The background of the cover is a photograph of a clear blue sky with several birds in flight. At the bottom of the image, the tops of several white wind turbines are visible. The text is centered and reads:

OCHRONA PTAKÓW PRZED KOLIZJAMI Z TURBINAMI WIATROWYMI

WYZWANIA, POTRZEBY, MOŻLIWOŚCI

Dariusz Górecki
Aleksandra Szurlej-Kiełańska
Lucyna Pilacka

Dariusz Górecki, Aleksandra Szurlej-Kiełańska, Lucyna Pilacka

OCHRONA PTAKÓW PRZED KOLIZJAMI Z TURBINAMI WIATROWYMI

WYZWANIA, POTRZEBY, MOŻLIWOŚCI



Listopad, 2022

**Ochrona ptaków przed kolizjami z turbinami wiatrowymi.
Wyzwania, potrzeby, możliwości.**

Autorzy:

dr inż. Dariusz Górecki, mgr Aleksandra Szurlej-Kiełańska, dr Lucyna Pilacka

Opracowanie graficzne i skład:

drukujz **sensem**.pl

ISBN 978-83-960727-3-3

© Stowarzyszenie Wspierania Inwestycji Przyjaznych PTA.com

 PTA.com

SPIS TREŚCI



Wstęp	5
Energetyka wiatrowa i ptaki	9
Kolizje ptaków na farmach wiatrowych w pigułce	13
Przyczyny kolizji	13
Skala śmiertelności	14
Gatunki szczególnie podatne na kolizje	16
Konkluzje – problemy, wyzwania i potrzeby	19
Dotychczasowe praktyki w ochronie ptaków na farmach wiatrowych w Polsce	23
Screening	24
Monitoring przedinwestycyjny	25
Monitoring poinwestycyjny	26
Monitoring śmiertelności	27
Konkluzje	31
Raport z monitoringu poinwestycyjnego – i co dalej?	31
Szereg niewiadomych.	
Czego nie wiemy, z czym mamy problemy?	32
Gatunek gatunkowi nierówny	32
Dlaczego potrzebujemy danych o śmiertelności ptaków	34
Ochrona ptaków przed kolizjami na istniejących i planowanych farmach wiatrowych	35
Długotrwałe i krótkotrwałe wyłączenia turbin	35
Systemy detekcyjno-reakcyjne	36
Przegląd wybranych systemów detekcyjno-reakcyjnych	38
Systemy wizyjne	40
Systemy radarowe, wizyjno-radarowe	48
Literatura	53
O autorach	57

WSTĘP



Rozwój sektora wiatrowego wydaje się konieczny nie tylko z uwagi na wzrastające potrzeby przemysłu i bezpośrednie zapotrzebowanie konsumpcyjne społeczeństwa, lecz także w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Obecna sytuacja geopolityczna oraz narastające problemy na rynkach energii są dużym wyzwaniem dla branży energetyki odnawialnej. Nie chodzi już tylko o zapewnienie ekologicznego źródła energii i realizację zobowiązań dotyczących dekarbonizacji europejskich gospodarek, lecz o dostęp do energii elektrycznej w ogóle.

Rozwój energetyki odnawialnej stał się priorytetem dla większości państw, również tych, które pozostawały do tej pory liderami europejskiego rynku, takich jak: Hiszpania, Niemcy czy Francja. Rozwój sektora wiatrowego w tych krajach oznacza nie tylko realizację nowych projektów wiatrowych i modernizację już istniejących, lecz także wdrażanie rozwiązań mających na celu ochronę ptaków przed kolizjami. Jak wiadomo bowiem niemal od początku funkcjonowania farm wiatrowych, jednym z głównych problemów generowanych przez te inwestycje jest śmiertelność ptaków wskutek kolizji z łopatom pracujących turbin. To właśnie to zjawisko wydaje się nadal jednym z najpoważniejszych zagrożeń dla ptaków ze strony funkcjonujących farm wiatrowych, zarówno w okresie lęgowym, jak i w czasie migracji.

Niniejsza publikacja jest próbą podsumowania dotychczas dostępnych danych, opinii i wniosków na temat śmiertelności ptaków na lądowych farmach wiatrowych. Stanowi przyczynę do dalszych prac mających na celu usystematyzowanie wiedzy na ten temat.

To równocześnie próba dotarcia do środowisk decyzyjnych, urzędniczych i inwestorskich z informacjami, które mogą być pomocne w planowaniu przyjaznej ptakom energetyki wiatrowej.

Głównym celem niniejszej publikacji jest przedstawienie aktualnie dostępnych danych o śmiertelności ptaków na farmach wiatrowych, informacji i danych dostępnych w dokumentacji będącej składową procedury OOS, czynności podejmowanych w celu minimalizowania ryzyka kolizji oraz upowszechnienie wiedzy na temat dostępnych na światowym rynku systemów detekcyjno-reakcyjnych wykorzystywanych jako narzędzia do zapobiegania temu zagrożeniu.

Szybko postępujący rozwój technologiczny sprawia, że z roku na rok przybywa systemów, a te istniejące są ciągle doskonalone. W niniejszej publikacji zaprezentowane jest zestawienie funkcjonalności oraz skuteczności poszczególnych, aktualnie dostępnych systemów z jednoczesnym wskazaniem ich ograniczeń oraz możliwych, dodatkowych zastosowań. Przedstawiony w poradniku przegląd systemów detekcyjno-reakcyjnych powstał na podstawie dostępnych publikacji naukowych, materiałów konferencyjnych, trwających oraz zakończonych testów skuteczności, a także danych charakteryzujących poszczególne systemy uzyskanych od ich producentów.

**MARCIN POPKIEWICZ (ekspert ds. transformacji energetycznej,
autor Ziemia na rozdrożu, Zrozumieć transformację energetyczną)**

Każda tona spalanych paliw kopalnych mniej to mniej emisji CO₂, mniej smogu, lepszy bilans handlowy Polski i bezpieczeństwo energetyczne. W Polskich warunkach klimatycznych najtańszym źródłem energii są turbiny wiatrowe – bez nich skuteczna transformacja energetyczna jest w zasadzie niemożliwa. Jednocześnie żyjemy w czasach kryzysu wielkiego wymierania gatunków, powodowanego przez nasze działania. Potrzebujemy zarówno wiatraków, jak i ochrony mieszkańców przestworzy i musimy to pogodzić najlepiej, jak się da. Potrzebujemy konkretów – i temu właśnie służy ten poradnik.

**Prof. dr hab. PIOTR TRYJANOWSKI (profesor nauk biologicznych,
kierownik Katedry Zoologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu)**

Życie pokazuje, że energia jest kluczowym zasobem wszystkich społeczeństw. Od wieków zastanawiano się jak skutecznie i tanio ją pozyskiwać. Dzisiaj wiemy jak ważnym aspektem są związane z tym koszty środowiskowe. Od kilku dekad dyskutuje się problem wpływu energetyki wiatrowej na populacje ptaków. Obserwując wysiłki i starania jakie podejmują miłośnicy przyrody, badacze i inżynierowie, powinniśmy skupić się na zaimplementowaniu powstałych tam dobrych praktyk i rozwiązań. Poradnik... przedstawia wiele pomysłów, warto się im przyglądać i wcielać w życie. Pozwoli to na efektywniejszą ochronę bioróżnorodności.



ENERGETYKA WIATROWA I PTAKI



Punktem wyjścia do zrozumienia problemu kolizji ptaków z turbinami wiatrowymi i zdefiniowania potrzeby ich ochrony jest uświadomienie sobie obecnej sytuacji branży wiatrowej i perspektyw jej rozwoju. Liderzy rynku europejskiego: Hiszpania, Niemcy i Francja stawiają obecnie na intensywny rozwój sektora wiatrowego w postaci budowy nowych farm oraz gruntownej modernizacji już istniejących.



Energetyka wiatrowa na świecie. Źródło: Homepage – World Wind Energy Association (wwindea.org)

Aktualnie, moc zainstalowana istniejących farm wiatrowych w Polsce wynosi ponad 7,6 GW (stan na sierpień 2022). Jednocześnie, zdaniem ekspertów branżowych, gdyby nie elektryczność pozyskiwana z funkcjonujących obecnie w naszym kraju turbin wiatrowych, ceny za prąd byłyby dwukrotnie wyższe.

Obecnie największe farmy wiatrowe w Polsce zlokalizowane są na granicy województw pomorskiego i zachodnio-pomorskiego, w zachodnio-pomorskim oraz wielkopolskim: Potęgowo, Margonin, Banie, Marszewo i Lotnisko. Największa z nich, FW Potęgowo, liczy aż 81 turbin z generowaną mocą 219 MW. Z kolei oddana do użytku w 2022 roku zlokalizowana w północno-wschodniej Polsce FW Sępopol, złożona jest z 20 turbin, a część z nich wybudowano w granicach obszaru Natura 2000 Ostoja Warmińska.

Nowelizowana obecnie w Polsce ustawa o odnawialnych źródłach energii zakłada zwiększenie dostępności lokalizacji terenów przeznaczonych pod farmy wiatrowe nawet dwudziestopięciokrotnie. Oznacza to wzrost zagrożenia industrializacją na terenach cennych pod względem awifaunistycznym.

Czy „odmrożenie” sektora wiatrowego oznacza większe niż dotychczas problemy dla ptaków?

Czy nowelizacja ustawy zniweluje problem kolizji i sprawi, że krajowe populacje ptaków drapieżnych nie będą zagrożone skutkami śmiertelności w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi?

Z opublikowanych danych [1] wynika, że najważniejsze europejskie trasy migracji ptaków biegną również przez Polskę. Na terenie naszego kraju zidentyfikowano 51 powierzchni charakteryzujących się bardzo wysoką podatnością na kolizje ptaków z uwagi na funkcjonujące korytarze migracyjne i istniejące lub planowane farmy wiatrowe czy infrastrukturę energetyczną oraz dodatkowo, 725 powierzchni o umiarkowanej podatności. Stanowią one odpowiednio 0,5% oraz 5,8% całkowitej powierzchni kraju. Autorzy tej publikacji wskazali lokalizacje o potwierdzonym wykorzystywaniu ich przez ptaki jako szlaki migracyjne i miejsca lęgowe (m.in. sokoła wędrownego), jednak jak podkreślają nie wyczerpują one listy miejsc ważnych dla ptaków na terenie Polski, w których są one narażone na niebezpieczeństwa z powodu istniejących lub planowanych farm wiatrowych i linii przesyłowych. Uzasadnione obawy pojawiają się przede wszystkim w przypadku wybranych gatunków ptaków drapieżnych, dla których istnieją dane potwierdzające ich wysoką śmiertelność na farmach wiatrowych.

Z opublikowanych i dostępnych publicznie danych [2] wynika, że wśród gatunków dominujących jako ofiary kolizji na farmach wiatrowych w Europie są głównie: myszołów, kania ruda, pustułka i bielik – gatunki lęgowe również na terenie Polski. Dla części tych gatunków trendy populacji w krajach, które są liderami rynku energetyki wiatrowej (pod względem łącznej zainstalowanej mocy i nowo powstających instalacji), są spadkowe. Z tego powodu to właśnie w Niemczech, Hiszpanii i Francji obserwowano w ostatnich latach wzrost zainteresowania automatycznymi systemami dedykowanymi do ochrony ptaków przed kolizjami z turbinami wiatrowymi. Jednocześnie, wyraźnie wzrosło w tych krajach zaangażowanie środowisk naukowych i konsultingowych oraz organizacji pozarządowych w projekty mające na celu wypracowanie wytycznych i dobrych praktyk w celu minimalizacji ryzyka kolizji ptaków.

