

**MATEUSZ MICHALICHA**e-mail: [mmichalicha@gmail.com](mailto:mmichalicha@gmail.com)**WPLYW ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PTAKI**

*Energetyka odnawialna jest ważnym tematem poruszonym w związku z rosnącym zapotrzebowaniem energetycznym wielu państw. Liczne badania potwierdzają, że antropopresja odbija się negatywnie na wielu gatunkach zwierząt i siedliskach. Zasada zrównoważonego rozwoju umożliwia rozwój nowych technologii przy jednoczesnych działaniach na rzecz ochrony przyrody. Wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (OZE) nie pozostaje jednak bez wpływu np. na ptaki. Zwierzęta te są szczególnie narażone na oddziaływanie farm wiatrowych, instalacji energetyki słonecznej i monokultur pod produkcję biopaliwa. W publikacji opisane zostały faktyczne oraz potencjalne oddziaływania OZE na awifaunę, zarówno negatywne jak i korzystne. Chcąc połączyć OZE ze skuteczną ochroną ptaków należy zwrócić uwagę na lokalizację inwestycji oraz gatunki ptaków zamieszkujące dane tereny w pobliżu urządzeń.*

**Słowa kluczowe:** odnawialne źródła energii, ptaki, zrównoważony rozwój, bioróżnorodność

**I. WSTĘP**

Ptaki podlegają wpływowi różnych czynników determinujących ich liczebność i rozmieszczenie [Krebs 2011]. W wyniku rosnącego zapotrzebowania energetycznego, jednym z częściej poruszanych problemów są odnawialne źródła energii (OZE). Związane z nimi inwestycje i działania, nie pozostają bez znaczenia dla środowiska przyrodniczego i zwierząt go zamieszkujących [Edenhofer i in. 2012, Sánchez-Zapata i in. 2016]. Analizując środowiskowe następstwa rozwoju energetyki ze źródeł odnawialnych należy wziąć pod uwagę czynniki gospodarcze i społeczne determinujące potrzebę rozwoju tego sektora energetyki. Pamiętając o zasadzie trwałego i zrównoważonego rozwoju, nie można zapomnieć o uwarunkowaniach wynikających z konieczności ochrony środowiska. Nowe technologie jakimi są między innymi odnawialne źródła energii przyczyniają się do redukcji emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Pośrednim skutkiem tego procesu powinno być spowolnienie zmian klimatu.

Ptaki jako zwierzęta wszędobylskie, są ważnym elementem ekosystemów i stanowią obiekt wielu badań naukowych. Są też dobrym wskaźnikiem bioróżnorodności i stanu środowiska.

Praca przedstawia oddziaływanie odnawialnych źródeł energii na awifaunę. Podejmuje także dyskusję nad minimalizacją skutków obecności instalacji OZE w środowiskach zamieszkiwanych przez ptaki.

**II. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII W POLSCE**

W roku 2017 udział odnawialnych źródeł energii w Polsce wyniósł 11,0%, o 0,32 punkty procentowe mniej niż w roku 2016 [GUS 2018]. Energia pochodząca ze źródeł odnawialnych obejmuje w Polsce energię promieniowania słonecznego, wody, wiatru, zasobów geotermalnych, energię z biopaliw stałych, biogazu, biopaliw ciekłych, a także energię otoczenia pozyskiwaną

przez pompy ciepła. Struktura pozyskania energii ze źródeł odnawialnych dla Polski wynika przede wszystkim z charakterystycznych dla kraju warunków geograficznych i możliwych do zagospodarowania zasobów. W 2017 r., energia pozyskana ze źródeł odnawialnych pochodziła z biopaliw stałych (67,9 %), energii wiatru (14,0%) i biopaliw ciekłych (10,0 %). Łącznie wartość pozyskanej ze źródeł odnawialnych energii w 2017 r. wyniosła 383 168 TJ [GUS 2018].

### III. ODDZIAŁYWANIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PTAKI

#### *Farmy wiatrowe*

Za główny negatywny czynnik oddziaływania farm wiatrowych na awifaunę uważa się kolizje ptaków z turbinami wiatrowymi [De Lucas i in. 2004]. Wskazuje się na silną zależność pomiędzy poszczególnymi gatunkami ptaków a częstością kolizji [Sterze i Pogacnik 2008]. Ważnymi czynnikami są m. in. wysokość ich lotu, zachowania stadne oraz specyfika wędrówki danego gatunku. Ptaki odbywające długodystansowe wędrówki są narażone na kolizje z turbinami na trasie ich przelotów liczących często kilka tysięcy kilometrów dwukrotnie w cyklu rocznym. Podwyższoną kolizyjnością charakteryzują się ptaki z rzędu szponiastych *Accipitriformes*, siewkowych *Charadriiformes* oraz liczne gatunki sów *Strigiformes* [Dwyer i in. 2018]. U gatunków gniazdujących kolonijnie oraz żerujących stadnie również występuje wysokie ryzyko kolizji z turbinami wiatrowymi [Krijgsveld i in. 2009].

Innym oddziaływaniem farm wiatrowych na ptaki jest bezpośrednia utrata siedlisk, służącym ptakom jako miejsce żerowania, gniazdowania oraz odpoczynku [Orloff i Flannery 1992]. Następstwem powstawania farm wiatrowych, zwłaszcza liczących wiele turbin, jest fragmentacja i przekształcenie siedlisk przyrodniczych. Takie zajęcie powierzchni przez turbiny wiatrowe może prowadzić do zmiany wzorców wykorzystania zajętego terenu przez ptaki [Smallwood i in. 2009]. W dłuższej perspektywie czasu, farmy wiatrowe mogą także powodować efekt bariery [Dirksen i in. 1998]. Wiele sąsiadujących ze sobą farm wiatrowych, może tworzyć tzw. efekt skumulowany oddziaływania na ptaki i utrudniać migrację [Masden i in. 2010]. Dotyczy to ptaków migrujących sezonowo lub okresowo, a także lokalnie pomiędzy żerowiskami i lęgowiskami. W zależności od cech wędrówki danych gatunków, bariera stworzona przez turbiny wiatrowe może powodować (przez nakładanie drogi) ubytek w masie ciała [Schmidt-Wellenburg i in. 2007].

#### *Biopaliwa*

Uprawy biopaliw prowadzą do zmniejszenia różnorodności gatunkowej i liczebności ptaków [Liu i in. 2014]. Monokultury zajmują miejsca lęgowe i żerowiskowe niektórych gatunków. Ptaki przebywające w pobliżu upraw przeznaczonych na biopaliwo są narażone na toksyczne związki chemiczne pochodzące ze stosowanych pestycydów. Akumulacja szkodliwych związków chemicznych zachodzi zarówno w organizmach samych ptaków w takich monokulturach, jak i w bezkręgowcach i ssakach którymi się żywią [Campbell i in. 1997]. Spadek bioróżnorodności jest szczególnie widoczny przy przekształcaniach kompleksów leśnych na monokultury do produkcji biopaliwa [Johnson i Stephens 2011].

W Polsce główną rośliną stosowaną do produkcji biopaliwa jest rzepak [Radziemska i in. 2009]. Uprawy te charakteryzują się niskim bogactwem gatunkowym ptaków [Groom i in. 2008]. W związku ze wzrostem powierzchni monokultur przeznaczonych na biopaliwo (o niskiej atrakcyjności dla ptaków), wykazano spadek liczebności takich gatunków jak trznadel *Emberiza citrinella*, ortolan *Emberiza hortulana*, szczygieł *Carduelis carduelis* [Uden i in. 2015].

