

Marcin Pakuła, Tomasz Kniola



ODDZIAŁYWANIE LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH NA ORNITOFAUNĘ ORAZ METODY JEGO OCENY

The impact of power lines on the avifauna and the methods of its assessment

ABSTRAKT: Artykuł prezentuje problem kolizji i porażeń ptaków na liniach elektroenergetycznych, będący jednym z głównych zagrożeń antropogenicznych dla awifauny. Dla niektórych taksonów jest to jedna z najważniejszych przyczyn śmiertelności w ogóle (np. większość bocianów białych ginie z tego powodu) grożąca nawet wyginięciem lokalnych populacji. Ptak ginie wskutek porażenia, jeśli równocześnie zetknie się z dwoma elementami będącymi pod napięciem lub elementem pod napięciem i elementem uziemionym. Przyczyną są zbyt krótkie odległości między elementami infrastruktury elektroenergetycznej, w tym pomiędzy przewodami. Problem dotyczy głównie linii energetycznych średniego napięcia (1 – 59 kV) oraz trakcji pojazdów szynowych. Kolizje mają miejsce na wszystkich rodzajach przewodów rozmieszczonych w przestrzeni powietrznej, a zwłaszcza na liniach energetycznych wysokich i średnich napięć. Największą śmiertelność powodują linie przecinające doliny rzeczne, przebiegające przez tereny podmokłe, okolice zlotowisk dużych ptaków migrujących oraz rewiry dużych ptaków szponiastych. W artykule przedstawiono sposoby skutecznej minimalizacji, a nawet eliminacji negatywnych oddziaływań na etapie modernizacji istniejących lub też w fazie projektowania nowych linii energetycznych. Zaproponowano metodykę oceny oddziaływania na środowisko nowobudowanych i modernizowanych linii energetycznych. Istnieje pilna potrzeba wdrożenia wytycznych krajowych regulujących ten problem na etapie projektowania wariantów przebiegu, konstrukcji linii elektroenergetycznych, jak i elementów infrastruktury elektroenergetycznej zgodnie z najnowszą wiedzą na temat redukcji negatywnego oddziaływania na ptaki.

SŁOWA KLUCZOWE: linie energetyczne, kolizje ptaków, porażenia ptaków, minimalizacja, ocena oddziaływania na środowisko (OOŚ)

ABSTRACT: The article presents a very important problem of bird collisions and electrocution on power lines, which is one of the main human induced threats to avifauna worldwide. For some taxa it is one of the major mortality reasons in general (most of white storks die because of it) which even threatens local populations with extinction. Birds die due to electrocution when they simultaneously touch two energized parts or an energized part and a grounded part. The reason is the too short distances between elements of power infrastructure, including those between the wires. The problem pertains mainly to middle voltage power lines and rail vehicle traction lines. Collisions occur at all types of wires arranged in the open space, especially on power lines of high and medium voltage. The biggest mortality is caused by the lines crossing river valleys, running across wetlands, around concentration places of large migratory birds, and the territories of big birds of prey. The article presents how to effectively minimize and even eliminate negative impacts at the stage of modernization of the existing or in the design phase of the new power lines. A methodology for assessing the environmental impact of newly built or upgraded power lines has been proposed. There is an urgent need to implement the national guidelines governing this problem at the stage of planning of the power line course variants, as well as construction of power lines and electricity infrastructure elements, which should be done according to the latest knowledge on reducing the negative impact on birds.

KEY WORDS: power lines, bird collision, bird electrocution, mitigation, environmental impact assessment (EIA)

1. Wstęp

1.1. Cel opracowania

Kolizje i porażenia w kontakcie z liniami elektroenergetycznymi i elementami ich infrastruktury są jednymi z głównych antropogenicznych przyczyn śmiertelności ptaków, budowle te trwale zmieniają też ekosystemy. W czerwcu 2013 r. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska ogłosiła przetarg na wykonanie krajowych wytycznych dotyczących wpływu napowietrznych sieci elektroenergetycznych średniego i wysokiego napięcia, w tym również kolejowych sieci trakcyjnych, na ptaki oraz sposoby minimalizacji negatywnego oddziaływania na tę grupę zwierząt (GDOŚ 2013). Obecnie opracowanie to jest w trakcie przygotowywania (Maniakowski et al. 2013 za Kustusch et al. 2013).

Udostępniana na stronie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska rekomendacja Sekretariatu Konwencji Berneńskiej nr 110 (2004) (GDOŚ 2011) określa podstawowe aspekty oceny oddziaływania linii na ptaki. Opracowanie to nie uwzględnia jednak nowszych wyników badań i pomija kilka istotnych kwestii, na które zwracają uwagę nowsze dokumenty. Temat ten został szczegółowo opracowany zwłaszcza w literaturze amerykańskiej, czego efektem są wytyczne dotyczące oceny oddziaływania budowy i przebudowy linii napowietrznych na ornitofaunę (APLIC 2006, APLIC 2012). Wytyczne te są dostosowane do warunków amerykańskich i uwzględniają lokalne uwarunkowania ornitologiczne i strukturę sieci przesyłowej, jednak wiele zawartych w nich zasad ma charakter uniwersalny. Celem artykułu jest promowanie na polskim gruncie zaleceń z wyżej opisanych wytycznych z uwzględnieniem polskich uwarunkowań przyrodniczych i prawnych oraz krajowych wytycznych dotyczących oceny oddziaływania na awifaunę dla innych typów inwestycji (np. dla farm wiatrowych). W kilku miejscach autorzy dzielą się własnym doświadczeniem

z pracy nad raportami oceny oddziaływania na środowisko (OOŚ) proponując własne rozwiązania. W pierwszej części artykułu opisano naturę oddziaływania inwestycji elektroenergetycznych na ptaki oraz czynniki zwiększające ryzyko kolizji i porażenia. W drugiej natomiast przedstawiono propozycje metodyki przeprowadzenia oceny oddziaływania inwestycji na ornitofaunę i katalog działań minimalizujących oddziaływanie wraz z oceną ich skuteczności. Zastosowano przy tym język opisu zrozumiały dla przyrodników, osób zajmujących się procesem OOŚ, inwestorów i projektantów sieci elektroenergetycznych.

1.2. Rodzaje oddziaływań linii elektroenergetycznych na ornitofaunę

W raportach Komisji Europejskiej (Haas 2003) wyodrębniono trzy główne typy oddziaływań linii napowietrznych na ornitofaunę. Dotyczą one następujących aspektów:

- ryzyka porażenia prądem,
- ryzyka kolizji z przewodami energetycznymi i ogromnymi,
- ryzyka istotnych zmian w ekosystemach w okolicy linii, likwidacji ekosystemów, lub stworzenia efektu barierowego.

Zagrożenia te dotyczą wszystkich typów linii napowietrznych, jednak nie wszystkich w równym stopniu. Poniżej w formie skrótowej omówiono wyżej wymienione oddziaływanie.

1.2.1. Ryzyko porażenia prądem

Ryzyko to występuje najczęściej na liniach niskich i średnich napięć i na stacjach transformatorowych, na których odległości między elementami przewodzącymi prąd o różnych napięciach lub między elementem pod napięciem i elementem uziemionym jest zbyt mała. Porażenia są zazwyczaj śmiertelne, a przedmiotem oddziaływania są głównie ptaki o dużej rozpiętości skrzydeł. Sposobem redukcji negatywnego oddziaływania jest

odpowiednia izolacja faz oraz zachowanie wystarczającej odległości pomiędzy elementami o różnych potencjałach, lub elementami pomiędzy którymi zachodzi przesunięcie fazowe. Zastosowanie tych prostych zasad w praktyce jest niejednokrotnie kłopotliwe. W kilku krajach europejskich i w Ameryce Północnej stworzono katalog bezpiecznych rozwiązań inżynierskich (np. Haas 2003, APLIC 2006, VSE 2009). Niestety ich bezpośrednie wdrożenie na gruncie krajowym jest trudne ze względu na istotne różnice w sposobie organizacji sieci przesyłowych, inne normy dotyczące projektowania linii i stacji transformatorowych oraz inną paletę standardowych rozwiązań technicznych w tym budowy słupów energetycznych. W Polsce śmiertelność ptaków w wyniku porażenia jest istotnym problemem. Wiadomości o martwych ptakach znajdują się w licznych opracowaniach, niewiele jest jednak szacunków dotyczących skali tego zjawiska w Polsce. Kaługa et al. 2011 podają, że na obszarze 3700 km² stwierdzono w latach 2008-2010 290 martwych bocianów białych, z tego jedynie 8 osobników dorosłych.

W wyniku porażenia ptaki zazwyczaj umierają, a jedynie niewielkiej ilości udaje się przeżyć przez krótki czas od zdarzenia. Niektóre typy słupów stosowane przez firmy energetyczne ze względu na znaczne ilości ginących na nich ptaków nazywane są słupami „zabójcami” (*Killermasten, killer poles*). Przykładowo pod pojedynczym słupem na wysypisku odpadów w Niemczech w czasie jednej kontroli znaleziono 28 ptaków, w tym 4 puchacze i 3 kanie. W Kazachstanie z linii ulokowanej w miejscu odpoczynku ptaków wędrownych znaleziono na zaledwie 11 km linii energetycznej w 2000 roku 200 pustułek, 48 orłów stepowych, 2 orły cesarskie, 1 bielika, 1 sępa kasztanowatego (Haas et al. 2003). W czasie migracji osobniki dużych gatunków mogą być dziesiątkowane na słupach linii średniego napięcia; przykładowo dla bociana białego jest to główna przyczyna śmiertelności (16% w wyniku nalotu, 84% przez porażenie). Taksonami najbardziej

podatnymi na porażenia są bocianowate, szponiaste i krukowate (tab. 3) (Haas et al. 2003).

1.2.2. Ryzyko kolizji

Za kolizję uznaje się sytuację, w której ptak odnosi obrażenia lub ginie w wyniku zderzenia z jakimkolwiek elementem linii napowietrznej. Jest to poważny i bardzo złożony problem związany z budową nowych i przebudową istniejących linii. Poziom podatności poszczególnych gatunków na kolizje różni się od podatności na porażenie. Poszczególne jego aspekty zostaną szczegółowo omówione w dalszej części artykułu. Ptakami najbardziej zagrożonymi w wyniku kolizji są bocianowate, grzebiące, chruściele, żurawie, siewczkowate, bekasowate, sowy (tab. 3) (Haas et al. 2003).

1.2.3. Ryzyko istotnych zmian w ekosystemach w okolicy linii

Linie napowietrzne, podobnie jak wszystkie inne inwestycje, powodują zmiany w ekosystemach skutkujące zmianami w składzie gatunkowym ornitofauny. Dotyczy to przede wszystkim linii wysokiego napięcia, ze względu na dużą wysokość słupów i szerokość pasa technologicznego.

Linie w trakcie budowy i eksploatacji powodują trwałe przekształcenie obszaru w granicach pasa technologicznego, którego szerokość w zależności od typu linii waha się w zakresie 50 – 120 m. Zgodnie z obowiązującym prawem w pasie technologicznym nie mogą znajdować się drzewa i krzewy wyższe niż 2 m. W przypadku obszarów leśnych w praktyce oznacza to trwałą likwidację ekosystemu leśnego w pasie technologicznym i fragmentację siedlisk, oraz okresowe wycinanie podrostu drzew oraz krzewów. Dotkliwość tego oddziaływania dla ornitofauny jest tym większa im wyższą wartość przedstawiają lasy, przez które przebiega inwestycja. W niektórych przypadkach możemy mówić o oddziaływaniu pozytywnym

dla niektórych gatunków. W OSO Puszcza Notecka pas technologiczny poprowadzonej przez drągowinę sosnową linii 110 kV jest ważnym miejscem gniazdowania lerki będącej przedmiotem ochrony tego obszaru Natura 2000 (Mizera et al. 2011; badania własne 2010). Przykład ten wskazuje na konieczność indywidualnego podejścia do każdej linii i rozważenia aspektu: ochrona których gatunków stanowi priorytet na danym obszarze.

Istotną powodowaną przez inwestycję zmianą jakości ekosystemów jest zmiana relacji drapieżnik – ofiara. Linie wysokiego napięcia są często wykorzystywane jako czatownie przez ptaki drapieżne (Tryjanowski 2001, Mizera 2009). Poprowadzenie linii wysokiego napięcia przez łąki i inne cenne dla ptaków ekosystemy otwarte powoduje zmniejszenie ilości gniazdujących par ptaków, jednak nie wiąże się ze spadkiem bioróżnorodności (Tryjanowski 2001). Paradoksalnie stworzenie wielu mikrosiedlisk w okolicy słupów kratownicowych może spowodować wzrost bioróżnorodności ornitofauny (Tryjanowski 2001, Tryjanowski et al. 2013). Przeprowadzone w okolicy gniazd kruków badania ornitologiczne pozwalają przypuszczać, że gniazdowanie kruka może być czynnikiem skutecznie chroniącym gniazda przed atakiem innych niszczących gniazda drapieżników (Tryjanowski 2001). Wyżej wspomniany spadek liczebności gniazdujących par w okolicy linii wysokiego napięcia stanowi przesłankę do tego, aby na obszarach chronionych, gdzie przedmiotem ochrony są gatunki ptaków wodno-błotnych i gatunki związane z terenami otwartymi unikać lokalizacji linii wysokiego napięcia. Jednakże do każdego przypadku należy podejść indywidualnie i rozważyć pełen bilans zysków i strat jakie dane działanie niesie dla ekosystemów, w które ingeruje inwestycja. W przypadku obszarów, gdzie przedmiotem ochrony są ptaki szponiaste, a brak odpowiednich miejsc do zakładania gniazda stanowi czynnik limitujący liczebność populacji, zasadnym wydaje się budowa na słupach

bezpiecznych czatowni dla drapieżników oraz platform gniazdowych. Działanie to, w tym przypadku, nosi znamiona minimalizacji i jest adresowane do takich gatunków jak rybołów i inne szponiaste. W Niemczech skuteczność tego rozwiązania wykazano już kilkanaście lat temu. Większość niemieckiej populacji rybołowów gniazduje na słupach energetycznych (Meyburg 1996). Prowadzone w Finlandii badania nie wykazały różnic w sukcesie lęgowym pomiędzy parami tego gatunku gniazdującymi na słupach a gniazdującymi w naturalnych siedliskach (Sauroła 1990).

2. Czynniki wpływające na liczbę kolizji

Dla właściwego przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko procesu budowy i przebudowy linii napowietrznych konieczne jest właściwe zrozumienie natury i przyczyn kolizji, jak również wskazanie czynników, które zwiększają ryzyko kolizji. Czynniki te podzielono na grupy i omówiono poniżej.

2.1. Biologiczne

Kluczowym czynnikiem biologicznym jest przynależność gatunkowa ptaka. W licznych badaniach wykazano, że podatność na kolizje poszczególnych gatunków ptaków jest różna. W stosunku do wybranych rzadkich europejskich gatunków stworzono listę wraz z kategorią podatności na kolizje (Haas et al. 2003) (tab. 3). Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że wiarygodne porównanie kolizyjności poszczególnych gatunków następuje wielu problemów metodycznych i jest obarczone dużym błędem. Istnieją natomiast liczne opracowania podejmujące próbę podziału gatunków na mniej i bardziej kolizyjne w zależności od:

- wielkości ciała, masy i rozpiętości skrzydeł,
- zachowania w locie,

- sposobu obserwacji przestrzeni,
- wieku i płci,
- stanu zdrowia,
- czasu aktywności (ptaki dzienne, nocne).

Podział ten pozwolił na stworzenie listy biologicznych czynników zwiększających podatność danego gatunku na kolizje. Czynniki te zostały omówione poniżej.

2.1.1. Wielkość ciała, masa i rozpiętość skrzydeł

W przeciągu ostatnich dekad podejmowano liczne próby analizy zależności pomiędzy masą ciała, parametrami skrzydła i zdolnością manewrowania, a podatnością na kolizje (Bevanger 1994, 1998, Janss 2000, Rubolini 2005). Owocem tych prac były zestawienia wykazujące, iż gatunki ciężkie, o dużej powierzchni skrzydeł są bardziej podatne na kolizje. Autorzy ww. badań wskazują, że tego typu budowa wiąże się zazwyczaj ze specyficznym sposobem lotu i małą manewrowością, przez co ptaki te mają problem z szybkim unikaniem przeszkód. Zależność ta sprawdza się m.in. dla łabędzi i kondorów. Jednakże wiele gatunków wymyka się z tej zależności. Przykładowo kaczki nurkujące, drozdy i perkozy. Przypuszczalnie równie ważne, jeśli nie ważniejsze niż masa i wielkość skrzydła jest zachowanie ptaka w locie oraz sposób postrzegania przez ptaka przestrzeni (Bevanger 1994, 1998).

2.1.2. Zachowania w locie

Dla kolizyjności kluczowa jest wysokość lotu. Przewody napowietrznych linii energetycznych w zależności od ich napięcia i geometrii przebiegają na wysokości od 5 m (trakcja linii kolejowych i tramwajowych, oraz linie niskiego napięcia) do 60, a skrajnie nawet 80 m (linie 400kV) nad poziomem terenu. Ptaki wykorzystujące przestrzeń powietrzną na wyższych pułapach nie są więc zagrożone kolizją. Wysokość lotu zależy od specyficznego dla gatunku sposobu

wykorzystywania przestrzeni powietrznej, a także od pory roku, gdyż osobniki jednego gatunku w sezonie lęgowym operują na innych pułapach niż podczas migracji. Podczas migracji ptaki często wykorzystują przestrzeń powietrzną na dużej wysokości, powyżej przewodów trakcyjnych, co w znaczącym stopniu minimalizuje ryzyko kolizji z liniami napowietrznymi. Ryzykowne sytuacje pojawiają się w okolicy żerowisk, noclegowisk i innych miejsc koncentracji ptaków podczas przelotów (Newton 2008). Na tych terenach ptaki chcąc wylądować lub wystartować znacząco obniżają pułap lotu narażając się na kolizje. Ogólna zasada „wysokiego lotu” nie ma zastosowania w skrajnie niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Silny wiatr, opady i słaba widoczność wymuszają obniżenie pułapu lotu w trakcie migracji, zwiększając znacząco ryzyko kolizji (Newton 2008). Wysokość lotu w okresie rozrodu jest zazwyczaj znacznie niższa. Podczas żerowania i przelotów w obrębie rewiru ptaki wykorzystują zakres wysokości obejmujący wysokość zawieszenia przewodów trakcyjnych. Niepożądane jest zatem prowadzenie linii napowietrznych przez terytoria lęgowe ptaków gatunków rzadkich i wysoce kolizyjnych, takich jak bieliki (Mojica 2009). Ryzyko kolizji jest w tym przypadku wyższe ze względu na dużą częstotliwość przelotów.

Inną wpływającą na kolizyjność cechą jest manewrowość. Gatunki takie jak kobuz, rybitwy, jerzyki i większość gatunków chwytających ofiary w locie, są ze względu na zwrotność znacznie mniej narażone na kolizje niż gatunki duże i mniej zwrotne, takie jak bażanty, żurawie i łabędzie. Bevanger (1994) zwraca jednak uwagę na fakt, że gatunki takie jak sokół wędrowny czy jastrząb osiągając bardzo dużą prędkość podczas ataku tracą zdolność manewrowania i stają się bardzo podatne na kolizje.

Nie bez znaczenia dla ryzyka kolizji jest skłonność ptaków do zachowań stadnych. Wykazano, że ptaki latające w kluczach lub stadach znacznie wcześniej reagują na linie napowietrzne niż pojedyncze osobniki

(Crowder 2000, 2002). Prawidłowość tę potwierdzono m.in. dla migrujących populacji gęsi (Hatch 1976). Latanie w kluczu staje się mniej bezpieczne, gdy pogarsza się widoczność. Jeśli stado nie dostrzeże przeszkody wystarczająco wcześnie, zazwyczaj ofiarą kolizji pada wiele ptaków. W stadzie lub kluczu pojedyncze ptaki mają bardzo niewielką przestrzeń do manewru. W sytuacji paniki dochodzi nie tylko do kolizji z linią, ale także do zderzania się ptaków pomiędzy sobą (Brown 1993). Zachowania stadne mogą więc w niektórych okolicznościach stanowić czynnik zwiększający kolizyjność.

