



## **OPINIA**

### **w sprawie lokalizacji turbin wiatrowych na obszarach leśnych**

W związku z informacjami o zaawansowanych planach lokalizowania obiektów energetyki wiatrowej na obszarach leśnych, realizowanego w ramach rozpoczętego w 2021 roku przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (kierowane w tym czasie przez polityków Zjednoczonej Prawicy) programu „Las Energii”<sup>1</sup>, Państwowa Rada Ochrony Przyrody uznała za potrzebne wydanie opinii w tej sprawie, na użytek Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz samorządowych i państwowych organów ochrony przyrody.

Temat budowy elektrowni wiatrowych na obszarach leśnych nie jest nowy i w niektórych państwach istnieje już znaczna praktyka w tej dziedzinie. Dostępne są opracowania zawierające wyniki badań nad wpływem siłowni wiatrowych na środowisko leśne (np. Balotari-Chiebao i in. 2021; Bunzel i in. 2019; Gaultier i in. 2020; Schöll i in. 2021; Sorkhabi i in. 2016). Wiedza ta wskazuje, że elektrownie wiatrowe w lasach mają znaczny potencjał negatywnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze i krajobraz. W konsekwencji, lokalizowanie ich w lasach od dłuższego czasu budzi społeczne kontrowersje i spotyka się ze sprzeciwem ze strony podmiotów zajmujących się ochroną środowiska oraz specjalistów ze świata nauki.

Według najlepszej współczesnej wiedzy, praca siłowni wiatrowych opartych o aktualnie dostępną technologię, zlokalizowanych w lasach, stwarza szczególne zagrożenie dla środowiska leśnego oraz dla chronionych prawem gatunków zwierząt. Lokowanie ich na terenach leśnych, będących obszarami o znacznej różnorodności biologicznej, potęguje zagrożenia przyrodnicze typowo powodowane przez te obiekty. Rada wyraża przekonanie, że w warunkach Polski nie ma gospodarczego, prawnego i środowiskowego uzasadnienia dla lokalizacji tak ryzykownych przyrodniczo instalacji akurat na obszarach zalesionych.

**Po przeanalizowaniu dostępnych danych naukowych Państwowa Rada Ochrony Przyrody wyraża negatywną opinię na temat możliwości lokalizowania w polskich lasach inwestycji polegających na budowie turbin wiatrowych.**

## **UZASADNIENIE**

### **1. Wprowadzenie**

Energetyka wiatrowa już dzisiaj stanowi jeden z filarów energetyki w Polsce. Jest także przewidziana jako główny element przyszłego mixu energetycznego. Jako źródło „czystej” energii słusznie uważa się ją za rozwiązanie generalnie chroniące środowisko (Kim i Park 2023; Osman i in. 2023). Jednakże każde rozwiązanie zaimplementowane w niewłaściwy sposób może stwarzać zagrożenie, mimo wcześniejszych pro-środowiskowych założeń. Jest wielokrotnie potwierdzonym i niekwestionowanym faktem, że elektrownie wiatrowe mogą

<sup>1</sup> <https://www.ckps.lasy.gov.pl/las-energii>

stanowiąc poważne zagrożenie dla nietoperzy oraz ptaków, zarówno w skali lokalnej, regionalnej jak i ponadregionalnej. Mają również wpływ na inne elementy środowiska (np. Sander i in. 2024). Z powodu możliwości zaistnienia konfliktów zarówno ze środowiskiem przyrodniczym, jak i z ludzkim sąsiedztwem, elektrownie wiatrowe są zasadniczo wznoszone na otwartej przestrzeni, w oddaleniu od miejsc szczególnie wrażliwych na ich negatywne oddziaływanie. Budowa najczęściej jest regulowana ścisłymi wytycznymi, a dla konkretnych lokalizacji konieczne jest uzyskanie potwierdzenia co najwyżej nieznaczego oddziaływania inwestycji na środowisko. Celem tej procedury jest między innymi uniknięcie znacznych szkód przyrodniczych.

Energetyka wiatrowa (turbiny wiatrowe i farmy wiatrowe) może powodować negatywne oddziaływania na krajobraz, środowisko abiotyczne, biotyczne (w tym ludzi) oraz społeczne (Anshel i Simon 2016; Kokologos i in. 2014; Pohl i in. 2012). Wszystkie te formy oddziaływania dotyczą także tego rodzaju inwestycji umiejscowionych w lasach. W niniejszej opinii PROP skupi się jednak na najważniejszych skutkach takich lokalizacji dla walorów przyrodniczych, ze szczególnym uwzględnieniem zwierząt objętych ścisłą ochroną gatunkową.

Czynnikami oddziaływania turbin będą w pierwszej kolejności zmiany struktury przestrzennej lasu (w tym, potencjalnie, niszczenie stanowisk roślin, grzybów i zwierząt należących do gatunków chronionych), wynikające ze zlokalizowania turbin. Następnie funkcjonowanie takich inwestycji pociąga za sobą straty bezpośrednie (zabijanie ptaków i nietoperzy, zakłócenie zachowań zwierząt spowodowane hałasem) oraz różnorodny wpływ pośredni (Dhar i in. 2020; Katzner i in. 2019; Laranjeiro i in. 2018). Ptaki i nietoperze są uważane za grupy szczególnie narażone na negatywny wpływ turbin wiatrowych, oddziałujących na nie w różnorodny sposób (Laranjeiro i in. 2018; Voigt i in. 2012). Fakt ten jest również jednym z powodów istniejącego oporu społecznego przeciwko energetyce wiatrowej (Enevoldsen i in. 2016).

## **2. Oddziaływanie na nietoperze**

W większości badań stwierdzono, że wśród śmiertelnych ofiar energetyki wiatrowej najliczniejsze są nietoperze – znacząco przewyższając pod tym względem ptaki (Köppel i in. 2014; Schuster i in. 2015; Thaxter i in. 2017). Wszystkie ich gatunki są w Polsce i całej Unii Europejskiej objęte ścisłą ochroną gatunkową, a wiele z nich jest zagrożonych. Jednocześnie w odniesieniu do tej grupy zwierząt przeprowadzono szczególnie liczne badania i wielokrotnie wykazano, że dotyczące ich negatywne oddziaływania energetyki wiatrowej jest silnie uzależnione od lokalizacji wiatraków i dramatycznie wzrasta m.in. wraz ze zmniejszaniem odległości posadowienia turbin od skraju lasu. Dlatego tej grupie taksonomicznej poświęcamy szczególnie dużo uwagi.

### **2.a. Przyczyny i skala zwiększonego oddziaływania na nietoperze w lasach**

Nietoperze doznają letalnych i bliskich letalnym obrażeń głównie w wyniku kolizji z obracającymi się śmigłami lub w wyniku urazu ciśnieniowego (barotrauma), spowodowanego nagłym spadkiem ciśnienia w pobliżu poruszającej się krawędzi wirnika (np. Baerwald i in. 2008; Szoldatits i in. 2012; Dai i in. 2015; Gaultier i in. 2020; Jones i in. 2015; Schuster i in. 2015; Thompson i in. 2017).

W Europie centralnej i północno-zachodniej gatunkami dominującymi w statystykach kolizji są karlik malutki (*Pipistrellus pipistrellus*), karlik większy (*P. nathusii*) i borowiec wielki (*Nyctalus noctula*), które wraz z pięcioma innymi gatunkami stanowiły 98% wszystkich śmiertelnych ofiar wśród nietoperzy (Gaultier i in. 2020). Siedem spośród tych ośmiu gatunków jest

w znaczącym stopniu związanych ze środowiskiem leśnym (najczęściej w lasach odbywa się m.in. ich rozród), a jednocześnie wszystkie polują głównie na otwartej przestrzeni – np. nad koronami drzew.

Nietoperze na obszarach zalesionych występują w dużych zagęszczeniach oraz latają wyżej niż np. na obszarach rolniczych, co zwiększa ich narażenie na kolizję z łopatami wirnika (Reusch i in. 2022). W sytuacji, gdy nad lasami przebiega migracja nietoperzy, umieszczone tam turbiny będą zabijać masowo te zwierzęta w okresie wędrówek – liczniej niż na terenie otwartym. Wynika to m.in. z większej wysokości turbin stawianych w lasach – a przeloty migracyjne niektórych gatunków przy silniejszym wietrze (gdy turbiny pracują) odbywają się właśnie wysoko – kilkaset metrów nad ziemią (np. Lagerveld i in. 2024). Kolejną przyczyną jest większa aktywność niektórych gatunków nad lasami podczas migracji. Nietoperze podczas wędrówek sezonowych nie korzystają z zapasów tłuszczu, tylko robią przystanki w celu intensywnego żerowania w miejscach obfitujących w pokarm (np. Šuba i in. 2012, Hurme i in. 2025).