#### *Energetyka słoneczna*

Jednym ze skutków oddziaływania paneli fotowoltaicznych na ptaki, są liczne kolizje ptaków z takimi instalacjami. Panele odbijają nieboskłon lub imitują wodę, co powoduje

masowe zderzenia przy próbie lądowania lub lotu [Walston i in. 2016]. Zdarza się również, że ptaki drapieżne w pogoni za ofiarą, wlatują z dużą prędkością w panele, które imitują niebo [Kagan i in. 2014]. Innym zagrożeniem ze strony energetyki słonecznej jest przypadkowe wlatywanie ptaków w strefy przepływu energii słonecznej. W takich strefach, temperatura może sięgać 500-800°C, przy czym pióra ptaków ulegają zniszczeniu już w temperaturze 160°C [Wendelin i in. 2016]. W wyniku tak wysokich temperatur następuje śmierć lub trwała niezdolność do lotu [McCrary i in. 1986]. Panele w przeciwieństwie do turbin wiatrowych nawet gdy w danej chwili nie są używane – generują ciepło i zagrażają ptakom. Kolizje dotyczą najczęściej ptaków z rodziny sokołowatych *Falconidae*, które są przyciągane przez wieże skupiające promienie słoneczne [WEST 2016]. Ptaki z tej rodziny preferują tereny otwarte, używają słupów przy elektrowniach do polowania, odpoczynku oraz niekiedy gnieźdzą się na takich konstrukcjach. W pogoni za ofiarą osiągają wysokie prędkości. Z kolei sępy *Gypini* oraz ptaki z rodzaju *Buteo* są zwabiane w okolice wieży zbiorczej przez wytwarzające się prądy wznoszące i mogą nieumyślnie wlatywać w strefy przepływu energii słonecznej i ulegać poparzeniu słonecznemu.

Pośrednie skutki oddziaływań elektrowni słonecznych to utrata dużych obszarów siedlisk żerowiskowych, lęgowych oraz skupiających ptaki podczas migracji [Cooper 2016]. Elektrownie słoneczne generują większy stopień utraty siedlisk w przeliczeniu na MW energii produkowanej, niż farmy wiatrowe. W przeciwieństwie do farm wiatrowych obszar zajęty przez panele fotowoltaiczne jest stale zajęty i utracony na stałe [Hernandez i in. 2015].

#### *Pozostałe odnawialne źródła energii*

Pozostałe odnawialne źródła energii to energia geotermalna, wodna oraz energia pływów oceanicznych. Do tej pory nie ma wystarczających danych i dokumentacji wpływu tych źródeł energii na ptaki. Potencjalnym negatywnym skutkiem jest tu fragmentacja siedlisk na etapie budowy oraz toksyny uwalniane do środowiska [Kagel i in. 2007].

Urządzenia służące do produkcji energii z wody mogą teoretycznie zagrażać ptakom polującym na zbiornikach wodnych, takim jak rybołów *Pandion haliaetus*, bielik *Haliaeetus albicilla* czy kania czarna *Milvus migrans*. Elektrownie wodne mogą przekształcać i zabierać powierzchnie dogodnie do żerowania dla ptaków wodnych i drapieżnych [Rosenberg i in. 1997]. Ryby ogłuszone przez mechanizm elektrowni, mogą stanowić przyciągającą ptaki przynętę, a te mogą przypadkowo ulec kolizji z elementami elektrowni wodnej. Oddziaływania te mają jednak małe znaczenie i dotyczą przypadkowych zdarzeń dla pojedynczych osobników [Weir 1973].

#### *Wpływ nowych połączeń liniowych*

Nowe instalacje i inwestycje OZE powodują powstawanie nowych połączeń liniowych – linii napowietrznych oraz rozbudowę istniejących. Oddziaływanie OZE jest przeważnie brane pod uwagę tylko w zasięgu inwestycji i pomija połączenia liniowe, które mogą powodować znaczne szkody. Mogą one powodować fragmentację siedlisk, ryzyko kolizji i porażenia. W liniach przesyłowych około 69 kV występują małe odległości pomiędzy liniami, jest więc możliwość uziemienia – a to może powodować kolizje i porażenia elektryczne [Loss i in. 2014]. Ptaki wlatują w linie głównie podczas nocnych migracji, potrafią dostosować lot do linii wyższych, ale wpadają w niższe [Rogers i in. 2014, Murphy i in. 2016]. Wśród czynników wpływających na ryzyko kolizji z liniami przesyłowymi należy zaliczyć m. in. gatunek ptaka, szerokość jego skrzydeł, zwinność i styl lotu. Ważne są także: pogoda, odległość miejsc żerowania, nocowania i lęgowisk [Jenkins i in. 2011]. Ptaki drapieżne mają tendencje do latania przy dobrej pogodzie (przy prądach wznoszących powstających pod chmurami przy słonecznej pogodzie) – istnieje tu

