie w oparciu o doświadczenia zagraniczne, ze względu na wciąż stosunkowo małe wykorzystanie ich w kraju i relatywnie rzadkie zastosowanie środków ograniczających porażenia ptaków na liniach elektroenergetycznych.

6.2.1 PODZIEMNE (KABLOWE) POPROWADZENIE LINII ELEKTROENERGETYCZNEJ

Podobnie jak w omówionej wcześniej kwestii kolizji ptaków (rozdz. 6.1.1), wyeliminowanie linii energetycznej ze środowiska ptaków wyklucza możliwość porażenia ptaków na odcinkach skablowanych. Rozwiązanie to powinno być sugerowane i preferowane we wszystkich sytuacjach, w których możliwe i racjonalne jest poprowadzenie linii pod ziemią. Dotyczy to w szczególności obszarów ważnych dla ptaków, gdzie istnieje taka możliwość (np. tereny rolne i leśne), a przede wszystkim w obszarach ptasich Natura 2000, parkach narodowych, rezerwach przyrody ustanowionych ze względu na ochronę ptaków. Jednakże, w sytuacji niekorzystnych uwarunkowań siedliskowych lub hydrologicznych, poprowadzenie przewodów pod ziemią, mogłoby wywoływać niekorzystne zmiany w siedliskach. Rozwiązanie takie nie jest wówczas zalecane, a zastosowanie być powinny inne sposoby minimalizujące wpływ (np. znaczniki, lub bezpieczne konstrukcje słupów). Wg uzyskanych nieformalnych informacji z zakładów energetycznych zastąpienie na etapie projektu linii napowietrznej linią podziemną generuje szacunkowo od 5 do 15% wyższe koszty realizacji inwestycji. Wariant ten jest mimo to preferowany przez inwestorów ze względów technicznych i serwisowych, a na w terenach zabudowanych jest powszechnym standardem.

6.2.2 DOBÓR KONSTRUKCJI SŁUPÓW I MODYFIKACJE ISTNIEJĄCYCH KONSTRUKCJI

Wiele ptaków porażanych na słupach, to ptaki szponiaste, z których najczęstszym gatunkiem i najliczniejszą ofiarą porażeń jest myszołów *Buteo buteo* o rozpiętości skrzydeł ok. 120 cm (Lehman 2007). Również inne ptaki szponiaste i sowy ze względu na swe rozmiary ciała oraz

specyficzne zachowania związane z polowaniem i odpoczynkiem są w znacznym stopniu narażone na porażenia, w tym kanie *Milvus sp.*, orliki *Aquila sp.*, czy bielik *Haliaeetus albicilla* (o rozpiętości skrzydeł dochodzącej do 240 cm). Innym gatunkiem, który jest częstą ofiarą porażenia (a w rejonach wysokich zagęszczeń gniazd, prawdopodobnie najczęstszą) jest bocian biały - ptak o długich nieopierzonych nogach i znacznej rozpiętości skrzydeł (do ok. 215 cm). Zabezpieczenie linii na etapie projektowania powinno wyeliminować problem wymienionych tu i wielu innych gatunków ptaków.

Ze względu na to, że do porażenia dochodzi na szczycie słupów, przy próbie lądowania lub startu ptaków, ogólnie rzecz biorąc należy unikać stosowania urządzeń umożliwiających ptakom wywołanie zwarcia.

Za rozwiązania szczególnie niebezpieczne dla ptaków ze względu na porażenia prądem zostały uznane konstrukcje, które na szczycie słupów posiadają pionowe izolatory oraz wystające przewody (mostki) w odległościach mniejszych niż 60 cm pomiędzy elementami o różnych potencjałach. Na ogół rozwiązania takie dotyczą słupów z rozłącznikami, odłącznikami, słupów ze słupowymi stacjami transformatorowymi, oraz konstrukcje słupów krańcowych z izolatorami stojącymi i wystającymi ponad poprzecznik mostami.

Poniżej przedstawiono zarys propozycji możliwych rozwiązań w zakresie konstrukcji. Szczegółowe schematy znajdują się w publikacji „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” (http://www.gdos.gov.pl/files/News_zal/2012/inf15e_2003-Birds-and-Powerlines_pl-v3.pdf).

A. Użycie izolatorów wiszących, zamiast stojących

Izolatory stojące ekspozują przewody linii ponad poziom poprzeczника, przez co ptakom próbującym wylądować na poprzeczniku łatwiej jest spowodować zwarcie. Przy użyciu izolatorów wiszących lądujący ptak znajduje się w większej odległości od przewodu roboczego. Uwaga ta dotyczy również słupów krańcowych, by w miarę możliwości wybierać słupy z izolatorami wiszącymi, a nie stojącymi.

W przypadku, gdy nie jest możliwa rezygnacja (w projekcie planowej lub na istniejącej linii) z zastosowania izolatorów stojących, problem ten można rozwiązać np. poprzez zaizolowanie przewodów roboczych oraz izolatorów na odległości co najmniej do ok. 60 cm w obie strony przewodów od poprzeczника, lub poprzez zaizolowanie powierzchni poprzeczника (przez co nawet przy jednoczesnym dotknięciu powierzchni poprzeczника i przewodu przez ptaka nie dochodzi do zwarcia).

B. Przeniesienie urządzeń niebezpiecznych, w tym mostków, poniżej poziomu poprzeczника

Rozwiązanie to pozostawia poprzecznik dostępnym dla ptaków, które lądując nie wchodzi w strefę zagrożenia porażeniem. Należy zadbać w takim przypadku, aby w ramach tej modyfikacji zamieniono izolatory stojące na izolatory wiszące oraz o ułożenie mostków w sposób uniemożliwiający dotknięcie przez ptaki. Korzystne jest też przy takiej modyfikacji zaizolowanie górnej powierzchni przewodów przy poprzeczniku tak, aby zabezpieczyć je przynajmniej na długości 60 cm od poprzeczника.



Fot. 12 i 13. Słup linii SN z rozłącznikiem na szczycie i bocianami, które uległy śmiertelnemu porażeniu (po lewej) oraz (po prawej) ten sam słup po modernizacji i zainstalowaniu rozłącznika pod poprzecznikiem, w sposób bezpieczny dla ptaków. Fot. I. K.

C. Redukcja użycia niebezpiecznych elementów linii

Zaleca się zmianę w typizacji odnośnie budowy linii napowietrznych SN z izolacją stojącą, na rzecz rozwiązań zawierających układ trójkątny linii.

Proponowane są metody modernizacji systemu PAS:

- Likwidacja rożków (tzw. iskierników) - sugeruje się zamianę sposobu ochrony przeciwprzebieciowej iskierników na rzecz ograniczników przepięć z osłonami na zaciskach zapobiegającymi porażeniom ptaków, a jeżeli nie jest to możliwe zastosowanie innych środków technicznych uniemożliwiających porażenia prądem elektrycznym;
- Zaleca się stosowanie osłon na uchwytych odciągowych i narożnych w celu wyizolowania linii;
- W przypadku układu płaskiego linii w systemie PAS na stanowiskach funkcyjnych sugeruje się zastosowanie specjalnej konstrukcji (rodzaj ramki) umożliwiającej siadanie ptaków ponad przewodami.

Stacje transformatorowe słupowe SN/nn (średniego napięcia na niskiego napięcia):

- Zaleca się demontaż ograniczników przepięć SN zamontowanych na poprzecznikach stacyjnym SN i umieszczenie ich pod poprzecznikami z osłonami na zaciskach;
- Zaleca się stosowanie na mostkach SN przewodów w osłonie izolacyjnej;

- Nie zaleca się na stacjach zabudowania łącznika ponad przewodami linii (na poprzeczniku linii SN);
- Zaleca się stosowanie osłon przeciw ptakom na izolatorach przepustowych;
- Należy rozważyć likwidację iskierników na izolatorach przepustowych transformatora. Obecnie stosowane iskierniki posiadają małą odległość pomiędzy elektrodami stanowiąc zagrożenia porażeniami nawet dla małych ptaków;
- Zaleca się stosowanie osłon na izolatory przepustowe niskiego napięcia.

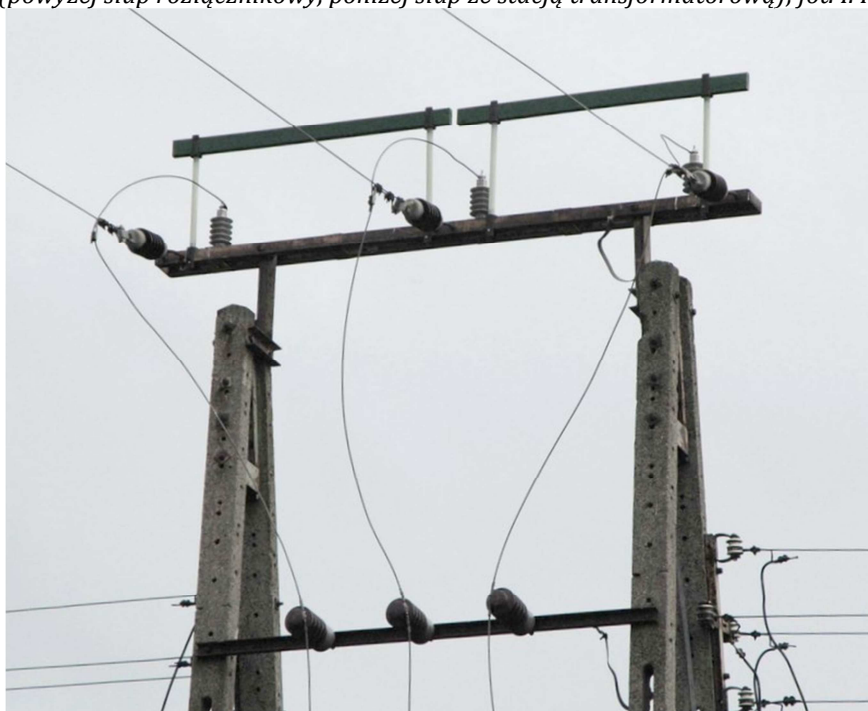
Ponadto, jak widać z doświadczeń ze słupami łącznikowymi na Mazowszu, w stosunku do istniejących linii niezwykle pilna jest modernizacja istniejących niebezpiecznych urządzeń elektroenergetycznych w pobliżu gniazd bociana białego. W szczególności dotyczy to stacji transformatorowych SN/nn, stanowisk słupowych z łącznikami, oraz słupów krańcowych z umieszczonymi nieizolowanymi urządzeniami na szczycie słupów. Biorąc pod uwagę, że młode, uczące się latać bociany siadają na wysokich słupach znajdujących się najbliżej gniazda, pilnej modernizacji wymagają urządzenia oddalone do 1 km od gniazd. W przypadku kolonii gniazdowych, taką modernizację należałoby przeprowadzić do 2 km od kolonii. Działania te powinny być rozpoczynane od miejsc zlokalizowanych najbliżej czynnych gniazd.

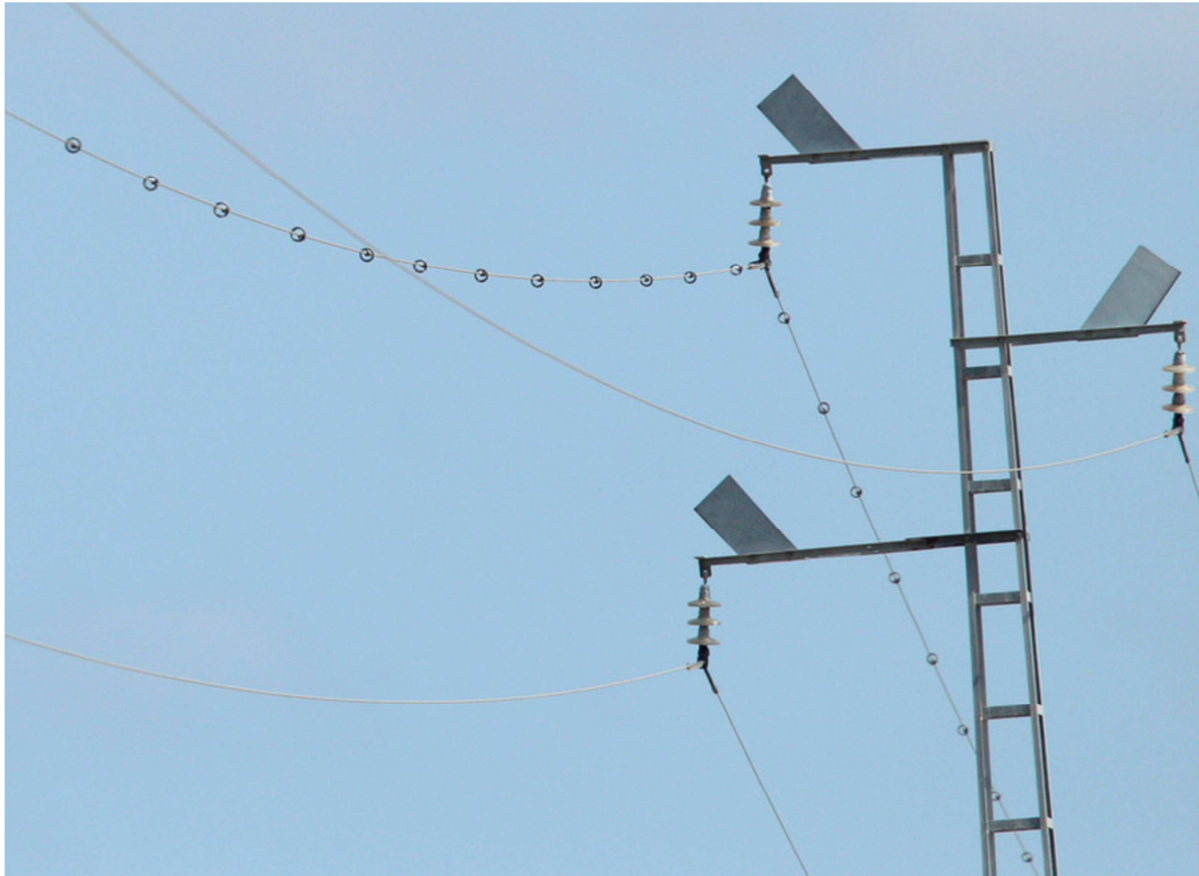
D. Instalacja prostych dodatkowych urządzeń uniemożliwiających ptakom zbliżenie się do przewodów i innych elementów niebezpiecznych

Istnieje możliwość zainstalowania na poprzecznikach drobnych elementów fizycznie uniemożliwiających ptakom siadanie w miejscach niebezpiecznych, w tym na całych poprzecznikach. Alternatywnie można dodać rodzaj poprzeczki (grzędę) na szczycie słupa, na której lądować będą ptaki zamiast na poprzeczniku, czy innych elementach niebezpiecznych. Co prawda rozwiązania takie nie eliminują całkowicie porażień (młode bociany uczące się latać dość łatwo mogą ześliznąć się na przewody), ale jest to dobre zabezpieczenie prowizoryczne i tanie na czas właściwego zabezpieczenia szczególnie niebezpiecznych słupów. Przykład takiego elementu zilustrowano poniżej.