2.1.3. Sposób obserwacji przestrzeni

Dostatecznie szybkie dostrzeżenie przeszkody jest niezbędne dla uniknięcia kolizji. Większość gatunków ptaków (poza sowami i częścią szponiastych) ma oczy umieszczone po bokach głowy. Zwiększa to znacząco kąt widzenia, kosztem jakości widzenia do przodu, gdzie powstaje tzw. „ślepy punkt”. U niektórych gatunków takich jak drogie czy żurawie jego wielkość wynosi odpowiednio ponad 25 i ponad 35 stopni (Martin 2010). Ptaki te są więc bardziej narażone na kolizje niż większość szponiastych i sowy, u których ślepy punkt (w wyżej opisanym znaczeniu tego słowa) nie występuje.

Ponadto wykazano, że ptaki nurkujące, których oczy są przystosowane do poszukiwania pożywienia pod wodą, są w znacznej części krótkowidzami (Jones 2007). Cecha ta może być czynnikiem istotnie zwiększającym ich kolizyjność.

2.1.4. Wiek i płeć

Istnieją badania dotyczące kilku gatunków kaczek wykazujące istotne różnice w kolizyjności pomiędzy płciami (Willard 1977, Brown 1995). W przedmiotowych badaniach wykazano znacząco wyższą kolizyjność samców. Autorzy badań upatrują przyczynę tego stanu rzeczy w różnicach behawioralnych pomiędzy płciami. W ba-

danym okresie samce wielokrotnie częściej odbywały loty w ramach swoich rewirów, narażając się na kolizje, podczas gdy samice pozostawały przez większość czasu w okolicy gniazd.

W pracy Crowdera (2000) zaprezentowano liczne badania wykazujące, że podatność na kolizje młodych osobników jest większa niż dorosłych. Na przykład w przypadku żurawi kanadyjskich proporcja młodych do dorosłych osobników ulegających kolizji jest większa niż udział młodych w całości populacji (Morkill 1991). Obaj autorzy wskazują jednak, że zależność ta nie musi mieć zastosowania w stosunku do wszystkich gatunków. Wykonane w 1966 roku badania wykazały brak różnic w kolizyjności młodych i dorosłych osobników łabędzi niemych (Ogilvie 1966). Natomiast badania nad krzyżówkami wykazały większą kolizyjność osobników dorosłych (Anderson 1978). Gatunkiem, w przypadku którego kolizyjność młodych jest bardzo wysoka są bociany białe (APLIC 2012).

2.1.5. Stan zdrowia

Zły stan zdrowia jest czynnikiem istotnie zwiększającym ryzyko kolizji. Prowadzone w Szwecji badania nad łabędziami wykazały, że ptaki osłabione (o niskiej masie) i o dużym stężeniu substancji toksycznych we krwi częściej ulegały kolizji niż osobniki zdrowe (Mathiasson 1999).

2.1.6. Czas aktywności (ptaki dzienne, nocne)

Prawdopodobieństwo kolizji podczas nocnych przelotów jest znacznie wyższe niż w ciągu dnia. Nie dotyczy ono jednak ptaków przystosowanych do aktywności nocnej, takich jak lelki czy sowy, ale ptaków migrujących nocą i gatunków, których szczyt aktywności przypada przed świtem i po zmierzchu (Crowder 2000, Pandey 2008). Zagrożenie dla nocnych migrantów jest wysokie jeśli linie znajdują się w okolicy miejsc startu i

ładowania, a nieznaczne jeśli linie przecinają ich trasę przelotów, gdyż większość z nich operuje na pułapach znacznie przekraczających wysokość linii energetycznych (Harmata 1997). Gatunki aktywne przed świtem, migrujące zawsze na niskich pułapach, są zawsze wysoce kolizyjne. Wnioski te znajdują potwierdzenie w wynikach badań prowadzonych na terenie Polski. Wykonany przez pracowników Północnopodlaskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (PTOP) monitoring śmiertelności na wybranych fragmentach linii wysokiego napięcia w północno – wschodniej Polsce wykazał wysoką śmiertelność drozda śpiewaka (gatunku aktywnego przed świtem migrującego na niskich wysokościach) na wszystkich badanych powierzchniach (PTOP – prezentacja 2013). Podobne obserwacje miały miejsce podczas monitoringu linii energetycznej 200 kV w okolicy Częstochowy (badania własne 2011). Gatunek ten jest szczególnie aktywny przed świtem i dokonuje przelotów nocą na niskich wysokościach, co czyni go szczególnie podatnym na kolizje, pomimo, że jego rozmiary są niewielkie w stosunku do grubości przewodów wysokiego napięcia.

2.2. Środowiskowe

Czynnikami środowiskowymi w istotny sposób wpływającymi na ryzyko kolizji są:

- sposób użytkowania terenu,
- warunki atmosferyczne,
- płoszenie ptaków.

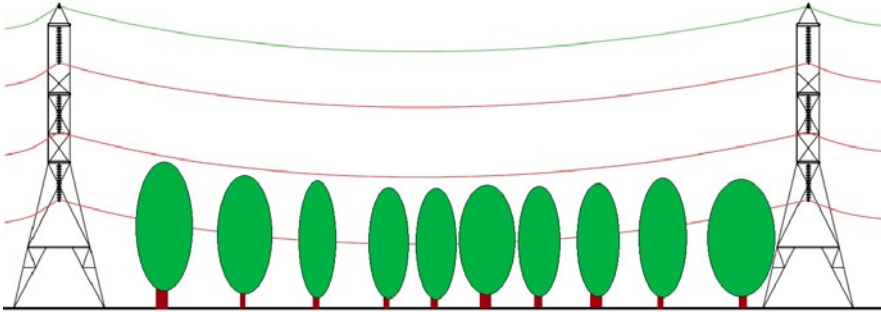
2.2.1. Sposób użytkowania terenu

Czynnikiem znacząco podnoszącym ryzyko kolizji jest prowadzenie linii napowietrznych przez ważne dla rzadkich gatunków ekosystemy wykorzystywane przez wiele gatunków. Zwłaszcza jeśli są to ekosystemy wodne lub podmokłe (APLIC 2012). Niemniej ryzykowne jest lokowanie linii na terenie rozległych monokultur stanowiących żerowiska i miejsca koncentracji ptaków migrujących (Viveratte 1996). Niebezpiecz-

na jest także sytuacja, w której linia napowietrzna oddziela miejsca gniazdowania od żerowisk, zwłaszcza jeśli oba wyżej wymienione ekosystemy to siedliska otwarte, np. zbiorniki wodne i pola uprawne (Brown 1987). Wytyczne amerykańskie wykazują, że ryzyko kolizji rośnie wraz ze zbliżaniem się linii napowietrznej do zbiorników wodnych (Berrett 2008, APLIC 2012). W kontekście wyżej opisanych danych pożądane jest prowadzenie linii przez ekosystemy w ograniczonym stopniu wykorzystywane przez gatunki kolizyjne lub po ich granicy. Stosunkowo mało kolizyjne wydaje się prowadzenie linii przez ekosystemy leśne, o ile linia posiada odpowiednie parametry techniczne, a w okolicy inwestycji nie gniazdują wysoce kolizyjne rzadkie ptaki leśne, takie jak np. głuszczyk czy cietrzew (APLIC 2012). Podobnie linie, wzdłuż których przebiegają szpalery drzew o wysokości koron równej lub większej od wysokości linii stanowią mniejsze zagrożenie dla ptaków niż linie w otwartym terenie.

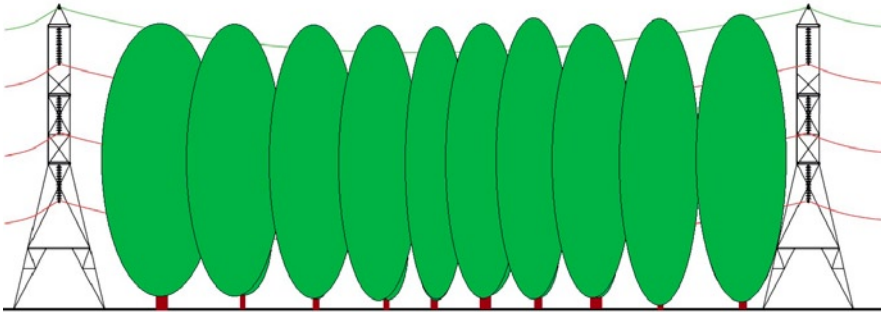
2.2.2. Warunki atmosferyczne

Warunki atmosferyczne mają trudny do precyzyjnego określenia wpływ na ilość kolizji, zwłaszcza w kontekście gatunków migrujących. Ptaki w niesprzyjających warunkach atmosferycznych (silny wiatr, zachmurzenie, opady) znacząco obniżają pułap, co naraża je na kolizje z liniami wysokiego napięcia (Shamoun-Baranes 2006, Newton 2008). Znaczący wzrost kolizyjności stwierdzono zwłaszcza podczas wietrznych dni przy prędkości wiatru powyżej 24 km/h (Brown 1995). Przy czym kierunek wiatru względem lecącego ptaka nie był bez znaczenia. Ptaki lecące z wiatrem ulegały kolizjom znacznie częściej, niż osobniki lecące pod wiatr. Ilość kolizji rosła dodatkowo jeśli ptaki leciały w stadach. Panika i silny wiatr utrudniały manewrowanie, przez co wiele osobników odnosiło obrażenia zderzając się ze sobą nawzajem (Brown 1993, 1995). Podobne zjawiska miały miejsce w przypadku gęstej mgły. Znaczący wpływ



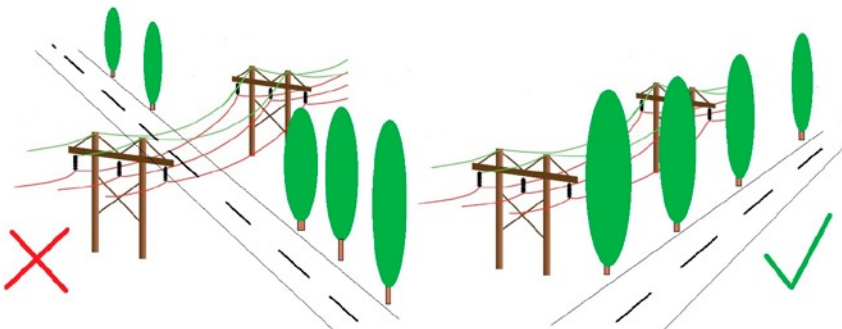
Ryc. 1. Kolizyjne dla migrantów wyniesienie linii energetycznej powyżej linii drzew (na podstawie APLIC 2012).

Fig. 1. Migrant bird collision-prone elevation of power line above tree-line (after APLIC 2012).



Ryc. 2. Korzystne dla ochrony migrantów ukrycie linii poniżej wierzchołków drzew (na podstawie APLIC 2012).

Fig. 2. Migrant birds advantageous concealment of power line below tree-tops (after APLIC 2012).



Ryc. 3. Kolizyjne przecięcie pod kątem zbliżonym do prostego elementów liniowych krajobrazu oraz korzystne poprowadzenie linii wzdłuż linowego elementu krajobrazu (na podstawie APLIC 2012).

Fig. 3. Collision-prone right angle crossing of landscape elements and advantageous design of power line along linear landscape element (after APLIC 2012).

mgły na ilość kolizji zaobserwowano już w 1972 roku (Scott 1972). Późniejsze badania, w tym z wykorzystaniem technik radarowych, wykazały, że w okresie burzy i bardzo ograniczonej widoczności znacząco rośnie ryzyko kolizji także w odniesieniu do ptaków, które w innych warunkach nie są, lub są w minimalnym stopniu narażone na ryzyko kolizji, w tym migrujących na dużych wysokościach ptaków wróblowatych (Passeriformes) (Crowder 2000, Cooper 2002, Mabee 2004). Przy czym bardziej niebezpieczne jest nagłe pogorszenie pogody niż utrzymujące się przez dłuższy czas opady i niskie chmury. Przy niekorzystnych warunkach wiele gatunków rezygnuje z przelotów wykorzystując ten czas na żerowanie lub podejmują tylko krótkie przeloty pomiędzy żerowiskami (Tacha 1979).

2.2.3. Płoszenie ptaków

Płoszenie ptaków w znaczącym stopniu zwiększa ryzyko kolizji (APLIC 2012). Ptaki spłoszone na skutek polowania, ataku drapieżnika, przejazdu pociągu znacznie częściej ulegają kolizjom. Wykazano to m.in. na podstawie migrujących stad gęsi i ptaków wodnych (Crowder 2000). Warto zauważyć, że nawet generująca duży hałas droga lub fabryka nie stanowi czynnika płoszącego, o ile struktura ruchu jest względnie jednolita.

2.3. Techniczne

Parametry techniczne linii mają istotne znaczenie dla skali kolizji, jak i dla spektrum gatunków potencjalnie na nie narażonych. Z punktu widzenia ochrony ptaków istotnymi parametrami są:

- typ (napięcie) linii i związana z tym wysokość linii,
- geometria linii (rozmieszczenie przewodów w przestrzeni),
- obecność przewodów odgromowych i ich wysokość nad przewodami fazowymi,
- oświetlenie linii + oznakowanie linii,

- odległość pomiędzy liniami.
Poniżej opisano wpływ wyżej opisanych aspektów na kolizyjność.

2.3.1. Typ i wysokość linii

W Polsce występuje kilka typów linii napowietrznych. Wysokość przewodów fazowych w ramach linii różni się znacząco i zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest typ słupów. Wśród linii wysokiego napięcia i linii najwyższych napięć najczęściej stosowane są konstrukcje kratownicowe. Wśród nich wyróżniamy różne typy słupów. Najczęściej występują słupy przelotowe (średnio 70 – 80%), których celem jest wyłącznie podtrzymywanie przewodów. Ze względu na przebieg linii stosowane są w różnych ilościach inne typy słupów, takich jak np.: słupy mocne, skrzyżowaniowe, narożne, odporowe, krańcowe i rozgałęźne. Linie średniego i niskiego napięcia zazwyczaj prowadzone są z użyciem słupów o konstrukcji strunobetonowej i żelbetonowej. W ostatnich latach do linii wysokiego napięcia zaczęto stosować konstrukcje rurowe. Te ostatnie pozwalają na poprowadzenie linii nawet nad lasem i znaczące zmniejszenie powierzchni wycinek oraz zajętości terenu. Jest to tylko skrócony zarys możliwości palety rozwiązań technicznych stosowanych przy liniach napowietrznych. Nie dysponujemy danymi dotyczącymi kolizyjności linii opartymi na poszczególnych typach słupów. Przedstawiony poniżej podział linii według napięć ma charakter praktyczny z punktu widzenia omawianego tematu, gdyż wraz ze wzrostem napięcia znamionowego przeważnie wzrasta wysokość linii i średnica przewodów. Jednak ze względu na różne uwarunkowania istnieją liczne wyjątki od tej zasady.

Najwyższe konstrukcje w Polsce to przeważnie linie najwyższych napięć 750kV (tylko jedna w kraju), 400kV i 220kV. Ich wysokość może dochodzić do 60, a nawet 80 m. Budowa tego typu linii w technice kratownicowej wymaga największej zajętości terenu pod szeroki pas technologiczny. Niższe od

wymienionych są linie wysokiego napięcia 110 kV (wysokość przeważnie od kilkunastu do 30 m). Wszystkie wyżej wymienione posiadają stosunkowo grube przewody fazowe (od 20 do 50 mm). W dobrych warunkach atmosferycznych przewody te są dobrze widoczne przez ptaki. Jednakże ze względu na swoją wysokość linie te są przyczyną stosunkowo dużej ilości kolizji, których ofiarą padają głównie ptaki migrujące (APLIC 2012). Zazwyczaj zdecydowanie niższe są linie średniego i niskiego napięcia. Ich wysokość to przeważnie 6-10 m. Tego typu konstrukcje są mniejszym zagrożeniem dla migrantów, stanowią jednak zagrożenie dla ptaków lęgowych ze względu na ich niskie wysokości lotu i stosunkowo małą średnicę kabli. Na terenach podmokłych i w dolinach rzecznych na liniach średniego napięcia często stosuje się znacznie stabilniejsze i wyższe słupy – tj. mające kilkanaście do 20 m. Stwarza to duże ryzyko kolizji, gdyż doliny rzeczne są typowymi szlakami przelotów ptaków (APLIC 2012). Ze względu na uwarunkowania historyczne w wielu miejscach naszego kraju występują linie o innych niż wyżej opisane napięciach. Ich konstrukcja jednak nie odbiega w sposób znaczący od wyżej wymienionych. Specyficznym typem linii napowietrznych są przewody trakcyjne linii kolejowych i tramwajowych.

2.3.2. Geometria linii (rozmieszczenie przewodów w przestrzeni)

Napowietrzne linie energetyczne charakteryzują się różną geometrią, która zależy m.in. od wyżej opisanych typów słupów, jak i od ilości prowadzonych faz i uwarunkowań terenu. Z punktu widzenia ochrony ptaków istotne jest czy przewody fazowe są usytuowane na tym samym poziomie czy też pionowo – jeden nad drugim. Ustawienie przewodów fazowych w jednym poziomie jest bardziej pożądane, gdyż zmniejsza ryzyko kolizji, redukując do minimum zakres wysokości kolizyjnych oraz powodując, że

przewody jako wiązka są lepiej widoczne niż jako pojedynczy przewód w przestrzeni (APLIC 2012).

2.3.3. Obecność przewodów odgromowych

Przewód lub przewody odgromowe są prowadzone powyżej przewodów trakcyjnych. Ich średnica jest znacznie mniejsza niż przewodów trakcyjnych, przez co są mniej widoczne. Co więcej znajdują się one powyżej przewodów trakcyjnych, co poszerza obszar kolizyjny. Wyniki monitoringów wskazują, że przewody odgromowe stanowią większe zagrożenie dla awifauny niż przewody trakcyjne, gdyż ptaki widząc skupione, a więc lepiej widoczne przewody fazowe, wykonują manewr unikania podlatując w górę i często uderzają w przewód odgromowy będący w oddaleniu i słabiej widoczny (Jenkins 2010). Pożądane jest z tego względu zrezygnowanie z przewodu odgromowego (co ma miejsce na niektórych typach słupów w Niemczech), lub też poprowadzenie go jak najbliżej przewodów fazowych. W Polsce wszystkie linie wysokiego napięcia muszą obowiązkowo być wyposażone w przewody odgromowe, zatem rezygnacja z nich jest zazwyczaj niemożliwa. Zalecane by było jednak rozpoczęcie prac nad takimi typami słupów lub skorzystanie z rozwiązań stosowanych w innych krajach.

2.3.4. Oświetlenie linii

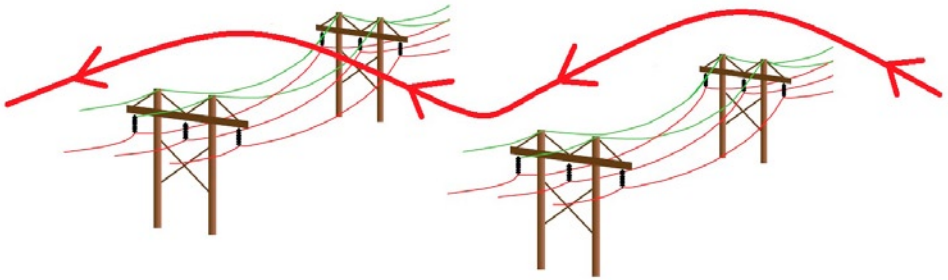
Oświetlenie linii dotyczy wyłącznie najwyższych konstrukcji i wynika z troski o bezpieczeństwo ruchu powietrznego. Oświetlenie nie może być natomiast traktowane jako czynnik minimalizujący ryzyko kolizji, gdyż w nocy lub w warunkach ograniczonej widoczności światła oświetlające słupy lub linie mogą przyciągać ptaki. Jeśli ze względu na obowiązujące normy prawne i względy bezpieczeństwa konieczne jest oświetlenie linii, to z punktu ochrony awifauny zasadne jest stosowanie lamp pulsujących. Zmiana

lamp o świetle stałym na lampy pulsujące może zredukować kolizyjność o kilkadziesiąt procent (Manville 2007, 2009).