W strefie umiarkowanej półkuli północnej śmiertelność nietoperzy migrujących na farmach wiatrowych jest najwyższa późnym latem i jesienią, z niższym szczytem w czasie migracji wczesną wiosną (Browning i in. 2021; Cryan i in. 2014; Dai i in. 2015; Gaultier i in. 2020; Laranjeiro i in. 2018; Rnjak i in. 2023; Schuster i in. 2015; Thompson i in. 2017). Dotyczy to szczególnie zalesionych wzniesień i grzbietów górskich (Thaxter i in. 2017; Wang i Wang 2015), wzdłuż których może przebiegać migracja lub które mogą stanowić miejsce przystankowe, a które jednocześnie, ze względu na korzystniejsze warunki wiatrowe, mogą być uważane za atrakcyjne miejsca dla lokalizacji potencjalnych inwestycji energetycznych. W strefie klimatu umiarkowanego Europy śmiertelność nietoperzy w kolizjach z turbinami wiatrowymi umiejscowionymi w lasach waha się zwykle, w zależności od lokalizacji, od 4,0 do 41,1 osobnika/turbinę/rok (2,3–22,8 osobnika/MW/rok), a tylko w jednym przypadku na 10 farm nie stwierdzono śmiertelności (co nie musi być jednoznaczne z jej niewystępowaniem – kwestię wykrywalności omówiono dalej). Dla porównania, na pastwiskach śmiertelność ta wynosiła 0,0–13,6 osobnika/turbinę na rok (0,0–16,0 osobnika/MW/rok, brak jakiegokolwiek śmiertelności w połowie przypadków), zaś na polach uprawnych 0,0–5,3 osobnika/turbinę/rok (0,0–9,4 osobnika/MW/rok, brak jakiegokolwiek śmiertelności w 10 na 24 farmy) (Rydell i in. 2010). W lasach można się więc spodziewać śmiertelności kilkukrotnie wyższej, niż na polach uprawnych, i występującej z większą pewnością.

Posadowienie turbiny wiatrowej bezpośrednio na obszarze zalesionym powoduje określone zmiany w strukturze przestrzennej środowiska. Polegają one na stworzeniu dodatkowego obszaru skraju (ekotonu) pomiędzy lasem a obszarem otwartym (odlesione sąsiedztwo turbiny), a także powstanie obszaru skraju wzdłuż niezbędnej drogi dojazdowej i linii przesyłowej. Zagrożenie dla fauny wynika z faktu, że skraj oraz śródleśne obszary otwarte są głównym obszarem aktywności nietoperzy leśnych oraz ptaków, zaś drogi leśne (podobnie jak inne liniowe elementy krajobrazu) są typowymi trasami komunikacyjnymi dla tych zwierząt (Verboom i Huitema 1997). W tej sytuacji wymienione zmiany strukturalne będą skutkowały zwiększeniem zagęszczenia zwierząt latających w bezpośrednim sąsiedztwie każdej turbiny wiatrowej umieszczonej w lesie, powodując nieuniknione zwiększenie śmiertelności (Ellerbrok i in. 2023). W lasach w Niemczech potwierdzona śmiertelność nietoperzy nie spadała poniżej 3,8 osobnika/turbinę/rok, osiągając maksymalnie wartość 41,1 (Rydell i in. 2010). W badaniach prowadzonych w Saksonii turbiny posadowione w odległości 0–100 m od skraju lasu zabijały znacząco więcej nietoperzy niż te od nich oddalone (Seiche et al, 2008). Także w badaniach Rydell i in. (2010) dla 37 europejskich farm wiatrowych stwierdzono istotną dodatnią korelację

między procentowym udziałem zadrzewienia (pokrycia powierzchni) w sąsiedztwie turbin wiatrowych, a śmiertelnością nietoperzy.

Kolejnym czynnikiem zwiększającym zagrożenie dla nietoperzy powodowane przez obiekty energetyki wiatrowej w lasach jest przyciąganie w ich sąsiedztwo owadów, spowodowane lokalnym wzrostem temperatury na odlesionym obszarze, a także posadowieniem w tym miejscu wysokiego obiektu (pylon turbiny). Udowodnionym jest, że takie warunki stanowią atraktant dla owadów latających (Millon i in. 2015; Cryan i in. 2014), co z kolei przyciąga w takie miejsce żerujące nietoperze. Nietoperze żerujące na otwartych przestrzeniach mogą traktować pylony turbin jak wysokie drzewa, szukając punktów orientacyjnych lub miejsc odpoczynku podczas jesiennej migracji (Cryan i in. 2009, 2014; Jameson i Willis, 2014; Kunz i in. 2007). Niedawne badania przeprowadzone w Niemczech na próbie 22 turbin w sześciu lokalizacjach w ciągu trzech lat wykazały występowanie podwyższonej aktywności godowej (a także żerowej) nietoperzy w bezpośredniej bliskości pylonów. Autorzy stwierdzili, że konstrukcje wysokich pylonów turbin wiatrowych przyciągały nietoperze, które wykorzystywały je jak najwyższe drzewa w otaczającym krajobrazie. Dotyczyło to nietoperzy z gatunków uznawanych za szczególnie narażone na szkody powodowane przez elektrownie wiatrowe, szczególnie borowca wielkiego i karlika większego (Knörnschild 2024). Także badania niemieckie (tam jest szczególnie dużo turbin zlokalizowanych w lasach) wykazały, że efekt wzrostu aktywności nietoperzy polujących na otwartej przestrzeni, takich jak borowce, wokół wzniesionych turbin wiatrowych, jest szczególnie znaczący na terenach leśnych (Ellerbrok i in. 2022).

Jak zaznaczono wyżej, wpływ turbin wiatrowych działających w lasach jest różny na różne gatunki nietoperzy. Ellerbrok i in. (2022) wskazują, że zabijanie nietoperzy przez wirniki ma charakter selektywny, najbardziej zagrażając nietoperzom latającym szybko i wysoko, a także dalekodystansowym migrantom (McKay i in. 2024). Natomiast niektóre inne gatunki, latające wolno i nisko, przeciwnie, unikają sąsiedztwa farm wiatrowych, prawdopodobnie odstraszone hałasem i zaburzonym przepływem powietrza. Jest to drugi (poza zabijaniem przez wirniki) potencjalny czynnik ubożenia zespołów nietoperzy leśnych w rejonach działania farm wiatrowych. Do gatunków potencjalnie zagrożonych przez ten typ oddziaływania należą zarówno nietoperze polujące wśród koron drzew, w podszycie i na ziemi, posługujące się, przy detekcji ofiar wyjątkowo wrażliwym na hałas biernym słuchem (np. nocek duży *Myotis myotis*, nocek Bechsteina *Myotis bechsteinii*, gacki *Plecotus* spp.), jak i chwytające ofiary w powietrzu, na granicy koron drzew i otwartej przestrzeni nad nimi (mopek *Barbastella barbastellus*). Status ochronny wymienionych tu gatunków jest bardzo wysoki – wszystkie poza gackami umieszczone są w Załączniku II Dyrektywy Siedliskowej, a część z nich również na europejskiej i światowej czerwonej liście gatunków zagrożonych z kategoriami NT lub VU. Co więcej, w kolizjach z turbinami położonymi na terenach otwartych giną one jedynie sporadycznie (Rydell i in. 2010), dotychczas pozostawały więc wolne od negatywnego wpływu energetyki wiatrowej – po wprowadzeniu jej do lasów będziemy mieli do czynienia z rozszerzeniem spektrum szkodliwych oddziaływań antropogenicznych na ich populacje. Nie jest to zagrożenie jedynie teoretyczne. W badaniach obejmujących 24 kompleksy leśne w Niemczech wykazano istotny statystycznie spadek aktywności gatunków nietoperzy polujących na niewielkich wysokościach i wśród koron drzew w otoczeniu działających tam turbin wiatrowych. Aktywność ta spadała nawet o połowę, a efekt był obserwowany w odległości kilkuset metrów od turbiny (Ellerbrok i in. 2022). Utrata siedlisk przez nietoperze z powodu ich wypłaszania pozostawała dotąd pomijanym elementem oceny oddziaływania energetyki wiatrowej na te

ssaki, co było uzasadnione na otwartych przestrzeniach, nie stanowiących dla wspomnianych gatunków atrakcyjnych żerowisk. W północno-zachodniej Francji stwierdzono redukcję aktywności gatunków zbierających ofiary z roślinności (nocków i gacków) o 51%, ale istotne spadki aktywności zaobserwowano również u gatunków polujących na otwartej przestrzeni, choć kryjących się w dzień wyłącznie w lesie – borowców leśnych *Nyctalus leisleri* (o 19%), a także u zagrożonego i posiadającego wysoki status ochronny mopka. Autorzy tych badań sugerują, że europejskie wytyczne (w tym EUROBATS i wiele krajowych), aby lokalizować turbiny wiatrowe co najmniej 200 m od skraju lasu, celem redukcji śmiertelności nietoperzy, poważnie niedoszacowują utraty siedlisk przez te zwierzęta, zwłaszcza że przynajmniej w analizowanym regionie 89% turbin nie spełnia omawianych wytycznych (Barré i in. 2018).