W krajach przodujących w produkcji energii z wiatru takich jak USA, Niemcy, Francja czy Hiszpania problem kolizji ptaków znany był od dawna, a jego sumaryczna skala wymusiła podjęcie natychmiastowych działań. W pierwszej kolejności należały do nich stałe monitoringi w trakcie migracji oraz wprowadzenie ograniczeń w możliwości lokalizacji inwestycji, wreszcie prace na stworzeniem i rozwojem wyżej wymienionych systemów dedykowanych do ochrony ptaków.



KOLIZJE PTAKÓW NA FARMACH WIATROWYCH W PIGUŁCE



■ PRZYCZYNY KOLIZJI

Istnieją dwa podstawowe czynniki sprawiające, że dochodzi do śmiertelnego kontaktu ptaków z turbinami wiatrowymi. Każdy z nich ma inne podłoże, oddziałuje inaczej i generuje inne problemy [3]. Generalnie jest to konsekwencja zagęszczenia ptaków wykorzystujących przestrzeń na terenie farmy wiatrowej oraz podatności poszczególnych gatunków na zderzenia z siłowniami, wynikającej ze sposobu wykorzystywania przestrzeni powietrznej przez ptaki, a także ich behawioru w trakcie lotu.

Pierwszą kwestią, wynikającą z błędów popełnionych na etapie projektowania, jest lokalizacja farm w przebiegu korytarzy migracyjnych. W szczególności, gdy jest to oddziaływanie skumulowane spowodowane dużym, lokalnym zagęszczeniem turbin. Problem dotyczy przede wszystkim ptaków w okresach intensywnej migracji. W niektórych miejscach szlaki wędrówkowe tworzą wąskie gardła migracyjne (doliny rzek i innych cieków, wybrzeża, przełęcze, skraje terenów zielonych), gdzie występuje tzw. „efekt lejka”. Głównie dotyczy to lokalizacji, w których ptaki z szerokiego obszaru lądu wlatują w znacznie węższy, np. ograniczony z dwóch stron wodą. Sprawia to, że liczebność i zagęszczenie migrujących tam ptaków są znacznie wyższe niż na innych obszarach. Jeśli przez błąd projektowy lub inne niewłaściwe działania powstanie tam farma wiatrowa, będzie ona generowała duże zagrożenie dla ich bezpiecznej wędrówki.

Kolejnym problemem, dotyczącym przede wszystkim okresu lęgowego i częściowo dyspersji połęgowej, jest powtarzalna ekspozycja ptaków na turbiny wiatrowe. W czasie migracji, poszczególne osobniki są zwykle tylko jednorazowo

zagrożone kolizją z konkretną turbiną. Ptaki przemieszczają się wówczas kierunkowo z lęgowisk na zimowiska lub odwrotnie. Natomiast zupełnie inaczej wygląda sytuacja w przypadku ptaków terytorialnych. Podczas kilkumiesięcznego okresu lęgowego ptak może być narażony na kolizję tylko z jedną turbiną, ale za to kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt razy dziennie. Wyobraźmy sobie gnieźdzącego się w pobliżu farmy orlika krzykliwego, który intensywnie poluje na pobliskich łąkach, aby zdobyć pożywienie dla siebie i potomstwa. Ptak ten nie dość, że przemieszcza się kierunkowo pomiędzy żerowiskiem a gniazdem, to może również wypatrywać ofiar krążąc w bezpośrednim pobliżu pracujących rotorów. Ryzyko kolizji wzrasta wówczas wykładniczo.

Sam mechanizm kolizji ptaków z pracującą turbiną wiatrową jest najczęściej związany z tzw. zjawiskiem „*motion smear*”. Pracujący rotor z daleka sprawia wrażenie obracającego się powolnie. Jednak końcówki łopat osiągają prędkość liniową powyżej 300 km/h i wówczas stają się niewidoczne z odległości 20–40 m. Na to nakładają się anatomiczne uwarunkowania budowy ptasiej głowy, osadzenie oczu i związany z tym u ptaków drapieżnych obszar nieostrego widzenia peryferyjnego.

■ SKALA ŚMIERTELNOŚCI

Gatunki ptaków drapieżnych są nadreprezentowane jako ofiary kolizji, a ich udział procentowy czasami zbliża się do połowy wszystkich stwierdzanych przypadków śmiertelnych kolizji. W Hiszpanii ich udział wynosi 47% (N drap. = 2598, N całk. = 5525), w Niemczech 40,6% (N drap. = 1703, N całk. = 4196), a we Francji 21,4% (N drap. = 298, N całk. = 1391) [2]. Dla Polski wartość ta wynosi 30,5%, jednak próba jest bardzo mała (N drap. = 25, N całk. = 82) [8]. Jakie wnioski od razu rzucają się w oczy? Gdzie najwięcej turbin, tam najwięcej kolizji. To nie przypadek, że trzy z czterech pierwszych miejsc w tym niechlubnym rankingu to liderzy energetyki wiatrowej w Europie. Dodatkowo, Niemcy, Francja i Hiszpania leżą na trasie atlantyckiego szlaku migracyjnego.

Zebrane dotychczas informacje o śmiertelności ptaków drapieżnych świadczą o bardzo dużej zmienności natężenia kolizji wahającej się od 0 do 64 ofiar/turbinę/rok. Dostępne dane, opublikowane na podstawie badań prowadzonych na różnych farmach wiatrowych, podawane są zarówno w przeliczeniu na jedną turbinę, jak też na jeden MW mocy, np.: 8,1 ofiary/turbinę/rok [4], 3,1 ofiary/MW/rok [5], 5,5 ofiary/MW/rok [6]. Szacowana i uśredniona dla całego świata podatność ptaków drapieżnych (*Accipitriformes*) na kolizje wynosi 0,073 os./turbinę/rok [7]. Mogłoby się wydawać, że to niewiele, wręcz tyle co nic. Jednak, jeśli ten współczynnik przemnożyć przez liczbę funkcjonujących już w Europie turbin, których w 2021 roku było ok 100 tys., to szacowana śmiertelność wyniesie już ok. 7 tys. ptaków drapieżnych. Jeszcze bardziej niepokojąco wygląda to w perspektywie planowanego intensywnego rozwoju branży. Do 2025 r. łączna liczba instalacji na lądzie w Europie ma osiągnąć 300 tys. – potencjalna szacowana śmiertelność ptaków drapieżnych wzrośnie więc osiągając wartość 21 tys. osobników. Do 2030 r. spodziewamy się podwojenia tej wartości do 600 tys. i wówczas ofiarami kolizji może stać się ponad 40 tys. ptaków drapieżników rocznie. W szczególny sposób dotyczy to ptaków długowiecznych, monogamicznych oraz o niskim sukcesie rozrodczym.

Podatność ptaków drapieżnych (*Accipitriformes*)

na kolizje 0,073 os./turbinę/rok

(cały świat) (Thaxter i in. 2017)

Śmiertelność ptaków na farmach wiatrowych.

Źródło: Durr, 2020. Dane z lat 1994–2020. [2]

KRAJ	N KOLIZJI – OGÓŁEM	UDZIAŁ PTAKÓW DRAPIEŻNYCH WŚRÓD OFIAR KOLIZJI	
Hiszpania*	5525	2598 / 47%	Sęp płowy, pustułka, kania ruda
Niemcy*	4196	1703 / 40,6%	Myszołów, kania ruda, bielik
Belgia	1791	21 / 1,17%	Pustułka, kania ruda
Francja*	1391	298 / 21,4 %	Pustułka, myszołów, pustuleczka
Holandia	500	32 / 6,4%	Myszołów, pustułka
Portugalia	442	71 / 16,1%	Pustułka, myszołów, sęp płowy
Austria	360	51 / 14,1%	Pustułka, myszołów
Norwegia	185	89 / 48,1%	Bielik
Szwajcaria	181	–	–
Wielka Brytania	172	1 / 0,6%	Błotniak łąkowy, pustułka
Grecja	99	15 / 15%	Sęp płowy, myszołów
Polska	82 (?)	25 / 30,5% (?)	?

* Liderzy rynku europejskiego (łączna moc i nowe instalacje w 2020 r.)

■ GATUNKI SZCZEGÓLNIIE PODATNE NA KOLIZJE

Wreszcie ponownie wracamy do bardzo ważnego czynnika wpływającego na prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji, jakim jest przynależność do gatunku, a właściwie różne poziomy podatności na kolizje pomiędzy poszczególnymi gatunkami. Znacznie częściej wśród ofiar kolizji z turbinami są duże gatunki ptaków charakteryzujące się niską manewrowością w locie, a także gatunki o szerokim zasięgu występowania lub migrujące (ekspozycja). Jednocześnie, na podstawie wieloletnich badań zweryfikowano, że nawet dość podobne gatunki mogą mieć całkowicie różną podatność na zderzenia z elektrowniami wiatrowymi. Są po prostu takie gatunki, które z powodu odmiennego behawioru, budowy anatomicznej, czy innych przystosowań ewolucyjnych giną znacznie częściej niż inne, nawet blisko spokrewnione. W konsekwencji turbiny wiatrowe mogą stanowić zagrożenie dla regionalnych lub nawet krajowych populacji niektórych gatunków ptaków.

Szczególnie dotyczy to gatunków długowiecznych, monogamicznych oraz o niskim sukcesie rozrodczym. W większości dostępnych wyników badań śmiertelności ujawnia się powtarzalność pewnych gatunków, które ulegają kolizjom. Wśród ofiar kolizji stosunkowo mało jest błotniaków i sokołów (oprócz pustułki), orlików krzykliwych, kurhannika oraz praktycznie brak kani czarnej [2]. Rybołowa nie ma w zestawieniu, choć mamy informację, że jeden osobnik zginął na farmie w środkowej Hiszpanii w 2021 roku (inf. ustna uzyskana podczas prowadzonych prac terenowych). Na podstawie danych pochodzących z państw będących liderami rynku energetyki wiatrowej można przyjąć, że niektóre gatunki można uznać za wysoce podatne na kolizje z turbinami wiatrowymi [2]. Są to: bielik, sęp płowy, myszołów, kania ruda i pustułka. Z dostępnych danych [2], wynika, że na terenie Europy od 1994 r. zginęło w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi co najmniej: 1953 sępów płowych (głównie w Hiszpanii), 957 myszołów (głównie w Niemczech), 798 kań rudych (głównie w Niemczech) oraz 673 pustulek (głównie w Hiszpanii). Wiemy jednak, że mogą to być wartości znacznie zaniżone, nie uwzglęniają bowiem ofiar ze wszystkich nowopowstałych (w latach 2018–2022) farm wiatrowych. Uzyskane przez nas niepublikowane dane (świadczą, że tylko na jednej z hiszpańskich farm wiatrowych, w ciągu 2,5 roku jej funkcjonowania, zginęło 250 sępów płowych.

NAJCZĘSTSZE OFIARY KOLIZJI NA FARMACH WIATROWYCH W EUROPIE



SĘP PŁOWY



PUSTUŁKA



MYSZOŁÓW



KANIA
RUDA



BIELIK

Grafika: A. Szurlej-Kiełasińska

W odniesieniu do sytuacji w Polsce wiemy niestety jeszcze mniej [8]. Dotychczas autorom niniejszego poradnika udało się dotrzeć do danych o śmiertelności ptaków z raportów poinwestycyjnych udostępnionych przez RDOŚ z 5 województw i 18 farm wiatrowych. Pochodzą one z lat 2009–2018. Podczas prowadzonych na potrzeby powyższych raportów prac terenowych zgromadzono informacje o 189 ofiarach kolizji, w tym 45 ptakach drapieżnych: 20 myszółwach, 9 bielikach, 3 orlikach krzykliwych, 3 błotniakach stawowych, 2 myszółwach włośchatych, 2 pustułekach, 2 krogulcach, 1 kobczyku, 1 kani rudej, 1 rybołowie i 1 trzmieljadzie. Jako swoiste kuriozum i anegdotę można natomiast przytoczyć fakt, że jako ofiary kolizji raportowane były nawet kury domowe. W jaki sposób mogły one trafić bezpośrednio pod turbinę to zagadka, której najbardziej prawdopodobnym rozwiązaniem może być porzucenie jej przez przestraszonego lisa. Natomiast bardziej zastanawiający jest fakt zasadności umieszczenia takiej informacji w raporcie z monitoringu śmiertelności i zaklasyfikowanie kury jako ofiary kolizji.