Fot. 14 i 15. Przykłady prowizorycznych poprzeczek (grzęd) utrudniających ptakom bezpośredni kontakt z niebezpiecznymi elementami, bez zmiany w konfiguracji niebezpiecznych konstrukcji urządzeń słupów (powyżej słup rozłącznikowy, poniżej słup ze stacją transformatorową); fot. I. K.





*Fot. 16. Przykład prostych elementów na poprzecznikach słupów, mających na celu uniemożliwienie ptakom lądowania w bliskości przewodów, dodatkowo górny przewód jest tu zabezpieczony spiralami (Hiszpania);
fot. K. Skakuj.*

6.2.2 ŁĄCZENIE I IZOLACJA PRZEWODÓW

A. Łączenie przewodów napowietrznych w jednym wielożyłowym kablu, tzw. warkoczu.

Rozwiązanie to powoduje, że nie występuje ryzyko porażenia prądem na odcinku tak poprowadzonym, a dodatkowo linia taka nie jest powodem kolizji ptaków, ze względu na znacznie lepszą jej widoczność. Koszt takiego rozwiązania jest zbliżony do kosztu poprowadzenia linii kablem podziemnym, które z kolei jest rozwiązaniem korzystniejszym konstrukcyjnie, środowiskowo i krajobrazowo, ale nie wszędzie jest możliwe.

B. Izolacja pojedynczych przewodów na ich fragmentach lub całości większych odcinkach linii.

Rozwiązanie to bywa stosowane na odcinkach przechodzących przez tereny zielone, gdzie istnieje ryzyko powodowania zwarć przez gałęzie drzew. Tak jak w rozwiązaniu wyżej (A), linia tak zabezpieczona dodatkowo staje się lepiej widoczna dla ptaków, przez co również mniej kolizyjna (Fot. 17).



Fot. 17. Połączenie zaizolowanych przewodów uniemożliwia wystąpienie porażenia prądem oraz zwiększa ich widoczność, redukując prawdopodobieństwo kolizji ptaków (tutaj przykład linii niskiego napięcia, gm. Mordy, woj. mazowieckie); fot. I. K.

6.2.3 WYBÓR NAJMNIJ ODDZIAŁUJĄCEGO WARIANTU

Wybór najmniej oddziałującego na ptaki wariantu w przypadku linii średniego napięcia, jako najbardziej oddziałującej pod względem porażań, powinien uwzględniać warianty inwestycji wykorzystujące rozwiązania. Co do przebiegu, to w oparciu o wyniki prac inwentaryzacyjnych należy unikać miejsc regularnego przebywania (zarówno siedlisk lęgowych jak i miejsc żerowania) przede wszystkim bocianów białych, ptaków szponiastych i sów, co omówiono m.in. w rozdz. 3. i 5.1.

6.2.4. Wnioski dotyczące zabezpieczania linii zapobiegającego porażeniem ptaków

Podsumowując zagadnienie zapobiegania porażeniom ptaków należy podkreślić następujące kluczowe kwestie:

- A. Niebezpieczna infrastruktura elektroenergetyczna zwłaszcza w lokalizacjach, w których występują liczne zgrupowania ptaków może rokrocznie zabijać tysiące ptaków w skali poszczególnych krajów. Jest ona wycofywana obecnie z produkcji i użycia w Europie, USA i innych krajach świata (BirdLife 2003a). Szczególnie niefortunnie zlokalizowane i niebezpieczne słupy noszą miano słupów zabójców (ang. *killer poles*). Należy dążyć do tego, by w istniejących liniach rozpocząć wymianę lub zabezpieczenie niebezpiecznych rozwiązań począwszy od właśnie tego typu słupów, a przy wszelkich nowych liniach zupełnie odchodzić od ich projektowania i użycia.
- B. Przy zastosowaniu wyłącznie rozwiązań (konstrukcji) uznanych za bezpieczne, ze względu na efektywność ograniczania śmiertelności, zasadniczo nie jest wymagany indywidualny dobór rozwiązań minimalizujących dla poszczególnych inwestycji
- C. Stosowanie wyłącznie konstrukcji bezpiecznych jest możliwe i racjonalne kosztowo, dlatego powinno należeć do standardowych działań przy nowo projektowanych i modernizowanych liniach średniego napięcia. Do stosowania wyłącznie bezpiecznych

rozwiązań Polska zobligowała się m. in. podpisaniem Konwencji Berneńskiej, a w szczególności uznaniem rekomendacji 110 (2004).

- D. Na istniejących liniach należy dążyć do wymiany słupów niebezpiecznych w rejonach występowania gatunków narażonych na porażenia, w tym w szczególności gatunków rzadkich i cennych z punktu widzenia ochrony ich populacji. Szybkiej wymianie powinny też być poddawane słupy zidentyfikowane jak słupy zabójcy (np. zwłaszcza w miejscach gniazdowania i licznego żerowania bocianów białych). Zabezpieczanie konstrukcji niebezpiecznych może być indywidualnie dostosowywane do poszczególnych słupów.

Ponadto wydaje się, że najistotniejszym działaniem w celu ochrony ptaków ginących na liniach energetycznych różnego typu jest opracowanie wskazań do aktualizacji albumów typizacyjnych zwłaszcza dla słupów z odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych. Takie podejście pozwoli wprowadzić optymalne rozwiązania chroniące ptaki do praktyki energetycznej. W albumie PTPIREE umieszczono rekomendację (PTPIREE, nr 25/02-2012, s. 19) brzmiącą:

W przypadku stosowania słupów z łącznikami w pobliżu terenów lęgowych i migracyjnych ptaków, ze względu na ograniczenie liczby SPZ lub przypadków definitywnego wyłączenia linii z powodu porażen elektrycznych dużych ptaków, zaleca się wariant II mocowania łącznika (pod przewodami linii) a także stosowanie osłon na zaciskach ograniczników przepięć oraz przewodów w osłonie izolacyjnej na mostki.

Dzięki umieszczeniu takich rekomendacji w albumie np. w Rejonie Energetycznym Siedlce rozłączniki na urządzeniach nowych i modernizowanych są obecnie umieszczane pod przewodami linii (I. Kaługa – dane niepubl.).

W ramach dobrych praktyk rekomenduje się również przeprowadzenie roboczych spotkań, których uczestnikami powinni być przedstawiciele przedsiębiorstw i służb energetycznych, przyrodnicy, służby ochrony przyrody (zwłaszcza RDOŚ i pracownicy parków narodowych). Ich celem powinno być wypracowanie praktycznych metod ochrony ptaków na liniach energetycznych oraz optymalne zaplanowanie działań związanych z budową nowych oraz modernizacją już istniejących linii energetycznych.

6.3 KOMPENSACJE PRZYRODNICZE

Działania kompensacyjne (w rozumieniu art. 3 pkt. 8, Prawo ochrony środowiska z dn. 27 kwietnia 2001 r. - Dz.U. z 2013 r. poz. 1232 j.t.) należy zalecić w sytuacji przewidywanego dokonania szkód w środowisku, wynikających z realizacji inwestycji. Natomiast nigdy kompensacja przyrodnicza nie powinna być środkiem, który stosuje się tylko po to, by umożliwić realizację przedsięwzięcia. Najczęstszym rodzajem szkód są nieodwracalne zmiany w siedliskach kluczowych gatunków ptaków, dokonywane na etapie budowy linii: wycięcie fragmentu lasu, likwidacja śródpolnych zakrzaczeń, cennych środowisk łąkowych, przerwanie ciągłości przydrożnych alei lub szpalerów drzew wzdłuż cieków, itd. Podobnie jak w przypadku działań minimalizujących, podstawą do zalecania kompensacji powinny być wyniki inwentaryzacji przyrodniczej na etapie przedrealizacyjnym. Miejsca i obiekty, w których przewidywane są przekształcenia siedlisk, winny być szczególnie dokładnie zinwentaryzowane, w szczególności jeśli chodzi o skład gatunkowy i liczebność ptaków, a rozmiary zalecanej kompensacji powinny być uzależnione od uzyskanych wyników badań ornitologicznych. Należy też pamiętać, że dokonanie zniszczeń w siedliskach zazwyczaj wywołuje konieczność kompensacji także ze względu na inne, pozaornitologiczne składowe ekosystemów: stanowiska roślin chronionych, siedliska przyrodnicze, lokalne korytarze przemieszczeń nietoperzy, itp. Zalecane działania kompensacyjne powinny być wspólnie uzgadniane przez różnych specjalistów uczestniczących w procesie inwestycyjnym, a zaproponowane rozwiązania – ze

względu na zwykle dodatkową procedurę planistyczną - powinny być przygotowywane jako osobne opracowanie.

Kwestia kompensacji powinna być szczególnie wnikliwie potraktowana w przypadku inwestycji, które mogą znacząco negatywnie oddziaływać na cele, przedmiot ochrony i integralność obszaru Natura 2000, a zostały dopuszczone do realizacji ze względu na wymogi nadrzędnego interesu publicznego i przy braku rozwiązań alternatywnych (art. 34. ustawy o ochronie przyrody).

Najczęstszym rodzajem kompensacji jest odtworzenie zniszczonych przez inwestycję siedlisk. Przykładowo, likwidacja określonej liczby stanowisk lęgowych gąsiorka i jarzębatki poprzez zniszczenie zakrzewień na terenach rolnych, powinna prowadzić do odtworzenia analogicznych siedlisk w innych, najlepiej nieodległych miejscach poza inwestycją, np. wzdłuż polnych dróg, na których odpowiednie krzewy nie występują.

Tworzeniu siedlisk zastępczych winny towarzyszyć następujące (wybrane) zasady:

- nowe siedliska powinny mieć charakter podobny jak siedliska przewidziane do zniszczenia lub pogorszenia i docelowo oferować warunki gniazdowania ptaków w miejsce utraconych lęgowisk;
- oprócz pełnienia funkcji lęgowisk ptaków, odtwarzane obiekty powinny pełnić dodatkowe funkcje ekologiczne i krajobrazowe, np. wzbogacenie ogólnej różnorodności siedliskowej sprzyjającej bogactwu flory i fauny, czy też tworzenie lokalnych korytarzy dla ptaków i nietoperzy. Zatem optymalna lokalizacja powinna łączyć istniejące obiekty o podwyższonej wartości przyrodniczej, np. zadrzewienia, istniejące aleje, miejscowości;
- ilość nowotworzonych siedlisk powinna dostosowania do sytuacji i utraconych funkcji siedlisk, przez co na ogół powinna być ona wyraźnie (2-3 krotnie) większa niż zlikwidowanych ze względu na prawdopodobną niepełną ich udatność w pełnieniu swej funkcji (por. np. Opinia Komisji z 14 września 2011, Opinia Komisji z 24 kwietnia 2003);
- w przypadku nasadzeń drzew, krzewów i roślinności zielnej niedopuszczalne jest wykorzystywanie gatunków obcych;
- kompensacje polegające na odtwarzaniu siedlisk łąkowych powinny uwzględniać rozwiązania techniczne (melioracyjne), zapewniające trwałą i odpowiednią dla tego siedliska wilgotność podłoża;
- w przypadku modernizacji ciągów kolejowych, w tym towarzyszących linii trakcyjnych, działaniem przyrodniczo wysoce niepożądanym jest likwidacja półnaturalnych siedlisk tworzących się spontanicznie (jako samosiewy) na obrzeżach torowisk, np. zakrzaczeń, zbiorowisk kserotermicznych, oczek wodnych. Ze względu na dużą wartość biocenotyczną urozmaiconych ciągów kolejowych, przekształcenia siedlisk należałoby ograniczyć do niezbędnego minimum, a uszkodzenia zrekompensować poprzez utworzenie siedlisk zastępczych;
- wybór lokalizacji pod kompensację powinien zapewnić trwałość tworzonych siedlisk zastępczych - powinny one powstać na/wzdłuż trwałych elementów krajobrazu, np. na płatach o konfiguracji utrudniającej wykorzystanie rolnicze (obniżenia terenu, strome stoki), wzdłuż dróg polnych, nieczynnych linii kolejowych, ścieżek rowerowych, cieków wodnych. Wskazana jest w tej sprawie ścisła współpraca z lokalnymi władzami w celu zachowania zgodności planowanych kompensacji z zamierzeniami planistycznymi lub gospodarczymi gminy (zgodność z MPZP, czy studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego).

7 BEZPIECZEŃSTWO PTAKÓW A ROZWIĄZANIA LEGISLACYJNE

7.1 REGULACJE MIĘDZYNARODOWE

➤ **Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA)**

Porozumienie obejmujące 255 gatunków ptaków ekologicznie zależne od obszarów wodno-błotnych. Opracowane w ramach Konwencji o ochronie gatunków wędrownych (CMS) i

obsługiwane przez United Nations Environment Programme (UNEP). Obszar objęty Porozumieniem rozciąga się od północnych krańców Kanadzie i Federacji Rosyjskiej do południowego krańca Afryki i obejmuje 119 klasy państw z Europy, części Azji i Kanadę, Bliski Wschód i Afrykę. Obecnie 71 krajów i państwa Unii Europejskiej podpisało porozumienie AEWA² (informacja na dzień 1 października 2013 r.).