## **2.b. Ograniczenia skuteczności przewidywania i monitorowania wpływu na nietoperze**

Stosowane zwykle metody przedrealizacyjnej inwentaryzacji nietoperzy na potrzeby oceny oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych na tę grupę ssaków, mogą być nieskuteczne, jako oparte głównie na monitoringu akustycznym. Dla przykładu, rejestrowana z poziomu gruntu, za pomocą detektora ultradźwięków, aktywność borowca wielkiego, nietoperza należącego do najbardziej narażonych na śmiertelne kolizje, w dojrzałych drzewostanach pozostaje niska lub bardzo niska, znacząco mniejsza niż na zrębach czy terenach otwartych (Rachwald 1992; Węgiel i in. 2018). Jest to zrozumiałe w świetle potocznej wiedzy o ekologii i zachowaniu tego gatunku – jest on przystosowany do polowania na dużej wysokości i z dala od przeszkód, na otwartej przestrzeni, nie zaś wewnątrz lasu. Otwarta przestrzeń rozciąga się jednak również nad koronami drzew. Badania radiotelemetryczne, oparte o śledzenie oznakowanych nadajnikami osobników, wykazują już, że najbardziej preferowanymi żerowiskami borowców wielkich są – niemal na równi – pastwiska i lasy (Mackie i Racey 2007). Tymczasem aktualnie nie istnieje możliwość zastosowania w ocenach oddziaływania na środowisko poszczególnych inwestycji wiatrowych, metod alternatywnych wobec naziemnego monitoringu akustycznego, takich jak radiotelemetria czy montowanie detektorów ultradźwięków w koronach drzew, na tak dużą skalę, żeby móc objąć nimi wszystkie planowane lokalizacje turbin wiatrowych w lasach, a co za tym idzie potencjalne zagrożenie śmiertelnością pozostałoby niewykryte.

Najnowsze badania Hurme i in. (2025) wskazują też, że co najmniej wspomniane borowce wielkie nie migrują wzdłuż stałych korytarzy wędrówkowych. Trasy ich przelotów są uzależnione od losowego układu frontów atmosferycznych, wykorzystywanych przez nie do wspomaganie przelotów. Pomiedzy skokowymi przemieszczeniami osobniki tego gatunku zatrzymują się na uzupełnienie energii (intensywne żerowanie) w dość losowych miejscach, które każdego roku mogą przypadać na innych obszarach. Tam poszukują dziennych kryjówek i najbogatszych żerowisk. W związku z tym, badania przedrealizacyjne w jednym roku wcale nie muszą dać wyników reprezentatywnych dla kolejnych lat. Właściwe jest więc kierowanie się zasadą ostrożności i zakładanie, że tereny szczególnie atrakcyjne pod względem dostępności schronień oraz żerowiskowo (jak lasy) stanowią miejsca szczególnie dużego zagrożenia kolizji borowców z turbinami w okresie migracji, nawet jeśli zagrożenie takie występuje z odmiennym natężeniem w różnych latach.

Podobnie badania w ramach monitoringu porealizacyjnego na terenach leśnych jeszcze mniej skutecznie niż na terenach otwartych wykrywają rzeczywiste oddziaływanie, w związku ze znacznie niższą wykrywalnością zabitych nietoperzy oraz utrudnionymi obserwacjami i nasłuchami.

Ze względu na strukturę przestrzenną, las, w porównaniu z obszarem otwartym, stanowi teren trudny do obserwacji i penetracji. W związku z tym otoczenie turbin wiatrowych zlokalizowanych w lasach (sąsiedztwo drzewostanu, podszyt) stanowi czynnik poważnie utrudniający ocenę śmiertelności nietoperzy (a także ptaków) powodowanej przez pracujące siłownie wiatrowe, gdyż odnajdywanie ofiar jest znacząco utrudnione. Ofiary śmiertelne zderzeń z turbinami o dużej wysokości posadowienia wirnika (tylko takie turbiny są instalowane w lasach) mogą również spadać poza obszarem poszukiwań i być pomijane lub niemożliwe do wykrycia (Weber i in. 2018). Dodatkowo w lasach można się spodziewać znacząco szybszego usuwania martwych lub rannych nietoperzy i ptaków przez zwierzęta drapieżne i padlinożerne. Stawia to pod znakiem zapytania skuteczność przyjętych metod monitorowania wpływu środowiskowego w przypadku turbin wiatrowych zlokalizowanych na obszarach zalesionych. Alternatywne metody badawcze w stosunku do poszukiwania ofiar, jak obserwacje termowizyjne i optyczne, są na terenie zalesionym bardzo utrudnione, a dodatkowo na tyle kosztowne i pracochłonne, że ich stosowanie jest aktualnie racjonalne jedynie w skali eksperymentalnej, na niewielkich próbach przestrzennych i czasowych, co ogranicza reprezentatywność ich wyników. Powszechnie przyjmuje się, że dostępne obecnie dane, z których wynika wysoka śmiertelność nietoperzy powodowana przez siłownie wiatrowe w lasach, są i tak zaniżone i w rzeczywistości ta śmiertelność jest jeszcze większa.

### ***2.c. Lokalizacja turbin w lasach w świetle wytycznych dotyczących oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na nietoperze***

Aktualny stan wiedzy na temat szczególnie negatywnego oddziaływania turbin wiatrowych posadowionych w lasach na nietoperze znajduje swoje odzwierciedlenie także w aktualnych wytycznych dotyczących minimalizacji oddziaływań energetyki wiatrowej na środowisko. Ponieważ negatywne oddziaływanie turbin w lokalizacjach leśnych zostało dobrze zbadane i potwierdzone, a jednocześnie jego dokładna skala jest praktycznie niemożliwa do przewidzenia na podstawie monitoringu przedrealizacyjnego, a nie wypracowano do tej pory metod zapobiegania lub ograniczania tego oddziaływania o sprawdzonej i satysfakcjonującej skuteczności, powszechnie zaleca się stosowanie prostej zasady – unikania lokalizacji turbin wiatrowych w lasach i ich pobliżu.

Wytyczne opracowane przez Porozumienie o Ochronie Populacji Europejskich Nietoperzy EUROBATS, którego Polska jest członkiem i sygnatariuszem, w odniesieniu do lokalizowania turbin wiatrowych w sąsiedztwie obszarów leśnych stwierdzają, że obiekty te powinny być lokalizowane w odległości minimum 200 metrów od ściany lasu, przy czym odległość ta jest liczona od końca zasięgu łopat wirnika (Rodrigues i in. 2014). Natomiast rezolucja przyjęta przez spotkanie państw – stron EUROBATS (w tym przez Polskę) wskazuje na konieczność brania pod uwagę, że siedliska i obszary, w których spodziewany jest negatywny wpływ inwestycji na nietoperze, mogą nie być odpowiednie do budowania i eksploatacji turbin wiatrowych (Rezolucja 9.4 MoP EUROBATS, październik 2022). Obszary zalesione wypełniają definicję właśnie takiego obszaru. Rezolucja ta wzywa państwa – strony Porozumienia, do przestrzegania przywołanych wyżej wytycznych.

Podobne stanowisko znajduje się w opracowanych w 2013 roku „Wytycznych dotyczących oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na nietoperze”, przygotowanych na zlecenie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (Kepel i in. 2013). Wytyczne te, mimo że nie zostały oficjalnie rekomendowane, są powszechnie stosowane przez inwestorów oraz organy ochrony środowiska w Polsce przy ocenie oddziaływania środowiskowego planowanych inwestycji

w siłownie wiatrowe. Wspólnie z wytycznymi EUROBATS stanowią wyznacznik stanu współczesnej wiedzy, w rozumieniu art. 52 ust. 1 i art. 68 ust. 1 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2024 r. poz. 1112).

Wytyczne Komisji Europejskiej dotyczące dotyczące inwestycji sektora energetyki wiatrowej i przepisów UE w dziedzinie ochrony przyrody (Komisja Europejska 2020) w kilku miejscach zwracają uwagę na podwyższone ryzyko lokalizacji turbin wiatrowych w obszarach leśnych, dotyczące szczególnie nietoperzy.