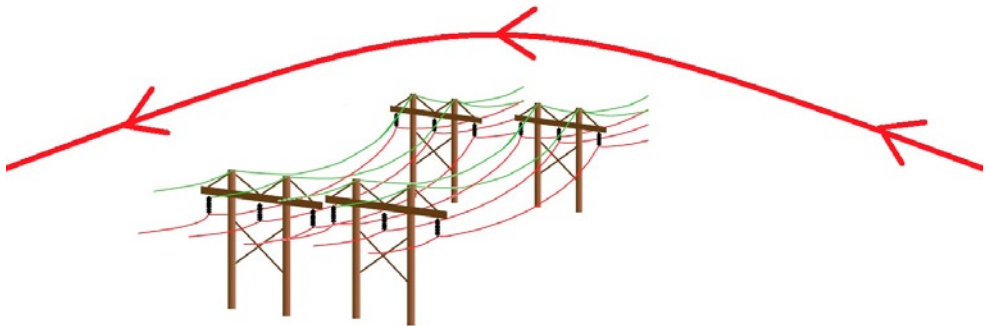
2.3.5. Odległość pomiędzy liniami

W przypadku bliskiego przebiegu linii napowietrznych, jak również innych przestrzennych korelacji między liniami, a istniejącą infrastrukturą istnieje ryzyko wystąpienia oddziaływania skumulowanego. Równoległy przebieg kilku linii w bardzo bliskim sąsiedztwie stanowi mniejsze zagrożenie dla awifauny niż równoległa lokalizacja kilku linii w odległości kilkuset metrów (Crowder

2000, Drewitt 2008). Większe zgrupowania linii (pomimo, że czasami zwiększa to zakres wysokości kolizyjnych) są łatwiej dostrzegalne, co minimalizuje ryzyko kolizji. W takiej sytuacji ptak musi jednorazowo podnieść pułap, aby ominąć kilka barier liniowych. W przypadku rozmieszczenia linii w odległości kilkuset metrów od siebie, każda przeszkoda musi być osobno dostrzeżona i ominięta, co podnosi ryzyko kolizji podczas przelotu. Zasada ta nie ma zastosowania w niesprzyjających warunkach atmosferycznych – tj. podczas mgły, burzy lub przy silnym wietrze. Wtedy zgrupowania linii stają się znacząco bardziej niebezpieczne (APLIC 2012).



Ryc. 4. Lokalizacja dwóch linii zwiększająca ryzyko kolizji (na podstawie APLIC 2012).
Fig. 4. Location of two power lines increasing collision risk (after APLIC 2012).



Ryc. 5. Lokalizacja dwóch linii minimalizująca ryzyko kolizji (na podstawie APLIC 2012).
Fig. 5. Location of two power lines minimizing collision risk (after APLIC 2012).

3. Czynniki wpływające na ryzyko porażenia ptaków

Trudno jest oszacować ilość kolizji, duże ptaki mają duże obszary aktywności, gdzie mogą zginąć na liniach i są szybko usuwane przez padlinożerców. Liczby ofiar szacowane są na podstawie obrączkowań i telemetrii (Haas et al. 2003). Według danych z różnych badań opierających się na próbach przytoczonych przez APLIC (2006) porażenie było przyczyną śmierci od 6 aż do 25% spośród różnych gatunków orłów (próba od kilkadziesiątu do kilkuset osobników), a ogólnie dla ptaków szponiastych wynosiło 0,5% (n=409), co wykazały badania w Kalifornii w latach 1983-1994. W Polsce znaczna część bocianów białych ginie wskutek porażenia. Podobne wyniki dostarcza Richarz (2011) – w latach 80. XX wieku spośród znalezionych martwych bocianów aż 70% zginęło z powodu kontaktu z liniami energetycznymi – 84% wskutek porażenia, a 16% kolizji. Z danych Komitetu Ochrony Orłów (za GDOŚ 2011) w latach 1998-2007 spośród 1700 rannych lub zabitych ptaków z gatunków szponiastych lub sów, 67% wypadków było spowodowanych czynnikami antropogenicznymi. W 2001 roku wypadki te były w 44% spowodowane kolizjami z liniami energetycznymi.

W obszarach występowania głuszcza linie energetyczne mają znaczący wpływ na jego śmiertelność. W Norwegii jest to najważniejsza przyczyna śmiertelności tego gatunku, ginie tam ok. 20 000 głuszców rocznie (Bevanger 1995 za Zawadzka i Zawadzki 2003).

Z kolei na obszarach, gdzie słupy linii energetycznych zostały poddane ulepszeniu pod względem bezpieczeństwa ptaków (*retrofitting*) lub wymianie, liczba odnotowanych przypadków śmiertelnych znacząco spadła. Przykładowo w Butte Valley w latach 1986-1992 znaleziono 90 porażonych orłów, a po działaniach naprawczych na słupach znaleziono ich zaledwie 4. Z kolei w Wyoming liczby te wyniosły odpowiednio 49 przed działaniami naprawczymi, oraz 1

martwy orzeł po działaniach naprawczych (PacifiCorp., niepubl. za APLIC 2006).

Według danych literaturowych w Europie giną w większości ptaki inne niż szponiaste, które stanowią <10% ofiar (Bayle 1999 za: Lehman et al. 2006). Zdażają się też dane, z których wynika, że ponad 50% ofiar to szponiaste (Janss i Ferrer 1999). Najczęstszymi ofiarami są: myszołów, kania czarna, kania ruda i pustułka (Lehman et al. 2006).

3.1. Biologiczne i środowiskowe

Do biologicznych przyczyn mających wpływ na natężenie ilości porażen należą: wielkość ciała, biotop, dostępność ofiar, zachowanie, wiek, pora roku i pogoda.

3.1.1. Wielkość ciała

Wielkość ciała to jeden z kluczowych czynników wpływających na ryzyko porażenia, gdyż im większy jest ptak lub im większa rozpiętość jego skrzydeł, tym prawdopodobieństwo porażenia jest większe. Jednakże także małe ptaki mogą ulec wypadkowi w przypadku, gdy odległości pomiędzy przewodzącymi prąd elementami są niewielkie, np. na transformatorach.

3.1.2. Biotop

Jeśli w biotopie brakuje naturalnych elementów, to słupy linii energetycznych zastępują ptakom miejsce do wypatrywania ofiar, spożywania ich, odpoczynku, noclegu, gniazdowania (Lehman et al. 2006). Z kolei jeśli linia energetyczna przebiega przez teren leśny, to znacząco zmniejsza się liczba ofiar porażen na niej (Switzer 1977, Benson 1981, Lehman et al. 2006) dlatego, że miejsc do spoczynku lub wypatrywania ofiar jest dużo. Spośród 70 000 skontrolowanych słupów w stanach Utah i Wyoming w USA, 2500 słupów rozmieszczonych było w terenie leśnym i pod żadnym z nich nie znaleziono ofiar (PacifiCorp dane niepubl. za APLIC 2006).

Preferowanymi słupami do przesiadywania są te usytuowane w środowiskach z większą liczbą ofiar, a więc raczej w różnorodnym środowisku raczej niż w monokulturze, lub przynajmniej te położone na granicy dwu lub więcej upraw w krajobrazie rolniczym. Na takich słupach częściej może dochodzić do porażań, ponieważ są częściej używane przez ptaki.

Z wysokości słupa lub też z faktu, że stoi on na wyniesieniu wynika także jego wzmożone użytkowanie (Benson 1981) przez ptaki szponiaste i krukowate.

3.1.3. Dostępność ofiar

Siedliska z dużą ilością ofiar przyciągają drapieżniki, a słupy rozmieszczone w takim, w dodatku bezdrzewnym, regionie będą liczniej zasiedlane (np. Olendorff 1972 za: APLIC 2006).

3.1.4. Czynniki behawioralne

Czynniki behawioralne jak gniazdowanie, loty godowe, zachowania terytorialne, zachowania socjalne mogą sprawiać, że ptaki szponiaste, ale także z innych grup systematycznych są bardziej narażone na porażenie. Według Bensona (1981) blisko połowa (46%) porażonych myszołowów rdzawosternych padła w trakcie lotów godowych i gniazdowania. Kilku autorów donosi, że znaczna ilość myszołowów (30%, 37%, 63%) padła wskutek porażenia w okresie pierzenia, a 79% porażań szponiastych i krukowatych miało miejsce w kilkusetmetrowej odległości od gniazda (Benson 1981, Dwyer 2004 et al. za: APLIC 2006).

Wykorzystywanie bądź jego brak wpływa na prawdopodobieństwo porażań. Błotniaki i sowy błotne wypatrują ofiar w locie, i rzadko siadają na słupach, dlatego generalnie rzadziej giną wskutek porażenia (Lehman et al. 2006).

Znoszenie do gniazda materiałów na gniazdo, tj. gałęzie czy druty, oraz ofiar także może być przyczyną porażań, gdy ptak łącz-

nie z przedmiotem dotknie niebezpiecznych elementów (PacifiCorp, niepub., Benson 1981 za: APLIC 2006). Zwarcie wywołane leżącym na drutach materiałem może wywołać przeskok iskry i zapalenie się gniazda (Vanderburgh 1993 za APLIC 2006).

W okresie lęgów ptaki bronią terytoriów lub wykonują loty godowe czasem szczipiąc się pazurami, co zwiększa ich efektywną rozpiętość skrzydeł. Znajdowano ofiary porażań złączone w ten właśnie sposób, lub też z pazurami wbitymi w ciało drugiego osobnika, także w „parach” międzygatunkowych (szponiaste, sowy). Podobne sposoby interakcji mają miejsce także w miejscach czasowych koncentracji zimowych (Benson 1981, Schomburg 2003, S. Liguori inf. ust.; S. Miulodragovich inf. ust. za APLIC 2006).

Ptaki używają słupów także do ochrony przed czynnikami atmosferycznymi (wiatr, deszcz, śnieg, nasłonecznienie), w czasie czego może dojść do próby osłony w postaci „przytulania” się do elementów o różnych napięciach.

3.1.5. Wiek

Im młodsze ptaki, tym większe ryzyko porażenia. Przyczyn jest kilka, natomiast do najważniejszych należy brak doświadczenia w pewnym startowaniu i lądowaniu. Nauka latania wymaga wielokrotnych prób, trzepotania skrzydłami już przed pierwszymi startami, przelatywania z miejsca na miejsce, w tym z jednej części słupa na inną. Młode ptaki mogą mieć kilkakrotnie więcej nieudanych prób złapania ofiary niż ptaki dorosłe, za każdym razem manewry te dzieją się na słupie. Nelson nakręcił w latach 70. XX w. szereg filmów (np. Nelson 1979, Nelson 1980 za APLIC 2006) pokazujących manewry orłów przednich na nie będącym pod napięciem słupie posiadającym trzy równoległe druty na szczycie, przy spokojnej jak i burzowej pogodzie. Ptaki nie lądowały na drutach, ani na śliskich izolatorach, a jedynie na poprzecznych żerdziach lub na czubku słupa, gdyż tylko one oferowały pewny

uchwyt. Osobniki dorosłe przelatywały pod skrajnym drutem, następnie ze złożonymi skrzydłami hamowały swój pęd wznosząc się między dwoma drutami i na ogół pewnie lądowały na słupie bez zbytejnego trzepotania skrzydłami, zwłaszcza jeśli działa się to pod wiatr. Natomiast osobniki młode często nalatywały na słup od góry ponad drutami usiłując wyhamować za pomocą rozłożonych skrzydeł. Usiływały też wylądować na najwyższym punkcie słupa np. izolatorze, z którego zsuwały się na poziomy poprzecznik. Manewrom tym towarzyszyły częste trzepotania skrzydeł i zmiany miejsca oparcia stóp, na samym słupie często zmieniały miejsce stania. Przy lądowaniu jak i przy starcie (przy wymachu skrzydłami w dół) zdarzały się sytuacje dotknięcia przez ciało ptaka dwóch faz lub fazy i uziemionej części jednocześnie, co w prawdziwej sytuacji skutkowało porażeniem.

Młode ptaki mają wyższą szansę być porażonym także ze względu na preferowaną przez nie taktikę polowania ze stacjonarnego wyniesionego punktu obserwacyjnego (słupa), a dorosłe preferują polowanie z lotu (Benson 1981 za APLIC 2006).

Obserwacje Nelsona na ptakach szponiastych znajdują potwierdzenie w obserwacjach bociana białego. Na Mazowszu osobniki młode stanowiły aż 97% spośród bocianów białych padłych wskutek oddziaływania linii napowietrznych (Kaługa et al. 2011). Dane z Europy wskazują, że około 25% młodych i 6% osobników dorosłych umiera z tego powodu (Schaub i Pradel 2004 za: Kaługa et al. 2011).

3.1.6. Pora roku

Sezonowe zmiany w użytkowaniu terenu mogą powodować zmiany w natężeniu ilości ofiar. W Stanach Zjednoczonych większość orłów ginących wskutek porażenia ginie w miesiącach zimowych – aż 80% wg Benson (1981) (za: APLIC 2006), 65% wg PacificCorp (dane niepubl., za: APLIC 2006). Może to być spowodowane koncentrowaniem się

w chłodnych miesiącach na terenach otwartych z liniami energetycznymi, lub też zwiększonym występowaniem potencjalnych ofiar tych ptaków na takich terenach, lub też faktem, że prawdopodobnie orły częściej polują zimą z zasiadki niż w innych miesiącach roku. W przypadku ogółu gatunków można zauważyć zwiększoną śmiertelność w okresie lęgowym oraz migracyjnym, oraz zimową w przypadku orłów i wiosenną w przypadku wróblowatych.

3.1.7. Pogoda

Niekorzystna pogoda (deszcz, śnieg, wiatr) zwiększa ryzyko porażenia, gdyż poprawne lądowanie na słupie może być utrudnione, jak również zmoczone pióra lepiej przewodzą prąd, niż pióra suche.

Zasadniczo pióra suche zapewniają taką samą izolację jak powietrze. Nelson przeprowadził eksperymenty, z których wynika, że aż do napięcia 70 kV prąd prawie nie płynie przez suche pióra, a więc na liniach średniego napięcia prawie nie ma możliwości, by przez dotknięcie samymi upierzonymi częściami skrzydeł ptak mógł zostać porażony. Mokre pióra przewodzą prąd już od 5 kV, niebezpieczeństwo jest tym większe, że mokre skrzydła obniżają częściowo zdolność do lotu i jego kontroli (Nelson 1979, 1980 za: APLIC 2006). Problem porażenia wskutek mokrych skrzydeł najbardziej dotyczy ptaków związanych z wodą, takich jak czaple, bociany, kormorany, rybołowy. Dodatkowo niektóre gatunki (kormoran) suszą skrzydła rozpościerając je. Dodatkowym negatywnym czynnikiem jest fakt, że w czasie deszczowej pogody izolowane z natury słupy drewniane stają się przewodzące.

Usytuowanie poprzeczników słupa w stosunku do przeważającego kierunku wiatru także ma znaczenie. Przy poprzecznikach ustawionych pod kątem prostym do dominujących wiatrów znaleziono o połowę mniej porażonych orłów, niż przy poprzecznikach skierowanych równolegle lub ukośnie do wiatru (Boeker 1972, Nelson and Nelson

1976, 1977, Benson 1981 za: APLIC 2006). Miało to prawdopodobnie związek z umiejętnością młodych orłów do lądowaniach na słupach bez dotykania elementów będących pod napięciem.

3.1.8. Techniczne

Kluczowym czynnikiem są niewłaściwie skonstruowane słupy linii średniego napięcia, w tym trakcji kolejowej. Szczególnie narażone są ptaki z gatunków wykorzystujących słupy do wypatrywania ofiar, odpoczynku, noclegu lub budowania gniazda (Haas et al. 2003). Szczególnie na terenach bezleśnych lub terenach bez drzew o znacznych rozmiarach, słupy mogą być atrakcyjne jako miejsca wypatrywania ofiar lub odpoczynku.

Porażenia dotyczą ptaków siedzących na słupach lub na przewodach, jeśli dotkną kabli o różnym napięciu, lub kabla pod napięciem i elementu uziemionego. Problemem jest zbyt krótki izolator lub zbyt mała odległość między elementem pod napięciem (np. kablem) a innym elementem pod napięciem lub elementem uziemionym lub też krótki pręt odgromowy stojący na słupie (Haas et al. 2003).

4. Uwarunkowania i etapy OOŚ dla linii napowietrznych

Zgodnie z polskim prawem budowa lub przebudowa linii elektroenergetycznej o napięciu 50kV lub wyższym wymaga uzyskania decyzji środowiskowej. Wiąże się to z koniecznością napisania raportu OOŚ, który (o ile Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska (RDOŚ) nie zaleci inaczej) powinien w sposób wiarygodny oceniać oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia na gatunki chronione, w tym na ptaki (ustawa OOŚ).

Dotychczas (luty 2014) nie powstały krajowe wytyczne dotyczące sposobu prowadzenia inwentaryzacji i oceny oddziaływania na ornitofaunę dla inwestycji pole-

gających na budowie napowietrznych linii elektroenergetycznych. Aktualna rekomendacja Sekretariatu Konwencji Berneńskiej nr 110 (2004) i wydane do niej wytyczne są stosunkowo lakoniczne i nie precyzują wielu kluczowych dla właściwej oceny oddziaływania kwestii. Dlatego w oparciu o istniejące w Europie (Haas et al. 2003, VSE 2009, VDE 2011) i USA (APLIC 2006, APLIC 2012) wytyczne, artykuły naukowe i własne doświadczenie w przygotowywaniu raportów OOŚ, proponujemy sposób przeprowadzania inwentaryzacji i oceny oddziaływania na ornitofaunę dla inwestycji polegających na budowie lub przebudowie napowietrznych linii elektroenergetycznych. Ma to być w zamysle oparty na naukowych przesłankach i zgodny sposób oceny tych inwestycji na etapie projektowania. Zwracamy uwagę na kilka problemów praktycznych ufając, że poniższy materiał stanie się punktem wyjścia do dyskusji o sposobie prowadzenia OOŚ dla tych przedsięwzięć.

4.1. Analiza studyjna

4.1.1. Wybór analizowanych czynników

Pierwszym etapem prac powinna być analiza topografii terenu i dostępnych danych o terenie. Wstępna analiza pozwala często na wykluczenie wariantów lokalizacyjnych o największej kolizyjności lub modyfikację wariantów. W analizie należy wykorzystać takie materiały jak: mapy topograficzne, ortofotomapy, dostępne dane literaturowe, mapy rozmieszczenia obszarów chronionych (np. www.geoserwis.gdos.gov.pl) i wyniki innych badań przedmiotowego obszaru, jeśli są dostępne. Ze względu na nieaktualność niektórych danych topograficznych konieczna jest na tym etapie przynajmniej jedna wizja w terenie. Istotna jest także analiza archiwalnych danych meteorologicznych w zakresie występowania burz, mgieł, silnych wiatrów, niskiej podstawy chmur i innych zdarzeń atmosferycznych

zmniejszających widoczność. W przypadku analizy niekorzystnych warunków atmosferycznych niezbędne jest zbadanie jak często i w jakich okresach roku zjawiska te występują, a w przypadku wiatru – poza jego siłą – dodatkowo dodatkowo odnotować kierunek wiatru względem linii.

Linie napowietrzne zazwyczaj nie są równie kolizyjne na całym przebiegu. Dlatego zasadnym jest, przed rozpoczęciem analiz studyjnych, podzielenie planowanej inwestycji na fragmenty funkcjonalne. Nie muszą pokrywać się one z etapami inwestycji, lecz być uzależnione od wielkości obszarów, na których występuje dany czynnik podnoszący lub zmniejszający ryzyko kolizji. Podział na odcinki funkcjonalne powinien zostać zweryfikowany po dokonaniu analizy czynników ryzyka.