Podstawowym mankamentem uniemożliwiającym przygotowanie wiarygodnych szacunków śmiertelności ptaków na wszystkich farmach wiatrowych w Polsce jest uboga baza danych i wysoce utrudniony dostęp do informacji o przypadkach kolizji z turbinami [8]. Zdecydowanie za mało raportów poinwestycyjnych dostępnych jest w poszczególnych RDOŚ, a w przypadku części raportów brak jest możliwości wglądu w dane źródłowe. Dodatkowo, najczęściej brak jest szczegółowych informacji o zastosowanej metodyce badań terenowych, tj. częstotliwości kontroli, obszaru poszukiwań ofiar, charakteru wykorzystania terenu, itd. Zwykle brakuje także zapisów dotyczących parametrów technicznych kolizyjnej turbiny, takich jak jej wysokość czy średnica rotora. Na tle innych krajów zastanawiająca jest ponadto stosunkowo niska liczebność ptaków drapieżnych wśród wykazanych ofiar kolizji.



KONKLUZJE

– problemy, wyzwania i potrzeby

Oddziaływanie farm wiatrowych na populacje ptaków w długofalowej perspektywie może być negatywne i w sposób szczególny dotyczy ptaków drapieżnych. W celu ochrony ich populacji konieczna jest aktywna ochrona ptaków przed kolizjami z turbinami wiatrowymi. Żeby jednak chronić potrzebna jest kompleksowa wiedza o genezie i skali zjawiska. Dotychczas zgromadzone dane z Polski są w dużej mierze przypadkowe i nie dają nawet przybliżonego obrazu zjawiska. Badania i raporty poinwestycyjne najczęściej dotyczą okresu do 3 lat po uruchomieniu farmy. A co potem? Ptaki przestają ginąć po zakończeniu monitoringu śmiertelności? W tym kontekście **jednym z najważniejszych wyzwań ochrony ptaków na farmach wiatrowych wydaje się wprowadzenie obowiązku kontroli śmiertelności przez cały okres działania farmy, przynajmniej na najbardziej wrażliwych obszarach o wysokich zagęszczeniach najcenniejszych gatunków.** Jednocześnie, skuteczny monitoring śmiertelności powinien opierać się na kilku podstawowych zasadach. Priorytetem jest odpowiednio dobrana do charakteru terenu metodyka poszukiwania ofiar (struktura upraw, odmienna aktywność różnych gatunków ptaków) i związane z tym dostosowanie częstotliwości kontroli do aktywności sezonowej ptaków. Poszukiwanie ofiar należy prowadzić w promieniu minimum 150 m od TW (niezawężanie obszaru poszukiwań do mniejszej odległości lub poszukiwania tylko przy podstawie turbiny). Najlepiej, jeśli kontrole realizowane byłyby z wykorzystaniem dronów lub wyszkolonych psów. Do tego konieczne jest uwzględnienie testów skuteczności wyszukiwania ofiar oraz tempa ich znikania zgodnie z metodyką zaproponowaną w projekcie *Wytycznych dotyczących oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki* [9].

Podjęcie skutecznej ochrony ptaków przed kolizjami na FW (w szczególności ptaków drapieżnych) zależy od wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego i procedury OOS. Od ekspertów ornitologów należy oczekiwać rzetelnych monitoringów przed- i poinwestycyjnych oraz wiarygodnych analiz z wykorzystaniem wszelkich możliwych źródeł danych (statusy i trendy populacji lokalnych, krajowych). Inwestorzy i zarządcy farm powinni szczególnie sumiennie dbać o dobór ekspertów wykonujących monitoring i analizy danych bazując na ich doświadczeniu. Ponadto, zlecenia prac badawczych powinny dotyczyć **możliwie szerokiego zakresu**. Natomiast **obligatoryjne** powinno być **przekazywanie danych o kolizjach do scentralizowanych i publicznie dostępnych baz danych oraz wyrażanie zgody na ich udostępnianie, przetwarzanie i wykorzystywanie do szerszych opracowań**. Na pracownikach administracji publicznej, przede wszystkim RDOŚ, spoczywać powinna natomiast odpowiedzialność za udzielanie kompleksowej pomocy w tworzeniu bazy danych oraz ich udostępnianie.

- Energetyka wiatrowa jest fundamentem OZE a jej rozwój w kolejnych latach będzie bardzo dynamiczny.
- Wpływ farm wiatrowych na awifaunę jest nadal słabo poznany i trudny do oszacowania.
- Istniejące dane są niewystarczające/wybrakowane.
- Brak wyczerpujących i rzetelnych analiz uniemożliwia udokumentowanie realnego wpływu farm wiatrowych na awifaunę.
- Udokumentowany wpływ z jednej strony pozostawia wiele pytań i wątpliwości, z drugiej wskazuje na istotne oddziaływanie, które w długofalowej perspektywie może przekładać się na stan i perspektywę zachowania poszczególnych populacji wybranych gatunków ptaków drapieżnych.
- Konieczne jest wdrożenie skutecznej ochrony ptaków przed kolizjami na farmach wiatrowych, stworzenie baz danych o odnotowanych kolizjach, odpowiednio prowadzony monitoring śmiertelności.

Aktualne wyzwania

- Potrzeba rozpoznania skali rzeczywistego wpływu śmiertelności w wyniku kolizji na populacje gatunków zagrożonych, wskazanie gatunków kluczowych w skali kraju, wymiana doświadczeń z zespołami pracującymi za granicą.
- Potrzeba ustandaryzowania zbierania i prezentacji danych z monitoringów poinwestycyjnych.
- Potrzeba scentralizowania baz danych o kolizjach ptaków na farmach wiatrowych.
- Potrzeba usystematyzowania wiedzy o istniejących na rynku systemach dedykowanych do ochrony ptaków





DOTYCHCZASOWE PRAKTYKI W OCHRONIE PTAKÓW NA FARMACH WIATROWYCH W POLSCE

W 2008 r. ukazały się „Wytyczne w zakresie oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki” [10]. Była to pierwsza próba uporządkowania i usystematyzowania wiedzy na linii ptaki-turbiny w Polsce. Określono w nich zarówno zakres potencjalnego negatywnego oddziaływania na ptaki, kwestie parametrów technicznych oraz przede wszystkim uwarunkowania lokalizacyjne. Przyjęto również metodykę prac inwentaryzacyjno-badawczych z podziałem na trzy etapy czasowe (screening, monitoring przedinwestycyjny i monitoring poinwestycyjny). Natomiast w 2019 r. ukazał się Kodeks Dobrych Praktyk PSEW przeznaczony przede wszystkim dla inwestorów i samorządów.



■ SCREENING

Główną przyczyną wszystkich problemów generowanych przez turbiny wiatrowe w zakresie negatywnego oddziaływania na awifaunę jest niewłaściwe przeprowadzenie prac na etapie planowania lokalizacji danej farmy. Już dobrze wykonany screening powinien uchronić inwestora przed wieloma błędami popełnianymi na dalszych etapach projektu, w tym przed koniecznością długotrwałych okresowych wyłączeń (praktykowane w Polsce, innych krajach europejskich i w USA), koniecznością zapłaty odszkodowań (Hiszpania, USA) lub lobbowaniem przez środowisko ornitologiczne nakazem demontażu turbin, które generują największe ryzyko kolizji (Gotlandia). Już to pobieżne wskazanie zagrożeń powinno utwierdzić inwestora, że staranne przeprowadzenie prac na etapie koncepcyjnym z uwzględnieniem danych ornitologicznych leży w jego dobrze rozumianym interesie. Natomiast sam screening powinien być wieloaspektowy i opierać się zarówno na rzeczowej i starannej wizytacji terenu, jak też dotarciu do maksymalnie największej ilości danych literaturowych (opracowania regionalne i gatunkowe) oraz niepublikowanych (bazy: Ornitho, Komitetu Ochrony Orłów, RDOŚ, kartoteki regionalne, strefy ochronne, rozmowy z leśnikami, itd.). Ornitolodzy wykonujący screening powinni dążyć do zgromadzenia wszelkich dostępnych materiałów, tak aby na tej podstawie i na tym etapie dokonać realnej oceny sytuacji, przede wszystkim w kontekście występowania na obszarze planowanej farmy szczególnie wrażliwych oraz zagrożonych gatunków. Negatywny wynik screeningu powinien od razu wykluczać realizację inwestycji wiatrowej w danej lokalizacji. Ewentualnie, obligatoryjne powinno być uwzględnienie w planach inwestycyjnych okresowych wyłączeń turbin lub zastosowanie innych rozwiązań profilaktycznych (np. systemy detekcyjno-reakcyjne).

■ MONITORING PRZEDINWESTYCYJNY

Pozytywny screening nie oznacza automatycznej zgody na budowę farmy. Często dla danego terenu brak jest pełnych danych ornitologicznych i w związku z tym niezwykle trudne jest precyzyjne określenie potencjalnych zagrożeń ze strony projektowanej inwestycji. Dlatego niezbędne jest przeprowadzenie pełnego monitoringu przedinwestycyjnego, który powinien trwać minimum rok i obejmować wszystkie okresy fenologiczne. Prace terenowe w ramach tego monitoringu powinny umożliwiać określenie trzech parametrów: prawdopodobnej utraty siedlisk, występowania efektu płoszenia/odstraszenia oraz oszacowania potencjalnej śmiertelności. W sposób szczególnie dokładny powinno być to wykonane w przypadku gatunków kluczowych, zagrożonych i o niekorzystnym statusie ochronnym. Najczęściej chodzi tu o ptaki szponiaste.

Utrata siedlisk de facto jest najłatwiejsza do wykazania i przeanalizowania zakładając rzetelnie wykonaną inwentaryzację w ramach monitoringu przedinwestycyjnego. Oszacowanie możliwości wystąpienia efektu płoszenia jest znacznie trudniejsze, gdyż zwykle nie mamy danych o skutkach takiego oddziaływania w perspektywie długofalowej. Jednak najtrudniejsze jest przygotowanie wiarygodnej prognozy śmiertelności w wyniku kolizji z elementami infrastruktury farmy, głównie rotorami. Właściwie dobrane i przeprowadzone badania terenowe powinny jednak umożliwiać wykonanie stosownych analiz na podstawie zgromadzonych w ten sposób danych. Owocem ich starannego i merytorycznego opracowania powinien być szczegółowy raport, z oceną stanu lokalnej awifauny (skład gatunkowy, ilościowy, status i stan zachowania oraz perspektywy ochrony lokalnych populacji). Przedmiotowy raport, w zależności od zawartych w nim wniosków, daje inwestorowi trzy możliwości dalszego postępowania. W najbardziej optymistycznej wersji może on wystąpić o decyzję środowiskową. W opcji pośredniej należy wprowadzić do projektu farmy wiatrowej modyfikacje zgodnie z rekomendacjami ornitologa. Mogą to być np. rekomendacje dotyczące zmiany rozmieszczenia turbin, odstąpienia od budowy części turbin, zastosowanie systemów detekcyjno-reakcyjnych. Następnie, z tak uaktualnionym projektem można wstąpić o decyzję środowiskową.