### **3. Oddziaływanie turbin wiatrowych na inne wybrane elementy środowiska leśnego**

#### **3.a. Oddziaływanie na inne ssaki**

Stwierdzono, że również niektóre ssaki naziemne (w tym jeleniowate, zające, kuny, czy wilki – lista jest wciąż otwarta bo prowadzone są dalsze badania w Europie i na innych kontynentach) unikają obszarów farm wiatrowych i związanej z nimi infrastruktury lub działalności konstrukcyjnej (np. Łopucki i in. 2017, Kati i in. 2021; Chowdhury i in. 2022; Schöll i Nopp-Mayr 2021; Kumara i in. 2022, Tolvanen i in. 2023), bądź wykazują objawy chronicznego stresu, jak borsuk i nornik polny (Agnew i in. 2016. Łopucki i in. 2018), ewentualnie modyfikują swoje wzorce zachowań jak chomik europejski (Łopucki i Perzanowski 2022). Przemieszczenie lub wycofanie się jednego lub kilku gatunków pod wpływem obecności turbin wiatrowych może mieć bezpośrednie konsekwencje dla innych gatunków, ze względu na efekt kaskadowy (Thaker i in. 2018). Na terenach leśnych oddziaływanie na ssaki lądowe może być większe niż na terenach otwartych, ze względu na zazwyczaj częstsze występowanie tych zwierząt w lasach. Dotyczy to większości dużych krajowych ssaków, w tym gatunków łownych ( np. jelen, dzik) i chronionych (ryś, wilk, niedźwiedź). Jeśli farmy wiatrowe miałyby być barierą dla przemieszczania się rysia i wilka (na co wskazują pewne dane, Marquez i in. 2018), może to stanowić zagrożenie dla populacji tych zwierząt.

#### **3.b. Oddziaływanie na ptaki**

Ptaki to pod względem liczebności druga po nietoperzach grupa kręgowców, na którą turbiny wiatrowe mogą oddziaływać poprzez bezpośrednie zabijanie. Jest ono w ich wypadku efektem kolizji w locie z elementami turbin wiatrowych i towarzyszącą infrastrukturą. Należy jednak zaznaczyć, że występują także inne oddziaływania, jak efekt bariery wydłużający trasy przelotu czy wykluczenie żerowisk. Dotyczy to także lasów – np. unikanie sąsiedztwa turbin stwierdza się także u niektórych ptaków, które ze względu na przebywanie głównie pod okapem drzew lub krzewów (jak np. rudziki *Erithacus rubecula*) padają stosunkowo nielicznie ofiarą kolizji z łopatami turbin (Gibson i in. 2017). Metaanaliza wykonana przez Tolvanen i in. (2023), obejmująca 66 recenzowanych publikacji dotyczących wpływu turbin wiatrowych na ptaki wykazała, że w 63% z nich stwierdzono opuszczanie przez liczne gatunki ich terytoriów w sąsiedztwie turbin. Dotyczy to w znacznym stopniu gatunków leśnych. Przykładowo zarówno badania puszczyków w Hiszpanii (López-Peinado i in. 2020) jak puchaczy w Norwegii (Husby i Pearson 2022) wskazują, że promień obszaru wykluczenia tych gatunków przekracza 5 km od turbiny. Badania prowadzone aktualnie na kilku farmach wiatrowych posadowionych w lasach we wschodnich Niemczech wskazują, że strefa całkowitego wykluczenia wokół turbin w przypadku wszystkich gatunków sów przekracza 1 km, a zwykle jest większa (Przemysław

Wylegała i in. – dane niepublikowane). Przypuszcza się, że wpływają na to trzy czynniki. Hałas powodowany przez turbiny uniemożliwia polowania przy użyciu słuchu, tereny wokół turbin stają się uboższym łowiskiem, a do tego dokłada się bezpośrednio zabijanie sów w wyniku kolizji z łopatkami wirnika. Przy czym w Europie najliczniej giną gatunki związane z lasami. Wśród ofiar zarówno w Niemczech (Dürr 2023b) jak i innych krajach europejskich (Dürr 2023a) dominuje puchacz *Bubo bubo*, a za nim plasuje się sowa uszata *Asio otus*. Stwierdzono także, że hałas powodowany przez turbiny przeszkadza np. głuszcom *Tetrao urogallus* i w promieniu do ponad 800 m od niej zmniejsza wskaźnik ich sukcesu rozrodczego oraz czas zainwestowany w lęgi (Taubmann i in. 2021). Gatunek ten w pobliżu inwestycji wiatrowych wykazał spadek populacji z powodu zmniejszonej przydatności siedlisk (González i in. 2016) i nic nie wskazywało na to, by po ośmiu latach od uruchomienia wiatraków nastąpiło przyzwyczajenie (Coppes i in. 2020).

Oddziaływanie na ptaki dotyczy znacząco większej liczby gatunków niż w wypadku nietoperzy – w tym taksonów, w przypadku których nawet bardzo niewielki wzrost śmiertelności może mieć znaczący negatywny wpływ na właściwy stan ochrony.

Na półkuli północnej z turbinami wiatrowymi najczęściej kolidują ptaki wróblowe (60–80% ofiar ptasich; Zimmerling i in. 2013; Erickson i in. 2014), ale największe zagrożenie dla ochrony różnorodności biologicznej stwarzają kolizje ptaków o dużej wielkości ciała, długowiecznych i o niskiej rozrodczości, w szczególności ptaków szponiastych, ale także np. brodzących, siewkowych, sów, kukułek... (Schippers i in. 2020; Thaxter i in. 2017; Schöll i in. 2021).

Średnia śmiertelność ptaków w wyniku kolizji z turbinami wiatrowymi kształtuje się na poziomie 5–8 osobników/turbinę/rok (Loss i in. 2013, Zimmerling i in. 2013, Chylarecki i in. 2011), względnie 3–5 osobników/MW/rok (Loss i in. 2013, Erickson i in. 2014, AWWI 2019) lub nawet 11 osobników/MW/rok (Smallwood 2013), przy bardzo dużej zmienności pomiędzy lokalizacjami i poszczególnymi siłowniami. Jednocześnie, nowe badania sugerują, iż powyższe oszacowania mogą być niemal trzykrotnie zaniżone (Smallwood i in. 2020). Ryzyko kolizji ptaków, podobnie jak nietoperzy, rośnie wraz z wysokością turbiny i jej mocą zainstalowaną (Loss i in. 2013, Huso i in. 2021, Garvin i in. 2024). W konsekwencji, zamiana starych siłowni na turbiny nowej generacji, o większej mocy, nie musi – wbrew powszechnie propagowanym opiniom – prowadzić do zmniejszenia całkowitej śmiertelności ptaków i nietoperzy (Huso i in. 2021).

Grupą szczególnie narażoną na niekorzystne oddziaływania siłowni wiatrowych są ptaki szponiaste, wśród których znajdują się gatunki o kolizyjności nieproporcjonalnie wysokiej w stosunku do ich liczebności (kania ruda, bielik, orlik krzykliwy, myszołów, orzeł przedni, pustułka). Jednocześnie, z uwagi na charakterystykę demograficzną, wśród gatunków z tej grupy, nawet niewielka liczba ofiar kolizji przekłada się na zauważalne spadki tempa wzrostu populacji (Schippers i in. 2020), skutkujące zagrożeniem trwałości populacji lokalnych lub regionalnych (Schaub 2012, Bellebaum i in. 2013, Cervantes i in. 2022, Estelles-Domingo i Lopez-Lopez 2024). Znaczna część tych gatunków gniazduje w lasach oraz na terenach zadrzewionych i to tam właśnie tworzy się dla nich strefy ochronne wokół gniazd. Umieszczenie turbin wiatrowych na terenach leśnych będzie więc zwiększało ryzyko ich śmiertelnych kolizji bezpośrednio w miejscu rozrodu, prawdopodobnie w stopniu wyższym, niż turbiny ulokowane na terenach otwartych, wykorzystywanych przez te ptaki jako żerowiska lub w czasie migracji sezonowych. Potwierdzają to badania prowadzone w Niemczech, gdzie dopuszczono lokalizację farm wiatrowych w lasach.



Jak zaznaczono wcześniej, na terenach zadrzewionych wykrywanie kolizji ptaków z turbinami, podobnie jak w przypadku nietoperzy, jest znacząco utrudnione, stąd wyniki dotyczące skali oddziaływania są w lasach zapewne znacznie bardziej zaniżone i obarczone większą niepewnością pomiaru, niż na terenach otwartych.

### **3.c. Oddziaływanie na mikroklimat ekosystemu leśnego i jego biotę**

Praca turbin wiatrowych w lasach, oprócz bezpośrednich strat w postaci zabijanych lub odstrasanych zwierząt, może powodować też bardziej ogólne skutki środowiskowe, w tym klimatyczne (Hamed i Alshare 2022; Katzner i in. 2019; Wang i Wang 2015). Dotychczasowe doświadczenia z innych krajów sugerują, że nawet przy próbach maksymalnego dostępnego ograniczania oddziaływań i przy zastosowaniu „dobrych praktyk” (Tucci 2017), lokalizacja turbin w lasach wiąże się z punktowymi, ale znaczącymi dla krajobrazu wylesieniami przerywającymi ciągłość lasu. Stwierdzono, że odlesienie fragmentu terenu połączone z pracą turbiny wiatrowej powoduje zmiany w cyrkulacji powietrza, a także zwiększa ewaporację w sąsiedztwie turbiny (Luo i in. 2021; Msigwa i in. 2022; Baidya Roy i in. 2004; Wang i in. 2023). W dłuższym okresie może to powodować niekorzystne zmiany we fragmentach lasu sąsiadujących z turbiną, zwłaszcza w sytuacji, gdy i tak coraz większy problem dla lasów stanowi niedostatek wody. Długofalowe skutki takiego oddziaływania są trudne do oszacowania, co oznacza też, że nie mogą być lekceważone. Dodatkowo budowa fundamentów turbin, w związku z głębokimi wykopami, może powodować odwodnienie sąsiadującego terenu przynajmniej na etapie budowy.