Analiza czynników ryzyka powinna polegać na przyporządkowaniu do każdego z odcinków funkcjonalnych czynników podwyższających lub obniżających potencjalne

ryzyko kolizji, które na danym fragmencie przebiegu występują. Każdemu z czynników powinna być przyporządkowana wartość liczbowa, indeks ryzyka kolizji (IR), który umożliwi porównanie wariantów i poszczególnych odcinków.

Na podstawie opisanych w poprzednim rozdziale uwarunkowań kolizji przygotowano tabelę czynników kolizji wraz z wartościami indeksu ryzyka, jaką należy przypisać odcinkom, których dotyczą. Wartości indeksu ryzyka zostały ustalone na podstawie stopnia zagrożenia, jakie dany czynnik powoduje dla ptaków. Zastosowano podobnie jak w opisie czynników wpływających na kolizyjność linii podział na czynniki biologiczne, środowiskowe i techniczne. Zostały one przedstawione w tabeli 1 i opisane poniżej. Nie uwzględniono czynników związanych z porażeniami, gdyż założono, że dla każdej nowobudowanej linii elektroenergetycznej zastosowane zostaną dobre praktyki eliminujące ten rodzaj negatywnego oddziaływania (rozdział 5.3.3).

Tab. 1. Sposób oceny potencjalnego oddziaływania linii.

Tab. 1. A method of assessment of potential impact of power line.

Lp. No.	Czynnik wpływający na kolizyjność Collision enhancing factor	Wysokość i sposób szacowania indeksu ryzyka (IR) Degree and assessment of risk index (IR)	
		Linie wysokiego napięcia High-voltage lines	Linie średniego i niskiego napięcia Medium and low voltage lines
1	Planowana inwestycja przecina (lub przebiega w odległości do 300 m) obszary chronione, gdzie przedmiotem ochrony są ptaki (OSO). Szczególną uwagę należy zwrócić na obszary, gdzie przedmiotem ochrony są ptaki wysoce kolizyjne (stopień II i III wg Haas et al. 2003 tab. 3).	10 - 20 za każdy obszar	2 - 4 za każdy obszar (10 - 20 o ile przedmiotem ochrony są ptaki wodno - błotne)
2	Planowana inwestycja przebiega w okolicy stref ochrony ptaków drapieżnych.	2,5 - 5 (za każdą strefę w promieniu 2 km do linii)	0,5 - 1 (za każdą strefę w promieniu 2 km do linii)

3	Planowana inwestycja przebiega w sąsiedztwie (do 300 m) zinventaryzowanych miejsc koncentracji ptaków migrujących.	0,5 - 1 (za każde regularnie koczujące w okolicy linii 100 osobników)	0,25 - 0,5 (za każde regularnie koczujące w okolicy linii 100 osobników)
4	Planowana inwestycja przecina ekosystemy wodne i/lub podmokłe o potwierdzonej badaniami dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków wodno-błotnych.	2 - 4 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)	2 - 4 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)
5	Planowana inwestycja przebiega w odległości do 300 m od ekosystemów wodnych i /lub podmokłych o potwierdzonej badaniami dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków wodno-błotnych.	1 - 2 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)	1 - 2 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)
6	Planowana inwestycja przecina dolinę rzeczną, przełęcz lub dolinę bezrzeczną.	1 - 4 (za każde 50 m doliny rzecznej)	1 - 2 (za każde 50 m doliny rzecznej)
7	Planowana inwestycja przecina liczne naturalne elementy liniowe, doliny, szpalery drzew itp.	0 - 2 (w zależności od ilości przecinanych elementów liniowych)	0 - 1 (w zależności od ilości przecinanych elementów liniowych)
8	Planowana inwestycja przecina ekosystemy otwarte (wodne i podmokłe) o potencjalnie dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków, takie jak: bagna, podmokłe łąki, tereny zalewowe, stawy (w tym stawy hodowlane), jeziora.	1 - 2 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)	1 - 2 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)
9	Planowana inwestycja przebiega w odległości do 300 m od ekosystemów wodnych i /lub podmokłych o potencjalnie dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków wodno-błotnych.	0,5 - 1 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)	0,5 - 1 (za każde 100 m przeciętego cennego siedliska podmokłego otwartego)
10	Planowana inwestycja przebiega w odległości od stu do kilkuset metrów od innych napowietrznych linii (lub bezpośrednio przy niej, jeśli w Pkt. 12 indeks IR jest równy /większy od 2).	0 - 4 (w zależności od odległości, na której zachodzi oddziaływanie skumulowane)	0 - 2 (w zależności od odległości, na której zachodzi oddziaływanie skumulowane)
11	W odległości mniejszej niż 300 m od inwestycji znajdują się obszary, które ze względu na charakter zagospodarowania mogą być wykorzystywane przez migrujące i koczujące stada ptaków, takie jak wysypiska śmieci, pola kukurydzy, na których po zbiorach pozostaje znaczna ilość odpadków stanowiących wysokoenergetyczną karmę.	0 - 4 (w zależności od jakości żerowiska)	0 - 2 (w zależności od jakości żerowiska)
12	Planowana inwestycja przebiega przez obszary, na których występują częste burze, zamglenia, niskie podstawy chmur – zwłaszcza jeśli te zjawiska atmosferyczne pokrywają się z okresami przelotów ptaków.	0 - 4	0 - 2

13	Najczęstszy kierunek wiatru jest prostopadły do przebiegu planowanej linii napowietrznej.	0 - 2	0 - 1
14	Linia rozdziela ekosystemy potencjalnie wykorzystywane od obszarów przemysłowych.	(-2) - 0	(-1) - 0
15	Inwestycja będzie równoległa w bezpośrednim sąsiedztwie liniowego zadrzewienia (alei).	(-2) - 0	(-1) - 0
16	Wzdłuż przebiegu linii ptaki są narażone na częste płoszenie.	0 - 2	0 - 1
17	Linia posiada przewód odgromowy.	wyrażona w metrach różnica wysokości pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi	wyrażona w metrach różnica wysokości pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi
18	Przewody fazowe rozmieszczone są na różnych wysokościach.	wyrażona w metrach różnica wysokości pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi podzielona przez 2	wyrażona w metrach różnica wysokości pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi podzielona przez 2
19	Linia jest oświetlona światłem stałym.	2	2
20	Linia jest oświetlona światłem pulsującym.	1	1

Poniżej rozwinięto aspekty poruszone w powyższej tabeli.

4.1.2. Ocena czynników biologicznych

Czynniki biologiczne w tabeli 1 dotyczą występowania w okolicy inwestycji chronionych gatunków wysoce kolizyjnych. Za gatunki kolizyjne należy uznać grupy systematyczne opisane w rekomendacji Sekretariatu Konwencji Berneńskiej nr 110 (2004). W tej kategorii wyodrębniono 5 czynników, których wystąpienie podnosi kolizyjność linii.

1. Linia przebiega przez obszary chronione, gdzie przedmiotem ochrony są kolizyjne gatunki ptaków (w praktyce OSO Natura 2000, obszary IBA).
2. Linia przebiega w okolicy obszarów objętych ochroną strefową – pozostaje w zasięgu lotów gatunków objętych ochroną strefową.
3. Linia przebiega w okolicy (do 300 m) lub przecina miejsca koncentracji ptaków

migrujących, (dotyczy ptaków wysoce kolizyjnych wg rekomendacji Komisji Berneńskiej – tab. 3 za Haas et al. 2003).

4. Linia przebiega przez obszary wodne i podmokłe będące siedliskiem ptaków wodno – błotnych.
5. Linia przebiega w okolicy (do 300 m) obszarów wodnych i podmokłych będących siedliskiem ptaków wodno – błotnych.

Zdobycie danych źródłowych do oszacowania czynników 1 i 2 jest stosunkowo proste. Informacje dotyczące obszarów chronionych ze względu na ornitofaunę są powszechnie dostępne w SDF obszarów Natura 2000, na stronach GDOŚ i w innych opracowaniach. Informacje dotyczące ochrony strefowej są dostępne w RDOŚ, Komitecie Ochrony Orłów (KOO) i w Nadleśnictwach. Dane dotyczące nie objętych ochroną, a ważnych dla ptaków obszarów wodnych, podmokłych i miejsc koncentracji migrantów są zdecydowanie trudniej dostępne. Dane te mogą pochodzić z arty-

kułów naukowych, innych raportów OOS, z danych własnych (screening lub monitoring) lub danych niepublikowanych. Muszą to być jednak dane wiarygodne i sprawdzone. W ramach czynników biologicznych odnosimy się wyłącznie do obszarów, które były już badane. Potencjalna wartość ekosystemów będzie elementem analiz czynników środowiskowych (które zostały opisane w dalszej części artykułu).

Bazując na wyżej opisanych uwarunkowaniach kolizji każdy z czynników otrzymał wartość indeksu IR, którego wysokość zależy od ryzyka powodowanego przez dany czynnik. Dla każdego czynnika zastosowano zakres wartości od n do $2n$, którego wysokość powinna zależeć od rzadkości gatunku (gatunków) i jego (ich) kolizyjności, których występowanie warunkuje wystąpienie danego czynnika.

Szacując wysokość IR dla linii wysokiego napięcia uznano, że na etapie wstępnej analizy poniższe zdarzenia są w podobnym stopniu szkodliwe dla ornitofauny:

- przecięcie przez linie obszaru, którego przedmiotem ochrony są ptaki wysoce kolizyjne,
- występowanie w promieniu 2 km od linii 4 gniazd ptaków objętych ochroną strefową,
- przebieg 0,5 km linii przez obszar podmokły lub ekosystem wodny będący istotnym miejscem gniazdowania ptaków wodno – błotnych,
- przebieg 1 km linii w odległości poniżej 300 m od obszaru podmokłego lub ekosystemu wodnego będącego istotnym miejscem gniazdowania ptaków wodno – błotnych,
- przebieg linii w odległości poniżej 300 m od miejsca regularnej koncentracji co najmniej 2 tys. ptaków migrujących.

W zaproponowanej punktacji uznano natomiast, że linie średniego i niskiego napięcia ze względu na swoją małą wysokość i małą grubość przewodów są równie kolizyjne dla ptaków wodno – błotnych co linie wysokiego napięcia, ale o 50% mniej ko-

lizyjne dla migrujących ptaków w okolicy koczowisk (ze względu na niewielkie odległości pomiędzy przewodami, co zmniejsza szerokość pułapu kolizji). W odniesieniu do ptaków strefowych i gatunków kolizyjnych będących przedmiotem ochrony obszarów Natura 2000 uznano linie średniego i niskiego napięcia za pięciokrotnie mniej kolizyjne niż linie wysokiego napięcia. Wyjątek stanowią obszary Natura 2000, gdzie przedmiotem ochrony są ptaki wodno – błotne.

4.1.3. Ocena czynników środowiskowych

Ocena czynników środowiskowych w tabeli 1 to próba wyodrębnienia i wartościowania czynników środowiskowych, które mogą wpłynąć w sposób istotny na ilość kolizji. Jest to także w pewnym sensie ocena potencjalnej wartości ekosystemów przecinanych przez linie dla kolizyjnych gatunków ptaków. W tej grupie wyodrębniono 11 czynników, z których 8 odnosi się do charakteru ekosystemów przecinanych przez planowaną linię, a 2 dotyczą warunków atmosferycznych. Jeden czynnik dotyczy aktywności ludzi w okolicy linii.

6. Planowana inwestycja przecina dolinę rzeczną.
7. Planowana inwestycja przecina liczne naturalne elementy liniowe, doliny, szpalery drzew itp.
8. Planowana inwestycja przecina ekosystemy otwarte (wodne i podmokłe) o potencjalnie dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków, tj.: bagna, podmokłe łąki, tereny zalewowe, stawy (w tym stawy hodowlane), jeziora.
9. Planowana inwestycja przebiega w odległości do 300 m od ekosystemów wodnych i /lub podmokłych o potencjalnie dużej wartości przyrodniczej jako siedliska dla ptaków wodno – błotnych.
10. Planowana inwestycja przebiega w odległości od stu do kilkuset metrów od innych napowietrznych linii.

11. W odległości mniejszej niż 300 m od inwestycji znajdują się obszary, które ze względu na charakter zagospodarowania mogą być wykorzystywane przez migrujące i koczujące stada ptaków – takie jak wysypiska śmieci, pola kukurydzy, na których po zbiorach pozostaje znaczna ilość odpadków stanowiących wysokoenerygetyczną karmę.
12. Planowana inwestycja przebiega przez obszary, na których występują częste burze, zamglenia, niskie podstawy chmur – zwłaszcza jeśli te zjawiska atmosferyczne pokrywają się z okresami przelotów ptaków.
13. Najczęstszy kierunek wiatru jest prostopadły do przebiegu planowanej linii nawietrznej.
14. Linia rozdziela ekosystemy potencjalnie wykorzystywane od obszarów przemysłowych.
15. Inwestycja biegnie równolegle w bezpośrednim sąsiedztwie liniowego zadrzewienia (alei).
16. Wzdłuż przebiegu linii ptaki są narażone na częste płoszenie.

Dane pozwalające ocenić występowanie czynników od 6 do 11, 14 i 15 należy pozyskać z map topograficznych i ortofotomap, a następnie dokonać ich weryfikacji podczas wizji terenowej. Na tym etapie ocena jest przeprowadzana przy deficycie informacji i dotyczy obszarów, co do których nie posiadamy danych ornitologicznych. Parametry są więc szacowane na podstawie jakości ekosystemów. W związku z powyższym trafna ocena wszystkich parametrów wymaga niemałego doświadczenia ornitologicznego. Czynniki 12 i 13 mają charakter meteorologiczny, a ich szacowanie powinno być oparte o dane archiwalne z najbliższych stacji meteorologicznych, jak również o podstawową wiedzę z zakresu meteorologii. Szczególną uwagę należy zwrócić na uwarunkowania terenowe wpływające na powstawanie lokalnych mgieł i burz. Czynniki nr 16 jest trudny do oszacowania i wymaga przynajmniej jednej wizji w terenie. Jednak ze względu

na jego wpływ na kolizyjność nie może zostać pominięty (Crowder 2000). Płoszenie w wyniku wystrzałów myśliwskich można oszacować w oparciu o informacje uzyskane w wywiadzie z lokalnymi myśliwymi na temat tego, gdzie w przedmiotowym obszarze polują. Tradycyjnym miejscem polowań na ptaki wodne są śródpolne oczka wodne oraz stawy hodowlane, gdzie oprócz myśliwych broni używają właściciele stawów celem odstraszania czapli i kormoranów.

Wyżej wymienionym czynnikiem należy przypisać wartości liczbowe. Ponieważ w przeciwieństwie do parametrów biologicznych nie opieramy się na twardej danych, a jedynie na ocenie ekosystemów i warunków atmosferycznych, stąd wysokość i maksymalna wartość indeksów ryzyka jest w tym przypadku niższa. Przykładowo czynniki 8 i 9 są o 50% niższe od swoich opartych na badaniach odpowiednikach (4 i 5). Pozostałe czynniki przyjmujące wartości dodatnie odnoszące się do stanu siedlisk przecinanych przez inwestycję przyjmują dla linii wysokiego napięcia wartości od 0 do 4 (od 0 do 2 w przypadku czynników nr 7 i 16 jako mniej istotnych). Czynniki te przyjmują wartości o połowę niższe jeśli przedmiotem analizy są linie średniego lub niskiego napięcia, ze względu na mniejsze ryzyko kolizji migrantów powodowane przez te (zazwyczaj znacznie niższe) typy linii. Ta sama zasada dotyczy czynników, których wartość jest uzależniona od warunków atmosferycznych. Czynniki 14 i 15 przyjmują wartości ujemne, gdyż jak wykazano w literaturze (Barrett 2008, APLIC 2012) mogą one w istotnym stopniu obniżyć ilość kolizji gatunków migrujących i gniazdujących.

Przyjęta punktacja zakłada, że podobne ryzyko kolizji wiąże się z poprowadzeniem linii przez:

- wartościową ornitologicznie dolinę rzeki o szerokości 50 m,
- 200 m odcinek potencjalnie wartościowego siedliska podmokłego,
- 400 m odcinek w pobliżu potencjalnie wartościowego siedliska podmokłego,

- obszar stanowiący potencjalne istotne miejsce koncentracji ptaków migrujących,
- obszar, na którym w okresie migracji często występują niekorzystne warunki atmosferyczne – burze, silne zamglenia,
- obszar, na którym występuje duże oddziaływanie skumulowane z innymi liniami napowietrznymi,
- a w odniesieniu do czynników biologicznych także przez 100 m obszar podmokły o potwierdzonej badaniami wysokiej wartości dla ptaków wodno – błotnych.

Porównywalne są również sytuacje, w których linia przecina obszary, na których:

- ptaki są poddane częstemu płoszeniu (polowania, wybuchy i inne),
- dominuje kierunek wiatru prostopadły do linii napowietrznej,
- występują liczne liniowe elementy krajobrazu prostopadłe do linii.

Przyjęty zakres punktacji daje możliwość ograniczonej modyfikacji wartości indeksu ryzyka w zależności od subiektywnej oceny ornitologa.

4.1.4. Analiza czynników technicznych

Ocenę czynników technicznych na wstępnym etapie prac ograniczono do 4 czynników, które zazwyczaj można ocenić już na wstępnym etapie planowania inwestycji. Dane źródłowe do ich obliczenia zawierają standardowy opis inwestycji elektroenergetycznej. Czynniki techniczne podwyższające kolizyjność linii to:

17. Linia posiada przewód odgromowy.
18. Przewody fazowe rozmieszczone są na różnych wysokościach.
19. Linia jest oświetlona światłem stałym.
20. Linia jest oświetlona światłem pulsującym.

Przyjęto założenie, że każda nowobudowana linia będzie wyposażona we właściwe zabezpieczenia techniczne redukujące znacznie ryzyko porażeń (rozdział 5.3.3).

W przypadku parametrów technicznych zaproponowana skala w odróżnieniu od pa-

rametrów biologicznych i środowiskowych nie pozostawia miejsca na subiektywną ocenę. Nie zaproponowano także rozróżnienia pomiędzy różnymi typami linii. Wskaźniki 17 i 18 zależą bezpośrednio od wymiarów linii (odległości pomiędzy przewodami), która jest kluczowa dla kolizji, w przeciwieństwie do napięcia. Czynniki te dla standardowych linii wysokiego napięcia są znacząco wyższe niż dla linii o niższym napięciu. Odległość pomiędzy przewodami tworzy tzw. obszar kolizyjny. Wraz ze wzrostem jego wysokości wzrasta kolizyjność. Przy czym obszar pomiędzy przewodem odgromowym a przewodami fazowymi jest bardziej kolizyjny niż obszar pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi (Jenkins 2010). Znalazło to swoje odzwierciedlenie w zaproponowanej punktacji. Dwa ostatnie czynniki dotyczą oświetlenia linii i przyjmują wartości stałe (2 lub 2 pkt.) w zależności od typu zastosowanego oświetlenia.

4.1.5. Podsumowanie analiz studyjnych

Efektom końcowym analizy studyjnej jest wskazanie konfliktowych wariantów przebiegu i konfliktowych odcinków. Wynik otrzymuje się poprzez zsumowanie indeksu ryzyka (IR) wszystkich czynników dla danego odcinka lub wariantu. Już na tym etapie można ocenić z dużą dozą pewności, który wariant może być najbardziej kolizyjny i zaproponować inwestorowi pewne zabiegi minimalizujące i modyfikacje, które zminimalizują IR. Obniżenie wartości czynników technicznych uzyskuje się poprzez modyfikację parametrów linii. Natomiast czynniki biologiczne i środowiskowe można zmienić poprzez (czasem niewielką) korektę przebiegu linii.