więc niższe ryzyko kolizji. Jednak i w tej grupie ptaków zdarzają się przypadki porażenia i dotyczą np. rybołówów, błotniaków, kondorów czy sów [Mojica i in. 2009]. Ptaki niekiedy gniazdują w pobliżu lub na słupach z liniami elektroenergetycznymi. Linie te generują silne pole elektromagnetyczne, akustyczne zakłócenia oraz promieniowanie UV, co nie zostaje obojętne dla ptaków i może oddziaływać na ich zdrowie oraz mieć charakter płoszący [Tryjanowski i in. 2013].

#### *Wpływ pośredni odnawialnych źródeł energii*

Elementy stanowiące konstrukcje OZE wytwarzane są poza zasięgiem inwestycji – nie jest to zwykle brane pod uwagę w ocenie oddziaływania inwestycji OZE na ptaki. Biorąc to pod uwagę można lepiej zrozumieć skalę problemu. Hałas, płoszenie i zajmowanie terenów pod produkcję komponentów infrastruktury, także stanowią realne zagrożenia dla tej ważnej środowiskowo grupy zwierząt [Dwyer i in. 2018] – powinny więc także podlegać ocenie oddziaływania na środowisko (nie tylko miejsce ich przyszłej instalacji).

#### **IV. MINIMALIZACJA NEGATYWNEGO WPŁYWU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PTAKI**

W przyrodzie nie występują twory przypominające urządzenia OZE. Zjawiska temu towarzyszące, np. zmiany ciśnienia na łopatach turbin wiatrowych, czy powietrze nagrzane do ekstremalnych temperatur przy panelach i wieżach zbierających promieniowanie słoneczne nie są znane zwierzętom. Ptaki nie przyzwyczyły się do życia w zgodzie z takimi zakłóceniami, skutkiem tego mogą być np. kolizje z szybami, ogniwami, łopatom turbin.

Projektanci farm wiatrowych powinni współpracować z ornitologami i projektować turbiny wiatrowe w taki sposób, aby cykl ich pracy mógł być np. dostosowany do terminów intensywnej migracji ptaków. Przy odpowiedniej pogodzie, kiedy ptaki są aktywne, turbiny mogą być czasowo i okresowo wyłączane – to jedna z metod łagodzenia skutków negatywnego oddziaływania farm wiatrowych na ptaki [Gartman i in. 2016].

W instalacjach solarnych z wieżami zbierania promieni słonecznych minimalizację można skutecznie rozprzestrzeniając zwierciadła jako punkty zbierania promieni słonecznych. Relokalizacja położenia zwierciadeł skutkuje obniżeniem wartości szczytowej strumienia promieni świetlnych poniżej 4kW na m kw., gdy obiekt jest w trybie czuwania i nie generuje mocy [Multiagency Avian-Solar ... 2016]. Znane są również metody przenoszenia ptaków z obszarów elektrowni słonecznych, np. sów. Dla obu wspomnianych rodzajów wytwarzania energii z OZE, pośrednie i bezpośrednie działanie można zminimalizować stosując przemyślane lokalizacje urządzeń, tj. poza obszarami żerowania, migracji oraz odpoczynku ptaków.

Kompensacje w zakresie negatywnych skutków tworzenia monokultur pod uprawę biopaliw są dobrze ugruntowane na świecie, np. w Ameryce Północnej, gdzie proponuje się rolnikom dofinansowania w zamian za wyłączenie z użytkowania obszarów rolniczych leżących w pobliżu obszarów szczególnie cennych przyrodniczo [Johnson and Stephens 2011].