Luki w drzewostanie, które powstają dookoła turbiny, są także elementem trwałego odślonięcia terenu wewnątrz lasu. Dodatkowo do każdej turbiny doprowadzone są elementy liniowej infrastruktury, takie jak drogi techniczne (zwykle z rowami odprowadzającymi wodę deszczową) i linie energetyczne. Sytuacja, w której można do tego celu wykorzystać bez modyfikacji istniejącą infrastrukturę, należy do wyjątków. Budowa lub adaptacja infrastruktury wiąże się także z trwałym odlesieniem, odwodnieniem i zmianami w pokrywie glebowej oraz fragmentacją lasu. Powoduje to skutki dla ekosystemu, związane przede wszystkim z gwałtownymi zmianami mikroklimatu leśnego (np. Davies-Colley i in 2000, Didham, Ewers 2014) i jego przyspieszoną termofilizacją (np. Zellweger i in. 2020, Govaert i in. 2021) oraz zwiększeniem efektu brzegowego dookoła luki, co oddziałuje szczególnie negatywnie na tzw. organizmy wnętrza lasu. Zminimalizowanie tego efektu wymaga płątu lasu o szerokości co najmniej 4 wysokości drzewostanu (Sławski 2021), co oznacza, że dookoła każdego stanowiska turbiny około 0, 8 do 1 ha lasu staje się ekosystemem otwartym na wpływy zewnętrzne. Elementy te stają się zarówno barierami ekologicznymi dla drobnych zwierząt, szczególnie bezkręgowych (Munoz 2015, Cardoso i in. 2020), jak i drogą do inwazji obcych gatunków wkraczających do ekosystemów leśnych wzdłuż elementów antropogenicznych (np. Flory 2006, Mortensen 2009, Foxcroft i in 2011, Meunier 2012, Deeley i Petrovskaya 2022). Regularna konserwacja turbin oraz ewentualne awarie sieci przesyłowych powodują pojawianie się zaburzeń związanych z ruchem samochodowym i koniecznością wykonywania prac ziemnych – ich negatywne oddziaływanie wewnątrz lasu jest znacząco większe, niż w otwartym krajobrazie rolniczym.

Wpływ inwestycji wiatrowych na ekosystemy leśne należy rozpatrywać także w kontekście zwiększenia zagrożenia pożarowego lasów – głównie poprzez odwodnienie i udostępnienie terenu przez budowę dróg dojazdowych oraz możliwe awarie infrastruktury. Już obecnie awarie napowietrznych linii energoelektrycznych stanowią istotny czynnik inicjowania pożarów lasów.

## 4. Wątpliwości prawne

### 4.a. *Legalność inwestycji w siłownie wiatrowe na obszarach leśnych w świetle aktualnego brzmienia ustawy o lasach oraz stosowanych w Polsce definicji lasu*

Niestety prawo w Polsce trudno uznać za stabilne, a jego przestrzeganie – w szczególności w odniesieniu do ochrony walorów przyrodniczych – pozostawia wiele do życzenia. Nie można więc wykluczyć, że na potrzeby konkretnej inwestycji zostaną wprowadzone zmiany radykalnie zmieniające obowiązujące uregulowania. Tym niemniej Rada ma wątpliwości, czy w świetle aktualnie obowiązujących przepisów lokalizacja turbin wiatrowych na terenach leśnych jest dopuszczalna – nawet abstrahując od uwarunkowań przyrodniczych.

Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. z 2024 r. poz. 530, 1473; dalej jako u.o.l.)<sup>2</sup> nie przewiduje przemysłowej produkcji energii elektrycznej jako funkcji lasu, w związku z tym budowa oraz eksploatacja siłowni na terenie administrowanych przez PGL LP nie są przewidziane przez obecne prawo. W opinii Rady wskazana działalność nie mieści się w ustawowych regulacjach wyznaczających zakres przedmiotowy gospodarki leśnej i określających kompetencje Dyrektora Generalnego LP, w szczególności wynikających z art. 7 ust. 1 i art. 33 ust. 3 ustawy o lasach. Podkreślić należy, że zgodnie z art. 4 ust. 1 u.o.l. Lasy Państwowe mają jedynie powierzone w zarząd lasy stanowiące własność Skarbu Państwa, zaś zakres tego zarządu wyznacza ust. 3, obejmując: gospodarkę leśną, gospodarowanie gruntami i innymi nieruchomościami oraz ruchomościami związanymi z gospodarką leśną, a także prowadzenie ewidencji majątku Skarbu Państwa oraz ustalanie jego wartość. Wszelkie działania LP powinny mieścić się w granicach określonych przez funkcje lasu wskazane w art. 7 ust. 1 u.o.l. Przeznaczenie lasów na inne potrzeby regulowane jest natomiast przez art. 40 ust. 1 u.o.l., który także nie wymienia w żadnym z punktów względów związanych z produkcją energii elektrycznej. Przywołane artykuły zawierają listy dopuszczonych czynności i rodzajów gospodarowania w ramach zarządu nad lasami. Inwestycje energetyczne, w tym budowa i eksploatacja siłowni wiatrowych, nie są w nich wymienione.

---

<sup>2</sup> Art. 7 ust. 1 ustawy o lasach

„1. Trwale zrównoważoną gospodarkę leśną prowadzi się według planu urządzenia lasu lub uproszczonego planu urządzenia lasu, z uwzględnieniem w szczególności następujących celów:

- 1) zachowania lasów i korzystnego ich wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowia człowieka oraz na równowagę przyrodniczą;
- 2) ochrony lasów, zwłaszcza lasów i ekosystemów leśnych stanowiących naturalne fragmenty rodzimej przyrody lub lasów szczególnie cennych ze względu na: a) zachowanie różnorodności przyrodniczej, b) zachowanie leśnych zasobów genetycznych, c) walory krajobrazowe, d) potrzeby nauki;
- 3) ochrony gleb i terenów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie lub uszkodzenie oraz o specjalnym znaczeniu społecznym;
- 4) ochrony wód powierzchniowych i głębinowych, retencji zlewni, w szczególności na obszarach wododziałów i na obszarach zasilania zbiorników wód podziemnych;
- 5) produkcji, na zasadzie racjonalnej gospodarki, drewna oraz surowców i produktów ubocznego użytkowania lasu.”

Art. 40 ust. 1 ustawy o lasach

„1. Dyrektor Generalny, na wniosek zainteresowanego ministra lub organu wykonawczego jednostki samorządu terytorialnego, może przekazać w użytkowanie wskazanej przez wnioskodawcę jednostce organizacyjnej lub Agencji Mienia Wojskowego lasy, grunty oraz inne nieruchomości, bez zmiany ich dotychczasowego przeznaczenia, jeżeli za tym przemawiają względy:

- 1) obronności lub bezpieczeństwa państwa albo ochrony granicy państwowej;
- 2) nauki lub dydaktyki;
- 3) ochrony przyrody;
- 4) ochrony ujęć wodnych;
- 5) przeciwdziałania niebezpieczeństwu powodzi;
- 6) ochrony wybrzeża morskiego;
- 7) lecznictwa;
- 8) opieki nad zabytkami;
- 9) wypoczynku ludności;
- 10) gospodarki rolnej.”

Wykorzystywanie lasów do celów produkcji energii elektrycznej nie jest również wskazane w hierarchii funkcji pełnionych przez lasy (nawet w najszerszym opracowaniu tych funkcji, zamieszczonym w Encyklopedii Leśnej Lasów Państwowych<sup>3</sup>). Trzeba zaznaczyć, że przemysłowa produkcja energii elektrycznej przez podmioty gospodarcze (w tym same LP) nie może być uznana za funkcję społeczną ani za funkcję produkcyjną lasu (ta ostatnia jest definiowana jako produkcja surowca drzewnego).

Z powyższych względów budowa siłowni wiatrowych na gruntach leśnych wydaje się nie mieścić w dotychczasowym porządku prawnym. Nasuwa się w związku z tym pytanie, czy jej planowanie i związane z tym wydatkowanie znaczących środków mieści się w granicach gospodarności.