W przypadku oceny oddziaływania przebudowy istniejącej linii napowietrznej, gdzie dochodzi wyłącznie do zmiany parametrów technicznych nie jest wskazane, aby ograniczać się wyłącznie do wykazania różnic pomiędzy wariantem bezinwestycyjnym

(pozostawienie istniejącej linii bez modyfikacji) a wariantami inwestycyjnymi. Należy bezwzględnie ocenić także kolizyjność wariantu zerowego, gdyż istnieje ryzyko, że wariant bezinwestycyjny również w znaczący sposób oddziałuje na lokalne populacje ptaków chronionych (APLIC 2012).

Opisana powyżej metodyka pozwala skutecznie porównać poszczególne warianty inwestycji, jak również poszczególne odcinki inwestycji pod względem ich potencjalnej kolizyjności. Nie może być natomiast podstawą do szacowania oddziaływania inwestycji na środowisko, gdyż nie jest oparta na inwentaryzacji i w znikomym stopniu uwzględnia ryzyko porażenia i przekształcenie ekosystemów. Podanie wartości indeksu ryzyka, przy której należałoby rozważyć zmianę trasy lub parametrów linii jest również przy obecnym stanie wiedzy niemożliwe, gdyż jest to model autorski, który nie został w wystarczającym stopniu sprawdzony w terenie. Jednakże bazując na własnym doświadczeniu autorzy sugerują, że osiągnięcie wysokiego indeksu (np. IR przekracza 25 pkt. na odcinku krótszym niż 10 km) powinno skłonić inwestora do rozważenia modyfikacji trasy przebiegu inwestycji lub jej parametrów.

4.2. Inwentaryzacja przyrodnicza

Metodyka inwentaryzacji ornitologicznej na potrzeby realizacji inwestycji elektroenergetycznych powinna być nakierowana na właściwą ocenę oddziaływania inwestycji, czyli wykrycia jaka ilość osobników jakich gatunków ucierpi na skutek realizacji inwestycji. Realizacja tego celu może być zrealizowana poprzez przeprowadzenie inwentaryzacji w oparciu o cztery elementy.

1. Analiza siedlisk w promieniu 1 km od wariantu linii pod kątem ich wykorzystania przez ptaki.
2. Inwentaryzacja w liniach rozgraniczających inwestycji.
3. Inwentaryzacja na obszarze bezpośredniego oddziaływania inwestycji.

4. Inwentaryzacja gatunków kluczowych w buforze 1 km.
5. Analiza potencjalnej kolizyjności ptaków z linią.

W przypadku przebudowy istniejącej linii elektroenergetycznej należy (kosztem zmniejszenia intensywności realizacji punktu 5 (czyli potencjalnej kolizyjności) wprowadzić dodatkowo monitoring śmiertelności. Sposób realizacji powyższych elementów inwentaryzacji opisano poniżej.

Analiza siedlisk w promieniu 1 km pod kątem ich wykorzystania przez ptaki migrujące

Celem prac jest stwierdzenie miejsc koncentracji ptaków migrujących i obszarów otwartych wykorzystywanych przez ptaki. Prace należy poprzedzić analizą topograficzną. Zasadne jest przeprowadzenie co najmniej 2 kontroli w optymalnych warunkach podczas jesiennej i wiosennej migracji.

Inwentaryzacja w granicach linii rozgraniczających inwestycji

Celem prac jest stwierdzenie wszystkich gatunków gniazdujących w ramach linii rozgraniczających inwestycji, czyli tych które w wyniku prac stracą siedlisko, lub których siedlisko w wyniku inwestycji ulegnie istotnym przekształceniom. Prace powinny być przeprowadzone w sezonie lęgowym. Ilość wizyt powinna być uzależniona od stopnia złożoności ekosystemów, przez które przebiega planowana inwestycja. Jednakże minimalna ilość kontroli każdego z fragmentów nie powinna być niższa niż 4. Kategorię lęgowości należy określać zgodnie z metodyką stworzoną na potrzeby Wielkopolskiego Atlasu Ornitologicznego (<http://wao.amu.edu.pl/teren.html>) z modyfikacjami w stosunku do niektórych gatunków opisanymi w Monitoringu ptaków lęgowych (Chyłarecki et al. 2009).

Inwentaryzacja na obszarze bezpośredniego oddziaływania inwestycji

Celem prac jest stwierdzenie wszystkich gatunków gniazdujących w ramach ustalonego bufora inwestycji, czyli tych których siedlisko

w wyniku inwestycji ulegnie istotnym przekształceniom. Prace powinny być przeprowadzone w sezonie rozrodczym. Ilość wizyt powinna być uzależniona od stopnia złożoności ekosystemów, przez które przebiega planowana inwestycja. Jednakże minimalna ilość kontroli każdego z fragmentów nie powinna być niższa niż 4. Ustalenie bufora bezpośredniego oddziaływania powinno być powiązane z zasięgiem izolacji oddziaływania akustycznego. Jeśli oddziaływanie akustyczne nie wykracza poza pas technologiczny można zrezygnować z tego elementu. Kategorię lęgowości należy określać zgodnie z metodyką stworzoną na

potrzeby Wielkopolskiego Atlasu Ornitologicznego (tab. 2, <http://wao.amu.edu.pl/teren.html>), z modyfikacjami w stosunku do niektórych gatunków opisanymi w Monitoringu ptaków lęgowych (Chylarecki et al. 2009).

Inwentaryzacja gatunków kluczowych w buforze 1 km

Celem prac jest ocena populacji gatunków kluczowych (wysoce kolizyjnych), których terytoria zostaną przecięte przez planowaną inwestycję. Za gatunki kluczowe proponuje się uznanie gatunków, które w wytycznych Birdlife (Haas et al. 2003) otrzymały status

Tab. 2. Kategorie lęgowości wg WAO (<http://wao.amu.edu.pl/teren.html>).

Tab. 2. Breeding categories acc. to WAO (<http://wao.amu.edu.pl/teren.html>).

Kategoria / Category	Symbol	Opis / Description
A Gniazdowanie możliwe	PO	Pojedyncze ptaki obserwowane w siedlisku lęgowym
	S	Jednorazowa obserwacja śpiewającego lub odbywającego loty godowe samca
	R	Obserwacja rodziny (jeden ptak lub para) z lotnymi młodymi
B Gniazdowanie prawdopodobne	P	Para ptaków obserwowana w siedlisku lęgowym
	TE	Śpiewający lub odbywający loty godowe samiec stwierdzony co najmniej przez dwa dni w tym samym miejscu lub równoczesne stwierdzenie wielu samców w siedlisku lęgowym danego gatunku
	KT	Kopulacja, toki
	OM	Odwiedzanie miejsca nadającego się na gniazdo
	NP	Głosy niepokoju sugerujące bliskość gniazda lub piskląt
	PL	Plama lęgowa (u ptaka trzymanego w ręku)
	BU	Budowa gniazda lub drążenie dziupli
C Gniazdowanie pewne	UDA	Odwodzenie od gniazda lub młodych (udawanie rannego)
	GNS	Gniazdo nowe lub skorupy jaj z danego roku
	WYS	Gniazdo wysiadywane
	POD	Ptaki z pokarmem dla młodych lub z odchodami piskląt
	JAJ	Gniazdo z jajami
	PIS	Gniazdo z pisklętami
	MŁO	Młode zagniazdowniki nietotne lub słabo lotne, lub podloty gniazdowników poza gniazdem
O Gniazdowanie wątpliwe	0	Nie stwierdzono danego gatunku ptaka i z dużym prawdopodobieństwem nie gnieździ się on w kwadracie z powodu nieodpowiedniego środowiska
Brak danych		Nie stwierdzono gatunku i nie wiadomo, czy nie występuje, czy nie został wykryty

II lub III (rekomendacja SKB nr 110 2004) (tab. 3). Pokrywa się ona (z kilkoma zastrzeżeniami) z opisaną w metodyce dla inwentaryzacji ornitologicznych dla farm wiatrowych listą gatunków kluczowych (Chylarecki et al. 2011).

Analiza potencjalnej kolizyjności

Celem tych prac jest określenie sposobu wykorzystania przestrzeni powietrznej w sąsiedztwie planowanej inwestycji. Poniższa metodyka jest oparta w większości na amerykańskich wytycznych dotyczących moni-

toringu przedinwestycyjnego (APLIC 2012). W kwestiach w nich nieuregulowanych odniesiono się do polskich wytycznych dla farm wiatrakowych (Chylarecki et al. 2011). Poszczególne aspekty prowadzenia badań przedstawiono poniżej w formie punktów.

- Sposób prowadzenia obserwacji:
Należy prowadzić obserwacje sposobów wykorzystania przestrzeni powietrznej przez ptaki z punktów. Długość pojedynczej kontroli na każdym z punktów powinna wynosić minimum 1 godzinę.
- Sposób rozmieszczenia punktów obserwacyjnych:

Tab. 3. Kolizyjność ptaków i ich podatność na porażenia (wg Haas et al. 2003).

Tab. 3. Collision-prone factor for birds and their susceptibility to electrocution (acc. to Haas et al. 2003).

Grupa ptaków/Bird group	Zagrożenie przez:/Threatened by:	
	Porażenie Electrocution	Kolizję Collision
Nury (<i>Gaviiformes</i>) i perkozy (<i>Podicipedioformes</i>)	0	II
Kormorany (<i>Phalacrocoracidae</i>)	I	II
Czaple (<i>Ardeidae</i>)	I	II
Bociany (<i>Ciconiidae</i>)	III	III
Błaszczki (<i>Anseriformes</i>): łabędzie, gęsi, kaczki, trzciny	0	II
Szponiaste (<i>Acciptriformes</i>)	II-III	I-II
Sokołowe (<i>Falconiformes</i>)	II-III	I-II
Grzebiące (<i>Galliformes</i>)	0	II-III
Chruściele (<i>Rallidae</i>), żurawie (<i>Gruidae</i>)	0	II-III
Dropie (<i>Otididae</i>)	0	III
Siewczkowate (<i>Charadriidae</i>) bekasowate (<i>Scolopacidae</i>)	I	II-III
Rybitwy (<i>Sternidae</i>)	0-I	II
Gołębiowe (<i>Columbiformes</i>)	II	II
Kukułkowe (<i>Cuculiformes</i>)	0	II
Sowy (<i>Strigiformes</i>)	I-II	II-III
Lełkowate (<i>Caprimulgidae</i>), jerzykowate (<i>Apodidae</i>)	0	II
Dudki (<i>Upupidae</i>), zimorodkowate (<i>Alcedinidae</i>)	I	II
Żołny (<i>Meropidae</i>)	0-I	II
Kraski (<i>Coraciidae</i>)	I	II
Dzięciolowe (<i>Piciformes</i>)	I	II
Krukowate (<i>Corvidae</i>)	II-III	I-II
Ptaki śpiewające średniej i małej wielkości (<i>Passeriformes</i>)	I	II

Tab. 4. Harmonogram i zakres badań gatunków kluczowych (za Chylarecki et al. 2011).

Tab. 4. The schedule and range for research on key species (after Chylarecki et al. 2011).

Miesiąc/Month	Specyfikacja/Specification
Luty	Wyszukiwanie gniazd ptaków drapieżnych i bociana czarnego w zadrzewieniach i lasach
Marzec	Kontrola nocna (sowy)
	Cenzus żurawia
	Cenzus bielika i kruka
	Kolonie lęgowe gawrona
Kwiecień	Kontrola nocna (sowy)
	Cenzus żurawia
	Cenzus gatunków szponiastych
	Cenzus kolonii lęgowych gawrona
	Cenzus innych gatunków kluczowych
Maj	Kontrola nocna (chruściele)
	Cenzus innych gatunków kluczowych
Czerwiec	Cenzus gatunków szponiastych
	Kontrola nocna (chruściele + lelek)
	Cenzus innych gatunków kluczowych
Lipiec	Liczenie zasiedlonych gniazd bociana białego

Punkty należy rozmieścić na trasie przebiegu planowanej linii na terenach otwartych, w odległościach umożliwiających objęcie obserwacją całego przebiegu linii. W przypadku modyfikacji istniejącej linii punkty należy rozmieścić także w przecince pod istniejącą linię na terenach leśnych.

• Terminy i częstotliwość kontroli:

Wytyczne amerykańskie nie dają jednoznacznej odpowiedzi ile kontroli należy przeprowadzić. Przez analogię do metodyki OOS dla farm wiatrowych (PSEW 2008, Chylarecki et al. 2011) za optymalne należy uznać przeprowadzenie 20-40 kontroli w ciągu roku, w zależności od wartości negatywnego oddziaływania wywołanego budową i eksploatacją linii. Rozkład kontroli powinien być analogiczny jak w przypadku OOS dla farm wiatrowych. W celu uzyskania reprezentatywności próbek należy prowadzić obserwacje w różnych porach doby i w różnych warunkach atmosferycznych.

• Sposób prowadzenia obserwacji:

Obserwator powinien notować wszystkie ptaki, których trasa przelotu przecina przebieg planowanej inwestycji podając w przypadku każdej z obserwacji: gatunek (jeśli to możliwe także płeć i wiek), odległość i stronę świata względem obserwatora oraz wysokość lotu i kierunek, w którym ptak leciał. Przeloty należy (podczas prac terenowych lub na etapie prac studyjnych) podzielić ze względu na wysokość lotu na następujące grupy:

- Poniżej wysokości kolizyjnej (wys. kolizyjna, tj. od najniższego przewodu fazowego do najwyższego przewodu fazowego lub przewodu odgromowego);
- Na wysokości kolizyjnej;
- Mniej niż 10 m powyżej wysokości kolizyjnej;
- Pomiędzy 10 – 50 m powyżej wysokości kolizyjnej;
- Powyżej 50 m powyżej wysokości kolizyjnej.

W opracowaniach (APLIC 2012) pojawia się sugestia, aby pkt. „b” dzielić na dwa podpunkty, tj.: pomiędzy przewodami fazowymi oraz pomiędzy przewodami fazowymi a przewodem odgromowym. Jednakże w praktyce terenowej rozróżnienie tych wysokości jest trudne lub wręcz niemożliwe. Nawet jeśli ptak przecina obszar planowanej inwestycji w nieznacznej odległości od obserwatora. Dlatego w tym artykule postanowiono zrezygnować z tego zalecenia.

W przypadku analiz dla inwestycji polegającej na przebudowie istniejącej linii i w przypadku analizy porealizacyjnej należy uwzględnić także sposób reakcji obserwowanych ptaków na istniejącą linię przyporządkowując ją do jednej z poniższych kategorii. Ze względów praktycznych reakcję ptaków na linię można opisywać kodami (podane w nawiasie).

- o Kolizja i upadek ptaka (podać z którym przewodem zderzył się ptak) (xa).
- o Kolizja i kontynuowanie lotu (podać z którym przewodem zderzył się ptak) (xb).
- o Reakcja tuż przed linią i przelot nad linią (podać odległość) (xc).
- o Reakcja tuż przed linią i przelot pod linią (podać odległość) (xd).
- o Reakcja w znacznej odległości przed linią i przelot nad linią (podać odległość) (xe).
- o Reakcja w znacznej odległości przed linią i przelot pod linią (podać odległość) (xf).
- o Reakcja przed linią i rezygnacja z przekroczenia linii (podać odległość) (xg).
- o Bezkolizyjny przelot pomiędzy przewodami (xh).
- o Przelot pod linią bez zmiany wysokości lotu (podać wysokość) (xi).
- o Przelot nad linią bez zmiany wysokości lotu (podać wysokość) (xk).

Podczas wszystkich obserwacji należy notować warunki atmosferyczne.

- Sposób przygotowania obserwacji:

Przed rozpoczęciem właściwych obserwacji należy znaleźć w terenie punkty

odniesienia pozwalające właściwie ocenić wysokość i odległość w jakiej znajduje się obserwowany ptak. Jest to łatwiejsze jeśli przedmiotem analiz jest istniejąca linia, w przypadku której wysokość słupów i odległość pomiędzy nimi jest znana. Sytuacja jest trudniejsza jeśli przedmiotem badań jest nowo planowana inwestycja. W tym przypadku wytyczne APLIC (2012) zalecają określenie za pomocą GPS odległości od elementów krajobrazu i obliczenie ich wysokości za pomocą funkcji trygonometrycznych. W niektórych przypadkach konieczne może się okazać umieszczenie w terenie w określonych odległościach chorągiewek lub tyczek, które ułatwią oszacowanie dystansu i wysokości.

Analiza śmiertelności

W przypadku analiz dla inwestycji polegającej na przebudowie istniejącej linii i w przypadku analizy porealizacyjnej należy przeprowadzić analizę śmiertelności ptaków. Pojedyncza kontrola powinna trwać 2 dni. W zależności na szerokość obszaru, na którym mogą znajdować się martwe ptaki pojedyncza kontrola powinna polegać na 3-4 krotnym przejściu pod linią analizowanego odcinka, lub pojedynczym przejściu pod linią idących tyralierą 3-4 obserwatorów. Czynność musi być powtórzona o tej samej porze kolejnego dnia (APLIC 2012).

Określenie ilości kontroli jest trudne. Podczas badań nad śmiertelnością, które analizowano na potrzeby niniejszego artykułu, sesje kontrolne były prowadzone bardzo często. Np. 6 dni w tygodniu od kwietnia do października (Barrientos 2011). Prowadzenie tak szczegółowych badań na potrzeby realizacji inwestycji lub monitoringu może być w wielu przypadkach nieuzasadnione i niezwykle kosztowne. Amerykańskie wytyczne zalecają dostosowanie ilości kontroli do możliwości ekonomicznych (APLIC 2012). Minimalna ilość sesji przy zastosowaniu innych równoległe z powyższymi metodami badawczymi to (zdaniem autorów) 9 dwu-

dniowych sesji (po 3 w okresie wiosennym, letnim i jesiennym).

4.3. Ocena oddziaływania

Ocena oddziaływania inwestycji na ornitofaunę powinna zawierać wszystkie wymagane prawem elementy (ustawa OOS) i analizować wszystkie aspekty oddziaływania linii na ptaki, tj. ryzyko kolizji, ryzyko porażenia i zmiany w siedliskach. W przypadku analizy ryzyka kolizji zasadne jest zastosowanie analiz statystycznych podobnych jak w przypadku analizy kolizyjności farm wiatrowych (Chylarecki et al. 2011). Konieczne jest określenie jakie gatunki są zagrożone, w jakich porach roku zagrożenie występuje, co może być jego źródłem, jaka jest jego skala i czy będzie ono znaczące dla lokalnej populacji. Jest to konieczne dla właściwego zaplanowania działań minimalizujących.

5. Minimalizacja negatywnych oddziaływań

5.1. Ocena możliwości minimalizacji negatywnych oddziaływań i wybór działań minimalizujących

Działania minimalizujące muszą być oparte na wynikach inwentaryzacji i analiz i dostosowane do gatunków ptaków, których ochrona na danym obszarze stanowi priorytet. W tej części chcielibyśmy przedstawić paletę działań minimalizujących i opisać w formie skróconej w jakich sytuacjach należy je stosować.

Działania minimalizujące zalecane na etapie procedury OOS można podzielić na dwie grupy:

- minimalizujące oddziaływanie inwestycji na etapie realizacji,
- minimalizujące oddziaływanie inwestycji na etapie eksploatacji.

Paleta stosowanych rozwiązań w obu przypadkach różni się znacząco.

5.2. Minimalizacja na etapie realizacji

Realizacja inwestycji polegających na budowie nowej linii pod względem technicznym nie różni się znacząco od inwestycji polegającej na przebudowie istniejącej linii. Przebudowa linii to w praktyce budowa nowej linii obok istniejącej, a następnie (po uruchomieniu nowej linii) rozbiórka konstrukcji linii istniejącej. W związku z tym w okresie realizacji inwestycji mamy do czynienia z występowaniem bardzo blisko siebie dwóch barier antropogenicznych, co w warunkach pogorszonej widoczności ze względów atmosferycznych może znacząco zwiększać liczbę kolizji (APLIC 2012). Z kolei przy dobrych warunkach świetlnych dwie linie bezpośrednio obok siebie są znacznie lepiej widoczne niż tylko jedna. Należy uznać, że poza jednostkowymi sytuacjami, koncentracja linii jest zjawiskiem korzystnym.