- **Konwencja o różnorodności biologicznej (CBD)**, sporządzona w dniu 5 czerwca 1992 roku na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro. W Polsce Konwencja weszła w życie 19 grudnia 1996 r. (Dz. U. z 2002 r. Nr 184, poz. 1533).
- **Konwencja Ramsarska** - Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego, sporządzona 2 lutego 1971 roku. Polska jest stroną Konwencji od dnia 22 marca 1978 r. (Dz.U. z 1978 Nr 7 poz.24)
- **Konwencja Bońska** - Konwencja o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt (CMS), sporządzona 23 czerwca 1979 r. Polska jest stroną Konwencji od 1 maja 1996 r. (Dz.U. z 2003 Nr 2 poz.17).
Z punktu widzenia ochrony ornitofauny, kluczowa jest rezolucja nr 7.4 (z 2002 r.) dotycząca śmiertelności ptaków w wyniku porażenia prądem, zawierająca konkretne wymogi jakie państwa sygnatariusze zobowiązują się przedsięwziąć aby zminimalizować znaczenie tego wpływu ze strony linii elektroenergetycznych.
- **Konwencja Berneńska** - Konwencja o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk, sporządzona 19 września w 1979 r. W Polsce Konwencja weszła w życie 1 stycznia 1996 r. (Dz.U. z 1996 r. Nr 58, poz. 263).
Niezmierne ważnym dokumentem jest rekomendacja Stałego Komitetu Konwencji nr 110 (2004) o ograniczaniu wpływu linii elektroenergetycznych na ptaki.

7.2 REGULACJE PRAWNE UNII EUROPEJSKIEJ ORAZ WYBRANYCH PAŃSTW

- **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (tzw. Dyrektywa Ptasia)**

Dokument ten, o podstawowym znaczeniu dla ochrony ptaków i ich siedlisk na obszarze Wspólnoty Europejskiej, określa najważniejsze wymogi co do ochrony ptaków, jak też wymienia gatunki będące w szczególnym zainteresowaniu Wspólnoty (w załącznikach do Dyrektywy).

Głównym celem tej Dyrektywy jest utrzymanie populacji gatunków ptaków na poziomie odpowiadającym wymaganiom ekologicznym, naukowym i kulturowym. Dla skutecznej ochrony ptaków wykorzystuje ona następujące metody:

- wprowadza szereg zakazów w stosunku do działań nakierowanych na ptaki;
- nakazuje ochronę siedlisk ptaków;
- ogranicza introdukcję gatunków obcych;
- ustala zasady i ograniczenia dotyczące gospodarczego i rekreacyjnego wykorzystania ptaków;
- postuluje wprowadzenie koniecznych zapisów w prawie krajowym;
- nakazuje kontrolę realizacji ochrony i jej skutków, a w razie wykazanej przez tę kontrolę niskiej skuteczności działań ochronnych - modyfikowanie stosowanych metod.

² informacja na dzień 1 października 2013 r.

Zapisy Dyrektywy zostały transponowane do prawa krajowego przede wszystkim w ustawie o ochronie przyrody.

➤ **Unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.**

Dokument ten został przyjęty przez Unię Europejską i wyznacza główne pola działania w zakresie ochrony środowiska. Pierwszym celem jest pełne wdrożenie wymogów płynących z Dyrektyw, w tym Dyrektywy Ptasiej poprzez sieć Natura 2000. Kolejnym celem, mającym bezpośredni związek z ochroną ptaków i ich siedlisk, jest utrzymanie i odbudowa ekosystemów i ich funkcji, a jednym z działań *Zapewnienie zerowej utraty różnorodności biologicznej netto i funkcji ekosystemu*. Implementacja założeń strategii wyraża się między innymi w działaniach takich, jak realizacja inwestycji bez lub przy możliwie nieznacznym wpływie na różnorodność siedlisk i gatunków.

Niezmiernie bogate doświadczenia niemieckie (Haas i in. 2003) i węgierskie (BirdLife 2003a, 2008) pozwalają skorzystać z tych przykładów. **W Niemczech** odgórnie wprowadzono prosty zapis do norm energetycznych mówiący, że:

Poprzeczniki, izolatory i inne elementy linii elektroenergetycznej powinny być skonstruowane w taki sposób, żeby ptaki nie miały możliwości usiąść w pobliżu czynnych elementów, które są dla ptaków niebezpieczne (niemiecka norma przemysłowa DIN VDE 0210/12.85).

Dzięki temu zasadniczo wyeliminowano kwestię porażeń na nowobudowanych i modernizowanych liniach napowietrznych.

➤ **Regulacje prawne w wybranych krajach**

Podobnie **w Bośni i Hercegowinie** Ministerstwo Środowiska i Turystyki przygotowało nowe prawo ochrony przyrody, którego punkt 47 mówi o tym, że przy nowo powstających liniach konstrukcje są bezpieczne dla ptaków, zabezpieczając je przed porażeniami. Natomiast na liniach istniejących zabezpieczenia mają zostać wprowadzone w ciągu 10 lat od momentu ustanowienia nowych regulacji.

W Chorwacji nie tylko wprowadzono zapisy dotyczące obowiązku stosowania bezpiecznych konstrukcji uniemożliwiających występowanie porażeń ptaków na nowobudowanych liniach, ale też stworzono 3 plany działań (Action Plan 6.10.2, 6.10.3, 6.10.9), które mają na celu organizację prac w zakresie:

- uwzględniania uwarunkowań i wymogów środowiskowych przy planowaniu nowych inwestycji w planach zagospodarowania przestrzennego;
- wzmocnienia zasad ochrony różnorodności biologicznej i różnorodności krajobrazu w procesie oceny oddziaływania inwestycji energetycznych;
- zastosowania technicznych środków minimalizujących na liniach napowietrznych i wymiany niesprawdzających się rozwiązań na liniach istniejących w celu zmniejszenia śmiertelności ptaków w wyniku kolizji i porażeń prądem.

W 2004 r. **w Czechach** przyjęto regulacje prawne obligujące inwestorów linii napowietrznych do stosowania efektywnych zabezpieczeń przed porażeniami ptaków. Natomiast w 2010 r. Ministerstwo Środowiska rozpoczęło przygotowania wytycznych na potrzeby oceny oddziaływania na środowisko linii elektroenergetycznych w sposób szczególny odnoszący się do aspektu wpływu na ptaki – zarówno problemu kolizji, jak i porażeń prądem. Zaproponowano też praktyczne rozwiązania i techniczne sugestie wykonania zabezpieczeń istniejących konstrukcji. Ponadto obszar kraju podzielono na 3 strefy o zróżnicowanym zagrożeniu dla ptaków ze względu na nasilenie migracji i wysokich zagęszczeń ptaków lęgowych i zimujących.

Ministerstwo Środowiska **na Węgrzech** podpisało z głównymi operatorami sieci oraz organizacjami związanymi z ochroną ptaków Porozumienie pod nazwą *Accessible Sky Agreement*, które miało cztery podstawowe kierunki działań:

- Poprawa przepisów prawnych tak, by możliwe było budowanie nowych linii w sposób przyjazny przyrodzie;
- Wypracowanie wspólnym wysiłkiem wzorów konstrukcji przyjaznych przyrodzie;
- Ustalenie priorytetów w pro-środowiskowej modernizacji istniejących linii napowietrznych w kraju;
- Określenie środków finansowania realizowanych działań.

7.3 NORMY I PRZEPISY KRAJOWE DOTYCZĄCE REALIZACJI LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA

7.3.1 NORMY KRAJOWE

Linie elektroenergetyczne wysokich i najwyższych napięć są projektowane według zasad zawartych w określonych normach. Do 2002 r. były one realizowane według normy PN-E-05100-1:1998: Elektroenergetyczne linie napowietrzne - projektowanie i budowa - linie prądu przemiennego z przewodami roboczymi gołymi, która została wycofana w 2003 r.³ Zakres normy obejmował wymagania dotyczące projektowania i budowy elektroenergetycznych linii napowietrznych przewodami gołymi o napięciach znamionowych do 400 kV włącznie oraz przewodów telekomunikacyjnych zawieszonych na konstrukcjach wsporczych tych linii⁴.

Norma ta określała zasady doboru elementów linii, w tym: przewodów, izolatorów, osprzętu, konstrukcji wsporczych i posadowień, zawieszenie przewodów, odległości przewodów i części pod napięciem, oddziaływanie linii elektroenergetycznych (m.in. na linie i urządzenia telekomunikacyjne, pola elektromagnetyczne, akustyczne), sposób skrzyżowania i zbliżenia linii elektroenergetycznych (m. in. między tymi samymi i różnymi liniami, między przewodami i słupami, z przewodami trakcyjnymi), prowadzenie linii elektrycznych na wspólnych konstrukcjach wsporczych (odległości linii elektroenergetycznych względem przewodów telekomunikacyjnych), skrzyżowania i zbliżenia linii elektroenergetycznych m. in. z budynkami, mostami oraz wiaduktami, rurociągami, drogami, kolejami, drogami wodnymi, od powierzchni wód.

Ponadto, z punktu widzenia ochrony zasobów środowiska przyrodniczego, w normie tej określono sposób prowadzenia linii elektroenergetycznych przez lasy i w pobliżu drzew (pkt 23). Zgodnie z powyższą zasadą należało unikać prowadzenia linii przez lasy, w tym kompleksy leśne stanowiące przedmiot szczególnej ochrony oraz mniejszych kompleksów leśnych na obszarach słabo zalesionych, a w przypadku takiej konieczności, określono zasady: prowadzenia linii z wykorzystaniem w jak największym stopniu sieć linii podziału powierzchniowego, drogi leśne, pasy przeciwpożarowe, obszary pozostawione bez zalesienia lub grunty o najsłabszych siedliskach, wycinki leśne wykonywane dla innych obiektów. Zalecano także, aby przy konieczności prowadzenia przez tereny leśne kilku linii elektroenergetycznych o przebiegu równoległym, stosować linie dwu- lub wielotorowe. Prowadzenie linii przez teren zalesiony wymaga wycinki drzew, tym samym określono w normie szerokość i sposób zagospodarowania pasa terenu na trasie linii elektroenergetycznej^{5,6}. Szerokość pasa wycinki w ww. normie została

³ <http://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=673CB8CF>,

⁴ www.bezel.com.pl

⁵ PN-E-05100-1:1998 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami roboczymi gołymi.

określona wg wzorów określonych odrębnie dla linii o napięciu do 1 kV oraz o napięciu wyższym niż 1 kV. Brana jest tutaj pod uwagę szerokość linii elektroenergetycznej (odległość między skrajnymi przewodami roboczymi), napięcie znamionowe linii, wielkość przyrostu pięcioletniego, właściwego dla gatunku i siedliska drzewa. Dopuszcza się jednocześnie w pasie wycinki prowadzenie gospodarki leśnej oraz pozostawienie drzew, pod warunkiem zachowania wymaganych odległości przewodu nieuziemionego linii od każdego punktu korony drzewa oraz zwisie normalnym, odpowiednio dla linii o napięciu 1 kV (1 m) oraz - wg określonego wzoru - dla linii o napięciu wyższym niż 1 kV (uwzględniając: napięcie znamionowe oraz wielkość przyrostu pięcioletniego właściwego dla gatunku i siedliska drzewa), przy pozostawieniu wokół każdego słupa linii o napięciu wyższym niż 1 kV terenu niezalesionego w odległości 4 m od obrysu trzonu słupa przy powierzchni terenu. Z analizy raportów OOŚ wynika, że wycinka drzew ograniczona jest do pasa technologicznego linii elektroenergetycznej (określonego po 35 m od osi linii), a przeważnie dotyczy terenu mniejszego niż pas technologiczny. Przykładowa szerokość pasa wycinki leśnej została przedstawiona w opracowaniu wykonanym w 2008 r. na zlecenie PSE S.A.⁷, gdzie wskazano, że dla typowej linii 400 kV pas wycinki leśnej wynosi 24 m, natomiast dla linii nadleśnej - wycinka technologiczna wynosi ok. 10 m² powierzchni leśnej, co wynika z wycinki niewielu drzew związanej z posadowieniem słupów nadleśnych. Odniesienie do kwestii zasadności prowadzenia linii elektroenergetycznej przez tereny zalesione, szerokości pasa i sposobu zagospodarowania pasa terenu na trasie linii pod kątem wpływu na ornitofaunę zostało przedstawione w rozdziałach 2.1.7, 6.1.2 i 6.1.3.

Od 2002 r. projektowanie i budowa linii elektroenergetycznych napowietrznych dokonywana jest zgodnie z normą PN-EN 50341-1:2005 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 45 kV, która odpowiada normie europejskiej EN-50341-1: *Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV*.

Norma PN-EN 50341:1 składa się z trzech części. Część 1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne, nazywana także Częścią Zasadniczą. Norma ta zawiera postanowienia wspólne do stosowania w krajach Unii Europejskiej. Część 2 zawiera listę wszystkich normatywnych warunków krajowych (opisanych w Części 3). Części 3 to zbiór normatywnych warunków krajowych, odzwierciedlających praktykę krajową. Norma dotyczy napowietrznych linii elektroenergetycznych o znamionowym napięciu przemiennym powyżej 45 kV i znamionowych częstotliwościach poniżej 100 Hz. Określa ona ogólne wymagania, które powinny być spełnione przy projektowaniu i budowie nowych linii napowietrznych, aby zapewnić bezpieczeństwo ludzi, sprawną eksploatację oraz właściwy poziom ochrony środowiska⁸.

Aktualnie stosowane normy są zharmonizowane z normami europejskimi i projektowanie linii elektroenergetycznych wysokich i najwyższych napięć następuje według następujących norm:

- PN-EN 50341-1:2005: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 45 kV, część 1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne, wraz ze zmianą opublikowaną jako PN-EN 50341-1:2005/A1:2009: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 45 kV, część 1: Wymagania ogólne - specyfikacje wspólne. Zmiana do Normy Europejskiej,
- Narodowego Aspektu Normatywnego dla Rzeczypospolitej Polskiej opublikowanym jako norma PN-EN 50341-3-22:2010: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu

⁶ Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku życia człowieka, Informator, Wydanie 4, Warszawa 2008, PSE-Operator S.A.

⁷ Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku człowieka, Wyd. 5, Warszawa 2008, aktualizacja 2009, Biuro Konsultingowo-Inżynierskie EKO-MARK

⁸ Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku życia człowieka, Informator, Wydanie 4, Warszawa 2008, PSE-Operator S.A.

przemiennej powyżej 45 kV, część 3: Zbiór normatywnych warunków krajowych - Polska wersja EN 50341-3-22:2001⁹.