#### **V. POZYTYWNE APSEKTY ODDZIAŁYWANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PTAKI**

Analizując wpływ OZE na ptaki można stwierdzić, że przynoszą one również korzystne efekty dla awifauny. Bardzo dużo gatunków ptaków gnieździ się na słupach linii wysokiego napięcia [Tryjanowski i in. 2013] doprowadzających energię z farm wiatrowych oraz paneli fotowoltaicznych. Przykładem może tu być bielik amerykański *Haliaeetus leucocephalus*, kruk *Corvus corax*, pustułka *Falco tinnunculus* czy orzeł przedni *Aquila chrysaetos* [Buehler 2000, Infante i Peris 2003]. Elektrownie wodne z kolei powodują, że pracujące maszyny ogłuszają występujące tam ryby oraz inne organizmy, a te unosząc się

na lustrze wody, stanowią łatwiej dostępny pokarm dla gniazdujących w pobliżu ptaków, np. kani czarnej *Milvus migrans*, mewy *Larinae* oraz rybitwy *Sterninae* [Tingay i in. 2010, Sánchez-Zapata i in. 2016].

Należy przeprowadzić kontrolę wegetacji roślin uprawnych w monokulturach może także przynieść korzyści dla ptaków w zakresie stwarzania dogodnych miejsc odpoczynku oraz żerowania (np. dla ptaków drapieżnych) [Dwyer i in. 2018]. Monokultury wierzby energetycznej używanej do produkcji biopaliwa, mogą stanowić dla ptaków dogodne miejsce żerowania, gniazdowania i schronienia [Campbell i in. 2012].

Stosując OZE można powodować proces hamowania globalnego ocieplenia i redukcję ilości gazów cieplarnianych poprzez mniejsze spalanie węgla w kopalniach. Odgrywa to bardzo ważną rolę dla ptaków. Zmiany klimatu powodowane pośrednio przez górnictwo, mogą powodować zmiany pogody i niestabilność temperatur. Opóźniona wegetacja i opóźniony wylęg owadów powodują straty w lęgach ptaków z powodu braku pokarmu lub wyziębienia młodych osobników. Ilość opadów ma zwłaszcza duże znaczenie w przypadku sokołów *Falconinae* [Anctil i in. 2014]. Jak widać, należy więc patrzeć na opisywany problem szerzej i dostrzegać nie tylko negatywne oddziaływania OZE na awifaunę.

## **VI. PERSPEKTYWY I ZALECENIA DLA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII**

Odnawialne źródła energii dysponują dużym prośrodowiskowym potencjałem, zwłaszcza farmy wiatrowe. W pierwszej kolejności należy uregulować prawne aspekty OZE. Coraz więcej ludzi je popiera – tak wynika z danych CBOŚ [2016]. Do roku 2020 w Polsce zakładany jest wzrost udziału OZE do 15% wytwarzanej energii. Potrzebne są, oparte o odpowiednią metodykę, badania nad oddziaływaniem OZE na bioróżnorodność, w tym na poszczególne gatunki i zespoły ptaków oraz siedliska które zamieszkują. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na pogodzenie ochrony awifauny z ekonomicznie uzasadnionym pozyskiwaniem energii jest dobrze przemyślana lokalizacja urządzeń OZE oraz opracowanie działań minimalizacyjnych i kompensacyjnych.

## **VII. PODSUMOWANIE**

Wpływ OZE na ptaki jest tematem rozległym i pozbawionym jednoznaczności. Niniejsza praca powinna stanowić podstawę do dyskusji – nie przekreślając OZE jedynie przez przypadki negatywnego wpływu na pojedyncze osobniki ptaków. Należy także brać pod uwagę zagrożenia i korzyści dla całych populacji w dłuższej perspektywie czasu. Zróżnicowana biologia i ekologia ptaków sprawia, że OZE oddziałują na jedne gatunki w sposób negatywny, a na inne wręcz przeciwnie. Znane są przypadki kolizji, utraty siedlisk czy miejsc żerowiskowych w związku z funkcjonowaniem inwestycji OZE. Z drugiej strony, nowe połączenia liniowe i odpowiednie gatunki roślin w monokulturach pod produkcję biopaliwa stwarzają ptakom dogodne miejsca gniazdowania, żerowania czy schronienia.