Minimalizację na etapie realizacji można realizować za pomocą:

- Modyfikacji terminu rozpoczęcia inwestycji i czasu jej realizacji;
- Modyfikacji technologii realizacji inwestycji.

5.2.1. Modyfikacje terminu rozpoczęcia inwestycji i czasu jej realizacji

Zasadne jest więc dążenie do rozpoczęcia inwestycji (w tym przeprowadzenia wycinki) przed rozpoczęciem okresu lęgowego ptaków. Może to zmniejszyć ilość ptaków, które w danym sezonie przystąpią do lęgów w okolicy inwestycji, minimalizując jednocześnie ryzyko porzucenia lub utraty lęgu. Należy zwrócić uwagę na fakt, że obszar pasa technologicznego często jest miejscem gniazdowania ptaków wymienionych w I załączniku dyrektywy ptasiej (np. lerka, lelek).

Wskazane jest także skracanie okresu pomiędzy wybudowaniem nowej linii a rozbiórką starej w celu ograniczenia okresu

potencjalnego negatywnego oddziaływania skumulowanego.

5.2.2. Modyfikacje technologii realizacji inwestycji

Modyfikacja technologii realizacji inwestycji mająca za cel ograniczenie negatywnych oddziaływań może polegać na:

- Zmianie lokalizacji zaplecza budowy i baz sprzętowych i przesunięcia ich na obszary o małej wartości przyrodniczej;
- Zmianie urządzeń i sprzętu na generujące mniejsze oddziaływanie akustyczne;
- Edukacji ekologicznej pracowników (podkreślenie wartości ekosystemu, w którym pracują i pouczenie o wymaganiach prawa ochrony przyrody);
- Zastosowaniu technologii palowej zamiast kratownicowej (zmniejszenie zajętości terenu i czasu realizacji inwestycji, zasadne na cennych obszarach);
- Modyfikacji tras dojazdu dłużyc, w celu uniknięcia częstego przejazdu przez cenne dla ptaków ekosystemy.

Właściwą realizację zaleceń dotyczących minimalizacji może zapewnić właściwie sprawowany nadzór przyrodniczy.

5.3. Minimalizacja na etapie eksploatacji

Planując minimalizację należy odpowiedzieć sobie na następujące pytania:

- Jakie gatunki są przedmiotem oddziaływania i jakie działania skutecznie minimalizują ryzyko kolizji dla tych gatunków?
- Czy źródłem negatywnego oddziaływania są kolizje, porażenia, czy zmiany w siedliskach?
- Jaka jest wielkość skala i zagrożenia?
- Czy oddziaływanie jest znaczące na poziomie lokalnej lub krajowej populacji?
- Jakie występujące w przypadku inwestycji czynniki podwyższają ryzyko i czy można je usunąć?

- Czy powyższe analizy są oparte o przesłanki naukowe? (APLIC 2012)

Zazwyczaj najskuteczniejszym sposobem minimalizacji jest zmiana przebiegu inwestycji. Jest zazwyczaj to możliwe tylko w przypadku budowy nowych linii. Niestety na etapie składania wniosku o decyzję środowiskową inwestorzy zazwyczaj ograniczają się do wariantowania technologicznego. W momencie, gdy trasa przebiegu inwestycji została już ustalona i nie ma możliwości jej modyfikacji, minimalizacja może polegać na modyfikacji konstrukcji linii, dodawania do projektu urządzeń minimalizujących i zmian w środowisku, przez które przebiega linia.

5.3.1. Zestawienie działań minimalizujących

Minimalizacja może dotyczyć ograniczenia ilości kolizji, porażen lub niekorzystnych zmian w ekosystemach. Poniżej przedstawiono w formie tabelarycznej dostępne metody minimalizacji, których skuteczność została potwierdzona badaniami (patrz poprzednie rozdziały). Bazując na opisie skuteczności poszczególnych rozwiązań zawartych w amerykańskich wytycznych (APLIC 2012) poszczególnym rozwiązaniom przyporządkowano rangę w skali od „+” (nieznaczna wartość pozytywna mająca na celu ograniczenie negatywnego oddziaływania) do „+++” (duża wartość pozytywna /znacząca eliminacja oddziaływania). Istnieją sytuacje, w których minimalizując zajętość terenu zwiększamy kolizyjność linii, lub zmniejszając atrakcyjność okolicznych ekosystemów zmniejszamy ryzyko kolizji. W takich sytuacjach wzrost negatywnego oddziaływania oznaczono symbolem „+/-”.

Tab. 5. Zestawienie działań minimalizujących negatywne oddziaływanie linii napowietrznych na ornitofaunę.

Tab. 5. The list of activities minimizing negative impact of overhead power lines on avifauna.

Rodzaj modyfikacji Type of modification	Działanie Activity	Minimalizowane oddziaływanie Minimized impact			Uwagi Notes
		Porażenie Electrocution	Modyfikacja siedlisk Habitat modification	Kolizje Collisions	
Modyfikacja trasy przebiegu	Oddalenie linii od zbiorników wodnych	+	0	++	
	Oddalenie linii od siedlisk podmokłych	+	0	++	
	Oddalenie linii od obszarów gdzie przedmiotem ochrony są ptaki wysoce kolizyjne	+	0	+++	
	Oddalenie linii od stref ochrony ptaków	+	0	++	
	Oddalenie linii od miejsc koncentracji ptaków migrujących	+	0	++	
	Rezygnacja z przecięcia dolin rzecznych	+	0	+++	
	Poprowadzenie linii równoległe do elementów liniowych krajobrazu	0	0	+	
	Oddalenie linii od miejsc niepokojenia ptaków	0	0	+	
	Oddalenie linii od miejsc gdzie powstają lokalne zamglenia i inne ograniczenia widoczności	0	0	+++	
	Zbliżenie projektowanej /przebudowywanej linii do innych linii napowietrznych	0	0	++	Rozwiązania tego nie można stosować w dolinach rzecznych, w okolicy stawów i w innych miejscach, gdzie występują częste zamglenia
	Rezygnacja z przecięcia szlaków migracji ptaków	0	0	+++	
	Rezygnacja z przecięcia tras dółotów na żerowiska	0	0	++	
	Rezygnacja z fragmentacji rewirów rzadkich kolizyjnych gatunków - głównie szponiastych	+	0	+++	

Modyfikacja otoczenia linii	Nie pozostawianie odpadów po żniwach (np. części kukurydzy w sąsiedztwie linii napowietrznej)	+	-	+	
	Posadzenie szybko rosnących rodzimych gatunków drzew wzdłuż linii napowietrznej	++	0	+	
	Zakaz prowadzenia polowań na ptaki w bezpośrednim sąsiedztwie linii /zakaz prowadzenia polowań w ogóle w przypadku obecności dużych stad ptaków w bezpośrednim sąsiedztwie linii	0	0	+ / ++	
Modyfikacja linii	Zastosowanie słupów o konstrukcji palowej	0	+	0	Stosować na obszarach, gdzie zwiększenie zajętości terenu jest źródłem znaczącego negatywnego oddziaływania (dotyczy głównie zbiorowisk roślinnych i cennych siedlisk zwierząt)
	Rezygnacja z oświetlenia linii	0	0	++	
	Rezygnacja z przewodu odgromowego/ lub zwiększenie jego średnicy/ umieszczenie przewodu odgromowego na jednym poziomie z przewodami fazowymi	0	0	+++ / ++ / +++	
	Umieszczenie przewodów fazowych na jednym poziomie	0	0	++	
	Umieszczenie przewodów poniżej linii drzew	0	0	+	

Modyfikacja linii	Podwyższenie wysokości przewodów i zastosowanie słupów o konstrukcji palowej	0	+++	--	Stosować w sytuacjach, gdy linia przecina bardzo cenne (priorytetowe) ekosystemy leśne, których fragmentacja znacząco wpłynęłaby na ich stan. Rozwiązanie to podwyższa ryzyko kolizji, dlatego tego typu linie obligatoryjnie muszą być oznakowane.
	Zmniejszenie wysokości strefy kolizji	0	0	+	
	Zwiększenie średnicy przewodów fazowych	0	0	+	
	Oznakowanie linii za pomocą elementów widocznych dla ptaków	0	0	+++	Stosować zawsze, gdy istnieje uzasadnione ryzyko kolizji. Typ oznakowania musi być dostosowany do składu gatunkowego ornitofauny w pobliżu analizowanego odcinka.
	Poprowadzenie linii pod ziemią	+++	+/-	+++	Ze względu na duże koszty stosować w przypadku znaczącego negatywnego oddziaływania na gatunki kolizyjne (tab. 3), oraz jeśli inne formy minimalizacji nie umożliwiają zapewnienia odpowiedniego poziomu ochrony. <u>Należy zawsze stosować w przypadku nowobudowanych linii średniego napięcia</u>

Modyfikacja linii	Zwiększenie odległości pomiędzy elementami o różnych potencjałach/napięciach (zgodnie z rozdziałem 5.3.3)	+++	0	0	Stosować na modernizowanych liniach oraz w przypadku nowobudowanych linii.
	Zmiana typu i wydłużenie izolatorów (zgodnie z rozdziałem 5.3.3)	+++	0	0	Stosować na modernizowanych liniach oraz w przypadku nowobudowanych linii.
	Zastosowanie urządzeń minimalizujących ryzyko porażenia prądem (zgodnie z rozdziałem 5.3.3)	+++	0	0	Stosować na modernizowanych liniach oraz w przypadku nowobudowanych linii.

Skuteczność poszczególnych rozwiązań minimalizujących oddziaływanie linii nie jest równie skuteczne w stosunku do wszystkich grup ptaków. Większość z wyżej opisanych działań minimalizuje ryzyko kolizji lub porażenia w stosunku do całości ornitofauny. Jednak niektóre (jak np. obniżenie wysokości linii poniżej koron drzew) minimalizując oddziaływanie na migrantów zwiększają ryzyko kolizji dla ptaków gniazdujących w przecinanych przez inwestycję ekosystemach leśnych. W danym przypadku trzeba poznać awifaunę lęgową i przelotną i poddać analizie skalę oddziaływania na każdą z nich.

5.3.2. Szczegóły minimalizacji kolizji za pomocą elementów widocznych dla ptaków

Skuteczną metodą minimalizacji jest umieszczenie na linii elementów widocznych dla ptaków (zawieszek). Na rynku znajduje się wiele typów takich urządzeń. Niektóre z nich łączą funkcję minimalizacji kolizji ptaków z funkcją zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi powietrznej.

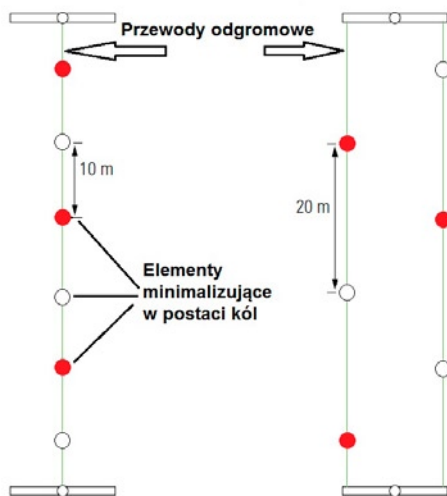
Elementy minimalizujące można podzielić na dwa typy: kule i zawieszki. Kule to duże elementy wieszane głównie w celu uczynienia linii widoczną dla samolotów. Spełniają one jednak także rolę minimalizującą ryzyko kolizji. Drugim typem są znacznie mniejsze zawieszki. Na rynku dostępne są różne typy zawieszek różniące się głównie kolorem i kształtem. Modyfikacją zawieszek są pełniące analogiczną rolę spirale. Niektóre z nich posiadają elementy obrotowe. W dalszej części omówiono kilka wybranych typów zawieszek, których skuteczność udowodniono naukowo. Należy jednak przypuszczać, że wszystkie typy zawieszek w mniejszym, lub większym stopniu zmniejszają ryzyko kolizji.

Aby zabiegi minimalizujące były skuteczne należy przy ich planowaniu zachować kilka parametrów technicznych takich jak odległość pomiędzy zawieszkami, ilość przewodów, na których umieszczono elementy minimalizujące itp. Poniżej w formie tabelarycznej przedstawiono najistotniejsze parametry, które należy uwzględnić przy planowaniu minimalizacji. Prawidłowy sposób umieszczania zawieszek i kul przedstawiono dodatkowo na rycinach.

Tab. 6. Sposoby umieszczenia zawieszek na linii energetycznej.

Tab. 6. Placement of sign elements on power lines.

Typ zabezpieczenia Type of protection	Kula Ball	Spirale Spiral	Zawieszka Sign element
Odległość między elementami na jednym przewodzie w przypadku występowania po jednym przewodzie na jednym poziomie	10 m	5 – 10 m (w zależności od długości spirali)	5 m
Odległość między elementami na jednym przewodzie w przypadku poprowadzenia dwóch lub więcej przewodów na jednym poziomie	20 m	10 – 20 m (w zależności od długości spirali)	10 m
Procent długości przęsła, na którym należy rozwiesić elementy minimalizujące	minimum 60%	minimum 80%	minimum 80%
Przewody, na których należy rozwiesić elementy minimalizujące	Najwyższe przewody – zazwyczaj odgromowe	Najwyższe przewody – zazwyczaj odgromowe – zawsze. Optymalnie wszystkie przewody	Najwyższe przewody – zazwyczaj odgromowe – zawsze. Optymalnie wszystkie przewody
Inne uwarunkowania	Elementy o różnych kolorach należy umieszczać naprzemiennie	Długość spirali powinna wynosić 0,3-1 m	–

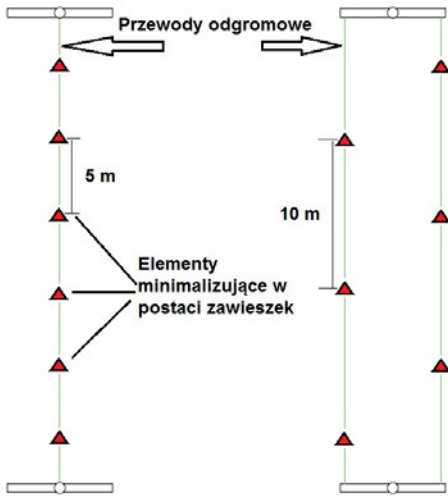


Ryc. 6. Sposób rozmieszczenia kul – widok z góry (na podstawie APLIC 2012).

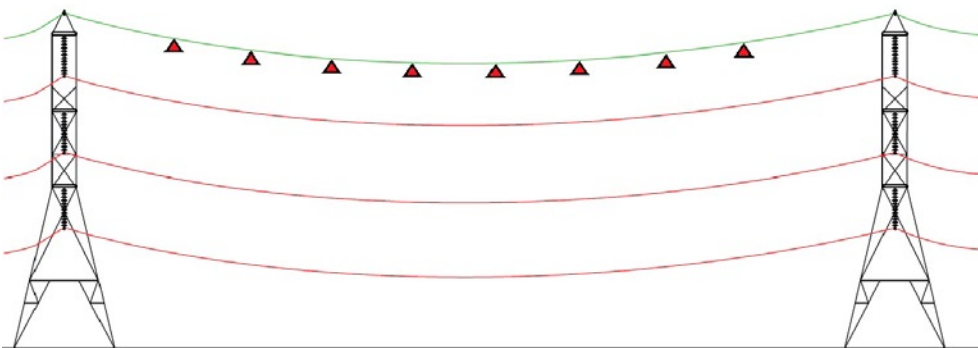
Fig. 6. Placement of sign spheres – top view (after APLIC 2012).



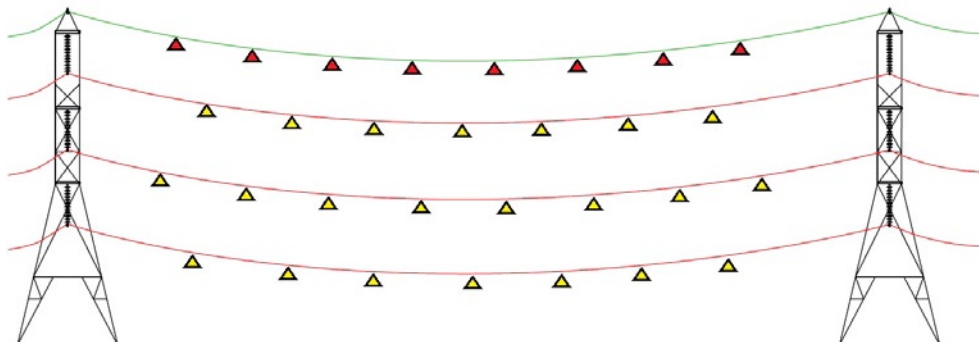
Ryc. 7. Sposób rozmieszczenia kul – widok z boku (na podstawie APLIC 2012).
Fig. 7. Placement of sign spheres – side view (after APLIC 2012).



Ryc. 8. Sposób rozmieszczenia zawieszek widok z góry (wariant minimum) (na podstawie APLIC 2012).
Fig. 8. Placement of sign elements – top view (minimum variant) (after APLIC 2012).



Ryc. 9. Sposób rozmieszczenia zawieszek widok z boku (wariant minimum) (na podstawie APLIC 2012).
Fig. 9. Placement of sign elements – side view (minimum variant) (after APLIC 2012).



Ryc. 10. Sposób rozmieszczenia zawieszek widok z boku (wariant optimum) (na podstawie APLIC 2012).

Fig. 10. Placement of sign elements – side view (optimum variant) (after APLIC 2012).

Poniżej przedstawiono wybrane przykłady zawieszek, których skuteczność zo-

stała potwierdzona naukowo wraz z opisem sposobu ich montowania.

Tab. 7. Przykłady skutecznej minimalizacji.

Tab. 7. Examples of effective minimization.

Rodzaj minimalizacji Type of minimisation	Miejsce minimalizacji Place of minimisation	Typ linii Line type	Efekt ekologiczny Ecological effect	Źródło Source
Białe spirale długości 30 cm co 10 m	Hiszpania	Różne typy linii	Redukcja kolizji zwłaszcza w odniesieniu do bocianów i dropi	Roig-Soles 1997
Żółte spirale długości 30 cm co 15 m na każdym z 2 przewodów w jednym poziomie (w efekcie element widoczny znajdował się co 7,5 m)	USA Wisconsin – miejsce licznych kolizji łabędzi	Linia 23,9 kV	Eliminacja kolizji łabędzi	Rasmussen 2001
Obrotowe płytki 9 cm na 15 cm typu FireFly o kontrastowych barwach po obu stronach. Odległość pomiędzy elementami 5 m	USA California	Linia 12 kV	Redukcja kolizji o 60%	Yee 2008
Nieobrotowe płytki 9 x 15 cm typu FireFly o kontrastowych fluorescencyjnych barwach po obu stronach. Odległość pomiędzy elementami 12 m	USA Nebraska	Linia 69 kV	Redukcja kolizji o 50%	Murphy 2009



Fot. 1. Kula minimalizująca ryzyko kolizji zapewniająca bezpieczeństwo żeglugi powietrznej (APLIC 2012).
Photo 1. Collision-minimizing ball ensuring flight safety (APLIC 2012).



Fot. 3. Zawieszka obrotowa z elementem odblaskowym typu FireFly (APLIC 2012).
Photo 3. Rotating sign element with reflexion plate model FireFly (APLIC 2012).



Fot. 2. Spirala minimalizująca (APLIC 2012).
Photo 2. Risk-minimizing spiral (APLIC 2012).



Fot. 4. Zawieszka nieobrotowa (Fot. M. Pakuła).
Photo 4. Non-rotating sign element (Photo by: M. Pakuła).