■ MONITORING POINWESTYCYJNY

Po wybudowaniu farmy, obecnie standardowym wymogiem jest przeprowadzenie trzyletniego monitoringu poinwestycyjnego. W większości badania te powinny pod względem metodycznym stanowić powtórzenie monitoringu przedinwestycyjnego. Ich bardzo istotnym uzupełnieniem jest tzw. **monitoring śmiertelności**. W teorii, powstały na podstawie prac terenowych raport, ma być weryfikacją wpływu farmy na awifaunę i powinien określać realne oddziaływanie inwestycji. Głównie dotyczy to zmiany wykorzystania przez ptaki danego terenu i określenia skali śmiertelności w wyniku kolizji z elementami turbin wiatrowych. Jednak jakość przygotowywanych raportów jest dość mocno zróżnicowana. Dokument ten powinien odpowiadać wytycznym, ale czy rzeczywiście tak jest? Wydaje się, że niestety dość często jest to zlecenie „pro forma”, robione „na sztukę”. Część dotycząca wykorzystania przestrzeni powietrznej zwykle jest wykonana na poziomie zadowalającym. Natomiast najczęściej problem pojawia się w zakresie badań śmiertelności.



Monitoing poinwestycyjny na istniejącej farmie wiatrowej.

Fot. A. Szurlej-Kiełańska

■ MONITORING ŚMIERTELNOŚCI

Pierwszą i podstawową przyczyną niewłaściwego określania wpływu danej farmy wiatrowej na śmiertelność ptaków jest przyjęcie niewłaściwej metodyki badań. Przed rozpoczęciem prac terenowych powinniśmy zastanowić się nad ich nadrzędnym celem a następnie dopasować odpowiednią procedurę. Priorytetem powinno być skupienie się na wyszukiwaniu ofiar reprezentujących gatunki wymagające szczególnej ochrony. Oczywiście, o ile to możliwe, powinno się również uwzględniać badania nad wpływem danej farmy na lokalne populacje gatunków pospolitych, jednak z perspektywy środowiskowej nawet 100 zabitych skowronków czy kilkadziesiąt grzywaczy nijak się ma do jednego utraczonego orlika krzykliwego, czy kani rudej. Nie mówiąc już o skrajnie nielicznych rybołowach lub orłach przednich.

Istnieją liczne ograniczenia prowadzenia prac terenowych, które istotnie wpływają na skuteczność wykrycia ofiar, przede wszystkim rzadkich gatunków ptaków. Jednym z podstawowych jest wskaźnik efektywności obserwatora. W ogólnie przyjętej, standardowej metodyce wg. wytycznych, kontrole powinny być prowadzone co 7–14 dni, jednak najczęściej brakuje wstępnej analizy uwzględniającej uwarunkowania terenu. Standardowo popełnianym błędem jest nie uwzględnienie potencjalnych utrudnień związanych z okresem wegetacyjnym roślin. Najczęściej pojawia się brak możliwości efektywnego przeszukiwania terenu pod turbinami w okresie letnim ze względu na uprawy rolne (sezon lęgowy: maj–sierpień). Kto z czytelników niniejszego poradnika widział pole rzepaku w maju/czerwcu i próbował je sforsować wykonując np. badania transektowe na potrzeby MPPL (Monitoring Pospolitych Ptaków Lęgowych)? To zwarty łąn, często ponad 1,5 m wysokości, w którym można poruszać się jedynie po tzw. ścieżkach technologicznych wytyczonych co kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt metrów. Kto wie jak wygląda zwarty wielohektarowy łąn kukurydzy o wysokości ponad 2 m niech spróbuje sobie wyobrazić skuteczne poszukiwanie tam ofiar. W takich przypadkach należy poważnie brać pod uwagę zastosowanie drona rejestrującego obraz z wysokości kilkunastu lub kilkudziesięciu metrów, który znacznie zwiększa prawdopodobieństwo odnalezienia ofiar. Jeszcze lepszym

rozwiązaniem jest skorzystanie z usług najlepszego przyjaciela człowieka, czyli psa. Wykorzystanie psów w monitoringu śmiertelności zwiększa znacząco szansę znalezienia ofiar kolizji, w szczególności w sezonie wegetacyjnym, kiedy w sąsiedztwie turbin znajdują się wysokie uprawy a psy są od dwóch do trzech razy bardziej skuteczne niż ludzie w poszukiwaniu ciał ptaków [11]. Oczywiście muszą to być specjalne przeszkolone czworonogi, najlepiej pochodzące z ras myśliwskich np. posokowce.



Skuteczność wyszukiwania ciał ofiar kolizji przez człowieka i przez wyszkolonego psa w różnych warunkach terenowych [11].

Jednocześnie, przygotowując metodykę badań śmiertelności ważne jest, aby uwzględnić okresy sprzyjające skutecznym pracom terenowym. Do takich momentów z pewnością należą sianokosy czy żniwa. Podczas tego typu prac polowych i krótko po nich, gromadzi się na polach wiele ptaków żerujących na łatwo dostępnym ofiarach, np. nornikach, prostoskrzydłych, itd. Stosunkowo łatwo jest wówczas znaleźć szczątki ofiar kolizji, również tych, które zginęły we wcześniejszych okresach wegetacji. Takie warunki utrzymują się do pierwszych podorywek, gdy wszystko ponownie znika tym razem pod warstwą ziemi.

Kolejnym istotnym, a zwykle nieuwzględnianym podczas planowania metodyki i prowadzenia badań terenowych czynnikiem, wpływającym na duże prawdopodobieństwo niewykrycia zabitych pojedynczych osobników z gatunków rzadkich, jest wysoka aktywność padlinożerców. Rzadko uwzględnia się ten parametr i jego wpływ na znikanie ofiar kolizji z turbinami wiatrowymi. Szczególnie ssaki takie jak lis, jenot, kuna czy wałęsające się psy mogą znacząco redukować liczebność i wykrywalność martwych ptaków, ofiar kolizji.

Wreszcie, w planowaniu monitoringu śmiertelności należy bezwzględnie wziąć pod uwagę prawa fizyki. Maszt turbiny i rotor osiąga czasem 200 m wysokości, podczas standardowych warunków pracy (wiatr ok. 10 m/s) łopaty obracają się od 9 do 12 obrotów na minutę, co powoduje, że końcówki śmigła mogą poruszać się z prędkością 300 km/h. Przy tak wysokich prędkościach uderzenie może spowodować odrzucenie ptaka nawet na kilkaset metrów. Znane są przypadki spadania kawałków lodu oderwanego od rotora w odległości 500–700m, a ranne ptaki były stwierdzane w nawet w odległości ponad kilometra od farmy.

Niestety, zdarza się, że przyjęty w metodyce i realizowany monitoring śmiertelności to trasa po utwardzonej drodze prowadzącej do turbiny i obszar w promieniu kilkunastu metrów wokół niej. Tymczasem z publikowanych danych wynika, że w odległości do 80 m od turbiny wiatrowej znajdujących jest tylko 8% ofiar o dużych rozmiarach ciała [12].

Jest wreszcie jeszcze jeden, ściśle ludzki czynnik wpływający na zaniżoną liczebność odnajdywanych ofiar kolizji. W związku z chęcią dbania o odpowiedni PR oraz bezproblemowe funkcjonowanie farmy wiatrowej znane były przypadki celowego usuwania ciał dużych, widocznych z daleka ptaków takich jak, np. bieliki, bociany, łabędzie.

Wszystkie wymienione powyżej czynniki sprawiają, że w konsekwencji zabite osobniki, często rzadkich gatunków ptaków użytkujących teren farmy, takie jak, np. bielik, orlik krzykliwy, rybołów, kanie czy liczniejszy myszołów mogą pozostać niewykryte jako ofiary kolizji w trakcie monitoringu śmiertelności.



KONKLUZJE



■ RAPORT Z MONITORINGU POINWESTYCYJNEGO – I CO DALEJ?

Po trwających rok badaniach przeprowadzana jest analiza zgromadzonych w ten sposób danych i przygotowany jest raport z monitoringu poinwestycyjnego. Dokument ten trafia następnie do właściwego miejscowo RDOŚ i najczęściej znika w przepastnych szafach urzędniczych. Tymczasem powinien być podstawą do kompleksowej analizy zagrożeń generowanych przez konkretną farmę oraz przede wszystkim do opracowania i wdrażania rozwiązań minimalizujących ryzyko kolizji.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń związanych z budową i funkcjonowaniem farm wiatrowych można również wskazać jeszcze jedną, może najważniejszą konkluzję. Nikt nie prowadzi zaplanowanych, metodycznych i długoterminowych badań śmiertelności po okresie monitoringu porealizacyjnego np. po kilku latach funkcjonowania farmy. W tym czasie mogło dojść do istotnych zmian środowiskowych, pojawiły się zakrzaczenia, urosły drzewa i powstały nowe miejsca gniazdowania drapieżników (utworzono strefy ochronne) i co chyba najważniejsze, gruntownie mógł zmienić się charakter użytkowania rolniczego terenu np. poprzez powstanie trwałych użytków zielonych będących żerowiskami orlików, itd.

■ SZEREG NIEWIADOMYCH. CZEGO NIE WIEMY, Z CZYM MAMY PROBLEMY?

Istnieje kilka podstawowych pytań, na których uzyskanie choćby przybliżonych odpowiedzi jest kluczowe dla zgłębienia tego problemu.

Najważniejsze z nich to:

- Jak skutecznie pozyskiwać dane o śmiertelności ptaków?
- Czy zastosowana metodyka monitoringu śmiertelności jest odpowiednia?
- Jaka jest przybliżona/rzeczywista śmiertelność ptaków w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi w Polsce?

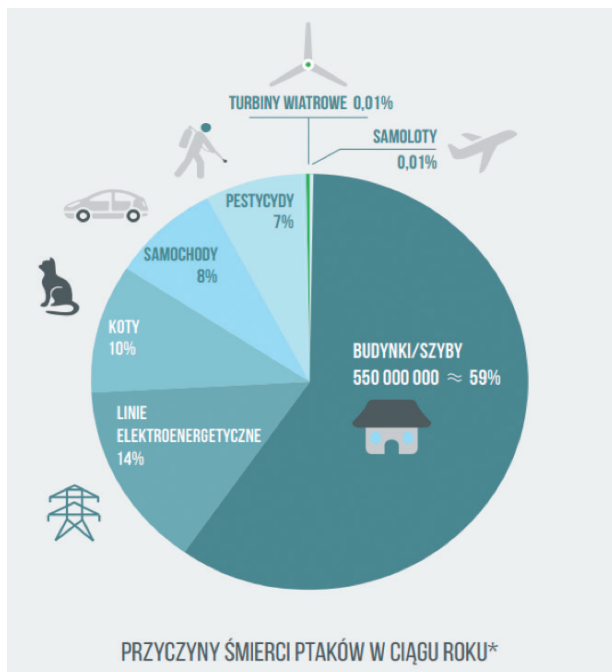
I wreszcie najważniejsze:

- Jakie jest realne oddziaływanie farm wiatrowych na populacje poszczególnych gatunków ptaków w perspektywie długofalowej?