Na podstawie ww. norm została opracowana Standardowa Specyfikacja Techniczna^{10,11} dla linii 400 kV, która zawiera podstawowe wymagania techniczne dotyczące projektowania i zasady doboru poszczególnych elementów nowych elektroenergetycznych linii napowietrznych jedno i dwutorowych 400 kV, m. in. takich jak konstrukcje wsporcze, fundamenty, przewody fazowe i odgromowe z telekomunikacyjnymi włóknami światłowodowymi lub bez nich, izolatory, osprzęt. Relacja między stosowanymi elementami linii a ich wpływem na ornitofaunę została przedstawiona w rozdziale 2, szczególnie 2.1.5. Szczegółowe specyfikacje techniczne poszczególnych elementów linii określają sposób wyboru odpowiednich materiałów. W Specyfikacji zawarto także zapisy odnośnie prowadzenia linii przez kompleksy leśne, zgodnie z którymi należy stosować słupy konstrukcji nadleśnej w celu wyeliminowania potrzeby wykonywania wycinki w przęsłach linii, wraz z określeniem wymagań jakie powinny spełnić nadleśne odcinki linii. Odniesienie do kwestii zasadności stosowania słupów nadleśnych pod kątem wpływu na ornitofaunę zostało przedstawione w rozdziale 2.1.7, 6.1.2 i 6.1.3.

Aspekty dotyczące oddziaływania linii elektroenergetycznych na środowisko odnoszą się w sposób ogólny do zagadnień związanych z wymogami spełniania obowiązujących przepisów i norm dotyczących oddziaływania w zakresie pola elektromagnetycznego, hałasu, zakłóceń radioelektrycznych.

W przypadku napowietrznych linii elektroenergetycznych 110 kV, Tauron Dystrybucja S.A. działa w oparciu o „Wytyczne nr 2/1/B/ 2012 w sprawie Standaryzacji linii napowietrznych 110 kV¹²”. Opracowanie określa podstawowe wymagania techniczne, obowiązujące przy projektowaniu i budowie linii napowietrznych 110 kV, a także które mogą mieć zastosowanie przy remontach istniejących linii. Zawierają wykaz norm oraz wytycznych z zakresu projektowania i budowy linii 110 kV wraz ze wskazaniem uwzględniania postanowień obowiązujących przepisów prawa. Wśród wymagań szczegółowych wymienione są zalecenia odnośnie takich elementów linii jak m. in.: budowa i konstrukcja słupów, gdzie w terenach leśnych zaleca się stosowanie słupów nadleśnych, rodzaje stosowanych przewodów, izolatorów, osprzętu oraz oznakowani. Zalecenia odnośnie stosowania rozwiązań chroniących środowisko ograniczają się do obowiązku projektowania i budowy linii z uwzględnieniem właściwych uregulowań w zakresie ochrony środowiska. Odniesienie do kwestii zasadności stosowania na terenach leśnych słupów nadleśnych pod kątem wpływu na ornitofaunę zostało przedstawione w rozdziale 2.1.7, 6.1.2 i 6.1.3.

Poza ww. zaleceniem, w powyższych Wytycznych brak jest uwarunkowań dotyczących wpływu linii napowietrznych 110 kV na środowisko przyrodnicze, w tym na ornitofaunę.

7.3.2 PRZEPISY KRAJOWE

Regulacje dotyczące ochrony środowiska w związku z realizacją linii elektroenergetycznych wysokich i najwyższych napięć zawarte są w ustawie ooś oraz w ustawie o ochronie przyrody, która określa generalne zasady ochrony środowiska oraz procedury

⁹ <http://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/InterpelacjaTresc.xsp?key=673CB8CF>

¹⁰ <http://www.pse-operator.pl/>

¹¹ PSE-SF.Linia 400kV.0 PL/2013v1 - LINIA NAPONIETRZNA 400 kV (maj 2013)

¹² Wytyczne nr 2/1/B/2-12 w sprawie standaryzacji linii napowietrznych 110 kV, Tauron Dystrybucja S.A. na terenie Oddziałów w Bielsku-Białej, Będzinie, Częstochowie, Krakowie, Tarnowie, Załącznik nr 2 do Zarządzenia nr 7/2012, styczeń 2012

przewodzenia oceny oddziaływania przedsięwzięć na środowisko w procesie inwestycyjnym zmierzającym do budowy i funkcjonowania linii elektroenergetycznych w środowisku.

Na podstawie ustawy ooś linie elektroenergetyczne mogą zostać zaliczone do przedsięwzięć:

- mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko (art. 59 ust. 1 pkt 1 ustawy ooś), tzw. przedsięwzięcia z I grupy
- mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (art. 59 ust. 1 pkt 2 ustawy ooś), tzw. przedsięwzięcia z II grupy,
- mogących znacząco oddziaływać na obszary Natura 2000, innych niż określonych w I i II grupie (art. 59 ust. 2), tzw. przedsięwzięcia z III grupy.

Kwalifikacja do powyższych grup następuje na podstawie rozporządzenia¹³.

Do I grupy przedsięwzięć zaliczono:

- stacje elektroenergetyczne lub napowietrzne linie elektroenergetyczne, o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 220 kV, o długości nie mniejszej niż 15 km (§ 2 ust. 1 pkt 6);

Do II grupy przedsięwzięć zaliczono:

- stacje elektroenergetyczne lub napowietrzne linie elektroenergetyczne o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 110 kV, inne niż wymienione w grupie I (§ 3 ust. 1 pkt 7).

W zależności od kwalifikacji przedsięwzięcia, wymagają one przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko przed wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach lub taki obowiązek może zostać stwierdzony przez właściwy organ (organ wydający decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach) na zasadach określonych w ustawie ooś¹⁴. Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach należy uzyskać przed wydaniem decyzji zezwalającej na realizację inwestycji lub przed uzyskaniem decyzji lokalizacyjnej (w przypadku linii elektroenergetycznych: pozwolenie na budowę lub decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu).

Ustawa ooś precyzuje zakres analiz, które należy przeprowadzić w ramach oceny oddziaływania na środowisko, w tym określa zakres raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Raport ooś jest dokumentem stanowiącym podstawę do określenia (prognozowania) stopnia i rodzaju oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko, w tym na środowisko przyrodnicze¹⁵, na każdym z etapów jego planowania (realizacji, eksploatacji, likwidacji), z uwzględnieniem rozpatrywanych wariantów oraz oddziaływań skumulowanych. Zakres raportu ooś odwołuje się do przepisów ustawy o ochronie przyrody określając konieczność uwzględnienia w analizach komponentu przyrodniczego. Ustawa ta reguluje zasady ochrony w stosunku do form ochrony przyrody (m. in. ochrona obszarowa, ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów).

¹³ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397, ze zm.)

¹⁴ Szczegółowa procedura oceny oddziaływania na środowisko w opracowaniach: „Postępowanie administracyjne w sprawach określonych ustawą z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko” (GDOŚ, 2009) oraz „Zmiany w postępowaniach administracyjnych w sprawach ocen oddziaływania na środowisko (GDOŚ, 2011)

¹⁵ Elementy środowiska objęte ochroną na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody

7.4 NORMY I PRZEPISY KRAJOWE DOTYCZĄCE REALIZACJI LINII ŚREDNIEGO NAPIĘCIA, W TYM KOLEJOWYCH SIECI TRAKCYJNYCH:

7.4.1 NORMY KRAJOWE

Sieci trakcyjne

Sieci trakcyjne realizowane są na podstawie regulacji wewnętrznych Spółki PKP PLK, które dotyczą sposobu realizacji sieci elektroenergetycznych¹⁶:

- Wytyczne do projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interpolacyjnych – let 107, stanowiącej załącznik do zarządzenia Nr 7/2007 Zarządu KP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 19 lutego 2010 r.;
- Wytyczne projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej oraz układów zasilania 2X25 kV AC dla linii kolejowych o prędkości do 350km/h – let 6, stanowiącej załącznik do zarządzenia Nr 14/2010 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 10 maja 2010 r.

Przedmiotem wytycznych LET 107 są uwarunkowania, wymagania i ustalenia techniczne jakim powinna odpowiadać sieć trakcyjna o napięciu znamionowym 3kV dla prądu stałego na liniach kolejowych¹⁷. Przeznaczone są do stosowania przy projektowaniu, budowie i odbiorach nowej lub zmodernizowanej sieci trakcyjnej i związanej z nią ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej, ochrony od prądów błędzących oraz zagadnień ochrony środowiska. Wytyczne zawierają wskazanie aktów prawnych, szeregu norm krajowych i międzynarodowych oraz instrukcji z zakresu projektowania i budowy sieci trakcyjnych.

Wytyczne obejmują wymagania:

- Podstawowe - dotyczące m.in. skrzyżowań i zbliżeń sieci jezdnej z innymi sieciami elektrycznymi, prowadzenie linii elektrycznych na wspólnych konstrukcjach z siecią jezdnią, zbliżenia sieci jezdnej do budowli i urządzeń specjalnych (np. rurociągi i kable usytuowane nad siecią jezdnią);
- Ogólne zasady obowiązujące przy projektowaniu nowych typów sieci trakcyjnych, dotyczące m. in.: fundamentów i konstrukcji wsporczych, sieci jezdnej (przewodów jezdnych, lin nośnych, zawieszonych poprzecznych), ochrony odgromowej sieci jezdnej, uszynienia, materiały do budowy sieci trakcyjnej;
- Zasady obowiązujące przy wykonywaniu opracowań technicznych nowych i modernizowanych sieci trakcyjnych (tj. Studium Wykonalności, PF-U, Projekt budowlany, Projekt Wykonawczy, Przedmiar robót, Specyfikacje techniczne wykonania robót, Projekt Powykonawczy), w tym m.in.: fundamenty i głowice fundamentowe, konstrukcje nośne i odciążki, zawieszania poprzeczne;
- Ogólne zalecenia do projektowania sieci trakcyjnych dla prędkości $V \geq 160$ km/h, w tym sieci trakcyjnych dla linii spełniających wymagania interoperacyjności, fundamentów i konstrukcji wsporczych, sieci jezdnej.

Przedmiotem wytycznych LET 6 są wymagania, uwarunkowania i ustalenia techniczne, jakim powinna odpowiadać sieć trakcyjna i układ zasilania o napięciu roboczym 25 kV AC na liniach kolejowych¹⁸. Wytyczne przeznaczone są do stosowania przy projektowaniu, budowie i odbiorach układu zasilania i sieci trakcyjnej o napięciu roboczym 25 kV AC na liniach

¹⁶ Pismo PKP PLK z dnia 16.10.2013 r., nr: IOS2g-4423-11.1/13

¹⁷ Wymagania dotyczą linii kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A.

¹⁸ Wymagania dotyczą linii kolejowych zarządzanych przez PKP PLK S.A.

kolejowych dużych prędkości¹⁹. Zawarte w nich podstawowe wymagania techniczne związane są z zagadnieniami ochrony przeciwpożarowej oraz przeciwprzepięciowej, ochrony przed oddziaływaniem prądów błędzących i ochrony środowiska, wynikającymi z obowiązujących przepisów dotyczących procedur projektowania, budowy i odbioru inwestycji w tym zakresie.

Wytyczne zawierają wskazanie aktów prawnych, szeregu norm krajowych i międzynarodowych oraz instrukcji z zakresu projektowania i budowy sieci trakcyjnych. Wytyczne obejmują wymagania dotyczące m. in. układu zasilania, projektowania sieci trakcyjnej, w tym wysokość zawieszenia przewodu jezdnej, odległość sieci jezdnej od obiektów uziemionych, rozwiązania konstrukcyjne nowych typów sieci trakcyjnej (fundamenty, konstrukcje nośne i odciały, sieć jezdna, skrzyżowania i zbliżenia sieci jezdnej z innymi sieciami elektrycznymi, prowadzenie linii elektrycznych i innych instalacji na wspólnych konstrukcjach z siecią jezdnią, osprzęt, stosowanie i wymagania odnośnie urządzeń sygnalizacyjnych, ostrzegawczych i ochronnych, które należy lub nie można stosować np. na sieci jezdnej czy konstrukcjach wsporczych), a w zakresie opracowań technicznych – wytyczne do dokumentacji projektowych.

W powyższych Wytycznych/Instrukcjach – let 107 oraz let 6 brak jest uwarunkowań dotyczących wpływu sieci trakcyjnych na środowisko przyrodnicze, w tym na ornitofaunę.

Linie napowietrzne średniego napięcia

Linie napowietrzne średniego napięcia realizowane na podstawie norm międzynarodowych, krajowych oraz tzw. standardów określonych przez instytucje zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej, jeżeli operatorzy systemu przesyłowego opracowali takie wytyczne. Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano analizy opracowanych standardów technicznych pod kątem uwarunkowań środowiskowych na podstawie dostępnych na stronach operatorów informacji i dokumentacji: PGE Dystrybucja oraz Energa Operator.

PGE Dystrybucja działa w oparciu o „Wytyczne do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A.”²⁰. Zakres opracowania określa podstawowe wymagania i rozwiązania techniczne, obowiązujące przy projektowaniu, budowie i remontach linii napowietrznych średniego napięcia. Przy czym w wytycznych wskazuje się, że parametry techniczne określonych urządzeń są wymaganiami minimalnymi, a decyzje w sprawie szczegółowych rozwiązań technicznych podejmowane są przez kompetentne służby poszczególnych oddziałów PGE Dystrybucja.

Wytyczne zawierają wskazanie aktów prawnych, szeregu norm krajowych i międzynarodowych oraz instrukcji z zakresu projektowania i budowy sieci trakcyjnych. Wytyczne zawierają wskazania, wymagania oraz zalecenia dotyczące linii napowietrznych SN, w tym, m. in.: systemów linii napowietrznych SN, rodzajów przewodów i konstrukcji wsporczych linii (rodzaj słupów i przewodów), podstawowych wymagań dla elementów konstrukcyjnych, posadowienia słupów oraz dla izolacji 15 i 20 kV (rodzaje izolatorów oraz wymagania odnośnie stosowanej izolacji), uziemienia, podstawowego osprzętu. Zalecenia dotyczące ochrony ornitofauny znajdują się w części wytycznych dotyczącej podstawowego osprzętu (pkt. 4.8) stosowanego przy liniach z przewodami niepełnoizolowanymi i polegają na rekomendacji w

¹⁹ Za linie kolejowe dużych prędkości uważa się linie o prędkości rzędu 200 km/h i więcej, zgodnie z Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności

²⁰ Wytyczne do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A”, Tom 3., Linie napowietrzne średniego napięcia, 2011 r.

stosowaniu osłon ochronnych przed ptakami. Jednocześnie część ta zawiera ogólną rekomendację dotyczącą stosowania materiałów oraz osprzętu podanego w opracowaniach katalogowych i albumach typizacyjnych, odznaczających się dobrą jakością potwierdzoną wynikami w eksploatacji, spełniających wymogi ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz.881 z późn. zm.).