#### **4.b. Przewidywane zmiany w prawie**

Opublikowany 25 września 2024 roku projekt ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych oraz niektórych innych ustaw (projekt nr UD89<sup>4</sup>) istotnie liberalizuje zasadę odległościową, zwłaszcza w zakresie odległości od zabudowań. Przyjęcie projektu odblokuje część uprzednio zamrożonych inwestycji i umożliwi nowe. W razie przyjęcia projektowanych zmian, powierzchnia dostępna dla celów lokalizacji elektrowni wiatrowych na lądzie znacząco się zwiększy<sup>5</sup>. Sytuacja, gdy zwiększą się możliwości lokowania inwestycji wiatrowych na terenach otwartych, dodatkowo podważa zasadność wykorzystywania w tym celu terenów leśnych. Według raportu Europejskiego Biura Ochrony Środowiska (European Environmental Bureau, EEB) Polska będzie potrzebować około 0,8% całkowitej powierzchni kraju do 2030 r., i około 1,8% do 2040 r., aby przyjąć wystarczającą ilość mocy słonecznej i wiatrowej potrzebnej do dekarbonizacji. W Polsce nie ma więc problemu z dostępnością terenów, które mogłyby pomieścić potrzebną moc odnawialnych źródeł energii na odpowiednich obszarach. Brak więc uzasadnienia do lokalizowania farm w miejscach, w których będą powodowały straty przyrodnicze.

Z uwagi na zagrożenia związane z budową farm wiatrowych przyrodnicy w toku konsultacji publicznych postulowali utrzymanie zakazu lokalizowania wiatraków na obszarach chronionych: parkach narodowych, rezerwach przyrody i obszarach Natura 2000; utrzymanie zasady 10h (dziesięciokrotność całkowitej wysokości elektrowni) od granic parków narodowych, rezerwatów przyrody i obszarów Natura 2000, w których przedmiotami ochrony są ptaki i nietoperze, a także ochronę korytarzy ekologicznych i międzynarodowych korytarzy migracji ptaków przy lokalizowaniu inwestycji energetycznych. Pojawiały się także postulaty zapisu w ustawie minimalnej odległości od lasów – zgodnej z wytycznymi EUROBATS, ale spotykały się z argumentem, że jest to wymaganie niepotrzebne, gdyż te ograniczenia wynikają z aktualnego stanu wiedzy i takie lokalizacje nie mają w Polsce szans na pozytywne przejście procesu oceny oddziaływania na środowisko. Obecna sytuacja wskazuje, że może być inaczej.

#### **4.c. Greenwashing**

Zdaniem Rady argumenty o rzekomym korzystnym sumarycznym wpływie na środowisko takich przedsięwzięć lokalizowanych na terenach leśnych (a także w innych miejscach, gdzie mogą powodować znaczące straty przyrodnicze), z powoływaniem się na zagadnienie emisji CO<sub>2</sub>, noszą znamiona greenwashingu. Przeciwno takim praktykom skierowana jest zatwierdzona

---

<sup>3</sup> <https://www.encyklopedialesna.pl/haslo/funkcje-lasu-1>

<sup>4</sup> <https://www.gov.pl/web/premier/projekt-ustawy-o-zmianie-ustawy-o-inwestycjach-w-zakresie-elektrowni-wiatrowych-oraz-niektorych-innych-ustaw5>

<sup>5</sup> <https://www.gov.pl/web/klimat/projekt-ustawy-o-elektrowniach-wiatrowych-wsparcie-inwestycji-przyszlosci>

w 2024 roku przez Parlament Europejski dyrektywa zmieniająca dyrektywy 2005/29/WE i 2011/83/UE w odniesieniu do wzmocnienia pozycji konsumentów w procesie transformacji ekologicznej poprzez lepsze informowanie i lepszą ochronę przed nieuczciwymi praktykami.

Taka lokalizacja będzie jedynie podważać pozytywny, prośrodowiskowy charakter takich inwestycji w innych miejscach i pogarszać ich wizerunek w społeczeństwie.

Negatywnie oceniamy także argumenty, że proponowane pierwsze farmy na terenach leśnych będą stanowiły okazję do przeprowadzenia kompleksowych badań, sprawdzenia oddziaływania farm wiatrowych zlokalizowanych w lasach na przyrodę w warunkach Polski oraz przetestowania nowatorskich metod redukcji negatywnych oddziaływań. Jak wykazano wyżej, w kwestii szkodliwości takiej lokalizacji wiedza jest satysfakcjonująco szeroka, poparta wieloma badaniami. Nie ma potrzeby powtarzania tych samych błędów. Inwestycje takie i związane z nimi badania nie spełniają warunków dopuszczalności zgody na derogacje od zakazu zabijania gatunków objętych ścisłą ochroną gatunkową. Warunki na terenie Niemiec, gdzie dopuszczono taką lokalizację i przeprowadzono najwięcej badań, nie różnią się znacząco od tych w Polsce Zachodniej, gdzie dziś planowane są pierwsze farmy w ramach programu „Las Energii”. Testowanie nowatorskich sposobów monitorowania i ograniczania negatywnego oddziaływania należy zacząć na już istniejących i powodujących szkody farmach (także w Polsce jest takich niestety wiele – poza lasami), a nie tworzyć w tym celu nowe zagrożenia.

## 5. Podsumowanie

Zrozumienie pełnych konsekwencji produkcji energii jest konieczne dla zaspokojenia zapotrzebowania na energię przy jednoczesnej ochronie ekosystemów i społeczności ludzkich oraz przy dążeniu do zrównoważonej transformacji energetycznej. W okresie rosnących zagrożeń dla środowiska naturalnego, w tej liczbie zagrożeń dla trwałości lasów, otwieranie kolejnego rozdziału w zagrożeniach dla środowiska leśnego poprzez wprowadzanie w Polsce nowego, kontrowersyjnego społecznie i przyrodniczo czynnika zagrożenia, jest niecelowe i szkodliwe. Zgoda na taki eksperyment na terenie Lasów Państwowych stanowiłaby precedens i zachętę do rozważania przez inwestorów możliwych dalszych szkodliwych przyrodniczo działań, np. w postaci lokowania farm wiatrowych na innych obszarach wrażliwych (np. na obszarach podmokłych i nad wodami), a także w lasach prywatnych.

Na podstawie opisanego wyżej stanu wiedzy Państwowa Rada Ochrony Przyrody opiniuje jak wyżej. Jednocześnie Rada zaznacza, że w niniejszym dokumencie nie wyraża opinii na temat pozostałych części projektu „Las Energii”, które obejmują między innymi instalację stacji ładowania samochodów elektrycznych, przejście LP na korzystanie z pojazdów o elektrycznym napędzie, a także budowy siłowni solarnych na obszarach w zarządzie LP poza terenami zalesionymi.

dr inż. Andrzej Kepel  
przewodniczący Rady  
[podpisano elektronicznie]

Do wiadomości:

- Minister Klimatu i Środowiska
- Generalny Dyrektor Ochron Środowiska
- regionalne detekcje ochrony środowiska
- Dyrektor Generalny Lasów Państwowych

## ZAŁĄCZNIK

### Literatura wykorzystana do sporządzenia opinii

- Agnew R. C. N., Smith V. J., Fowkes R. C. 2016. Wind turbines cause chronic stress in badgers (*Meles meles*) in Great Britain. *Journal of Wildlife Diseases* 52: 459–467.
- American Wind Wildlife Institute (AWWI). 2019. AWWI Technical Report: A Summary of Bird Fatality Data in a Nationwide Database. American Wind Wildlife Institute, Washington, DC.
- Anshelm J., Simon H. 2016. Power production and environmental opinions – Environmentally motivated resistance to wind power in Sweden. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 57, 1545–55.
- Baerwald E., D'Amours G., Baerwald B., Barclay R. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind farms. *Current biology : CB.* 18. R695-6. 10.1016/j.cub.2008.06.029.
- Baidya Roy S., Pacala S. W., Walko R. L. 2004. Can large wind farms affect local meteorology? *J. Geophys. Res.* 109, D19101.
- Balotari-Chiebao F., Valkama J., Byholm P. 2021. Assessing the vulnerability of breeding bird populations to onshore wind-energy developments in Finland. *Ornis Fenn.* 98, 59–73.
- Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R., Kerbiriou C. 2018. Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation* 226: 205–214.
- Bellebaum J., Korner-Nievergelt F., Durr T., Mammen U. 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal of Nature Conservation* 21: 394–400.
- Browning E., Barlow K. E., Burns F., Hawkins C., Boughy K. 2021. Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. *Mammal Rev.* 51, 353–68.
- Bunzel K., Bovet J., Thrän D., Eichhorn M. 2019. Hidden outlaws in the forest? A legal and spatial analysis of onshore wind energy in Germany. *Energy Res. Soc. Sci.* 55, 14–25.
- Cardoso P, Barton PS, Birkhofer K, Chichorro F, Deacon C, Fartmann T, Fukushima CS, Gaigher R, Habel JC, Hallmann CA, Hill MJ, Hochkirch A, Kwak ML, Mammola S, Ari Noriega J, Orfinger AB, Pedraza F, Pryke JS, Roque FO, Settele J, Simaika JP, Stork NE, Suhling F, Vorster C, Samways MJ. 2020. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biol Conserv.* 242:108426.
- Cervantes F., Martins M., Simmons R. E. 2022. Population viability assessment of an endangered raptor using detection/non-detection data reveals susceptibility to anthropogenic impacts. *Royal Society Open Science* 9: 220043.
- Chowdhury N. E., Shakib M. A., Xu F., Salehin S., Islam M. R., Bhuiyan A. A. 2022. Adverse environmental impacts of wind farm installations and alternative research pathways to their mitigation. *Clean Eng. Technol.* 7, 100415.
- Chylarecki P., Kajzer K., Polakowski M., Wysocki D., Tryjanowski P., Wuczyński A. 2011. Wytyczne dotyczące oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki. GDOŚ, Warszawa.
- Coppes J., Kämmerle J.L., Grünschnacher-Berger V., Braunisch V., Bollmann K., Mollet P., Suchant R., Nopp-Mayr U. 2020. Consistent effects of wind turbines on habitat selection of capercaillie across Europe *Biological Conservation*, 244: 108529.
- Cryan P. M., Barclay R. M. R. 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of mammalogy* 90.6: 1330–1340.
- Cryan P. M., Gorresen P. M., Hein C. D., Schirmacher M. R., Diehl R. H., Huso M. M. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *Proc. National Acad. Sci.* 11, 15126–31.
- Dai K., Bergot A., Liang C., Xiang W. N., Huang Z. 2015. Environmental issues associated with wind energy: A review. *Renew. Energy* 75, 911–21.