■ GATUNEK GATUNKOWI NIERÓWNY

Jak już wcześniej wspomniano koszty środowiskowe funkcjonowania farm wiatrowych jako źródła śmiertelności ptaków nie są łatwe do oszacowania. Podstawowym problemem jest brak dokładnych danych z podziałem ofiar na gatunki lub choćby rodzaje. Dodatkowa śmiertelność generowana przez turbiny wiatrowe stanowi największe wyzwanie dla gatunków zagrożonych i wrażliwych – przede wszystkim z rzędu szponiastych (*Accipitriformes*) i rzędu sokołowych (*Falconiformes*). Natomiast w większości dostępnych opracowań wszystkie ofiary kolizji z turbinami wrzucane są do jednego „worka” pod nazwą ptaki. Przygotowane w ten sposób opracowania całkowicie wypaczają rzeczy-

wisty obraz problemów generowanych przez farmy wiatrowe. Na zamieszczonym poniżej wykresie, kolizje z turbinami wiatrowymi na tle innych zagrożeń nie wyglądają spektakularnie. Bo czym jest kilkadziesiąt tysięcy zabitych rocznie ptaków wobec ponad 0,5 miliarda ofiar rozbijających się o szyby? To promile. Problem leży gdzie indziej. Najczęściej zestawienia liczebności ofiar przygotowywane są bez podziału na gatunki lub chociażby na wyższe taksony takie jak rodzina czy rząd (patrz poniższa grafika). Dużo bardziej efektywne informacyjnie byłyby nawet tak ogólnikowe rozróżnienie ofiar, jak ich podział na wróblaki, drapieżne czy wodno-błotne. Jak bowiem porównać śmierć 1000 rudzików i jednego rybołowa? Niestety śmierć śmierci pod względem populacyjnym i ekologicznym nie jest równa. Śmierć nawet kilkuset skowronków prawdopodobnie nie wpłynie znacząco na lokalną populację tego gatunku. Natomiast dla gatunków skrajnie nielicznych, o niskiej rozrodczości utrata nawet pojedynczego osobnika może być problemem. O szyby budynków rozbijają się i „odpowiadają za wynik” najczęściej osobniki niewielkich gatunków z rzędu wróblowych (*Passeriformes*). Bywają takie obiekty, pod którymi każdego ranka w okresach intensywnej migracji znajdowane są dziesiątki martwych rudzików, sikor, zięb czy pokrzewek. Oczywiście należy podejmować wszelkie możliwe działania w celu zlikwidowania lub chociaż znaczącego zmniejszenia skali tego problemu. Niestety, z rozwojem technologii ściśle powiązana jest szklana architektura. Problem kolizji z szybami zwykle nie dotyka w dużej skali najrzadszych gatunków ptaków szponiastych i sokołowych, choć oczywiście zdarza się, że w przeszklenie uderzy krogulec, jastrząb czy pustułka. Jednak już kań, myszołowów czy bielików raczej pod oknem nie znajdziemy. Za to pod masztem turbiny wiatrowej prawdopodobieństwo znalezienia szczątków tych gatunków jest jak najbardziej realne. Niestety, śmiertelność w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi wydaje się jednym z najważniejszych antropogenicznych czynników oddziaływania w odniesieniu do populacji konkretnych gatunków ptaków – w szczególności najbardziej zagrożonych drapieżników. Choć nie bez znaczenia jest fakt odpowiedniego zarządzania całym ekosystemem terenu farm wiatrowych w celu minimalizowania innego wpływu [33].



Porównanie skali szacowanej antropogenicznej śmiertelności ptaków.

Źródło: PSEW

■ DLACZEGO POTRZEBUJEMY DANYCH O ŚMIERTELNOŚCI PTAKÓW

Przeprowadzenie efektywnych i kompleksowych analiz wymaga posiadania rzetelnej, ustandaryzowanej i co najważniejsze, wiarygodnej bazy danych. Dzięki temu możliwe będzie dokonanie realnej oceny zagrożeń dla populacji poszczególnych gatunków ze strony farm wiatrowych. Co więcej, pojawi się również możliwość właściwej oceny efektu skumulowanego dla danej populacji/gatunku. Dodatkowo, będzie możliwe wyznaczenie obszarów kluczowych dla ptaków, gdzie funkcjonowanie farm wiatrowych powinno być obwarowane dodatkowymi wymogami, takimi jak np. montaż systemów detekcyjno-reakcyjnych. Dzięki temu pojawi się realna możliwość wdrażania odpowiednich działań minimalizujących kolizje i ochrony ptaków.



OCHRONA PTAKÓW PRZED KOLIZJAMI NA ISTNIEJĄCYCH I PLANOWANYCH FARMACH WIATROWYCH

■ DŁUGOTRWAŁE I KRÓTKOTRWAŁE WYŁĄCZENIA TURBIN

Z opublikowanych w 2022 r. danych [13] wynika, że krótkotrwałe wyłączenia turbin w rejonie Kadyksu zmniejszyły skalę kolizji sępów płowych o niemal 93%. W ramach trwającego 13 lat monitoringu (lata 2008–2020) zastosowano rozwiązanie *Turbine Shutdown System*, oparte na obserwacjach prowadzonych przez wykwalifikowanych ornitologów, którzy w momencie odnotowania przelotu ptaków telefonicznie informowali operatorów farm o konieczności wyłączenia konkretnej turbiny.

Co szczególnie ważne dla inwestorów, straty w produkcji energii spowodowane włączeniami na czas przelotu ptaków oszacowano na jedynie 0,5% w skali roku [13]. Krótkotrwałe wyłączenia turbin okazują się więc skuteczne w ochronie ptaków przed kolizjami na farmach wiatrowych, a jednocześnie mało istotne dla efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia. Jak wskazują sami autorzy publikacji, systemy oparte na optyce (kamerach) i sztucznej inteligencji powinny być przyszłością w minimalizowaniu ryzyka kolizji.

Poza odnotowanym spadkiem liczby kolizji w przypadku sępów płowych, autorzy stwierdzili również skuteczność tego typu rozwiązania dla innych gatunków ptaków szponiastych oraz bocianów białych.

■ SYSTEMY DETEKCYJNO-REAKCYJNE

Automatyczne systemy pozwalające na wykrywanie przelatujących ptaków oraz krótkookresowe wyłączanie turbin mogą skutecznie zapobiegać kolizjom na farmach wiatrowych. Ich zastosowanie może znacząco zmniejszać śmiertelność gatunków podatnych na kolizje, a jeśli są wystarczająco wydajne, mogą ograniczyć do niezbędnego minimum przestoje w okresie lęgowym lub migracji w lokalizacjach, gdzie wyłączenia są jedynym, skutecznym rozwiązaniem ograniczającym śmiertelne kolizje ptaków.

Możliwość zastosowania systemów detekcyjno-reakcyjnych oraz wymagania jakie powinny one spełniać w celu skutecznej ochrony ptaków przed kolizjami są przedmiotem licznych badań, testów i dyskusji naukowych prowadzonych w środowisku międzynarodowym.

Przodują w tym temacie Niemcy i Francja, gdzie w działania zaangażowano nie tylko naukowców ale również organizacje pozarządowe, uczelnie, operatorów farm wiatrowych oraz administrację publiczną.

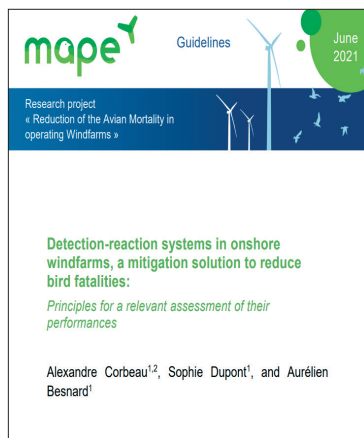
Centrum Kompetencyjne Ochrony Przyrody i Transformacji Energetycznej (KNE) (Fachwissen – Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (naturschutz-energiewende.de) od 2018 roku wykorzystuje potencjał systemów detekcyjno-reakcyjnych (niem. AKS – systemy antykolizyjne) w ekspansji energetyki wiatrowej postępującej w harmonii z ochroną ptaków. Zaktualizowana we wrześniu publikacja KNE dotycząca systemów antykolizyjnych podsumowuje aktualną wiedzę o dostępnych na rynku rozwiązaniach [14].

Do niedawna, wiele lokalizacji turbin i farm wiatrowych w Niemczech było zatwierdzanych tylko w pewnej (zazwyczaj kilkukilometrowej) odległości od miejsc rozrodu kluczowych gatunków ptaków lub narzucano konieczność wyłączania turbin w sezonie lęgowym. Obecnie w nowelizowanej w Niemczech ustawie o ochronie przyrody zakładana jest możliwość budowy farm wiatrowych w znacznie mniejszych odległościach od miejsc rozrodu poszczególnych gatunków (np. 1,5 km od miejsc gniazdowania orlików krzykliwych) pod warunkiem zastosowania skutecznych środków minimalizujących ryzyko kolizji (np. systemów detekcyjno-reakcyjnych). Jeśli rotor turbiny jest nieruchomy lub turbina wiatrowa znajduje się

w trybie wirowania, ryzyko kolizji spada. Takie wymagania wiążą się jednak ze stosunkowo dużymi stratami w produkcji energii, zwłaszcza w perspektywie długofalowej. Dlatego możliwość wprowadzenia systemów detekcyjno-reakcyjnych spotkała się z dużym zainteresowaniem środowiska ekspertów odpowiedzialnych za rozwój energetyki wiatrowej oraz naukowców i ornitologów.



Z kolei zaplanowany do realizacji w latach 2020–2023 francuski projekt MAPE (<https://mape.cnrs.fr/fr>) ma na celu zgromadzenie dostępnej wiedzy i doświadczeń w zakresie zrozumienia przyczyn i konsekwencji kolizji ptaków na lądowych farmach wiatrowych. Prace zespołu projektowego skupiły się na opracowaniu wytycznych dotyczących wymagań dla systemów detekcyjno-reakcyjnych, jakie mogłyby być stosowane na lądowych farmach wiatrowych oraz próbie określenia minimalnych odległości z jakich systemy powinny wykrywać poszczególne gatunki ptaków [15].



■ PRZEGLĄD WYBRANYCH SYSTEMÓW DETEKCYJNO-REAKCYJNYCH

Przygotowany przegląd systemów obejmuje wybór rozwiązań, które funkcjonują już na rynku lub są w fazie testów. Część z nich bazuje na radarach, część to systemy wizyjne. Większość systemów różni się zastosowaną technologią i optyką, stąd możliwe różnice w ich funkcjonalności i możliwości zastosowania w różnych warunkach, czy też do ochrony poszczególnych gatunków czy grup ptaków. Dla części systemów istnieją tylko deklarowane przez producentów wskaźniki skuteczności, część zaś udokumentowana jest również testami przeprowadzonymi z udziałem naukowców i ornitologów a wyniki znaleźć możemy w ogólnodostępnych publikacjach i materiałach pokonferencyjnych.

Część z prezentowanych systemów ma potencjał do stosowania obecnie i/lub w przyszłości jako środki minimalizujące ryzyko kolizji dla ptaków na istniejących lub planowanych farmach wiatrowych.

Przytaczane informacje, wskazujące na zasięg wykrywania, bazują na publikowanych danych z testów i walidacji ich skuteczności, materiałach pokonferencyjnych oraz danych deklarowanych przed producentów. Tworząc niniejsze zestawienie porównano się również publikacjami KNE [14] i francuskiego projektu MAPE [15].

Obecnie na światowym rynku dostępnych jest w sprzedaży przynajmniej 6 systemów detekcyjno-reakcyjnych tworzonych z myślą o ochronie ptaków.

Systemy wizyjne rekomendowane są głównie do zastosowania na lądowych farmach wiatrowych gdzie mogą znaleźć zastosowanie do skutecznej ochrony ptaków drapieżnych i innych gatunków ptaków o średnich i dużych rozmiarach ciała w okresie lęgowym oraz w trakcie migracji.