Analizą powinien być objęty wpływ OZE na różnych etapach przedsięwzięcia. Szczególnie ważne jest zwracanie uwagi na potencjalne zagrożenia oraz kładzenie nacisku na przemyślane lokalizowanie przedsięwzięć. Każda inwestycja powinna być rozpatrywana indywidualnie, a nie opierać się na wcześniejszych analizach w innych siedliskach przyrodniczych i klimacie. Kluczem sukcesu OZE musi być dążenie do minimalizowania negatywnych wpływów OZE na środowisko. Należy zwiększyć efektywność energetyczną poprzez stosowanie najnowszych technologii, na ile to możliwe nie szkodząc tym samym środowisku przyrodniczemu oraz organizmom je zamieszkującym. Rozważając zastosowanie różnych źródeł energii, należy używać analizy wielokryterialnej i myśleć perspektywicznie.

Jest to ważne, ponieważ coraz większe zapotrzebowanie na energię przewiduje się szczególnie w krajach rozwijających się, a tam znajdują się główne szlaki migracji ptaków. Na przykładzie krajów skandynawskich widać, że odnawialne źródła energii mogą stanowić bardzo dobrą alternatywę dla energii pozyskiwanej ze źródeł kopalnych. Uwzględniając różne czynniki takie jak klimat, ukształtowanie terenu czy aspekty ekonomiczne państwa, należy dobierać najbardziej skuteczne rozwiązania z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, pamiętając jednocześnie o ochronie ptaków – jako cennych wskaźników jakości środowiska.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Anctil A., Franke A., Bęty J. 2014. Heavy rainfall increases nestling mortality of an arctic top predator: experimental evidence and long-term trend in peregrine falcons. *Oecologia*. 174. 1033-1043.
2. Buehler D.A. 2000. Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). In: Rodewald PG (ed.) The birds of North America. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca; Retrieved from the birds of North America. [dok. elektr.: <https://birdsna.org/Species-Account/bna/species/baleag>. data wejścia 01.12.2018].
3. Campbell L.H., Avery M.I., Donald P., Evans A.D., Green R.E., Wilson J.D. 1997. A review of the indirect effects of pesticides on birds. JNCC Report. 227.
4. Campbell S.P., Frair J.L., Gibbs J.P., Volk T.A. 2012. Use of short-rotation coppice willow crops by birds and small mammals in central New York. *Biomass and Bioenergy*. 47. 342-353.
5. CBOŚ. 2016. Polacy o źródłach energii, polityce energetycznej i stanie środowiska. *Opinie i diagnozy*. 34. Warszawa.
6. Cooper D.S. 2016. Industrial-scale solar projects and birds in the California desert: Assessing impacts and developing mitigation. 10.13140/RG.2.2.25677.13285.
7. De Lucas M., Guyonne F.E., Janss S., Ferrer M. 2004. The effects of a wind farms on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and conservation*. 13. 395-407.
8. Dirksen S., Winden J.V.D., Spaans A.L. 1998. Nocturnal collision risks of birds with wind turbines in tidal and semi-offshore areas. [w:] Ratto C.F., Solari G. [ed.] *Wind Energy and Landscape*. Balkema. Rotherdam. The Netherlands. 99-107.
9. Dwyer J., Landon M., Mojica E. 2018. Impact of Renewable Energy Sources on Birds of Prey. 13. 303-321.
10. Edenhofer O., Madruga R.P., Sokona Y., Seyboth K., Matschoss P., Kadne, S., Zwickel T., Eickemeier P., Hansen G., Schlömer S., Stechow C. 2012. Renewable energy sources and climate change mitigation: Special report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC.
11. Gartman V., Bulling L., Dahmen M., Geibler G., Köppel J. 2016. Mitigation measures for wildlife in wind energy development, consolidating the state of knowledge – part 2: operation, decommissioning. *J. Envir. Assc. Policy and Management*. 18(3). 31-62.
12. Groom M.J., Townsend P., Gray E.M. 2008. Biofuels and biodiversity: principles for creating better policies for biofuel production. *Conservation Biology*. 22(3). 602-609.
13. GUS. 2018. Energia ze źródeł odnawialnych w 2017 roku. [dok. elektr.: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-ze-zrodel-odnawialnych-w-2017-roku,10,1.html>. data wejścia 01.12.2018].
14. Hernandez R.R., Hoffacker M.K., Murphy-Mariscal M.L., Wu G.C., Allen M.F. 2015. Solar energy development impacts on land cover change and protected areas. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 112(44). 13579-13584.
15. Infante O., Peris S. 2003. Bird nesting on electric power supports in northwestern Spain. *Ecological Engineering*. 20(4). 321-326.