- Davies-Colley RJ, Payne GW, van Elswijk M. Microclimate gradients across a forest edge. 2000. *N Z J Ecol.* 24(2):111–21.
- Deeley B, Petrovskaya N. Propagation of invasive plant species in the presence of a road. 2022. *J Theor Biol.* 548(111196):111196.
- Dhar A., Naeth M. A., Jennings P. D., El-Din M. G. 2020. Perspectives on environmental impacts and a land reclamation strategy for solar and wind energy systems. *Sci. Total Environ.* 718, 134602
- Didham RK, Ewers RM. 2014 Edge effects disrupt vertical stratification of microclimate in a temperate forest canopy. *Pac Sci.* 68(4):493–508.
- Dürr T. 2023a. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at windturbines in Europe. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwartecim Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand vom: 09. August 2023. <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Voegel-Uebersicht-Europa.xlsx>.
- Dürr T. 2023b. Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg zusammengestellt; Stand vom: 09. August 2023. <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Voegel-Uebersicht-de.xlsx>.
- Ellerbrok J. S., Delius A., Peter F., Farwig N., Voigt, Ch. C. 2022. Activity of forest specialist bats decreases towards wind turbines at forest sites. *Journal of Applied Ecology*, 59(10), 2497–2506.
- Ellerbrok J.S., Farwig N., Peter F., Rehling F., Voigt Ch. C. 2023. Forest gaps around wind turbines attract bat species with high collision risk. *Biological Conservation* 288, 110347, Enevoldsen P., Sovacool B. K. 2016. Examining the social acceptance of wind energy: Practical guidelines for onshore wind project development in France. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 53, 178–84.
- Erickson W. P., Wolfe M. M., Bay K. J., Johnson D. H., Gehring J. L. 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. *PLoS One* 9: e107491.
- Estellés-Domingo I., López-López P. 2024. Effects of wind farms on raptors: A systematic review of the current knowledge and the potential solutions to mitigate negative impacts. *Animal Conservation* doi:10.1111/acv.12988.
- Flory SL, Clay K. 2006. Invasive shrub distribution varies with distance to roads and stand age in eastern deciduous forests in Indiana, USA. *Plant Ecol.* 184(1):131–41.
- Foxcroft LC, Jarošík V, Pyšek P, Richardson DM, Rouget M. 2011 Protected-area boundaries as filters of plant invasions: Park boundaries and invasive plants. *Conserv Biol.* 1;25(2):400–5.
- Garvin J. C., Simonis J. L., Taylor J. L. 2024. Does size matter? Investigation of the effect of wind turbine size on bird and bat mortality. *Biological Conservation* 291: 110474.
- Gaultier S.P., Blomberg A. S., Ijäs A., Vasko V., Vesterinen E. J., Brommer J. E. 2020. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environ. Sci. Technol.* 54, 10385–98.
- Gibson L., Wilman E. N., Laurance W. F. 2017. How Green is 'Green' Energy? *Trends Ecol. Evol.* 32, 922–35.
- González M.A., García-Tejero S., Wengert E., Fuertes B. 2016. Severe decline in Cantabrian Capercaillie *Tetrao urogallus cantabricus* habitat use after construction of a wind farm. *Bird Conservation International*, 26: 256–261.
- Govaert S, Vangansbeke P, Blondeel H, Steppe K, Verheyen K, De Frenne P. 2021 Rapid thermophilization of understorey plant communities in a 9 year-long temperate forest experiment. *J Ecol.* 109(6):2434–47.

- Hamed T.A., Alshare A. 2022. Environmental impact of solar and wind energy – a review. *J Sustain Dev Energy Water Environ. Syst.* 10, 1–23.
- Hurme E., Lenzi I., Wikelski M., Wild T.A., Dechmann D.K.N. 2025. Bats surf storm fronts during spring migration. *Science* 387: 97–102. DOI:10.1126/science.ade7441.
- Husby M., Pearson M. 2022. Wind farms and power lines have negative effects on territory occupancy in Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*). *Animals* 12: 1089
- Huso M., Conkling T., Dalthorp D., Davis M., Smith H., Fesnock A., Katzner T. 2021. Relative energy production determines effect of repowering on wildlife mortality at wind energy facilities. *Journal of Applied Ecology* 58: 1284–1290.
- Jameson J. W., Willis C. K. R. 2014. Activity of tree bats at anthropogenic tall structures: implications for mortality of bats at wind turbines. *Anim. Behav.* 97, 145–52.
- Jones N. F., Pejchar L., Kiesecker J. M. 2015. The Energy Footprint: How oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. *BioScience* 65, 290–301.
- Kati V., Kassara C., Vrontisi Z., Moustakas A. 2021. The biodiversity-wind energy-land use nexus in a global biodiversity hotspot. *Sci. Total Environ.* 768, 144471
- Katzner T. E., Nelson D. M., Diffendorfer J. E., Duerr A. E., Campbell C. J., Leslie D. 2019. Wind energy: An ecological challenge. *Science* 366, 1206–7.
- Kepel A., Ciechanowski M., Jaros R. 2013. Wytyczne dotyczących oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na nietoperze (projekt). PTOPI Salamandra, 74 pp.
- Kim S. K., Park S. 2023. Impacts of renewable energy on climate vulnerability: A global perspective for energy transition in a climate adaptation framework. *Sci. Total Environ.* 859, 160175.
- Knörnschild M. 2024. Singende Fledermäuse an Windkraftanlagen [referat konferencyjny]. Fledermauskundliche Tagung, 22–24.11.2024, Schloss Mansfeld, Mansfeld, Niemcy.
- Kokologos D., Tsitoura I., Kouloumpis V., Tsoutsos T. 2014. Visual impact assessment method for wind parks: A case study in Crete. *Land Use Policy* 39, 110–20.
- Komisja Europejska. 2020. Wytyczne dotyczące inwestycji sektora energetyki wiatrowej i przepisów UE w dziedzinie ochrony przyrody. Urząd Publikacji UE, Luksemburg, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2b08de80-5ad4-11eb-b59f-01aa75ed71a1/>
- Köppel J., Dahmen M., Helfrich J., Schuster E., Bulling L. 2014. Cautious but committed: moving towards adaptive planning and operation strategies for renewable energy's wildlife implications. *Environ. Manag.* 54, 744–55.
- Kumara H. N., Babu S., Rao G. B., Mahato S., Bhattacharya M., Rao N. V. R. 2022. Responses of birds and mammals to long-established wind farms in India. *Sci. Rep.* 12, 1339.
- Kunz T. H., Arnett E. B., Erickson W. P., Hoar A. R., Johnson G. D., Larkin R. P., Strickland M. D., Thresher R. W., Tuttle M. D. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:315–324.
- Lagerveld S., de Vries P., Harris J. Parsons S., Debusschere E., Hüppop O., Brust V., Schmaljohann H. 2024. Migratory movements of bats are shaped by barrier effects, sex-biased timing and the adaptive use of winds. *Mov Ecol* 12: 81.
- Laranjeiro T., May R., Verones F. 2018. Impacts of onshore wind energy production on birds and bats: recommendations for future life cycle impact assessment developments. *Int. J. Life Cycle Assess.* 23, 2007–23.
- López-Peinado A., Lis Á., Perona A.M., López-López p. 2020. Habitat preferences of the tawny owl (*Strix aluco*) in a special conservancy area of eastern Spain. *Journal of Raptor Research.* 54 : 402–413.