5.3.3. Szczegóły minimalizacji ryzyka porażień

Najlepszym rozwiązaniem jest umieszczenie linii SN pod powierzchnią terenu, co ma coraz częściej miejsce. W wielu przypadkach używa się też dobrze izolowanych kabli, co eliminuje ryzyko porażenia, a kable dzięki swej grubości są dobrze widoczne, co redukuje zarazem ryzyko kolizji. Ponadto ze względu na niskie napięcie, oraz fakt, że ciała ptaków mają wysoką oporność elektryczną, zagrożenie porażeniem jest niewielkie (Haas et al. 2003).

Napięcie w liniach średniego napięcia wynosi od od 1 do 59 kV. W znacznej mierze linie te przebiegają w przestrzeni powietrznej, jedynie w niewielu krajach (np. w Holandii, w landzie Schleswig-Holstein w Niemczech) przebudowano je i obecnie są już pod ziemią. Jest to zalecany i najlepszy sposób minimalizacji szkodliwego wpływu linii SN na awifaunę. Zalecamy by w Polsce nowobudowane linie średniego napięcia umieszczać w całości pod powierzchnią terenu.

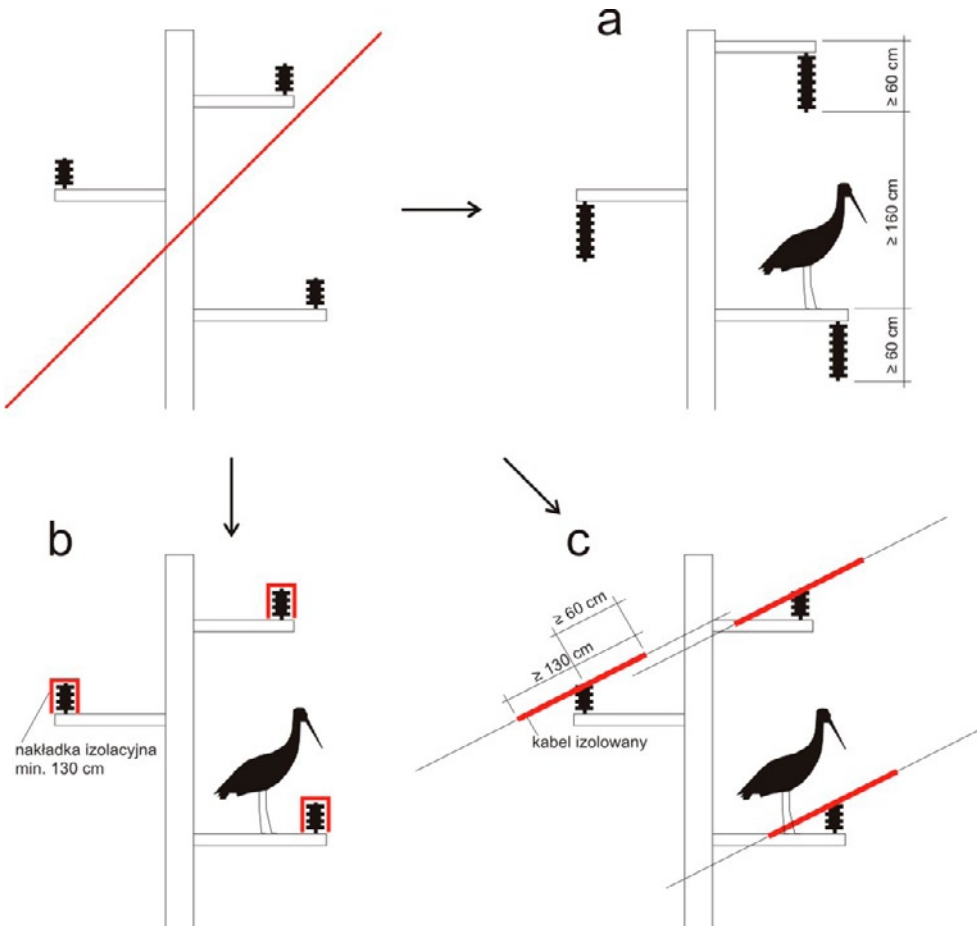
Środki techniczne zapobiegające porażeniom ptaków przy nowobudowanych liniach SN zostały omówione i zobrazowane poniżej. Opracowano je na podstawie kilku wytycznych – Haas et al. 2003, APLIC 2006, VSE 2009, VDE 2011 na podstawie Richarz 2011 oraz Böhmer 2011, Kaługa i Tryjanowski 2012.

Słupy przelotowe z izolatorami stojącymi

Dla uniknięcia porażień na słupach przelotowych z izolatorami stojącymi należy w pierwszej kolejności zastąpić je izolatorami podwieszonymi (ryc. 11 a, ryc. 12 a). Długość każdego izolatora podwieszonego powinna wynosić co najmniej 60 cm. Odległość każdego uziemionego miejsca, na którym ptak może potencjalnie usiąść do poniżej położonego przewodu pod napięciem musi wynosić min. 60 cm. Odległość między miejscem spoczynku ptaka a położonym nad nim kablem musi wynosić min. 160 cm, lub też należy ten kabel dodatkowo zaizolować na takiej długości, że odstęp między miejscem spoczynku a niezaizolowaną częścią kabla wynosi min. 160 cm. Rozwiązanie „a” jest lepsze niż rozwiązanie „b” oraz „c”, ze względu na to, że jest rozwiązaniem o najdłuższym okresie trwania (w przypadku „b” lub „c” osłony izolujące mogą się rozpaść po okresie krótszym niż planowany okres użytkowania linii energetycznej).

Jeśli nie można zastąpić izolatorów stojących izolatorami podwieszonymi, należy przykryć izolator i przewód izolowaną U-kształtną osłoną na łącznej długości min. 130 cm, min. po 60 cm z każdej strony izolatora (ryc. 11 b, ryc. 12 b).

Można też umieścić przewód w izolowanej rurze na łącznej długości min. 130 cm, min. po 60 cm z każdej strony izolatora (ryc. 11 c, ryc. 12 c).



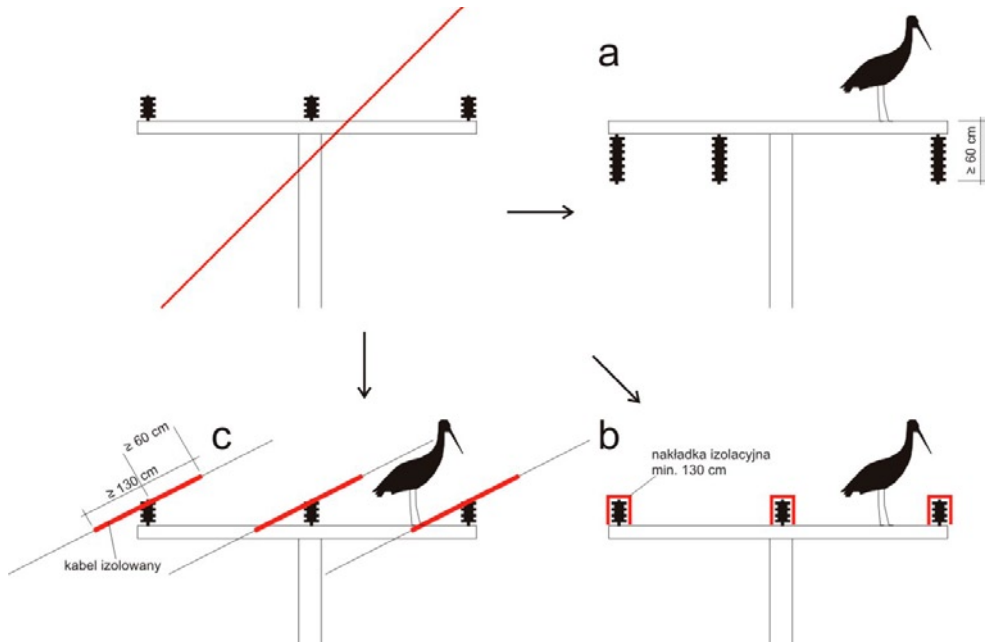
Ryc. 11. Zabezpieczenie słupów przelotowych z przewodami na kilku poziomach i izolatorami stojącymi. Rozwiązanie „a” jest lepsze niż rozwiązania „b” lub „c” (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Fig. 11. Protection of straight-line support poles with wires on several levels and vertical insulators. Solution “a” is better than solutions “b” or “c”. (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Jak wynika z cytowanych przez APLIC 2006 badań Nelsona (1979, 1980) suche pióra nie przewodzą prądu do ok. 70 kV, natomiast mokre pióra przewodzą prąd już od 5 kV. Uwzględniając rozpiętości skrzydeł dużych ptaków ginących wskutek porażień (bocian biały 180-218 cm, bielik 190-240 cm, rybolów 152-167 cm, myszołów 110-130 cm, za Svensson 2012) należy dotychczas zalecane odległości pomiędzy przewodami (140 cm za Haas et al. 2003, 150 cm

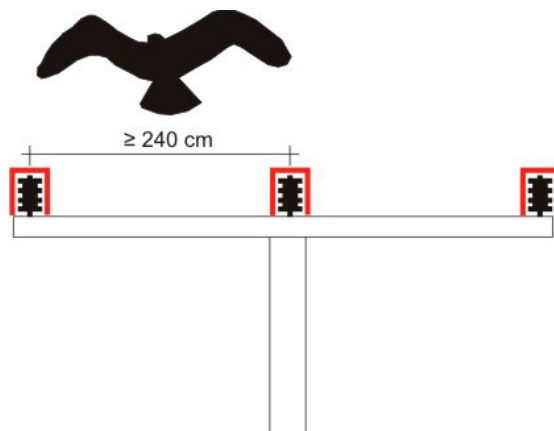
za APLIC 2006) zwiększyć do minimum 240 cm, jeśli pomiędzy kablami jest miejsce, na którym ptak może potencjalnie usiąść. Taką odległość proponują niemieckie wytyczne z 2011 r. właśnie żeby uwzględnić mokre ptaki dużych rozmiarów (VDE-Anwendungsregel 2011 za Böhmer 2011, Richarz 2011) (ryc. 13).

Dodatkowo, jak wspomniano wyżej, efektywne wymiary ptaka może zwiększyć szcypienie ptaków w locie godowym lub



Ryc. 12. Zabezpieczenie słupów przelotowych z przewodami w jednym poziomie i izolatorami stojącymi. Rozwiązanie „a” jest lepsze niż rozwiązania „b” lub „c” (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Fig. 12. Protection of straight-line support poles with wires on one level and vertical insulators. Solution “a” is better than solutions “b” or “c”. (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).



Ryc. 13. Zalecane odległości między przewodami w płaszczyźnie poziomej (na podstawie VDE 2011 za Böhmer 2011).

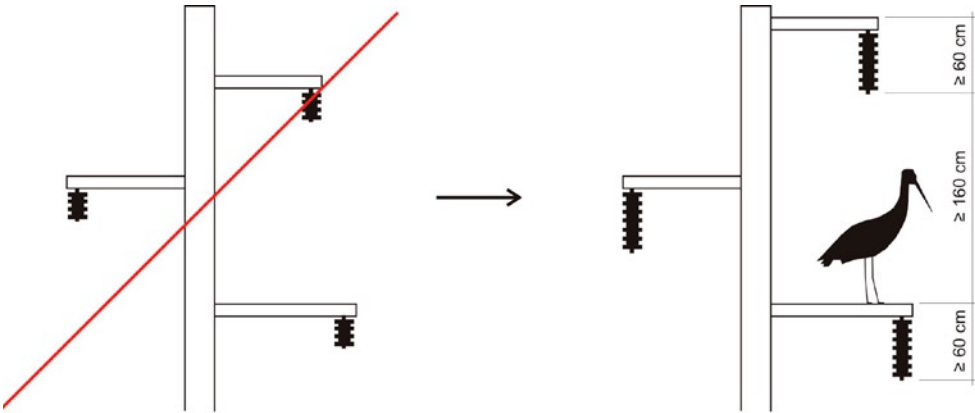
Fig. 13. Recommended distances between wires in horizontal projection (based on VDE 2011 after Böhmer 2011).

walczących, lub ptak z materiałem gniazdowym lub z ofiarą.

Słupy nośne z izolatorami podwieszonymi

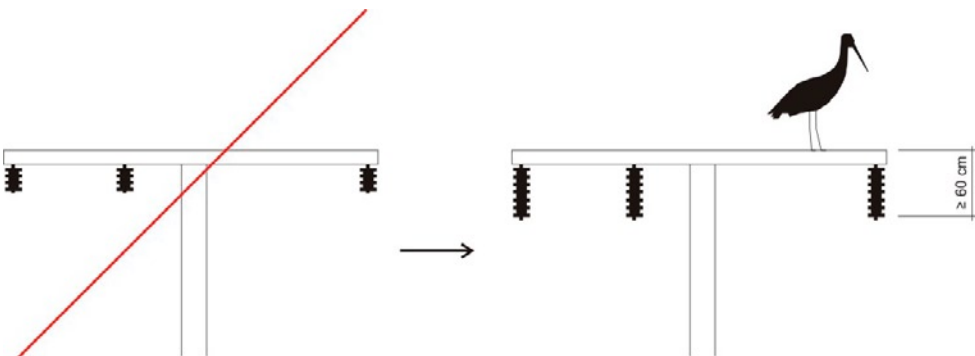
Dla uniknięcia porażenia na słupach z izolatorami podwieszonymi (ryc. 14, ryc. 15) długość każdego izolatora podwieszono powinna wynosić co najmniej 60 cm. Odległość każdego uziemionego miejsca, na

którym ptak może potencjalnie usiąść do poniżej położonego przewodu pod napięciem musi wynosić min. 60 cm. Odległość między miejscem spoczynku ptaka a położonym nad nim kablem musi wynosić min. 160 cm, lub też należy ten kabel dodatkowo zaizolować na takiej długości, że odstęp między miejscem spoczynku a niezaizolowaną częścią kabla wynosi min. 160 cm.



Ryc. 14. Zabezpieczenie słupów z przewodami na kilku poziomach i izolatorami podwieszonymi (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Fig. 14. Protection of poles with wires on several levels and suspension insulators (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).



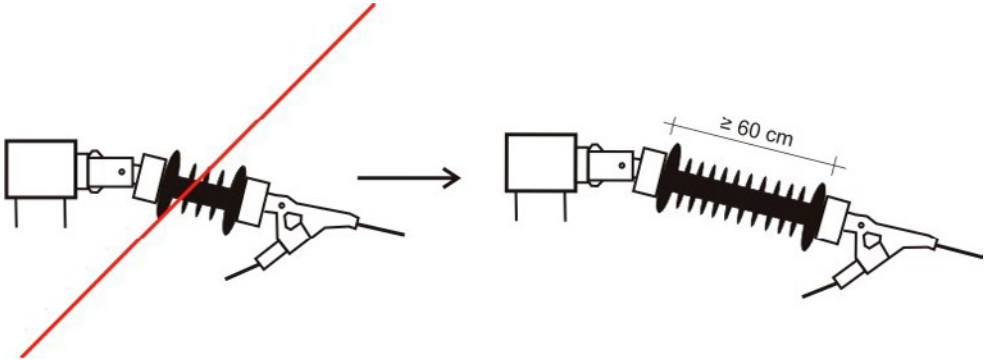
Ryc. 15. Zabezpieczenie słupów z przewodami w jednym poziomie i izolatorami podwieszonymi (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Fig. 15. Protection of poles with wires on one level and suspension insulators (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Słupy odporowe

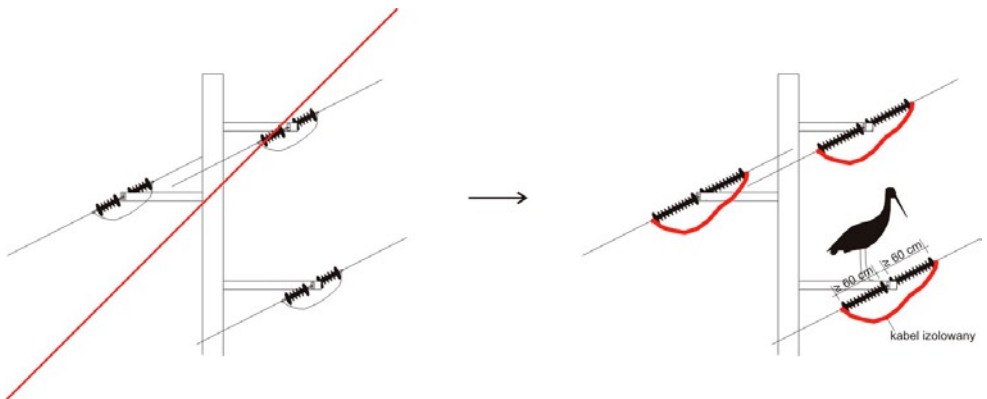
W przypadku, gdy przewody przechodzą pod poprzecznikiem (poziomą belką słupa energetycznego) (ryc. 16) długość izolatora lub łańcucha izolatorowego musi wynosić min. 60 cm. Odległość każdego uzemnionego miejsca, na którym ptak może potencjalnie usiąść do poniżej położonego przewodu pod napięciem musi wynosić min. 60 cm, lub też

należy ten element umieścić w rurze izolatorowej (ryc. 17). Odległość między miejscem spoczynku ptaka a położonym nad nim kablem musi wynosić min. 160 cm, lub też należy ten kabel dodatkowo zaizolować na takiej długości, że odstęp między miejscem spoczynku a niezaisolowaną częścią kabla wynosi min. 160 cm.



Ryc. 16. Wydłużenie łańcucha izolatorowego do min. 60 cm (na podstawie VSE 2009).

Fig. 16. Expansion of insulator chain to min. 60 cm (after VSE 2009).



Ryc. 17. Słupy odporowe i możliwości ich zabezpieczenia (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

Fig. 17. Anchor support poles and possibilities of their protection (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003).

W przypadku rozwiązania słupa, w którym środkowy przewód jest poprowadzony nad poprzecznikiem (ryc. 18) należy przewód ten przełożyć pod słup (ryc. 18 a), minimalna długość izolatora lub łańcucha izolatorowego wynosi 60 cm. Odległość każdego uziemionego miejsca, na którym ptak może potencjalnie usiąść do poniżej położonego przewodu pod napięciem musi wynosić min. 60 cm, lub też należy ten element umieścić w rurze izolatorowej.

Gorszym rozwiązaniem ze względu na krótszą trwałość osłon niż całości konstrukcji jest rozwiązanie, w którym izolator pozostaje na górze poprzecznika, a kable są zaizolowane (ryc. 18 b).

Słupy końcowe, odłącznikowe i stacje transformatorowe słupowe

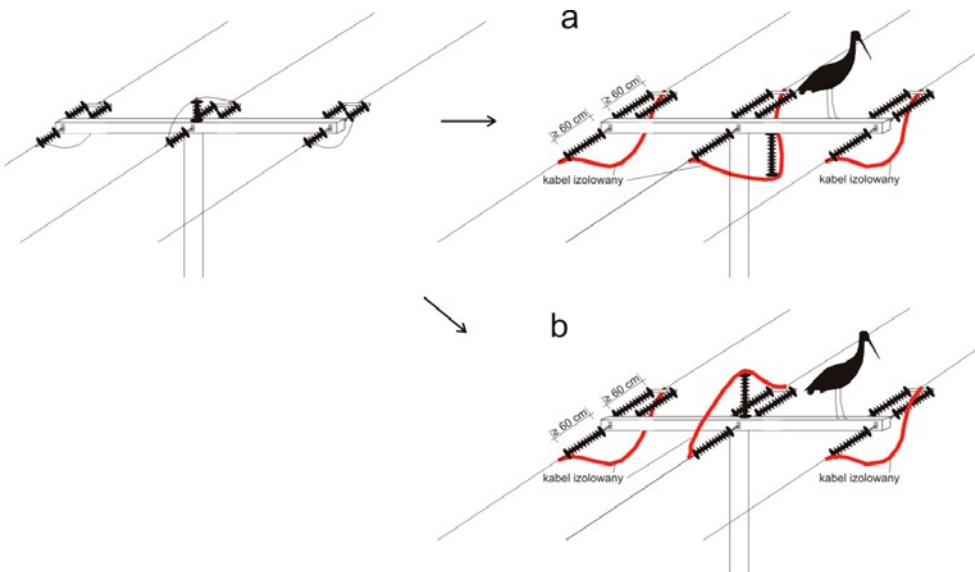
W przypadku słupów końcowych, stacji transformatorowych słupowych, słupów odłącznikowych należy wystające ponad górny poprzecznik elementy przewodzące lub mogące przewodzić prąd (na przykład

pionowe ograniczniki przepięć, odłączniki, tzw. mostki) zamontować poniżej górnego poprzecznika (ryc. 19 a). Odległość każdego uziemionego miejsca, na którym ptak może potencjalnie usiąść do poniżej położonego przewodu pod napięciem musi wynosić min. 60 cm, lub też należy ten element umieścić w rurze izolatorowej. Gorszym rozwiązaniem ze względu na krótszą trwałość jest jedynie izolowanie kabli (ryc. 19 b).