Poza ww. zaleceniem, w powyższych Wytycznych brak jest uwarunkowań dotyczących wpływu sieci średniego napięcia na środowisko przyrodnicze, w tym na ornitofaunę.

Energa Operator S.A. działa w oparciu o wytyczne tzw. Standardy techniczne²¹, które określają ogólne wymagania techniczne dla wybranych elementów elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej, będącej własnością ENERGA-OPERATOR S.A. Dokument ten zawiera wskazania w zakresie obowiązku stosowania określonych w nim rozwiązań technicznych przy pracach projektowych, budowie nowych oraz modernizacji istniejącej urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. Przy czym wskazuje się, że niezależnie od wymagań technicznych zawartych w ww. opracowaniu, należy projektować rozwiązania zgodnie z zasadami wiedzy technicznej oraz spełniać wymagania obowiązujących przepisów. Ponadto szczegółowe wymagania techniczne dla wybranych elementów elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej, określają specyfikacje techniczne, wykorzystywane przy zamówieniach lub przetargach, które powinny uwzględniać wytyczne zawarte w przedmiotowym opracowaniu.

Powyższe Wytyczne oraz szczegółowe specyfikacje techniczne zawierają odwołania do norm i wytycznych krajowych oraz norm międzynarodowych, zawierają wymagania techniczne oraz zalecenia rozwiązań do stosowania dla linii napowietrznych SN, są to zasady dotyczące linii napowietrznych SN z przewodami niepełno izolowanymi oraz z przewodami gołymi (w tym m. in.: typ linii, żerdzi, słupów, przewodów, rodzaj izolacji).

W analizowanym opracowaniu oraz w szczegółowych specyfikacjach technicznych brak odniesienia do uwarunkowań przyrodniczych przy projektowaniu i realizacji linii elektroenergetycznych SN.

7.4.2 PRZEPISY KRAJOWE

Budowa kolejowej sieci trakcyjnej oraz napowietrznych linii elektroenergetycznych SN nie stanowi przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów rozporządzenia²², i nie jest dla niego wymagane uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz sporządzenie raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Jednakże na podstawie przepisów ustawy ooś może taka inwestycja zostać zaliczona do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, czyli do tzw. III grupy przedsięwzięć, bez względu na położenie inwestycji względem obszaru. Dotyczy to sytuacji, gdy:

- przedsięwzięcie może znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, a nie jest bezpośrednio związane z ochroną tego obszaru lub nie wynika z tej ochrony;
- obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 został stwierdzony na podstawie art. 96 ust. 1.

Przedsięwzięcia z tzw. III grupy, mogą wymagać przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000, przed wydaniem decyzji wymaganej przed rozpoczęciem realizacji

²¹ Standardy techniczne w ENERGA-OPERATOR S.A., wersja 0.5, 22.10.2012

²²Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397, z późn. zm.)

przedsięwzięcia, jeżeli obowiązek jej przeprowadzenia został stwierdzony przez właściwy organ. Przepisy ustawy o oś w odróżnieniu od przedsięwzięć z tzw. grupy I i II, nie określają zakresu raportu, który jest wymagany w sytuacji stwierdzenia obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000, jedynie wskazują, że ma on być ograniczony do określenia oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000. Bardziej szczegółowe regulacje dotyczące badania wpływu na obszar Natura 2000 zawarte są w ustawie o ochronie przyrody²³ a sam proces badania wpływu został przedstawiony w wytycznych metodycznych Komisji Europejskiej²⁴ oraz GDOŚ²⁵.

Należy natomiast mieć na uwadze przypadki, gdy realizacja sieci trakcyjnych oraz napowietrznych linii elektroenergetycznych SN stanowi jedno z zadań wchodzących w zakres budowy/przebudowy/remontu linii kolejowej czy napowietrznej sieci elektroenergetycznej WN, wówczas tego typu przedsięwzięcia mogą podlegać procedurze oceny oddziaływania na środowisko jako składowe elementy przedsięwzięć wymienionych w rozporządzeniu o oś²⁶.

7.5 MOŻLIWOŚĆ I PERSPEKTYWY ZMIAN PRAWA I EW. WEWNĘTRZNYCH REGULACJI

Normy krajowe oraz Specyfikacje/Wytyczne

Normy krajowe oraz Standardy budowy linii elektroenergetycznych stanowią szczegółowe techniczne wytyczne, opracowane na podstawie norm europejskich. Dotyczą doboru elementów linii i parametrów technicznych, rekomendowanych do stosowania przy projektowaniu i budowie linii elektroenergetycznych, mając na uwadze bezpieczeństwo ich realizacji oraz trwałość inwestycji. Standardy odwołują się do stosowania przy budowie, remoncie czy utrzymaniu istniejących linii zasad ochrony środowiska związanych z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego czy hałasu, odwołując się do odpowiednich regulacji prawnych w tym zakresie (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania tych poziomów Dz. U. z 2003 r., Nr 192, poz. 1883, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. z 2007 Nr 120, poz. 826, z późn. zm.). W dokumentach tych brak przynajmniej ogólnych zagadnień związanych z ochroną środowiska przyrodniczego wynikających z przepisów ustawy o ochronie przyrody oraz ustawy o oś, co należy uznać za wadę tych dokumentów.

Zdaniem autorów, specyfikacje oraz wytyczne dotyczące standardów projektowania i budowy linii elektroenergetycznych, powinny zawierać obok norm technicznych i ogólnych zaleceń (zapisów) odnoszących się do projektowania linii, zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi dotyczącymi elektroenergetycznych linii napowietrznych, także odniesienie do przepisów dotyczących ochrony przyrody. Zastosowanie takiego rozwiązania mogłoby uczulić projektantów oraz wykonawców do uwzględniania uwarunkowań przyrodniczych już na samym początku projektowania elektroenergetycznych linii napowietrznych. Uwzględnienie kwestii ochrony środowiska, w tym ptaków, jest wymogiem prawnym, obligującym tak samo jako uwarunkowania dotyczące kwestii technicznych.

W zaleceniach wewnętrznych dotyczących stosowania słupów leśnych i nadleśnych oraz innych elementów linii przy wyborze technologii, wskazane byłoby uzupełnienie zapisu o

²³ Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2013 r., poz. 627 ze zm.).

²⁴ Ocena planów i przedsięwzięć znacząco oddziałujących na obszary Natura 2000 – Wytyczne metodyczne dotyczące przepisów Artykułu 6 (3) i (4) Dyrektywy Siedliskowej 92/43/EWG, listopad 2001

²⁵ Natura 2000 w ocenach oddziaływania przedsięwzięć na środowisko”, J. Engel, Warszawa 2009

²⁶ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397, z późn. zm.)

obowiązku uwzględnienia uwarunkowań środowiskowych pod kątem występowania ornitofauny. Samo zalecenie prowadzenia linii elektroenergetycznych przez kompleksy leśne na słupach nadleśnych lub leśnych, jest niewystarczające - nie stanowi ono bowiem w każdym przypadku rozwiązania optymalnego pod kątem ochrony ptaków, a wykonawców stosujących się do obowiązujących Standardów realizacji linii elektroenergetycznych takie zalecenie może wprowadzać w błąd.

Przepisy i regulacje krajowe:

- **Ustawa ooś i rozporządzenie ooś:**

Przy właściwym stosowaniu procedur określonych w ustawie ooś nie ma potrzeby zmiany jej obowiązujących przepisów.

Należy jednak mieć na uwadze, że każde przedsięwzięcie powinno być oceniane indywidualnie biorąc po uwagę lokalizację przedsięwzięcia, jego rodzaj i skalę, uwarunkowania środowiskowe oraz przyrodnicze. Indywidualizowany proces oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko (przy uwzględnieniu zakresu raportu ooś), pozwoli na efektywne określenie skali oddziaływania planowanej inwestycji oraz pozwoli na właściwe do skali i rodzaju oddziaływania dobranie działań minimalizujących, i ewentualnie kompensacyjnych.

Zdaniem Autorów warto zwrócić uwagę, że nie wszystkie przedsięwzięcia polegające na realizacji linii elektroenergetycznych oraz kolejowej sieci trakcyjnej podlegają przepisom ustawy ooś oraz nie stanowią przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Nie zawsze będą one zaliczone także do tzw. III grupy przedsięwzięć ze względu na możliwość oddziaływania na obszary Natura 2000. Tym samym niektóre istotne tereny nie są objęte ochroną prawną (np. ostoje ptaków IBA, jak np. Zb. Siemianówka) ani wymogami powyższych przepisów, gdy realizacja tego typu inwestycji może powodować znaczące oddziaływania, a zastosowanie działań minimalizujących, pozostaje w gestii inwestora. Warto byłoby zastanowić się nad opracowaniem wytycznych i zasad postępowania przy projektowaniu i realizacji ww. przedsięwzięć.

Podchodząc z praktycznego punktu widzenia i w opinii energetyków, wydaje się, że najistotniejszym działaniem w celu ochrony ptaków ginących na liniach energetycznych różnego typu jest opracowanie wskazań do aktualizacji albumów typizacyjnych, w przypadku minimalizacji znaczenia porażeń, zwłaszcza dla słupów z odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych.

Ponadto w albumach i innych wytycznych technicznych, należy uwzględnić dodatkowo etyczny i prawny wymóg ochrony ptaków przed kolizjami i porażeniami prądem, a nie tylko wskazywać na tę kwestię jako utrudnienie techniczne i ekonomiczne przy zarządzaniu przesyłem energii.

Jako, że konieczne jest pilne uregulowanie kwestii bezpieczeństwa ptaków na liniach napowietrznych również w skali Polski, celowe jest jak najszybsze rozpoczęcie tego procesu. Wydaje się, że warto oprzeć się na bardziej przystępnym ekonomicznie i stopniowym scenariuszu, jaki skutecznie realizowany jest na Węgrzech w ostatnich kilku latach (por. rozdz. 7.2). Zasadnym jest stworzenie i podpisanie porozumienia pomiędzy Ministerstwem Środowiska/GDOŚ, a głównymi operatorami zarządzającymi liniami napowietrznymi w kraju, przy udziale ekspertów i społecznych organizacji przyrodniczych. Porozumienie to określałoby cele, podstawowe działania i etapy procesu dostosowania sieci napowietrznych do wymogów obowiązującego prawa. Takie porozumienie, podobnie jak na Węgrzech mogłoby składać się z czterech głównych i jasno sformułowanych kwestii dotyczących:

- Poprawy przepisów prawnych tak, by możliwe było budowanie nowych linii w sposób przyjazny przyrodzie;
- Wypracowania wspólnym wysiłkiem wzorów konstrukcji przyjaznych przyrodzie;

- Ustalenia priorytetów w pro-środowiskowej modernizacji istniejących linii napowietrznych w kraju;
- Określenia źródeł środków finansowania realizowanych działań.

Dzięki niemu możliwa byłaby racjonalna modyfikacja stosowanych obecnie rozwiązań niebezpiecznych dla środowiska w kontekście ochrony ptaków oraz wypracowanie praktyki w konstruowaniu i budowie bezpiecznych linii napowietrznych.

Realizacja takiego podejścia znacznie ułatwiłaby pracę zarządzających liniami przesyłowymi i dystrybucyjnymi, jak też faktycznie i znacząco przyczyniłaby się do ochrony środowiska. Dodatkowo ułatwiłoby to spełnienie wymogów prawnych i obligacji międzynarodowych, w szczególności rekomendacji 110(2004) Stałego Komitetu Konwencji Berneńskiej i faktycznego wdrażania zapisów Dyrektywy Ptasiej. Podjęte działania wyszłyby również naprzeciw oczekiwaniom społecznym i przyczyniłyby się do rzeczywistego wzmocnienia zielonego wizerunku operatorów sieci elektroenergetycznych.

8 SŁOWNIK PODSTAWOWYCH POJĘĆ

Część czynna– przewód lub część przewodząca instalacji elektrycznej mogąca znaleźć się pod napięciem w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej.

Izolatory stojące– urządzenia stosowane w liniach elektroenergetycznych średniego i wysokiego napięcia oraz w rozdzielnicach, jako wsporniki przewodów i części łączników oraz bezpieczników. Służą do podtrzymywania i izolowania elementów przewodzących.

Izolatory przepustowe służą do przeprowadzenia szyny pod napięciem (wysokim, średnim czy niskim) przez ścianę lub obudowę uziemioną.

Kabel (kabel elektryczny)– przewód jedno, lub wielożyłowy z oddzielną izolacją każdej żyły, przeznaczony do przewodzenia prądu elektrycznego, zaopatrzony w powłokę ochronną i pancerz uzależniony od środowiska, w jakim ma być ułożony (ziemia, woda, kanały podziemne, powietrzne itp.). Standardowo przez linię kablową rozumie się linię poprowadzoną pod ziemią, w odróżnieniu od typowej linii napowietrznej, której przewody nie są izolowane.

Kolizja (ptaków z liniami) – zderzenie lecących ptaków z elementami linii elektroenergetycznej (na ogół) przewodami. W rezultacie kolizji ptaki doznają obrażeń ginąc na miejscu, ginąc w wyniku upadku na ziemię, zostają ranne lub w rzadkich przypadkach kolizja nie prowadzi do śmierci lub zranień. Zdarza się, że znacznych rozmiarów ptaki w następstwie kolizji powodują zwarcie powodując i są porażane prądem.

Linia napowietrzna – linia elektroenergetyczna, której (zwykle niezaizolowane) przewody umieszczone są nad powierzchnią ziemi i podwieszane na konstrukcjach wsporczych (słupach). Jest to zdecydowanie częściej używany sposób przesyłu energii elektrycznej, w stosunku do linii podziemnych, których kable (przewody są zaizolowane) są poprowadzone pod powierzchnią gruntu.

Linia niskiego napięcia (nn lub nN)– linia elektroenergetyczna dostarcza energię elektryczną do indywidualnych odbiorców i napięcie elektryczne wynosi nie więcej niż 1 kV, zwykle 230V lub 400V prądu przemiennego.

Linia średniego napięcia (SN)– linia elektroenergetyczna, w której napięcie elektryczne wynosi od 1 kV do 60 kV prądu przemiennego

Linia wysokiego napięcia (WN)– linia elektroenergetyczna, w której napięcie wynosi od 60 do 220 kV prądu przemiennego.