Systemy oparte na radarach, pozwalających na wykrywanie wszystkich małych obiektów latających, jednocześnie wykrywanie dużej liczby obiektów oraz skuteczną pracę w porze nocnej wykorzystywane/testowane są obecnie głównie na morskich farmach wiatrowych. Ich zastosowanie umożliwi monitorowanie i ochronę ptaków morskich. Ponadto systemy bazujące na radarach mogą znaleźć zastosowanie na lądowych farmach zlokalizowanych w miejscach stanowiących tzw. wąskie gardła” migracyjne do ochrony ptaków wodnych.

NAZWA SYSTEMU	TECHNOLOGIA	PRODUCENT	STATUS SYSTEMU	GDZIE WYKORZYSTYWANY	GŁÓWNE WYKORZYSTANIE	GŁÓWNY CEL WYKORZYSTANIA
Bioseco BPS	System wizyjny, kamery 3D	Bioseco (Polska)	W sprzedaży	Polska, Niemcy, Francja, Hiszpania		Ochrona ptaków szponiastych
BirdRecorder	System wizyjny kamery 2D	ZSW (Niemcy)	W fazie testów Planowane wprowadzenie do sprzedaży – 2024	–		
BirdVision	System wizyjny, kamery 2D	BirdVision (Niemcy)	W fazie testów	–		
DIGISEC	System wizyjny	DIGISEC (Grecja)	W sprzedaży	Grecja, Włochy		Ochrona ptaków szponiastych
DTBird	System wizyjny kamery 2D	DTBird (Hiszpania)	W sprzedaży	Europa, USA, Azja		Ochrona ptaków szponiastych
IdentiFlight	System wizyjny, kamery 3D	Boulder Imaging (USA)	W sprzedaży	Europa, USA		Ochrona ptaków szponiastych
ProBird	System wizyjny	Sens Of Life (Francja)	W sprzedaży	Hiszpania, Belgia, Niemcy		
SafeWind	System wizyjny, kamery 2D	Biodiv-Wind (Francja)	W sprzedaży	Europa		
BirdScan MS1	System radarowy	Swiss Birdradar (Szwajcaria)	W fazie testów	–		Ochrona ptaków wodnych, nocnych migrantów
BirdTrack	System radarowy	Strix (Portugalia)	W sprzedaży	Portugalia		Ochrona ptaków wodnych, nocnych migrantów
						Ochrona ptaków drapieżnych na lądowych farmach wiatrowych
Muse	System wizyjno-radarowy	DHI (Dania)	W fazie testów	–		
RobinRadar MAX	System radarowy	Robin Radar System (Holandia)	W sprzedaży	Niemcy, Holandia		Ochrona ptaków wodnych, nocnych migrantów
EchoTrack Radar-Acoustic	System radarowy	EchoTrack (Kanada)	W fazie testów	–		–
Laufer Wind	System wizyjno-radarowy	Renewable Energy (USA)	W fazie testów	–		–
3Bird Radar System	System radarowy	3Bird (Polska)	W sprzedaży	Polska		Ochrona ptaków wodnych

Objaśnienia: zielony – lądowe farmy wiatrowe (onshore)
 błękitny – morskie farmy wiatrowe (offshore)

SYSTEMY WIZYJNE

Bioseco Bird Protection System (BPS) www.bioseco.com	
Typ systemu	System wizyjny, kamery stereowizyjne
Status systemu	Wdrożony na licznych farmach wiatrowych w Polsce, Niemczech, Francji, Hiszpanii
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywa, śledzi i klasyfikuje ptaki do określonej kategorii rozpiętości skrzydeł w czasie rzeczywistym – działa w świetle dziennym (powyżej 50 luksów) – automatycznie określa liczbę wykrytych i śledzonych obiektów (ptaków), ich rozmiar (klasy wielkości), odległość obiektów od turbiny wiatrowej), wysokość i przelotu <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie uruchamia moduły dźwiękowe¹ – automatycznie uruchamia moduły stroboskopowe² – automatycznie uruchamia zatrzymanie turbiny w przypadku odnotowania ptaków w strefie zdefiniowanej jako kolizyjna³ <p>^{1,2} dobór i odległość aktywowania modułów indywidualnie uzgadniana z operatorem FW</p> <p>³ zasięg strefy kolizyjnej indywidualnie uzgadniana z operatorem FW w zależności od gatunków ptaków będących przedmiotem ochrony przed kolizjami. Minimalny zasięg strefy kolizyjnej określony jest średnicą rotora</p>
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	<p>Dla ptaków o rozpiętości skrzydeł pow. 1,4 m:</p> <ul style="list-style-type: none"> – model BPS Premium – do 450 m, – model BPS Long Range – do 700 m

Wyniki testów skuteczności wykrywania	<p><u>BPS Long Range</u> (dane producenta, 2022):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 96% w odległości 500 m (kania ruda) – 82% w odległości 700 m (kania ruda) <p><u>BPS Premium</u> [16]</p> <ul style="list-style-type: none"> – 95% w odległości do 500 m <p><u>BPS Standard Plus</u> [17], [18]</p> <ul style="list-style-type: none"> – 96% w odległości 300 m – 57% w odległości 400 m
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	7% [16], [18]
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	6% [16], [18]
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – zdjęcia (wersja BPS Standard Plus) – sekwencja filmów wideo (wszystkie wersje systemu) – mapy z trajektorią lotu śledzonych obiektów – zestawienie estymacji wysokości i odległości przelotu śledzonych obiektów
Pole działania systemu	360° wokół turbiny wiatrowej.
Dane techniczne	System składa się z 8 modułów. Każdy moduł to 2 do 4 kamer (w zależności od wersji systemu)
Cytowana literatura	[16], [17], [18]

BirdRecorder	www.zsw-bw.de
Typ systemu	wizyjny
Status systemu	Planowane wdrożenie do sprzedaży – 2024 r.
Funkcjonalność systemu	Detekcja: – wykrywa, śledzi i identyfikuje ptaki w czasie rzeczywistym – automatyczne rozpoznawanie kani rudej w czasie rzeczywistym w odległości do 700 m
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	400 m (pierwsza wersja systemu) 700–900 m dla ptaków o wielkości odpowiadającej <i>Milvus sp.</i> (2. wersja systemu)
Wskaźnik wykrywalności ptaków	Brak danych
Wyniki testów skuteczności wykrywania	91% dla <i>Milvus sp.</i> w odległości do 400 m [19],[20], [21], [22], [23]
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Brak danych
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Brak danych
Sposób gromadzenia danych	– sekwencja zdjęć
Pole działania systemu	360° wokół turbiny
Dane techniczne	8 statycznie montowanych kamer do wykrywania obiektów oraz dwuosiową parę kamer śledzących stereo z optyką teleobiektywu
Cytowana literatura	[19], [20], [21], [22], [23]

BirdVision	https://birdvision.org
Typ systemu	Wizyjny
Status systemu	
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywa i śledzi obiekty latające w czasie rzeczywistym w ciągu dnia, – pomiar położenia i odległości – możliwe określenie prędkości i kierunku lotu – identyfikacja ptaków do rodzaju: <i>Milvus sp.</i>, <i>Buteo sp.</i>, <i>Falco sp.</i> – opcjonalna możliwość identyfikacji obiektów latających z podziałem na klasy wielkości <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość wyłączenia turbiny w przypadku stwierdzenia ptaków w strefie kolizyjnej
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	Odległość około 500 m (nowa generacja systemu)
Wskaźnik wykrywalności ptaków	92% w odległości 200 m [24], [25]
Wyniki testów skuteczności wykrywania	Wstępne wyniki testów (kwiecień – sierpień 2022, do tej pory 2 dni badawcze po 3 godziny każdy [24], [25])
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Brak danych
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Brak danych
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – obrazy – sekwencje filmów – trasy przelotu obiektów w 3D
Pole działania systemu	360° wokół turbiny
Dane techniczne	6 kamer stereoskopowych
Cytowana literatura	[24], [25]

DIGISEC www.digisec.gr	
Typ systemu	Wizyjny
Status systemu	Wdrożony na farmach wiatrowych w Grecji i Włoszech
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywa, śledzi i klasyfikuje latające obiekty w czasie rzeczywistym w świetle dziennym i o zmierzchu – wydajność zależna od warunków oświetleniowych – automatycznie klasyfikuje obiekty latające na podobne do ptaków i obiekty inne niż ptaki – możliwość wyposażenia systemu w kamery termowizyjne <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie uruchamia moduły dźwiękowe (150 dB) w odległości ok. 170 m od turbiny wiatrowej – automatycznie uruchamia zatrzymanie turbiny w przypadku odnotowania ptaków w odległości 218,5 m od turbiny wiatrowej
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	800 m
Wskaźnik wykrywalności ptaków	Brak danych
Wyniki testów skuteczności wykrywania	660 m [26]
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	5,75% [26]
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	4,62% [26]
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – zdjęcia – sekwencja filmów wideo
Pole działania systemu	360° wokół turbiny wiatrowej
Dane techniczne	4 kamery 8K, HD
Cytowana literatura	[26]

DTBird	https://dtbird.com
Typ systemu	Wizyjny
Status systemu	Wdrożony na licznych farmach w Europie, USA i Azji
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatyczne wykrywanie i śledzenie obiektów latających w czasie rzeczywistym w ciągu dnia (pow. 100 luksów) i opcjonalnie w nocy (kamera termowizyjna) <p>Reakcja:</p> <p>Sprzężanie do reakcji redukcji</p> <ul style="list-style-type: none"> – ostrzeganie dźwiękowe (regulowana i zmienna głośności oraz rodzaj tonu sygnału dźwiękowego) – odstraszenie dźwiękowe – zatrzymanie turbiny
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	<p>Ptaki o rozpiętości skrzydeł 0,6–0,7 m do 310 m</p> <p>Ptaki o rozpiętości skrzydeł 0,9–1,1 m do 500 m</p> <p>Ptaki o rozpiętości skrzydeł 2,3–2,6 m 990–1145 m</p>
Wskaźnik wykrywalności ptaków	<p>Duże ptaki, w tym bieliki</p> <p>Min. 76% [27], [28]</p>
Wyniki testów skuteczności wykrywania	<p>51% w odległości ponad 230 m</p> <p>powyżej 85% w odległości 80–140 m [27], [28]</p>
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	32% [27], [28]
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Brak danych
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – pliki wideo – pliki audio
Pole działania systemu	360° wokół turbiny
Dane techniczne	4 do 8 kamer HD montowanych dookoła turbiny
Cytowana literatura	[27], [28]

Identiflight	www.e3-identiflight.de
Typ systemu	Wizyjny
Status systemu	Wdrożony na rynek, USA, Europa, Azja
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatyczne wykrywanie i śledzenie ptaków – automatyczna identyfikacja i klasyfikacja ptaków <i>Milvus sp., Aquila sp.</i> <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość automatycznego wyłączania turbin w oparciu o odległość obiektu od turbiny wiatrowej, prędkości i toru lotu
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	1200 m
Wskaźnik poprawności klasyfikacji	Od 96 do 98%
Wskaźnik wykrywalności ptaków	93 do 96% dla obiektów w odległości 750 m [29], [30]
Wyniki testów skuteczności wykrywania	93 do 96%
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Od 2 do 16% [29], [30]
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Od 2,5 do 4% [29], [30]
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – obraz – ścieżki przelotu śledzonych obiektów w 3D
Pole działania systemu	<p>360° wokół systemu.</p> <p>System montowany jest na specjalnej wieży w odległości ok. 100–150 m od turbiny wiatrowej. W zależności od rozmieszczenia i lokalizacji turbin system może obejmować pracę kilka turbin.</p>
Dane techniczne	System 8 kamer szerokokątnych i 1 kamery panoramicznej
Cytowana literatura	[29], [30]