16. Jenkins A.R., Shaw J.M., Smallie J.J., Gibbons B., Visagie R., Ryan P.G. 2011. Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig's Bustards *Neotis ludwigii*. *Bird Conserv Int* 21. 303-310.
17. Johnson G.D., Stephens S.E. 2011. Wind power and biofuels: a green dilemma for wildlife conservation. [In:] Nagle DE (ed.) *Energy development and wildlife conservation in western North America*. Island Press, Washington, DC
18. Kagan R.A., Viner T.C., Trail P.W., Espinoza E.O. 2014. Avian mortality at solar energy facilities in southern California: a preliminary analysis. [dok. elektr.: <http://alternativeenergy.procon.org/sourcefiles/avianmortality-solar-energy-ivanpah-apr-2014.pdf>. data wejścia 01.12.2018].
19. Kagel A., Bates D., Gawell K. 2007. A guide to geothermal energy and the environment. Geothermal Energy Association. [dok. elektr.: <http://geoenergy.org/pdf>. data wejścia 01.12.2018].
20. Krebs Ch. 2011. *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*. PWN. W-wa.
21. Krijgsveld K.L., Akershoek K., Schenk F., Dijk F. & Dirksen S. 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea*. 97(3). 357-366.
22. Liu Y., Xu Y., Zhang F., Yun J., Shen Z. 2014. The impact of biofuel plantation on biodiversity: a review. *Chinese Science Bulletin*. 59(34): 4639-4651.
23. Loss S.R., Will T., Marra P.P. 2014. Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. *PLoS One*. [dok. elektr.: <https://doi.org/10.1371/0101565>. data wejścia 01.12.2018].
24. Masden E.A., Fox A.D., Furness R.W., Bullman R., Haydon D.T. 2010. Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*. 30(1). 1-7.
25. McCrary M.D., McKernan R.L., Schreiber R.W., Wagner W.D., Sciarrotta T.C. 1986. Avian mortality at a solar energy power plant. *J. Field Ornithol.* 57. 135-141.
26. Mojica E.K., Watts B.D., Paul J.T., Voss S.T., Pottie J. 2009. Factors contributing to bald eagle electrocutions and line collisions on Aberdeen Proving Ground, Maryland. *J Raptor Res.* 43. 57-61.
27. Multiagency Avian-Solar Collaborative Working Group. 2016. Avian-solar science coordination plan. [dok. elektr.: [http://blmsolar.anl.gov/program/aviansolar/docs/Final\\_Avian\\_Solar\\_Science\\_Coordination\\_Plan.pdf](http://blmsolar.anl.gov/program/aviansolar/docs/Final_Avian_Solar_Science_Coordination_Plan.pdf). data wejścia 01.12.2018].
28. Murphy R.K., Mojica E.K., Dwyer J.F., McPherron M.M., Wright G.D., Harness R.E., Pandey A.K., Serbousek K.L. 2016. Crippling and nocturnal biases in a study of Sandhill Crane (*Grus canadensis*) collisions with a transmission line. *Waterbirds* 39. 312-317.
29. Orloff S.; Flannery A. 1992. Wind Turbine Effects on Avian Activity, Habitat Use, and Mortality in the Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas. 1989-1991. 199.
30. Radziemska E., Lewandowski W., Szukalska E., Tynek M., Pustelnik A., Ciunel K. 2009. Biopaliwa z rzepaku. Przygotowanie surowca do otrzymywania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego oraz pilotowe metanolizy. *Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia*. 14(1-2). 79-84.
31. Rogers A.M., Gibson M.R., Pockette T., Alexander J.L., Dwyer J.F. 2014. Scavenging of migratory bird carcasses in the Sonoran Desert. *Southwest Nat* 59. 542-547.
32. Rosenberg D.M., Bodaly R. A., Kelly C. A., Berkes F., Hecky R.E., Rudd J.W.M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5(1). 27-54.
33. Sánchez-Zapata J., Clavero M., Carrete M., De Vault T., Hermoso V., Losada M., Polo M., Sánchez-Navarro S., Pérez-García J., Botella F., Ibáñez C., Donázar J. 2016. Effects of Renewable Energy Production and Infrastructure on Wildlife. *Current Trends in Wildlife Research*. Springer. 97-123.