Nie zaleca się stosowania odstraszczy (w postaci np. plastikowych kolców) ze względu na ich stosunkowo krótką trwałość, oraz częste siadanie ptaków na konstrukcjach w miejscach niebezpiecznych mimo obecności odstraszczy.

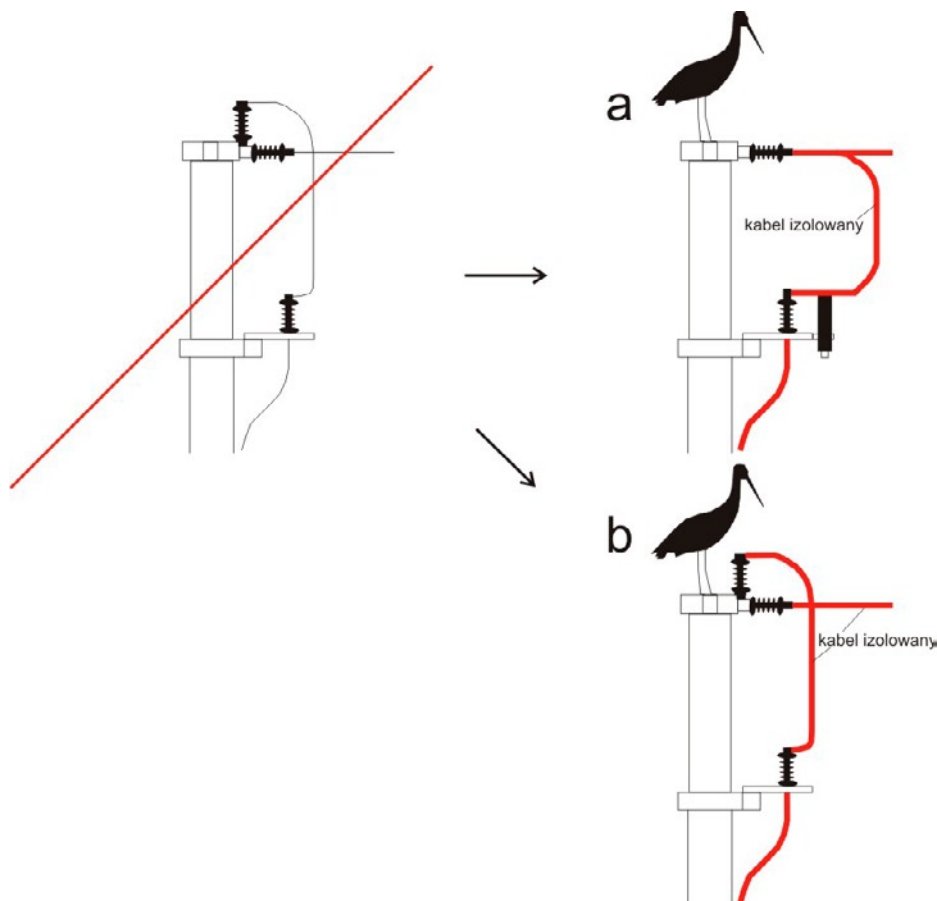
5.4. Analiza porealizacyjna i ocena skuteczności zastosowanych rozwiązań.

Analiza porealizacyjna zwana również monitoringiem jest nieodłącznym elemen-



Ryc. 18 Słupy odporowe i możliwości ich zabezpieczenia (na podstawie VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003). Rozwiązanie „a” jest lepsze niż rozwiązanie „b”.

Fig. 18. Anchor support poles and possibilities of their protection (after VSE 2009, Böhmer 2011, Haas et al. 2003). Solution „a” is better than solution „b”.



Ryc. 19 Słup końcowy lub szczegół stacji transformatorowej (na podstawie VSE 2009, Haas et al. 2003, Kaługa i Tryjanowski 2012). Rozwiązanie „a” jest lepsze niż rozwiązanie „b”.

Fig. 19. Terminal pole or detail of transformer station (after VSE 2009, Haas et al. 2003, Kaługa and Tryjanowski 2012). Solution „a” is better than solution „b”.

tem procedury OOŚ mającym umocowanie w prawie unijnym (Dyrektywa Rady 85/337/EWG z dnia 27 czerwca. 1985 r., Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 12 grudnia 2011). W Polsce ten element bywa często pomijany w decyzjach środowiskowych. Nawet w przypadku sformułowania w decyzji środowiskowej zaleceń dotyczących monitoringu, opis zakresu i sposobu realizacji prac jest na tyle lakoniczny i nieprecyzyjny, że w świetle ograniczania kosztów przez inwestorów, uzyskanie wiary-

godnych wyników jest praktycznie niemożliwe. Dyskusyjną pozostaje także kwestia konsekwencji jakie mogą spotkać inwestora w niewłaściwy sposób przeprowadzającego monitoring i procedury wdrażania zaleceń monitoringu.

Niezależnie od powyższego, monitoring porealizacyjny powinien być prowadzony metodami tożsamymi do metod prowadzenia badań na etapie uzyskiwania decyzji środowiskowej, uzupełnionymi o monitoring śmiertelności.

6. Podsumowanie

Należy dążyć do tego, żeby wszystkie modernizowane i nowobudowane linie elektroenergetyczne oraz sieci trakcyjne były projektowane w obszarach, jak i technicznie konstruowane w sposób uwzględniający najnowszą wiedzę w ochronie ptaków. Ponadto należy pilnie zabezpieczyć linie energetyczne i słupy znane obecnie z wysokiej kolizyjności lub wysokiej śmiertelności w wyniku porażenia. Niniejszy artykuł ma przyczynić się do wzrostu świadomości oraz wiedzy i ma na celu zaproponować sposoby rozwiązywania problemów związanych z właściwym projektowaniem linii energetycznych, jak i minimalizowania kolizji i porażenia ptaków.

Należy dążyć do wprowadzenia w Polsce zapisów w aktach prawnych (ustawa lub rozporządzenie) i w szczegółowej normie technicznej lub przynajmniej do opracowania obligatoryjnych wytycznych oraz katalogu rozwiązań technicznych nakazujących uwzględnienie ochrony ptaków przy planowaniu przebiegu linii energetycznych oraz wykonaniu konstrukcji słupów i innych elementów infrastruktury elektroenergetycznej. Należy przy tym korzystać z wyników badań oraz ze sprawdzonych rozwiązań z innych krajów, celem osiągnięcia jak najlepszych rezultatów w najszybszym możliwym czasie. Obecnie takie wytyczne są przygotowywane (Maniakowski et al. 2013 za Kustusch 2013).

LITERATURA

- ANDERSON W.L. 1978. Waterfowl collisions with power lines at a coal-fired power plant. *Wildlife Soc. B.* 6: 77-83.
- Avian Power Line Interaction Committee (APLIC) 2006. Suggested Practices for Avian Protection on Power Lines: The state of the Art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washington, D.C and Sacramento, C.A
- Avian Power Line Interaction Committee (APLIC) 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The state of the Art in 2006. Edison Electric Institute and APLIC. Washington, D.C
- BAI M., SCHMIDT D., GOTTSCHALK E., MÜHLENBERG M. 2009. Distribution pattern of an expanding Osprey (*Pandion haliaetus*) population in a changing environment. *J. Orn.* 150: 255-263.
- BARRETT G.C., WESELOH D.V. 2008. Bird mortality near high voltage transmission lines in Burlington and Hamilton, Ontario, Canada. In: Proc. of the Eighth International Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. Saratoga Springs, NY. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- BEDNORZ J. 2000. Ravens *Corvus corax* LINNAEUS, 1758, nesting on electricity pylons in the Wielkopolska region. *Acta zool. cracov.* 43: 177-184.
- BEVANGER K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* 136: 412-425.
- BEVANGER K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biol. Conserv.* 86: 67-76.
- BÖHMER W. 2011. Vogelschutz an Mittelspannungsfreileitungen. NABU. Prezentacja.
- BROWN W.M., Drawien R.C., Walker D.L., Bizeau E.G. 1987. Mortality of cranes and waterfowl from power line collisions in the San Luis Valley, Colorado. In: LEWIS J.C. (Ed.). Proc. 1985 Crane Workshop. Platte River Whooping Crane Maintenance Trust, Grand Island, NE.
- BROWN W.M. 1993. Avian collisions with utility structures: biological perspectives. In: Proc. of the Intl. Workshop on Avian Interactions with Utility Structures, 13-16 September 1992, Miami, Florida. Electric Power Research Institute and Avian Power Line Interaction Committee, Palo Alto, CA.
- BROWN W., DREWIEN R.C. 1995. Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Soc B.* 23: 217-227.

- CHYLARECKI P., SIKORA A., CENIAN Z. (red.) 2009. Monitoring ptaków lęgowych. Poradnik metodyczny dotyczący gatunków chronionych Dyrektywą Ptasią. GIOŚ, Warszawa.
- CHYLARECKI P., KAJZER K., WYSOCKI D., TRYJANOWSKI P., WUCZYŃSKI A. 2011. Wytyczne dotyczące oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki. GDOŚ, Warszawa.”
- COOPER B. 2004. Radar studies of nocturnal migration at wind sites in the eastern U.S. In: Proc. of the Wind Energy and Birds/ Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird And Bat Impacts. RESOLVE, Inc. Washington, D.C.: 66-71.
- CROWDER M.R. 2000. Assessment of devices designed to lower the incidence of avian power line strikes. Master's Thesis, Purdue University.
- CROWDER M.R., RHODES O.E. Jr. 2002. Relationships between wing morphology and behavioral responses to unmarked power transmission lines. In: GOODRICH-MAHONEY J.W., MUTRIE D., GUILD C. (Eds.). Proc. of the Seventh International Symposium Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. 9-13 September 2000, Calgary, Alberta, Canada. Elsevier, Oxford, UK.
- DREWITT A.L., LANGSTON R.H.W. 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals NY Acad. Sci.* 1134: 233-266.
- GDOŚ 2011. Informacja na temat wdrażania rekomendacji 110 (2004) dotyczącej minimalizacji negatywnego oddziaływania linii energetycznych na ptaki. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- GDOŚ 2013. Usługa polegająca na przygotowaniu opracowania pod tytułem – Wpływ napowietrznych sieci elektroenergetycznych średniego i wysokiego napięcia, w tym również kolejowych sieci trakcyjnych, na ptaki. Numer ogłoszenia: 128109 - 2013; data zamieszczenia: 28.06.2013 http://bip.gdos.gov.pl/doc/2013/zampub/24_GDOS_2013_ogloszenie.html.
- HAAS D., NIPKOV M., FIEDLER G., SCHNEIDER R., HAAS W., SCHÜRENBERG B. 2003. 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. Konwencja o ochronie gatunków dzikiej flory i fauny europejskiej oraz ich siedlisk. Stały Komitet XXIII posiedzenie Strasburg, 1-4 grudnia 2003 r. (tłumaczenie na zlecenie GDOŚ).
- HARMATA A.R., PODROZY K.M., ZELENAK J.R., GABLER H. 1997. Temporal and spatial profile of avian movement and mortality before and after installation of a 100 kV transmission line over the Missouri River. Montana Fish and Wildlife Program, Montana State University, Bozeman, MT.
- JANSS G.F.E. 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biol. Conserv.* 95: 353-359.
- 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. *Bird Conserv. Int.* 20: 263-278.
- JONES M.P., Pierce K.E. Jr., WARD D. 2007. Avian vision: a review of form and function with special consideration to birds of prey. *J. Exot. Pet Med.* 2: 69-87.
- KAŁUGA I., SPARKS T.H., TRYJANOWSKI P. 2011. Reducing death by electrocution of the white stork *Ciconia ciconia*. *Conservation Letters* 4, 6: 483-487.
- KAŁUGA I., TRYJANOWSKI P. 2012. Ochrona bocianów na urządzeniach energetycznych. *Energia elektryczna* 6: 22-24.
- KUSTUSCH K., WUCZYŃSKI A., GORCZEWSKI A. 2013. Ptaki i napowietrzne linie elektroenergetyczne. Rodzaje oddziaływań, ich przyczyny i znaczenie dla populacji ptasich. *Ornis Polonica* 54: 257-278.
- LEHMAN R.N., KENNEDY P.L., SAVIDGE J.A. 2006. The state of the art in raptor electrocution research: a global review. *Biol. Conserv.* 136, 2: 159-174.
- MABEE T.J., COOPER B.A., PLISSNER J.H. 2004. Radar study of nocturnal bird migration at the proposed Mount Storm Wind-Power Development, West Virginia, fall 2003. Final Report. Prepared for Western EcoSystems Technology (WEST), Inc., Cheyenne, WY, and NedPower US LLC, Chantilly, VA, by ABR, Inc., Forest Grove, OR.

- MARTIN G.R. 2010. Bird collisions: a visual or a perceptual problem? In: Proc. of the British Ornithologists' Union 2010 Conference: Climate Change and Birds. 6–8 April 2010. University of Leicester, Leicester, UK.
- MATHIASSEN S. 1999. Swans and electrical wires, mainly in Sweden. In: FERRER M., JANSS G.F.E. (Eds.). Birds and power lines; collision, electrocution and breeding. Servicios Informativos Ambientales/Quercus, Madrid, Spain.
- MEYBURG B.U., MANOWSKY O., MEYBURG C. 1996. The Osprey in Germany: its adaptation to environments altered by man. In: MIRD D.M., VARLAND D.E., NEGRO J. (Eds.). Raptors in human landscapes. Academic Press, London, UK: 125-135.
- MIZERA T. 2009. Rybołów *Pandion haliaetus*. In: CHYLARECKI P., SIKORA A., CENIAN Z. (Eds.). Monitoring ptaków legowych. Poradnik metodyczny dotyczący gatunków chronionych Dyrektywą Ptasią. Biblioteka Monitoringu Środowiska: 269-278.
- MOJICA E.K., WATTS B.D., PAUL J.T., VOSS S.T., POTTIE J. 2009. Factors contributing to bald eagle electrocutions and line collisions on Aberdeen Proving Ground, Maryland. J. Raptor Res. 43: 57-61.
- MORKILL A.E., ANDERSON S.H. 1991. Effectiveness of marking power lines to reduce sandhill crane collisions. Wildlife Soc. B. 19: 442-449.
- MURPHY R.K., McPHERRON S.M., WRIGHT G.D., SERBOUSEK K.L. 2009. Effectiveness of avian collision averters in preventing migratory bird mortality from power line strikes in the Central Platte River, Nebraska. 2008–2009 Final Report. 30 September 2009, Dept. of Biology, University of Nebraska- Kearney, Kearney, NE.
- NEWTON I. 2008. The migration ecology of birds. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- OGILVIE M.A. 1966. Population changes and mortality of the mute swan in Britain. Wildfowl Trust Ann. Rep. 18: 64-73.
- PANDEY A.K., HARNESS R.E., SCHRINER M.K. 2008. Bird strike indicator field deployment at the Audubon National Wildlife Refuge in North Dakota: phase two. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research Program. CEC-500-2008-020.
- PSEW 2008. Wytyczne w zakresie oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki. Szczecin.
- 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.
- RICHARZ K. 2011. Vogelschutz an Freileitungen. Der Falke 58, 2011. (<http://www.falke-journal.de/cms/red/download/2011-08-Freileitungen.pdf>)
- ROIG-SOLES J., NAVAZO-LOPEZ V. 1997. A five-year Spanish research project on bird electrocution and collision with electric lines. In: WILLIAMS J.R., GOODRICH-MAHONEY J.W., WISNIEWSKI J.R., WISNIEWSKI J. (Eds.). Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. 22-26, February. New Orleans, LA. Elsevier Science Ltd., Amsterdam, The Netherlands.
- RUBOLINI D., GUSTIN M., BOGLIANI G., GARAVAGLIA R. 2005. Birds and power lines in Italy: an assessment. Bird Conserv. Int. 15: 131-145.
- SAUROLA P. 1990. Sääksi-suojelun ja seurannan symboli (Summary: The Osprey - symbol of bird protection and monitoring). Lintumies 25: 80-86.
- SCOTT R.E., ROBERTS L.J., CADBURY C.J. 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. Brit. Birds 65: 273-286
- SVENSSON L., MULLARNEY K., ZETTERSTRÖM D., GRANT P.J. 2012. Ptaki Europy i obszaru śródziemnomorskiego. Przewodnik Collinsa. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- SHAMOUN-BARANES J., van LOON E., 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. B. Am. Meteorol. Soc.
- TACHA T.C., MARTIN D.C., ENDICOTT C.G. 1979. Mortality of sandhill cranes associated with utility highlines in Texas. In: LEWIS J.C. (Ed.). Proc. 1978 Crane Workshop. National Audubon Society, NY.

- TRYJANOWSKI P. 2001. Proximity of raven (*Corvus corax*) nest modifies breeding bird community in an intensively used farmland. *Ann. Zool. Fenn.* 38: 131-138.
- 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. *Conserv. Lett.* doi: 10.1111/conl.12022.
- VIVERATTE C.B., STRUVE S., GOODRICH L.J., BILDSTEIN K.L. 1996. Decreases in migrating sharp-shinned hawks (*Accipiter striatus*) at traditional raptor-migration watch sites in eastern North America. *Auk* 113: 32-40.
- VSE 2009. Vogelschutz an Starkstromleitungen mit Nennspannungen über 1 kV. Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, Bern. (<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01024/index.html?lang=de&downloadshop=NHZLpZig7t,lnp6I0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDdIN6gGym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCVZ,s-.pdf>).
- WILLARD D.E., HARRIS J.T., JAEGER M.J. 1977. The impact of a proposed 500-kV transmission route on waterfowl and other birds. A Report for the Public Utility Commissioner of the State of Oregon. Salem, OR.
- YEE M.L. 2008. Testing the effectiveness of an avian flight diverter for reducing avian collisions with distribution power lines in the Sacramento Valley, CA. California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research Program. CEC-500-2007-122.
- ZAWADZKA D., ZAWADZKI J. 2003. Monografie przyrodnicze. Głuszec. Klub Przyrodników. <http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/forschung/stromtod/14585.html> z dnia 2014.02.07
- <http://www.gdos.gov.pl/Articles/view/3941/> z dnia 2014.02.07

Summary

The impact of power lines on birds is one of the most important anthropogenic sources of mortality for this group of animals, causing the death of about one billion birds a year (Hunting 2002). The article discusses the basic types of impacts of power lines on birds, including collisions, electrocutions, changes in habitats and the causes of these accidents - biological, environmental and technical. Recommendations of existing guidelines from other countries have been summarized (Haas et al. 2003, Aplic 2006, VSE 2009, VDE 2011, Aplic 2012). Key findings on how to minimize and even eliminate the negative impacts of existing and newly designed power lines are presented in the form of plates proposing implementing of similar rules in our country. A methodology is introduced for evaluating the variants of the newly designed power line routes basing on the known methodology for wind farms (Chylarecki et al. 2011) and authors' own experience from environment impact assessments of linear projects.

Autorzy:

Marcin Pakuła
Klub Przyrodników, Koło Poznańskie
Os. S. Batorego 20/62
60-687 Poznań
e-mail: pakula.martin@gmail.com

Tomasz Kniola
Klub Przyrodników, Koło Poznańskie
Os. S. Batorego 20/62
60-687 Poznań
e-mail: tkniola@gmail.com