SafeWind	www.biodiv-wind.com
Typ systemu	Wizyjny
Status systemu	Wdrożony na licznych farmach we Francji, Hiszpanii, Niemczech
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywa i śledzi latające obiekty w czasie rzeczywistym w ciągu dnia (> 0,1 luksa) i opcjonalnie w nocy z wykorzystaniem podczerwieni (< 0,1 luksa). <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wyłączanie turbiny – ostrzeżenie dźwiękowe (opcjonalnie, maks. 120 dB; zmienna głośność i ton sygnału)* <p>* obszar reakcji – dostosowywany indywidualnie do specyfiki miejsca</p>
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	950 m (wartość ekstrapolowana, dla modelu 4K w wersji 2) [14]
Wskaźnik wykrywalności ptaków	84 do 93% w odległości 270 m dla kani rudej 100% w odległości 337 m dla bociana czarnego
Wyniki testów skuteczności wykrywania	<p>Kamery 1K [31] 330 m dla kani rudej 397 m dla bociana czarnego</p> <p>Kamery 2K: 455 m (test z wykorzystaniem drona odpowiadającego ptakom o rozpiętości skrzydeł: 1,15 m).</p>
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	5% dla wersji 2 systemu (średnia roczna)
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Brak danych
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – Zdjęcia – Sekwencje filmów
Pole działania systemu	360° wokół turbiny wiatrowej w zależności od wersji systemu
Dane techniczne	8 kamer szerokokątnych HD, 2K lub 4K
Cytowana literatura	[31]

■ SYSTEMY RADAROWE, WIZYJNO-RADAROWE

Muse	www.dhigroup.com
Typ systemu	Wizyjno-radarowy, system wieloczuJNIKOWY
Status systemu	W fazie testów
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wykrywanie i śledzenie dużych ptaków drapieżnych – pozycjonowanie obiektów latających za pomocą radaru (np. RobinRadar MAX) – identyfikacja ptaków na poziomie grup gatunkowych lub gatunków – możliwość monitorowania kolizji <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość automatycznego wyłączenia turbin – możliwość zastosowania środków odstraszających
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	Dla zastosowanych kamer – do 1 km Dla radaru – do 5 km
Wskaźnik wykrywalności ptaków	Zależny od zastosowanych komponentów sprzętowych (systemów wizyjnych i radarowych)
Wyniki testów skuteczności wykrywania	Brak wyników niezależnych testów. Zależny od zastosowanych komponentów sprzętowych (kamer i radarów)
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Zależny od zastosowanych komponentów sprzętowych (kamer)
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Zależny od zastosowanych komponentów sprzętowych (kamer i radarów)
Sposób gromadzenia danych	Ścieżki 3D (radary) Zapis obrazów z radaru Zależne od zastosowanych kamer
Pole działania systemu	360° wokół systemu
Dane techniczne	System umożliwia łączenie różnych komponentów sprzętowych (radarów 2D i 3D, kamer HD, kamery IR, czujników do wykrywania kolizji, systemów audio). Wybór lub kombinacja różnych komponentów jest dostosowywana do danej lokalizacji. Dotychczasowa wersja systemu: 2 kamery obrotowo-uchylne, radar Furno FAR-3000, kamera termowizyjna.
Cytowana literatura	Brak

Birdtrack	www.strixinternational.com)
Typ systemu	Radarowy
Status systemu	Wdrożony na rynek
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywanie i śledzenie obiektów latających w czasie rzeczywistym w dzień i w nocy – automatyczna klasyfikacja wysokości, kierunku i prędkości lotu w czasie rzeczywistym <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – wyłączenia turbin dla obiektów latających (ptaków) przekraczających strefę zdefiniowaną jako kolizyjna
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	System radarowy: 7–8 km, dla gatunków o dużych rozmiarach ciała do 12 km System kamer: do 2 km
Wskaźnik wykrywalności ptaków	Brak danych
Wyniki testów skuteczności wykrywania	Najwięcej ptaków odnotowanych w odległości 200–500 m od systemu (brak szczegółowych danych) [32]
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Brak danych
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Brak danych
Sposób gromadzenia danych	Trajektorie lotu wykrytych i śledzonych obiektów
Pole działania systemu	360°
Dane techniczne	System instalowany na turbinie lub platformie
Cytowana literatura	[32]

Birdscan MS1	www.fefa-wind.de
Typ systemu	Radarowy
Status systemu	W fazie testów
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – obiekty w locie są stale wykrywane i śledzone w czasie rzeczywistym w dzień i w nocy – automatyczna klasyfikacja wysokości, kierunku i prędkości lotu i w czasie rzeczywistym – automatyczna identyfikacja obiektów do klas wielkości – możliwy jest monitoring dalszego otoczenia turbin wiatrowych <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość zastosowania wyłączeń turbin dla średnich i dużych obiektów
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	max 1200 m (kania ruda)
Wskaźnik wykrywalności ptaków	74–86%
Wyniki testów skuteczności wykrywania	<p>86% w odległości 1200 m (kania ruda) 74% w odległości 1200 m (myszołów)</p> <p>85% skuteczności w prawidłowej klasyfikacji wielkości ptaków dla kani rudej 91% skuteczności w prawidłowej klasyfikacji wielkości ptaków dla myszołowa [wstępne testy, raporty z testów nie zostały jeszcze opublikowane]</p>
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Brak danych
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Nie dotyczy
Sposób gromadzenia danych	Ścieżki 3D śledzonych obiektów
Pole działania systemu	Zasięg przestrzenny każdej anteny wynosi 90° w poziomie i 40° w pionie, możliwość instalacji 4 anten w celu zapewnienia pola „widzenia” 360°
Dane techniczne	radar FMCW, pasmo X 9,4 gigaherca [GHz], rozdzielczość: 2 m
Cytowana literatura	Brak

3Bird Radar System	www.3birdsystems.com
Typ systemu	Radarowy bazujący na radarach RobinRobin
Status systemu	Kompleksowa usługa monitoringów na projekty morskie i lądowe
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – automatycznie wykrywa, śledzi i klasyfikuje ptaki do określonej kategorii wielkości w czasie rzeczywistym – działa w porze dziennej i porze nocnej – automatycznie określa liczbę wykrytych i śledzonych obiektów (ptaków), ich rozmiar (klasy wielkości), odległość obiektów od turbiny wiatrowej), wysokość i kierunek ich lotu. <p>Wersja morska jest wyposażona w rozwiązanie 3BROS, adoptujące radary ornitologiczne Robin Radar System do pracy na pokładach statków badawczych. Rozwiązanie 3BROS wykonane przez firmę 3BIRD, realizuje automatyczne dostrajanie parametrów algorytmów wykrywania ptaków w zależności od wysokości fal znaczących H_{sig}.</p>
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	<p>Zestaw dwóch radarów: Horyzontalny i Wertykalny</p> <p>Duże stada ptaków: prawdopodobieństwo wykrycia >80%: 8 km; prawdopodobieństwo wykrycia 50–80%: 14 km;</p> <p>Duże ptaki: prawdopodobieństwo wykrycia >80%: 6 km; prawdopodobieństwo wykrycia 50–80%: 8 km;</p> <p>Średnie ptaki: prawdopodobieństwo wykrycia >80%: 3,5 km; prawdopodobieństwo wykrycia 50–80%: 4,5 km;</p> <p>Małe ptaki: prawdopodobieństwo wykrycia >80%: 2,0 km; prawdopodobieństwo wykrycia 50–80%: 2,5 km;</p>
Wyniki testów skuteczności wykrywania	<p>Radarowe badania ptaków migrujących. Skuteczność potwierdzana obserwacjami bezpośrednimi. Wyniki z zależności od wysokości fali znacznej (H_{sig}). Obserwacje prowadzone przez zespół 3Bird oraz przez zewnętrznych, renomowanych i niezależnych ornitologów.</p> <p>H_{sig}</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0–20 cm lub projekty lądowe: 85% +/-8% (1/2 Std. Dev) • 20–40 cm: 80% +/-8% (1/2 Std. Dev) • 40–60 cm: 73% +/-9% (1/2 Std. Dev) • 60–80 cm: 61% +/-12% (1/2 Std. Dev) • 80–100 cm: 46% +/-14% (1/2 Std. Dev) <p>(opracowanie własne 3Bird)</p>
Sposób gromadzenia danych	<ul style="list-style-type: none"> – surowe zobrazowania radarowe – poklatkowy zapis obrazów radarowych (filmy video) – baza danych z zapisem wektorowych postaci tras przelotów ptaków oraz zapisem obserwacji bezpośrednich dowiązanych do tras przelotów ptaków
Pole działania systemu	360° wokół radaru
Dane techniczne	System może składać się z dwóch radarów: Horyzontalny i wertykalny lub też z jednego radaru 3d.
Cytowana literatura	Brak

Robin Radar Max	www.robinradar.com
Typ systemu	Radarowy
Status systemu	Wdrożony na rynek
Funkcjonalność systemu	<p>Detekcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – obiekty w locie są stale wykrywane i śledzone w czasie rzeczywistym w dzień i w nocy – możliwa jednoczesna rejestracja 3000 obiektów latających – automatyczna klasyfikacja wysokości, kierunku i prędkości lotu w czasie rzeczywistym – automatyczna identyfikacja obiektów do poszczególnych klas wielkości (2 kategorie) – możliwy jest monitoring dalszego otoczenia turbin wiatrowych (do 8 km) <p>Reakcja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – możliwość zastosowania wyłączeń turbin w zdefiniowanej odległości dla obiektów o określonej klasie wielkości – opcjonalnie istnieje możliwość zastosowania środków odstraszających.
Deklarowany przez producenta zasięg detekcji	Do 8 km
Wskaźnik wykrywalności ptaków	96% w odległości 1 km (ptaki z kategorii wielkości duże)
Wyniki testów skuteczności wykrywania	96% w odległości 1 km (ptaki z kategorii duże) 80% skuteczności w prawidłowej klasyfikacji wielkości obiektów (małe/średnie i duże)
Wskaźnik wyników fałszywie pozytywnych	Brak danych
Wskaźnik wyników fałszywie negatywnych	Nie dotyczy
Sposób gromadzenia danych	Tory lotu w 3D
Pole działania systemu	360° w poziomie i 60° w pionie
Dane techniczne	Instalacja wolnostojąca w pewnej odległości od turbiny wiatrowej: na wieży lub kontenerze.
Cytowana literatura	Brak

OBJAŚNIENIA DO INFORMACJI UŻYTYCH W TABELACH:

Detekcja – funkcjonalność systemu w zakresie wykrywania i śledzenia ptaków i obiektów latających

Reakcja – funkcjonalność systemu w zakresie możliwych do podjęcia przez system działań mających na celu zminimalizowanie ryzyka kolizji ptaków

Wyniki fałszywie pozytywne – obiekty niebędące ptakami wykryte przez system i zaklasyfikowane jako ptaki

Wyniki fałszywie negatywne – obiekty będące ptakami niewykryte przez system

LITERATURA



- [1] Jethro G. Gauld et al. (2022): Hotspots in the grid: Avian sensitivity and vulnerability to collision risk from energy infrastructure interactions in Europe and North Africa. *Journal of Applied Ecology*, 59, 1496–1512. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14160>
- [2] Dürr T. (2020): Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. *Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg*. http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_voegel_eu.xls.
- [3] Wuczyński A. (2009): Wpływ farm wiatrowych na ptaki. Rodzaje oddziaływań, ich znaczenie dla populacji ptasich i praktyka badań w Polsce. *Notatki ornitologiczne 2009*: 206–227.
- [4] Hötker H., Thomsen K.-M., Jeromin H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen
- [5] NWCC 2004. Wind turbine interactions with birds and bats: a summary of research results and remaining questions. Fact Sheet: Second Edition. National Wind Coordinating Committee, Washington.
- [6] Smallwood K.S., Thelander C.G. (2004). Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019. 363 pp. + appendices.
- [7] Thaxter Chris B., Buchanan Graeme M., Carr Jamie, Butchart Stuart H.M., Newbold Tim, Green Rhys E., Tobias Joseph A., Foden Wendy B., O’Brien Sue and Pearce-Higgins James W. (2017). *Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment*. *Proc. R. Soc. B*. 284. 20170829.