Linia najwyższego napięcia (NN)– linia elektroenergetyczna przesyłowa, w której napięcie elektryczne jest równe lub większe niż 220 kV prądu przemiennego.

Linia trakcyjna– to zespół urządzeń umożliwiających dostarczanie energii elektrycznej do pojazdów poruszanych silnikami elektrycznymi. W Polsce stosowane jest napięcie elektryczne 3 kV prądu stałego.

Mostek – potoczna nazwa krótkich przewodów łączących przewody robocze, lub inne elementy linii będące pod napięciem. Towarzyszą takim urządzeniom jak rozłączniki, odłączniki, słupowe stacje transformatorowe, oraz są często używane na słupach przelotowych i narożnych z

izolatorami stojącymi. Mostki ze względu na to, że są zwykle niezaizolowane oraz znacznie wyeksponowane na szczycie słupa znacznie zwiększają zagrożenie ptaków porażeniem.

MPZP – miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego

Napięcie znamionowe instalacji– napięcie, na które instalacja elektryczna lub jej część została zaprojektowana. Rzeczywista wartość napięcia może różnić się od wartości znamionowej o wartość określoną przez tolerancję napięcia.

Obwód (instalacji elektrycznej)– zespół elementów (np. odbiorniki, aparaty elektryczne, łączniki) odpowiednio połączonych ze sobą przewodami elektrycznymi i pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii (złącze, źródło awaryjne), chronionych wspólnym zabezpieczeniem.

Ogranicznik przepięć, dawniej **odgromnik**(także ochronnik przepięciowy – urządzenie zaprojektowane do ochrony aparatury elektrycznej przed przejściowymi przepięciami, ograniczające czas trwania i wielkość napięcia.

OZE – odnawialne źródła energii

Poprzecznik – element poziomy konstrukcji wsporczej (słupa), na którym posadowione lub podwieszane są izolatory, do których z kolei umocowany jest przewód roboczy

Porażenie prądem elektrycznym – skutki patofizjologiczne wywołane przepływem prądu elektrycznego przez ciało człowieka lub zwierzęcia.

Przewód fazowy (roboczy) – element instalacji elektrycznej służący do przewodzenia prądu, wykonany z materiału o dobrej przewodności elektrycznej w postaci drutu, linki lub szyny, izolowany lub bez izolacji

Przewód odgromowy – przewód poprowadzony zwykle nad przewodami roboczymi w liniach wysokiego i najwyższego napięcia. Jego zadaniem jest ochrona od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych do linii oraz od przepięć łączeniowych. Przewód ten jest połączony z ziemią, zatem jest on neutralny i nie jest montowany na izolatorach. Ze względu na to, że jest on zwykle znacznie cieńszy od przewodów fazowych

Raport OOS – raport o oddziaływaniu inwestycji na środowisko w rozumieniu ustawy oos

Rozłącznik– łącznik elektryczny używany do wyłączania prądów roboczych, o wartościach nie przekraczających dziesięciokrotnej wartości prądu znamionowego. Przy pomocy rozłącznika (a także odłącznika) można zamknąć, bądź otworzyć obwód zasilający. Urządzenie to w przypadku linii średniego napięcia nierzadko jest montowane na szczycie słupa, przez co wraz odchodzącymi niezaizolowanymi przewodami stanowi wyjątkowo niebezpieczne źródło porażenia ptaków.

Rożek (tzw. iskiernik) – urządzenie służące do gaszenia łuku elektrycznego, jest on wykorzystywany w układach ochrony przeciw napięciowej.

Słup krańcowy – słup gdzie następuje koniec linii lub zmiana przekroju albo rodzaju przewodów - np. linia z napowietrznej zmienia się w kablową.

Uchwyt odciągowy – uchwyt stosowany w systemach izolowanych elektroenergetycznych przewodach napowietrznych. Służy do zamocowania tych przewodów do ścian budynków i słupów za pomocą standardowych haków.

Układ płaski linii w systemie PAS – trzy przewody zamocowane na izolatorach wsporczych równoległe do ziemi. Odległości przewodów między sobą to ok. 40-50 cm.

Ustawa ooś – Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko – Dz.U. 2013 poz. 1235 z późn. zm.

Uziemienie – połączenie bezpośrednie lub pośrednie określonego punktu obwodu elektrycznego z ziemią w celu zapewnienia bezpiecznej i prawidłowej pracy urządzeń elektrycznych.

Zwarcie (stan zwarcia w obwodzie elektrycznym) – połączenie punktów obwodu elektrycznego należących do różnych faz, lub połączenia jednego bądź większej liczby takich punktów z ziemią – bezpośrednio przez łuk elektryczny bądź pośrednio przez przedmiot o małej impedancji.

9 LITERATURA

1. ACRP (Airport Cooperative Research Program). 2011. Bird Harassment, Repellent, and Deterrent Techniques for Use on and Near Airport. ACRP Synthesis 23.
2. Alerstam, T. 1990. Bird Migration. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
3. Alonso J.A., Alonso J.C. 1999a. Collision of birds with overhead transmission lines in Spain. W: Birds and Power Lines: Collision, Electrocutation and Breeding. M. Ferrer & G.F.E. Janss, Eds. Quercus. Madrid.
4. Alonso J.A., Alonso J.C. 1999b. Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. In: Birds and Power Lines: Collision, Electrocutation and Breeding. M. Ferrer & G.F.E. Janss, Eds.: 113–124. Quercus. Madrid.
5. Alerstam T. 1993. Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge.
6. Alerstam, T. 2011. Optimal bird migration revisited. Journal of Ornithology 152:5-23.
7. Andersen-Harild P., Bloch D. 1973. Birds killed by overhead wires on some locations in Denmark. Dan. Ornithol. Foren. Tidsskr. 67: 15–23.
8. Anderson, S. H., K. Mann, et al. 1977. The Effect of Transmission-line Corridors on Bird Populations. American Midland Naturalist 97(1): 216-221.
9. Anderson, M. D. 2001. The effectiveness of two different marking devices to reduce large terrestrial bird collisions with overhead electricity cables in the eastern Karoo, South Africa. Draft Report to Eskom Resources and Strategy Division, Johannesburg, South Africa.
10. Anderson, M. D. 2002. The effectiveness of two different marking devices to reduce large terrestrial bird collisions with overhead electricity cables in the eastern Karoo, South Africa. Report 1. Karoo Large Terrestrial Bird Powerline Project, Eskom, Johannesburg.
11. Angelov I., Hashim I., Opper S. 2012. Persistent electrocution mortality of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* over 28 years in East Africa. Bird Conservation International: 1-6. doi:10.1017/S0959270912000123.
12. APLIC (Avian Power Line Interaction Committee) 1994. Mitigating bird collisions with power lines: the state of the art in 1994. Washington DC: Edison Electric Institute.
13. APLIC (Avian Power Line Interaction Committee) 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC. Washington, D.C.
14. Arredondo A., Guzmán J., Oria J., González L. M., Margalida, A. 2011. Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures. PLoS One 6: e28212.
15. Arun, P., Harness, R. & Schriener, M.K., 2008. Bird strike indicator field deployment at the Audobon National Wildlife Refuge in North Dakota: Phase Two. California Energy Commission, PIER Energy-related Environmental Research Program. CEC-500-2008-020.
16. Askins, R. A., C. M. Folsom-O'Keefe, et al. 2012. Effects of Vegetation, Corridor Width and Regional Land Use on Early Successional Birds on Powerline Corridors. PLoS ONE 7(2): e31520
17. Aubrey F., Hunsaker D. 1997. Effects of fixed-wing military aircraft noise on California gnatcatcher reproduction. The Journal of the Acoustical Society of America, 102(5pt.2): 3177
18. Balmori A. 2005. Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia ciconia*). Electrom. Biol Med 24: 109–119.
19. Barrientos R., J. C. Alonso, C. Ponce, and C. Palacín. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. Conserv. Biol. 25:893–903
20. Barrientos R., Ponce C., Palacín C. A., Martín, B. Martín, and J. C. Alonso. 2012. Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: A BACI designed study. PLoS ONE 7(3): e32569.
21. Barrios L. & Rodriguez, A. 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. Journal of Applied Ecology, 41, 72–81.

22. Bayle P. 1999. Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe. *Journal of Raptor Research* 33 (1): 43-48.
23. Beaulaurier, D. L. 1981. Mitigation of bird collisions with transmission lines. Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
24. Benson P.C., 1981. Large raptor electrocution and power pole utilization: a study in six western states. PhD. Dissertation, Brigham Young University, Provo, UT, USA.
25. Berthold P. 1993. *Bird Migration: a general survey*. Oxford University Press, Oxford.
26. Bevanger K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* 136: 412-425.
27. 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.
28. Bevanger K., Thingstad P.G. 1988. The relationship birds-constructions for transmission of electric energy. A survey of present knowledge. *økoforsk Utredning* 1: 1-133.
29. Bevanger, K 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biol. Conserv.* 86:67-76.
30. Bevanger, K and H. Broseth. 2001. Bird collisions with power lines: an experiment with ptarmigan (*Lagopus*spp.). *Biol. Conserv.* 99:341-346.
31. Bevanger, K. and H. Broseth. 2004. Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. *Animal Biodiversity and Cons.* 27:67-77.
32. BirdLife International. 2003a. Protecting birds from powerlines: a practical guide on the risks to birds from electricity facilities and how to minimise any such adverse effects. On behalf of NABU - German Society for Nature Conservation, Registered Charity and BirdLife Partner Germany.
33. BirdLife International. 2003b. Windfarms and birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention by RHW Langston & JD Pullan. http://www.birdlife.org/europe/pdfs/BirdLife_Bern_windfarms.pdf(aktualność na dzień 10.11.2013)
34. BirdLife International. 2008. Safer powerlines for Hungary's birds. Presented as part of the BirdLife State of the world's birds website. Available from: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/240>. (aktualność na dzień 10.11.2013)
35. BirdLife International. 2009. Species Factsheet: *Grus paradisea*. <http://www.birdlife.org> (consulted January 2010).
36. BirdLife International. 2010. Review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* (2010) 20: 263-278.
37. Boeker E.L., Nickerson P.R., 1975. Raptor electrocutions. *Wildlife Society Bulletin* 3, 79-81.
38. Boshoff A. F., Minnie J. C., Tambling C. J., Michael M. D. 2011. The impact of power line-related mortality on the Cape Vulture *Gyps coprotheres* in a part of its range, with an emphasis on electrocution. *Bird Conserv. Intern.* 21: 311-327.
39. Bowmaker J.K., Heath L.A., Wilkie S.E., Hunt D.M. 1997. Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptors in the retinas of birds. *Vision Research* 37, 2183-2194.
40. Broadbent E. N., Asner G. P., Keller M., Knapp D. E., Oliveira P. J., Silva, J. N. 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 141(7): 1745-1757.
41. Brandes, D., and D. Ombalski. 2004. Modeling raptor migration pathways using a fluid-flow analogy. *The Journal of Raptor Research* 38:195-207.
42. Bridge, E. S., K. Thorup, M. S. Bowlin, P. B. Chilson, R. H. Diehl, R. W. Fleron, P. Hartl, K. Roland, J. F. Kelly, W. D. Robinson, and M. Wikelski. 2011. Technology on the move: recent and forthcoming innovations for tracking migratory birds. *Bioscience* 61:689-698.

43. Brown W. M. 1992. Avian collisions with utility structures: biological perspectives: 12-1–12-13. W: Proceedings of the international workshop on avian interactions with utility structures. Miami, USA: APLIC/EPRI.
44. Brown, W. M, Drewien R.C., Walker D. L. and Bizeau E. G. 1987. Mortality of cranes and waterfowl from power line collisions in the San Luis Valley, Colorado. pp 128–136 in: J. C. Lewis (ed.), Proc. 1985. Crane Workshop. Platte River Whooping Crane Maintenance Trust, Grand Island, NE.
45. Bruderer B. 1980. Radar data on the orientation of migratory birds in Europe. Symposium on orientation in migratory birds. IOC XVII. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft.
46. Brumm, H. 2004. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology*, 73: 434–440.
47. Busse P. 2000. Bird station manual. SEEN, University of Gdańsk, Gdańsk.
48. Busse P. 2001. European Passerine migration system - What is known and what is lacking. *Ring* 23: 3-36.
49. Busse, P. , Maksalon, L. 1986. Migration pattern of European population of Song Thrush. *Not. Orn.* 27:3-30.
50. Calabuig, C. P., and M. Ferrer. 2009. Analisis de la eficacia y la utilidad de la señalización anticollision "salvapajaros" en líneas de transporte de energía eléctrica. Red Eléctrica de España, Sociedad Anónima Unipersonal, and Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Seville.
51. Cempulik P., Ostański M. 1995: Próby praktycznej ochrony ptaków przed „odrutowaniem krajobrazu”. *Chrońmy przyr. Ojcz.* 51, 5: ss.103-108
52. Chrzan K. L., Wuczyński A., Jakubiec Z. 2008. Problemy i zagrożenia wynikające z wzajemnego oddziaływania ptaków i napowietrznych linii elektroenergetycznych. *Wiadomości Elektrotechniczne* nr 1: 24-27.
53. Chylarecki P., Kajzer K., Polakowski M., Wysocki D., Tryjanowski P., Wuczyński A. [Projekt] 2011. Wytyczne dotyczące oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa
54. Crivelli A. J., Jerrentrup H., Mitchev T. 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.
55. Crowder M. R., Rhodes O. E. 2001. Avian collisions with power lines: A review: 139–167. W: Proceedings of a workshop on avian interactions with utility and communications structures. Charleston: EPRI.
56. Crowder, M. R. 2000. Assessment of devices designed to lower the incidence of avian power line strikes. Master's Thesis, Purdue University.
57. Dokter, A. M., F. Liechti, H. Stark, L. Delobbe, P. Tabary, and I. Holleman. 2011. Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *Journal of the Royal Society Interface* 8:30-43.
58. Drewien R. C. 1973. Ecology of Rocky Mountain Greater Sandhill Cranes. Moscow: University of Idaho; 152 p. Ph.D. dissertation.
59. Drewitt, A. L., and R. H. W Langston. 2008. Collision effects of windpower generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134:233–266.
60. Duszyński J, Szumowski M. 2012. Nauka w Polsce w obliczu nowej perspektywy finansowej UE 2014-2020 i nowego programu ramowego tej perspektywy – *Horizon 2020*. *Nauka* 2/2012: 43-52.
61. Dwyer J. F., Harness R. E., Donohue K. 2013. Predictive model of avian electrocution risk on overhead power lines. *Conservation Biology*. doi: 10.1111/cobi.12145
62. Dwyer J. F., Mann W. R. 2007. Preventing raptor electrocution in an urban environment. *Journal of Raptor Research* 41(4):259-267. 2007
63. Efroymsen R.A., Suter II G.W. 2001. Ecological risk assessment framework for low-altitude aircraft overflights: II estimating effects on wildlife. *Risk Anal* 21:263–274.
64. Elkins N. 1983. *Weather and Bird Behaviour*. T. & A.D. Poyser. Calton, England.