- Łopucki R., Perzanowski K. 2022. Effects of wind turbines on spatial distribution of the European hamster. *Ecol. Indic.* 84, 433–36.
- Łopucki R., Klich D., Gielarek S. 2017. Do terrestrial animals avoid areas close to turbines in functioning wind farms in agricultural landscapes? *Environmental Monitoring and Assessment* 189: 343.
- Łopucki R., Klich D., Ścibior A., Gołębiowska D., Perzanowski K. 2018. Living in habitats affected by wind turbines may result in an increase in corticosterone levels in ground dwelling animals. *Ecological Indicators* 84: 165–171.
- Loss S. R., Will T., Marra P. P. 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation*, 168, 201-209, doi: 10.1016/j.biocon.2013.10.007.
- Luo L., Zhuang Y., Duan Q., Dong L., Yu Y., Liu Y. 2021. Local climatic and environmental effects of an onshore wind farm in North China. *Agric. For Meteorol.* 308, 108607.
- Mackie I., Racey P. A. 2007. Habitat use varies with reproductive state in noctule bats (*Nyctalus noctula*): implications for conservation. *Biological Conservation* 140:70–77
- Marques, J., Rodrigues, S., Ferreira, R., Mascarenhas, M., 2018. Wind industry in Portugal and its impacts on wildlife: special focus on spatial and temporal distribution on bird and bat fatalities. In: Mascarenhas, M., Marques, A.T., Ramalho, R., Santos, D., Bernardino, J., Fonseca, C. (Eds.), *Biodiversity and Wind Farms in Portugal: Current Knowledge and Insights for an Integrated Impact Assessment Process*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–22.
- McKay R., Johns S., Bischof R., Matthews F., van der Kooij J., Yoh N., Eldegard K. 2024. Wind energy development can lead to guild-specific habitat loss in boreal forest bats. *Wildlife Biology*. 2024. 10.1002/wlb3.01168.
- Meunier G, Lavoie C. 2012 Roads as corridors for invasive plant species: New evidence from smooth bedstraw (*Galium mollugo*). *Invasive Plant Sci Manag.* 5(1):92–100.
- Millon L., Julien J. F., Julliard R., Kerbiriou C. 2015. Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecol. Eng.* 75, 250–57.
- Mortensen DA, Rauschert ESJ, Nord AN, Jones BP. Forest roads facilitate the spread of invasive plants. 2009. *Invasive Plant Sci Manag.* 2(3):191–9.
- Msigwa G., Ighalo J. O., Yap P. S. 2022. Considerations on environmental, economic, and energy impacts of wind energy generation: Projections towards sustainability initiatives. *Sci. Total Environ.* 849, 157755.
- Muñoz PT, Torres FP, Megías AG. Effects of roads on insects: a review. 2015 *Biodivers Conserv.* 24(3):659–82.
- Osman A. I., Chen L., Yang M., Msigwa G., Farghali M., Fawzy S. 2023. Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review. *Environmental Chemistry Letters* 21, 741–64.
- Pohl J., Hübner G., Mohs A. 2012. Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. *Energy Policy* 50, 592–600.
- Rachwald A. 1992. Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Białowieża Primeval Forest. *Acta Theriologica* 37: 413-422.
- Reusch Ch., Paul A. A., Fritze M., Kramer-Schadt S., Voigt Ch. C. 2022. Wind energy production in forests conflicts with tree-roosting bats, *Current Biology*, doi:10.1016/j.cub.2022.12.050.
- Rnjak D., Janeš M., Križan J., Antonić O. 2023. Reducing bat mortality at wind farms using site-specific mitigation measures: a case study in the Mediterranean region, Croatia. *Mammalia* 87: 259–270.
- Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Karapandza B., Kovac D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., J. Collins, Harbusch C., Park K., Micevski B., Mindermann J. 2014. Guidelines for



- consideration of bats in wind farm projects. Revision 2014. EUROBATS Publication series no. 6, 132 pp.
- Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M., Green M., Rodrigues L., Hedenstrom A. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12:261–274
- Sander L., Jung J., Schindler D. 2024. Global Review on Environmental Impacts of Onshore Wind Energy and Their Implications for Forest Ecosystems [preprint]. doi: 10.20944/preprints202405.1727.v1
- Schaub M. 2012. Spatial distribution of wind turbines is crucial for the survival of red kite populations. *Biological Conservation* 155: 111–118.
- Schippers P., Buij R., Schotman A., Verboom J., van der Jeugd H., Jongejans E. 2020. Mortality limits used in wind energy impact assessment underestimate impacts of wind farms on bird populations. *Ecology and Evolution* 10: 6274–6287.
- Schöll E. M., Nopp-Mayr U. 2021. Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. *Biological Conserv.* 256, 109037.
- Schöll, E.M., Nopp-Mayr, U., April 1, 2021. Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. *Biological Conservation* 256: 109037.
- Schuster E., Bulling L., Köppel J. 2015. Consolidating the State of Knowledge: A synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environ. Manag.* 56, 300–31.
- Seiche K., Endl P., Lein M. 2008. Naturschutz und Landschaftspflege — Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Report to Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG). Abteilung Natur, Landschaft, Boden, Dresden, 62 pp.
- Sławski M. 2008. Wewnętrzna fragmentacja lasu i jej skutki przyrodnicze. *Sylvan* 10:55–60.
- Smallwood K. S. 2013. Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildlife Society Bulletin* 37: 19–33.
- Smallwood K.S. 2020. Dogs Detect Larger Wind Energy Effects on Bats and Birds. *Journal of Wildlife Management* 84: 852-864.
- Sorkhabi S. Y. D., Romero D. A., Yan G. K., Gu M. D., Moran J., Morgenroth M., 2016. The impact of land use constraints in multi-objective energy-noise wind farm layout optimization. *Renew. Energy* 85, 359–70.
- Šuba J., Petersons G., Rydell J. 2012. Fly-and-Forage Strategy in the Bat *Pipistrellus nathusii* During Autumn Migration. *Acta Chiropterologica* 14(2): 379-385.
- Szoldatits K., Meyerholz D., Johnson G., Capparella A., Loew S. 2012. A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology*. 49: 362-371.
- Taubmann J., Kämmerle J.L., Andrén H., Braunisch V., Storch I., Fiedler W., Suchant R., Coppes J. 2021. Wind energy facilities affect resource selection of capercaillie *Tetrao urogallus*. *Wildlife Biology*: 13 ss.
- Thaker M., Zambre A., Bhosale H. 2018. Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. *Nature Ecology & Evolution* 2: 1854–1858.
- Thaxter C. B., Buchanan G. M., Carr J., Butchart S. H. M., Newbold T., Green R. E. 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B* 284: 20170829
- Thompson M., Beston J. A., Etterson M., Diffendorfer J. A, Loss S. R. 2017. Factors associated with bat mortality at wind energy facilities in the United States. *Biological Conservation* 215: 241–245.
- Tolvanen A., Routavaara H., Jokikokko M., Rana P. 2023. How far are birds, bats, and terrestrial mammals displaced from onshore wind power development? – A systematic review. *Biological Conservation* 288: 110382. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110382>.

- Tucci F. 2017. Windenergie im Wald Good Practice / Lessons learned – 16 gute Beispiele. Fachagentur Windenergie an Land, [https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA\\_Wind\\_Good\\_Practice\\_Wind\\_im\\_Wald\\_12-2017.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA_Wind_Good_Practice_Wind_im_Wald_12-2017.pdf)
- Verboom, B., Huitema, H. 1997. The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecol.* 12, 117–125. Doi: 10.1007/BF02698211
- Voigt Ch. C., Popa-Lisseanu A. G., Niermann I., Kramer-Schadt S. 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conserv.* 153, 80–86.
- Wang G., Li G., Liu Z. 2023. Wind farms dry surface soil in temporal and spatial variation. *Sci. Total Environ.* 857, 159293.
- Wang S., Wang, S. 2015. Impacts of wind energy on environment: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 49, 437–443.
- Weber N., Nagy M., Hochradel K., Mages J., Naucke A., Schneider A., Stiller F., Behr O., Simon R. 2018. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen, [w]: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen in der Planungspraxis – Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr i in., Erlangen / Freiburg / Ettiswil.
- Węgiel A., Grzywiński W., Ciechanowski M., Jaros R., Kalcounis-Rüppell M., Kmiecik A., Kmiecik P., Węgiel J. 2019. The foraging activity of bats in managed pine forests of different ages. *European Journal of Forest Research* 138: 383–396.
- Zellweger F, De Frenne P, Lenoir J, Vangansbeke P, Verheyen K, Bernhardt-Römermann M, Baeten L., Hédli R, Berki I, Brunet J, Van Calster H, Chudomelová M, Decocq G, Dirnböck T, Durak T, Heinken T., Jaroszewicz B, Kopecký M, Máliš F, Macek M, Malicki M, Naaf T, Nagel TA, Ortmann-Ajkai A, Petřík P, Pielech R, Reczyńska K, Schmidt W, Standovár T, Świerkosz K, Teleki B, Vild O, Wulf M, Coomes D. 2020 Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming. *Science* 368: 772–775.
- Zimmerling J. R., Pomeroy A. C., D'Entremont M. V, Francis C. M. 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. *Avian Conservation & Ecology* 8: 10.