- [8] Szurlej-Kiełańska A., Pilacka L., Górecki D. (2021): Kamry i sieć neuronowa przyszłością ochrony ptaków na farmach wiatrowych. Materiały pokonferencyjne Nowe kierunki badań w inżynierii środowiska, energetyce, geodezji i leśnictwie. Zwierzyniec, 6–8 października 2021 r.
- [9] Chylarecki P., Kajzer K., Wysocki D., Tryjanowski P., Wuczyński A. (2011): Wytyczne dotyczące oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki. Projekt. GDOŚ.
- [10] Chylarecki P., Paślawska A. (2008). Wytyczne w zakresie oddziaływania farm wiatrowych na ptaki. PSEW.
- [11] Domínguez del Valle, J. Cervantes Peralta, F. Jaquero Arjona, MI. (2020): Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. *J Appl Ecol.* 2020; 57: 1926–1935. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13714>
- [12] Hull, CL and Muir, S. 2010. Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte Carlo model. *Australasian Journal of Environmental Management*, 17: 77–87. <https://doi.org/10.1080/14486563.2010.9725253>
- [13] Miguel Ferrera, Angèle Alloinga, Ryan Baumbusha, Virginia Morandinibc. (2022). Significant decline of Griffon Vulture collision mortality in wind farms during 13-year of a selective turbine stopping protocol. *Global Ecology and Conservation* Volume 38, October 2022, e02203. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02203>
- [14] Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewend (2022). Detektionssysteme zur ereignisbezogenen Abschaltung von Windenergieanlagen zum Schutz von tagaktiven Brutvögeln.
- [15] Alexandre Corbeau^{1, 2}, Sophie Dupont¹, and Aurélien Besnard. (2022). Detection-reaction systems in onshore windfarms, a mitigation solution to reduce bird fatalities: Principles for a relevant assessment of their performances. MAPE – Research project « Reduction of the Avian Mortality in operating Windfarms.
- [16] Szurlej-Kielanska A., Pilacka L. (2022). Sustainable development of green energy-automated bird protection at wind farms. *Glob J Zool* 7(1): 019-023. DOI: <https://dx.doi.org/10.17352/gjz.000024>
- [17] Aschwanden J., Liechti F. (2019): Test of the automatic bird detection system BPS on the test field of WindForS in the context of nature conservation research (NatForWINSSENT). Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

- [18] [Gradolewski D., Dziak D., Kaniecki D., Jaworski A., Skakuj M., Kulesza WJ. A Runway Safety System Based on Vertically Oriented Stereovision. *Sensors* 2021, 21, 1464.
- [19] Szurlej-Kielańska A., Gradolewski D., Dziak D., Jaworski A., Pilacka L., Górecki D. (2021). Bioseco Bird Protection System (BPS) polish tool for protection birds of prey at windfarms. PNWWRM XIII. Proceedings of the 13th Wind-Wildlife Research Meeting. December 2–4, 2020. Prepared by the American Wind Wildlife Institute, Washington, DC, Susan Savitt Schwartz, ed. 106 pp.
- [20] BfN (2022): NatForWINSENT II – Umsetzung der Naturschutzforschung am Windtestfeld an Land. FKZ 3518 86 0100. Projektstreckbrief.
- [21] KNE (2021a): Dokumentation Fachgespräch „Antikollisionssysteme für Vögel – Ein Blick auf den Entwicklungs- und Erprobungsstand“.
- [22] KNE (2021b): Berichte zum Entwicklungs- und Erprobungsstand verschiedener Systeme. Fachgespräch „Antikollisionssysteme für Vögel – Ein Blick auf den Entwicklungs- und Erprobungsstand“. Präsentation.
- [23] Musiol, F., Kaifel, A. schriftliche Mitteilung vom 27.06.2022 zum Entwicklungsstand des Systems BirdRecorder.
- [24] ZSW (2022): BirdRecorder: Vermeidung von Kollisionen geschützter Vögel mit Windenergieanlagen.
- [25] Tkacz A., Mehrgott H. (2022a): WP Weißbach – Kurzauswertung des Monitorings für eine kamerabasierte bedarfsgerechte Abschaltung von Windenergieanlagen im Jahr 2021. Zugänglich auf Nachfrage. 15 S.
- [26] Tkacz A., Mehrgott H. (2022b): WP Weißbach – Zwischenauswertung des Monitorings für eine kamerabasierte Abschaltung von Windenergieanlagen mit BirdVision im Jahr 2022. Zugänglich auf Nachfrage. 9 S.
- [27] Sachpazis C. (2022): Technical Report and Evaluation of Bird Monitoring & Deterrence System for Wind Turbines (Stand: März 2022, zugänglich auf Nachfrage). S. 44.
- [28] May R., Hamre Ø., Vang R., Nygård T. (2012): Evaluation of the DTBird video-system at the Smøla wind-power plant. Detection capabilities for capturing near-turbine avian behaviour. NINA Report 910. 27 S.
<https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Mayetal2012.pdf>

- [29] Harvey & Associates (2018): AWWI Technical Report: Evaluating a Commercial-Ready Technology for Raptor Detection and Deterrence at a Wind Energy Facility in California. American Wind Wildlife Institute, Washington, DC, 86 S.
<https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/AWWI-DTBird-Technical-Report-2018.pdf>
- [30] Reichenbach M., Reers H. (2021): Wie gut schützt IdentiFlight den Rotmilan (*Milvus milvus*)? Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Kamerasystems zum Schutz vor Kollisionen an Windenergieanlagen 161 S.
https://www.e3-identiflight.de/wp-content/uploads/2021/11/21-10-07_Wie-gut-schuetzt-IdentiFlight-den-Rotmilan-Milvus-milvus_Abschlussbericht-IdentiFlight.pdf
- [31] Christopher J.W. McClure, LukeMartinson, Taber D.Allison (2018): Automated monitoring for birds in flight: Proof of concept with eagles at a wind power facility. *Biological Conservation* 224, Pages 26–33.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320717319407?via%3Dihub>
- [32] Lackmann Phymetric GmbH (2020): Erprobung und Auswertung „SafeWind“ Vogelschutzsystem Hassel Windpark
- [33] Carbon Trust. 2022. Review of seabird monitoring technologies for offshore wind farms. https://ctprodstorageaccountp.blob.core.windows.net/prod-drupal-files/documents/resource/restricted/ORJIP_SBMon-WP2.pdf
- [34] Rosin Z.M., Skórka P., Szymański P., Tobolka M., Luczak A., & Tryjanowski P. (2016). Constant and seasonal drivers of bird communities in a wind farm: implications for conservation. *PeerJ*, 4, e2105.



O AUTORACH



Dariusz Górecki

Ornitolog, dr nauk biologicznych, inż. zootechniki. Ekspert w zakresie ocen oddziaływania farm wiatrowych na awifaunę. Posiada ponad 20-letnie doświadczenie przy planowaniu badań, monitoringu oraz analizach ornitologicznych, również z wykorzystaniem nowoczesnej technologii (radary ornitologiczne, systemy wizyjne). Audytor opracowań na potrzeby OOS. Współpracuje z liderami rynku europejskiego

– konsultując ochronę ptaków przed kolizjami na FW w kraju i za granicą. Autor licznych wystąpień naukowych i szkoleniowych dedykowanych ochronie ptaków przed kolizjami w środowisku zurbanizowanym. Inicjator wielu akcji edukacyjnych dla dzieci i dorosłych.

Współautor *Poradnika ochrony ptaków przed kolizjami ze szklanymi budynkami*. Wiceprezes Stowarzyszenia Wspierania Inwestycji Przyjaznych PTacom. Stały współpracownik Muzeum i Instytutu Zoologii PAN.



Aleksandra Szurlej-Kiełańska

Ornitolog i pasjonat ochrony przyrody. Ekspert w zakresie ocen oddziaływania farm wiatrowych na awifaunę i w zrównoważonym budownictwie. Od ponad 15 lat zaangażowana w planowanie i ochronę przyrody w procesie inwestycyjnym oraz wdrażanie nowoczesnych technologii służących ochronie ptaków na potrzeby sektora OZE. Audytor opracowań na potrzeby OOS. Współpracuje z liderami rynku europejskiego

skiego – konsultując ochronę ptaków przed kolizjami na FW w kraju i za granicą. Autor wystąpień, publikacji naukowych i popularnonaukowych, panelista debat, organizator szkoleń i konferencji poświęconych ochronie ptaków. Członek Stałej Komisji legislacyjnej działającej przy PLGBC. Zaangażowana w propagowanie współpracy międzysektorowej na rzecz ochrony bioróżnorodności.

Współautor poradników *Ochrona ptaków przed kolizjami ze szklanymi budynkami* oraz *Zielony potencjał inwestycji*. Prezes Stowarzyszenia PTacom. Właściciel firmy TACTUS.



Lucyna Pilacka

Ornitolog, dr nauk biologicznych. Zawodowo propaguje wiedzę i dobre praktyki na rzecz ochrony przyrody wśród specjalistów branży budowlanej i projektowej. Aktywna edukatorka oraz uczestniczka i organizatorka konferencji naukowych.

Autorka publikacji i wystąpień naukowych, panelistka oraz członkini grup roboczych poświęconych ochronie bioróżnorodności i zieleni w miastach. Audytorka pierwszej polskiej

certyfikacji wielokryterialnej budynków mieszkalnych „Zielony Dom”. W ostatnim czasie szczególnie zaangażowana w problematykę ptasich kolizji z różnymi elementami infrastruktury. Wykonawca testów skuteczności polskiego systemu Bioseco BPS. Właścicielka firmy Pracownia Przyrodnicza Pilacka.

Współautor poradników *Ochrona ptaków przed kolizjami ze szklanymi budynkami* oraz *Zielony potencjał inwestycji*. Prezes Stowarzyszenia PTacom

■ Notatki

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

■ Notatki

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

„W Polskich warunkach klimatycznych najtańszym źródłem energii są turbiny wiatrowe – bez nich skuteczna transformacja energetyczna jest w zasadzie niemożliwa. Potrzebujemy zarówno wiatraków, jak i ochrony mieszkańców przestworzy i musimy to pogodzić najlepiej, jak się da. Potrzebujemy konkretów – i temu właśnie służy ten poradnik.”

Marcin Popkiewicz


„Obserwując wysiłki i starania jakie podejmują miłośnicy przyrody, badacze i inżynierowie, powinniśmy skupić się na zaimplementowaniu powstałych tam dobrych praktyk i rozwiązań. Poradnik ... przedstawia wiele pomysłów, warto się im przyglądać i wcielać w życie. Pozwoli to na efektywniejszą ochronę bioróżnorodności.”

Prof. dr hab. Piotr Tryjanowski

 **PTA.com**

© Stowarzyszenie Wspierania Inwestycji Przyjaznych PTA.com

ul. Wiwulskiego 35/2, Wrocław
biuro.swipp@gmail.com | www.swipp-pta.com

Znajdź nas na 

ISBN 978-83-960727-3-3



9 788396 072733