65. Erickson W. P., Johnson G.D., Young D. P. Jr. 2005. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
66. Erickson W.P., Johnson G.D., Strickland M.D., Young D.P. Jr, Sernka K.J., Good, R.E. 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document.
67. Erni B., F. Liechti, and B. Bruderer. 2005. The role of wind in passerine autumn migration between Europe and Africa. *Behavioral Ecology* 16:732-740.
68. Everaert J., Stienen E.W.M. 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium): significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity and Conservation* DOI 10.1007/s10531-006-9082-1.
69. Exo K.M., Hüppop O. Garthe S. 2003. Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bull.* 100: 50–58.
70. Faanes, C. A. 1987. Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. U.S. Fish and Wildlife Service. Serv. Gen. Tech. Rep. 7. 24 pp.
71. Fernie K. J., Bortolotti G. R., Smits J. E., Wilson J., Drouillard K. G., Bird D. M. 2000b. In egg composition of American Kestrels to dietary polychlorinated biphenyls. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 60(4): 291-303.
72. Fernie K.J., Reynolds S.J. 2005. The effects of electromagnetic fields from power lines on avian productive biology and physiology: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 8:127–140.
73. 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.
74. Garniel A., Mierwald U. 2010. Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Schlussbericht zum Forschungsprojekt FE 02.286/2007/LRB der Bundesanstalt für Straßenwesen. Gutachten 2010: 1 - 133.
75. Garrido J. F., Fernandez-Cruz M. 2003. Effects of power lines on a White Stork *Ciconia ciconia* population in central Spain. *Ardeola* 50(2): 191-200.
76. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. 2009. Szczegółowa procedura oceny oddziaływania na środowisko w opracowaniach: „Postępowanie administracyjne w sprawach określonych ustawą z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko”. GDOŚ, Warszawa
77. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. 2011a. Informacja na temat wdrażania rekomendacji 110 (2004) dotyczącej minimalizacji negatywnego oddziaływania linii energetycznych na ptaki. GDOŚ, Warszawa.
78. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. 2011b. Zmiany w postępowaniach administracyjnych w sprawach ocen oddziaływania na środowisko. GDOŚ, Warszawa
79. Głowaciński Z. (red.) 2001. *Polska czerwona księga zwierząt - kregowce*. PWRiL, Warszawa.
80. Główny Urząd Statystyczny 2012. Science and technology in 2011. Central Statistical Office, Statistical Office in Szczecin, Informacje i opracowania statystyczne, Warszawa 2012.
81. Gonzalez L.M., Margalida A., Mañosa S., Sánchez R., Oria J., i in. 2007. Causes and spatio-temporal variations of non-natural mortality in the Vulnerable Spanish imperial eagle *Aquila adalberti* during a recovery period. *Oryx* 41: 495–502.
82. Guil F., Fernández-Olalla, M., Moreno-Opo, R., Mosqueda, I., Gómez, M. E., Aranda, A., Arredondo A, Guzmán J, Oria J, González LM, Margalida A. PLoS One. 2011. Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures. doi: 10.1371/journal.pone.0028212. Epub 2011 Nov 28.

83. Guziak R., Jakubiec Z. 2006. Bocian biały *Ciconia ciconia* (L.) w Polsce w roku 2004. Wyniki VI Międzynarodowego Spisu Bociana Białego. PTPP „pro Natura”. Wrocław. 111-132.
84. Guziak A., Konieczny K. 2006. Czynna ochrona bociana białego w Polsce. In: Guziak R., Jakubiec Z. (eds.) White Stork *Ciconia ciconia* (L.) in Poland in 2004. Results of the VIth International White Stork Census. PTPP “pro Natura”, Wrocław: 395-407.
85. Haas D., Nipkow M. 2006. Caution: Electrocutation! NABU Bundesverband. Bonn, Germany.
86. Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Haas W., Schürenberg B. 2005. Protecting birds from powerlines. Nature and Environment, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.
87. Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Haas W., Schürenberg B. 2003. Ochrona ptaków przed liniami energetycznymi: Praktyczny przewodnik na temat zagrożeń dla ptaków ze strony urzędzeń do przesyłu energii elektrycznej oraz sposobów minimalizacji negatywnych konsekwencji takich zagrożeń. Raport sporządzony przez BirdLife International w imieniu państw-sygnatariuszy Konwencji Berneńskiej. Strasburg, 15 września 2003.
88. Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Haas W., Schürenberg B. 2005. *Protecting birds from powerlines*. Nature and Environment, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.
89. Halfwerk, W., Holleman, L. J. M., Lessells, C. (Kate). M. and Slabbekoorn, H. 2011. Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. Journal of Applied Ecology, 48: 210-219.
90. Harlow D.L., Bloom P.H. 1989. Buteos and the golden eagle. W: Pendleton, B.G. (Ed.), Proceedings of the Western Raptor Management Symposium and Workshop. National Wildlife Federation Scientific and Technical Series No. 12, Washington, DC, USA, pp. 102-110.
91. Harness R.E., Wilson K.R., 2001. Utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. Wildlife Society Bulletin 29, 612-623.
92. Henderson I.G., Langston R.H.W., Clark N.A. 1996. The response of common terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and wind speed. Biological Conservation 77: 185-192.
93. Hiltunen, K. 1953. Om de förluster som flygning mot ledningar förorsakar hönsfåglarna. - Suomen Riista 8: 70-76, 200-201.
94. Horváth M., Nagy K., Demeter I., Kovács A., Bagyura J., Tóth P., Solt S., Halmos G. 2011. Birds and power lines in Hungary: Mitigation planning, monitoring and research. Proceedings: Power Lines and Bird Mortality in Europe, 13 April, 2011, Budapest, Hungary.
95. Huckabee J. W. 1993. Proceedings: avian interactions with utility structures. International workshop, September 13-16, 1992. Miami, FL: Electric Power Research Institute, Project 3041, EPRI TR-103268.
96. Hunt D.M., Carvalho L.S., Cowing J.A., Davies W.L. 2009. Evolution and spectraltuning of visual pigments in birds and mammals. Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences 364: 2941-2955.
97. Hunting K. 2002. A roadmap for PIER research on avian collisions with power lines in California. Technical report P500-02-071F. California Energy Commission, Public Interest Energy Research (PIER) Program, Sacramento.
98. Huppopp O., Huppopp K. 2003. North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 270:233-240.
99. Infante O., Peris S. 2003. Bird nesting on electric power supports in northwestern Spain. Ecol Engin 20: 321-326.
100. Jakubiec Z., Wuczyński A. Wpływ projektowanej linii dwutorowej 400 kV Dobrzeń-Wielopole na ornitofaunę. S. 1-13, dokumentacja kartograficzna. PTPP “pro Natura”, Wrocław 1992.

101. Janss G. F. E. 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation* 95: 353–359.
102. Janss G. F., Ferrer M. 1999. Mitigation of raptor electrocution on steel power poles. *Wildlife Society Bulletin* 27(2): 263-273.
103. Janss, G. F. E and M. Ferrer. 1998. Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. *J. Field Ornithol.* 69:8–17.
104. Janss, G. F. E., A. Lazo, and M. Ferrer. 1999. Use of raptor models to reduce avian collisions with powerlines. *Journal of Raptor Research* 33:154–159.
105. Jenkins A. R., Smallie J. J., Diamond M. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *BirdLife International 2010. Bird Conservation International (2010) 20: 263–278.*
106. Kahlert J., Leito A., Aubek B., Luigujoe L., Kuresoo A., Aaen K., Luud A. 2012. Factor affecting the flight altitude of migrating waterbirds in Western Estonia. *Ornis Fennica* 89.
107. Klaassen, R. H. G., M. Hake, R. Strandberg, and T. Alerstam. 2011. Geographical and temporal exibility in the response to crosswinds by migrating raptors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278:1339-1346.
108. Koops F. B. J. 1994. Collision victims of high-tension lines in The Netherlands and effects of marking. *First technical sessions on power lines and the environment. Red El'ectrica de España, Madrid.*
109. Kaidanov F., & Munteanu R. 1996. High rate of failures on one HV overhead transmission line caused by birds. In *Electrical and Electronics Engineers in Israel, 1996., Nineteenth Convention: 483-486. IEEE.*
110. Kaługa I., Sparks T. H., Tryjanowski P. 2011. Reducing death by electrocution of the white stork *Ciconia ciconia*. *Conservation Letters* 00 (2011): 1–5.
111. Kaługa I., Tryjanowski P. 2012. Ochrona bocianów na urządzeniach energetycznych. *Energia elektryczna, czerwiec: 22-24.*
112. Kelly, T. A. 2010. MERLIN/Harrier Target Tracking Algorithm. *Merlin Radar System Manual. Detect, Inc., Panama City, FL, USA.*
113. Koops, F. B. J. and J. de Jong. 1982. Vermindering van draadslacht offers door markering van hoogspanningsleidingen in de omgeving van Heerenveen [Reducing the number of bird collisions by marking high-voltage lines in the Heerenveen area]. *Overdruk uit: Elektrotechniek* 60(12):641–646.
114. Kronenberg J., Bocheński M., Dolata P. T., Jerzak L., Profus P., Tobółka M., Tryjanowski P., Wuczyński A., Żołnierowicz K. M. 2013. Znaczenie bociana białego *Ciconia ciconia* dla społeczeństwa: analiza z perspektywy koncepcji usług ekosystemów. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 69 (3): 3-27.
115. Kroodsma R.L., Van Dyke J.W. 1985. Technical and environmental aspects of electric power transmission. *Oak Ridge National Laboratory Environmental Science Division, Publication No. 2067: 1-85.*
116. Krüger R. 1999. Towards solving raptor electrocutions on Eskom distribution structures in South Africa. *Mini-Thesis. University of the Orange Free State, Bloemfontein, South Africa.*
117. Kujaszczyk Z., Mińczuk A. 2004. *Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze, Tom I, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, ISBN 83-7207-506-9*
118. Langston R.H.W., Pullan J. D. 2004. *Effects of Wind Farms on Birds: Nature and Environment, No. 139. Council of Europe.*
119. Larsen J.K., Clausen P. 2002. Potential wind park impacts on Whooper Swans in winter: the risk of collision. *Waterbirds* 25: 327–330.
120. Ledger J.A. 1980. Plea to save Africa's birds from electrocution – focus on ESCOM research committee's research. *Megawatt* 63: 11–13.
121. Ledger J.A., 1984. Engineering solutions to the problem of vulture electrocutions on electricity towers. *Certified Engineer* 57, 92–95.
122. Ledger J.A., Annegarn H.J., 1981. Electrocution hazards to the cape vulture *Gyps coprotheres* in South Africa. *Biological Conservation* 20, 15–24.

123. Lehman R. N., Kennedy P. L., Savidge J. A. 2007. The state of the art in raptor electrocution research: a global review. *Biological Conservation* 136: 159-174.
124. Lenart W., Jaworski M., Szuba M. 2010. Raport o oddziaływaniu na środowisko przedsięwzięcia inwestycyjnego pn. „Budowa dwutorowej, napowietrznej linii elektroenergetycznej 400 kV relacji „Jaworzno-Byczyna”
125. Lewis J. C. 1993. The U.S. Fish and Wildlife Service and bird-power line interactions. W: J. W. Huckabee. *Proceedings: avian interactions with utility structures. International workshop, September 13-16, 1992. Miami, FL: Electric Power Research Institute, Project 3041, EPRI TR-103268; 2-1- 2.6.*
126. LIFE 2011. Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich. LIFE05 NAT/A/000077, Technical final report – 15/01/2011.
127. Lockman D. C. 1988. Trumpeter Swan mortality in Wyoming 1982-1987. *Proceedings and papers of the eleventh Trumpeter Swan Society conference: 12-13.*
128. Ławicki Ł., Wylegała P., Wuczyński A., Smyk B., Lenkiewicz W., Polakowski M., Kruszyk R., Rubacha S., Janiszewski T. 2012. Rozmieszczenie, charakterystyka i status ochronny noclegowisk gęsi w Polsce. *Ornis Polonica* 53: 23-38.
129. MacKinnon B., Sowden R., Russel K., Dudley S. (eds.) 2004. *Sharing the Sky. TP13549 E. Kanada.*
130. Majchrzak H. 2012. Planowanie rozwoju polskiej sieci przesyłowej w perspektywie 2025. *Elektroenergetyka, czerwiec 2012*
131. Manville, A.M., II. 2007a. Comments of the U.S. Fish and Wildlife Service submitted electronically to the FCC on 47 CFR Parts 1 and 17, WT Docket No. 03-187, FCC 06-164, Notice of Proposed Rulemaking, “Effects of Communication Towers on Migratory Birds.” February 2, 2007.
132. Manville, A.M., II. 2007b. Briefing paper on the need for research into the cumulative impacts of communication towers on migratory birds and other wildlife in the United States. Division of Migratory Bird Management, U.S. Fish & Wildlife Service, Arlington, VA, for Public Release.
133. Manville A. M., II. 2009. Towers, turbines, power lines, and buildings: steps being taken by the U.S. Fish and Wildlife Service to avoid or minimize take of migratory birds at these structures.
134. Manville A., M. 2005. Bird Strikes and Electrocutions at Power Lines, Communication Towers, and Wind Turbines: State of the Art and State of the Science – Next Steps Toward Mitigation. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.
135. Martin G. R., Shaw J.M. 2010. Bird collisions with power lines: failing to see the way ahead? *Biological Conservation* 143: 2695–2702.
136. Martin G.R. 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: A sensory ecology approach. *Ibis* 153:239–254.
137. Martin G.R., Osorio D., 2008. Vision in birds. W: Basbaum A.I., Kaneko A., Shepherd G.M., Westheimer G. (Eds.), *The Senses: A Comprehensive Reference, Vision 1, vol. 1. Academic press, San Diego: 25–52.*
138. Marzecki J.: *Rozdzielcze sieci elektroenergetyczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, ISBN 83-01-13446-1.
139. Marzecki J.: *Terenowe sieci elektroenergetyczne*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Warszawa 2006.
140. McCann, K. 2001. Eskom/EWT partnership: the wattled crane marking project in South Africa. *In Avian Interactions with Utility and Communication Structures Workshop Proceedings. 2–3 December 1999. Charleston, SC. EPRI Technical Report No. 1006907. R. Carlton, Project Manager.*
141. McNeil, R., J. R. Rodriguez, and H. Ouellet. 1985. Bird mortality at a power transmission line in Northeastern Venezuela. *Biol. Conserv.* 31:153–65.
142. Meissner W., Betleja J. 2007. Skład gatunkowy, liczebność i struktura wiekowa mew *Laridae* zimujących na składowiskach odpadów komunalnych w Polsce. *Not. On.* 48:11-27

143. Ministerstwo Gospodarki. 2009. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r.
144. Miquet, A. 1990. Mortality in black grouse *Tetrao tetrix* due to elevated cables. *Biological Conservation* 54: 349–355.
145. Morkill, A. E., and S. H. Anderson. 1991. Effectiveness of marking power lines to reduce sandhill crane collisions. *Wildlife Soc. B.* 19:442–449.
146. Murphy, R.K., McPherron, S.M., Wright, G.D. & Serbousek, K.L., 2009. Effectiveness of avian collision averters in preventing migratory bird mortality from powerline strikes in the Central Platte river, Nebraska. University of Nebraska-Kearney, Kearney.
147. Negro J. J., Ferrer M. 1995. Mitigating measures to reduce electrocution of birds on power lines: A comment on Bevanger's review. *Ibis* 137: 423-424.
148. Newton I. 2008. *The migration ecology of birds*. Oxford, UK: Academic Press.
149. Niewiedział E., Niewiedział R. 2012. Sieć elektroenergetyczna na terenach wiejskich. Potrzeby rozwojowe i modernizacyjne. *Energia elektryczna*, kwiecień 2012. PTPiREE
150. Nikolaus G. 1984. Large numbers of birds killed by electric powerline. *Scopus* 8, 42.
151. Nowakowski J. K. 2003. Catch numbers at ringing stations is a reflection of bird migration intensity, as exemplified by autumn movements of the Great Tit *Parus major*. *Ring* 25: 3-15
152. Nowakowski J. K. 2006. Wahania czy trendy? – 45 lat badań parametrów wędrówek ptaków. W: *Ornitologia polska na progu XXI stulecia – dokonania i perspektywy* (red.: Nowakowski J.J., Tryjanowski P., Indykiewicz P.). Sekcja Ornitologiczna PTZool., Kat. Ekologii i Ochrony Środowiska UWM, Olsztyn: 103-119.
153. Nowakowski J. K., Vähätalo A. V. 2003. Is the Great Tit *Parus major* an irruptive migrant in North-east Europe? *Ardea* 91: 231–244.
154. Nowakowski, J. K., M. Remisiewicz, M. Keller, P. Busse and P. Rowiński. 2005. Synchronisation of the autumn mass migration of passerines: a case of Robins *Erithacus rubecula*. *Acta Ornithologica* 40:103-115.
155. Ogden L.J.E. 1996. Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migration birds. Report to WWF Canada and the Fatal Light Awareness Program.
156. Oygard T. D. 2012. Birds living on the edge: Power-line corridors influence on avian communities in Norwegian secondary boreal coniferous forest. Norwegian University of Life Science. MSc thesis manuscript.
157. Pearce-Higgins J. W., Leigh S., Douse A., Langston R. H. W. 2012. Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology* 2012, 49, 386–394.
158. Pepper C.B., Nascarella M.A., Kendall R.A. 2003. A review of the effects of aircraft noise on wildlife and humans, current control mechanisms and the need for further study. *Environmental Management* 32: 418-432.
159. Perez-Garcia J. M., Botella F., Sanchez-Zapata J. A., Moleon M. 2011. Conserving outside protected areas: edge effects and avian electrocutions on the periphery of Special Protection Areas. *Bird Conservation International* 21: 296–302.
160. Pettersson J. 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999–2003. Report to the Swedish Energy Agency. ISBN 91-631-6878-2.
161. Płonczkier, P. & Simms, I.C. 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology* 49(5),1187-1194.
162. Powlesland R. G. 2009. Bird species of concern at wind farms in New Zealand. New Zealand Department of Conservation. DOC Research & Development Series 317
163. Prinsen H. A. M., Boere G. C., Pires N., Smallie J. J. (Eds) 2011. Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. – CMS Technical Series No. 20 (AEWA Technical Series No. 20), Bonn.

164. Prinsen, H.A.M., J.J. Smallie, G.C. Boere & N. Pires (Compilers), 2011. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African - Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEW Technical Series No. XX, Bonn, Germany.
165. Profus P. 2006. Zmiany populacyjne i ekologia rozrodu bociana białego *Ciconia ciconia* L. W Polsce na tle populacji europejskiej. Synteza. Stud. Naturae 50: 1-155.
166. PSE.2010. Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2010-2025. PSE S. A., marzec 2010
167. Rasmussen, P. J. 2001. Problem resolutions for avian interactions at two NSP facilities. In Proc. Avian Interactions with Utility and Communication Structures Workshop. 2-3 December 1999. Charleston, SC. EPRI Technical Report No. 1006907.
168. Real J., Grande J. M., Mañosa S., Sánchez-Zapata J. A. 2001. Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain. Bird Study 48: 221-228.
169. Real J., Mañosa S. 1997. Demography and conservation of western European Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* populations. Biological Conservation 79: 59-66.
170. Real J., Mañosa S., Cheylan G., Bayle P., Cugnasse J.M., Sánchez-Zapata J.A., Sánchez M.A., Carmona D., Martinez J.E., Rico L., Codina J., del Amo R., Eguia S. 1996. A preliminary demographic approach to the Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* population decline in Spain and France. W: Meyburg B.-U., Chancellor R.D. (Eds.), Eagle Studies. World Working Group on Birds of Prey and Owls, Berlin, Germany, pp. 523-528.
171. Reiner A., Yamamoto K., Karten H.J., 2005. Organization and evolution of the avian forebrain. Anatomical Record Part A - Discoveries in Molecular Cellular and Evolutionary Biology 287A: 1080-1102.
172. Remisiewicz M., Baumanis J. 1996. Autumn migration of Goldcrest (*Regulus regulus*) at the Eastern and Southern Baltic coast. Ring 18, 1-2: 3-36.
173. Remisiewicz M., Nowakowski J. K., Busse P. 1997. Analysis of recoveries of Robins *Erithacus rubecula* ringed at the area of Poland. Ring 19,1-2: 3-40.
174. Renssen, T.A., Bruin, A. de, Doorn, J.H. van, Gerritsen, A., Greven, N.G., Kamp, J. van de, Linthorst Homan, H.D.M. & Smit, C.J. 1975. Vogelsterfte in Nederland Tengevolge van Aanvaringen met Hoogspannings-lijnen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem
175. Richardson W.J. 2000. Bird migration and wind turbines: migration timing, flight behaviour and collision risk. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting II: 132-140.
176. Rose P., Baillie S. 1989. The effects of collisions with overhead lines on British birds: an analysis of ringing recoveries. BTO Research Report No. 42. British Trust for Ornithology, Thetford, UK.
177. Rubolini D., Gustin M., Bogliani G., Garavaglia R. 2005. Birds and powerlines in Italy: an assessment. Bird Conservation International 15: 131-145.
178. Ruddock W., Whitfield D.P. 2007. A Review of Disturbance in Selected Bird Species. Scottish Natural Heritage.
179. Saltykov A. V. 2011. Birds and high-electricity lines. Expedition: travel notes. Mir Ptik 39: 2-8.
180. Savareno, A. J., L. A. Savareno, R. Boettcher, and S. M. Haig. 1996. Avian behavior and mortality at power lines in coastal South Carolina. Wildlife Soc. B. 24:636-648.
181. Schaub M., Pradel R. 2004. Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked animals. Ecology 85: 930-938.
182. Schmaljohann, H., Naef-Daenzer B. 2011. Body condition and wind support initiate the shift of migratory direction and timing of nocturnal departure in a songbird. Journal of Animal Ecology 80:1115-1122.
183. Schuerenberg B., Schneider R., Jerrentrup H. 2010. Implementation of Recommendation No. 110/2004 on minimising adverse effects of above-ground electricity transmission facilities (power lines) on birds. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Strasbourg, 6-9 December, 2010.

184. Scott R.E., Roberts L.J., Cadbury C.J. 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. *British Birds* 65: 273–286.
185. Scott, R. E., L. J. Roberts, and C. J. Cadbury. 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. *Brit. Birds* 65:273–286.
186. Seress G., Bókony V., Pipoly I., Szép T., Nagy K., Liker A. 2012. Urbanization, nestling growth and reproductive success in a moderately declining house sparrow population. *Journal of Avian Biology*, 43: 403–414. doi: 10.1111/j.1600-048X.2012.05527.x
187. Sergio F., Marchesi L., Pedrini P., Ferrer M., Penteriani V. 2004. Electrocutation alters the distribution and density of a top predator, the eagle owl *Bubo bubo*. *Journal of Applied*
188. Shamoun-Baranes J. Leshem Y., Yom-Tov Y., Liechti O. 2003. Differential use of thermal convection by soaring birds over central Israel. *The Condor* 105: 208-218.
189. Shamoun-Baranes J., van Gasteren H. 2011. Atmospheric conditions facilitate mass migration events across the North Sea. *Animal Behaviour* 81:691
190. Shamoun-Baranes J., van Loon., van Gasteren H., van Belle J., Bouten W., Buurma L. 2006. A comparative analysis of the influence of weather on the flight altitudes of birds. *American Meteorological Society BAMS*, January 2006. *The Condor* 105: 208-218.
191. Shaw J. M. 2009. The end of the line for South Africa's national bird? Modeling power line collision risk for the Blue Crane. MS thesis. University of Cape Town, Cape Town.
192. Shimada, T. 2001. Choice of daily flight routes of greater white-fronted geese: effects of power lines. *Waterbirds* 24:425–429.
193. Shimizu T., Bowers A.N. 1999. Visual circuits of the avian telencephalon: evolutionary implications. *Behavioural Brain Research* 98: 183–191.
194. Shobrak M. 2012. Electrocutation and collision of birds with power lines in Saudi Arabia. *Zoology in the Middle East* 57: 45–52.
195. Sikora A., Rohde Z., Gromadzki M., Neubauer G. & Chylarecki P. (red.) 2007. Atlas rozmieszczenia ptaków lęgowych Polski 1985-2004. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
196. Stake, M. M. 2009. Evaluating diverter effectiveness in reducing avian collisions with distribution lines at San Luis National Wildlife Refuge Complex, Merced County, California. CEC-500-2009-078. Public Interest Energy Research (PIER) Program, Ventana Wildlife Society, and California Energy Commission, Sacramento, California.
197. Stalmaster M.V. 1987. *The Bald Eagle*. Universe Books, New York, NY, USA.
198. Stets E. 2009. Tragiczna śmierć ok. 200 bocianów w Grecji. *Woliera, wrzesień/październik* 2009: 6-7.
199. Thompson, L. S. 1978. Transmission line wire strikes: mitigation through engineering design and habitat modification. Pages 51–92 in M. L. Avery (ed.), *Impacts of transmission lines on birds in flight*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
200. Tintó A., Real J., Mañosa S., 2005. A classification method of power lines to prevent forest fires caused by bird electrocution. *Proceedings of the III International Conference on Prevention Strategies for Fires in Southern Europe*, Barcelona.
201. Tintó A., Real J., Manyosa S. 2010. Predicting and correcting electrocution of birds in Mediterranean areas. *J Wildl Manag* 74, 1852–1862.
202. Tomiałojć L., Stawarczyk T. 2003. *Awifauna Polski. Rozmieszczenie liczebność i zmiany*. PTPP "pro Natura". Wrocław.
203. Tryjanowski, P., A. Surmacki & J. Bednorz 2004. Effect of prior nesting success on future nest occupation in Raven *Corvus corax*. *Ardea* 92(2): 251-254
204. Tryjanowski P., Sparks T.H., Jerzak L., editors. 2006. *The white stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
205. Tryjanowski P., Sparks T. H., Jerzak L., Rosin Z. M., Skórka P. 2013. A paradox for conservation: electricity pylons may benefit avian diversity in intensive farmland. *Conservation Letters*. doi: 10.1111/conl.12022
206. van Rooyen 2009. Bird Impact Assessment Study. Kusile Railway Line and associated infrastructure. Randburg, South Africa.

207. van Rooyen, C. 2000. An overview of vulture electrocutions in South Africa. *Vulture News* 43: 5–22. Vulture Study Group, Johannesburg, South Africa.
208. Viedler J.J. 2006. *Avian Flight*. Oxford University Press.
209. Watson A. 1982. Effects of human impact on ptarmigan and red grouse near skilifts in Scotland. *Annual Report Institute of Terrestrial Ecology*, February 1981 p. 51. Cambridge, UK.
210. Wesołowski T., Mitrus C., Czeszczewik D., Rowiński P. 2010. Breeding bird dynamics in a primeval temperate forest over thirty-five years: variation and stability in the changing world *Acta Ornithol.* 45: 209–232. DOI 10.3161/000164510X551354
211. Wilk T., Jujka M., Krogulec J., Chylarecki P. (red.) 2010. *Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce*. OTOP. Marki.
212. Winkelman J.E. 1992a. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1: collision victims. *RIN rapport 92/2*. Arnhem IBN-DLO.
213. Winkelman, J.E. 1992b. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 3: flight behavior during daylight. *RIN rapport 92/4*. IBN-DLO.
214. WHO 2013. Electromagnetic fields (EMF) - <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index.html> (stan na dzień 18.11.2013).
215. Wormworth J., Mallon K. 2006. *Bird species and climate change: The Global Status Report: A synthesis of current scientific understanding of anthropogenic climate change impacts on global bird species now, and projected future effects*. Technical Report. Climate Risk Pty Limited (Australia), Fairlight, New South Wales. ISBN: 0646468278. A report to World Wide Fund for Nature