34. Smallwood K.S., Rugge L., Morrison M. 2009. Influence of Behavior on Bird Mortality in Wind Energy Developments. *Journal of Wildlife Management*. 73(7). 1082-1098.
35. Schmidt-Wellenburg C.A., Biebach H., Daan S., Visser G.H. 2007. Energy Expenditure and Wing Beat Frequency in Relation to Body Mass in Free Flying Barn Swallows (*Hirundo rustica*). *Journal of Comparative Physiology*. 177. 327-337.
36. Sterze J, Pogacnik M. 2008. The Impacts of Wind Farms on Animal Species. *Acta Veterinaria (Beograd)*. 58(5-6). 615-632.
37. Tingay R.E., Nicoll M.A.C., Whitfield D.P., Visal S., McLeod D.R.A. 2010. Nesting ecology of the grey-headed fish-eagle at Prek Toal, Tonle Sap Lake, Cambodia. *J Raptor Res* 44. 165-174.
38. Tryjanowski P., Sparks T.H., Jerzak L., Rosin Z.M., Skórka P. 2013. A paradox for conservation: electricity pylons may benefit avian diversity in intensive farmland. *Conservation Letters*. 7(1). 34-40.
39. Uden D.R., Allen C.R., Mitchell R.B., McCoy T.D., Guan Q. 2015. Predicted avian responses to bioenergy development scenarios in an intensive agricultural landscape. *GCB Bioenergy* 7. 717-726.
40. Walston L.J., Rollins K.E., LaGory K.E., Smith K.P., Meyers S.A. 2016. A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States.
41. Weir R.D. 1973. Bird kills at the Lennox plant of the Ontario hydroelectric system, spring 1973. *Blue Bill*. 20. 23-24.
42. Wendelin T., Ho C.K., Sims C. 2016. Development of tools, training, and outreach to address solar glare and flux-related avian impact. [dok. elektr.: [http://blmsolar.anl.gov/program/aviansolar/docs/AvianSolar\\_CWG\\_May\\_2016\\_Works\\_hop\\_Slides.pdf](http://blmsolar.anl.gov/program/aviansolar/docs/AvianSolar_CWG_May_2016_Works_hop_Slides.pdf). data wejścia 01.12.2018].
43. Western EcoSystems Technology, Inc. (WEST). 2016. Ivanpah solar electric generating system avian and bat monitoring plan, 2014-2015 annual report and two year comparison. [dok. elektr.: [http://docketpublic.energy.ca.gov/PublicDocuments/07-AFC-05C/TN212042\\_20160630T145041\\_ISEGS\\_Avian\\_and\\_Bat\\_Monitoring\\_Plan\\_20142015.pdf](http://docketpublic.energy.ca.gov/PublicDocuments/07-AFC-05C/TN212042_20160630T145041_ISEGS_Avian_and_Bat_Monitoring_Plan_20142015.pdf). data wejścia 01.12.2018].

## IMPACT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON BIRDS

### Summary

*Renewable energy is an important topic raised in connection with the growing energy demand of many countries. Numerous studies confirm that anthropoppression reflects negatively on many species of animals and habitats. The principle of sustainable development allows the development of new technologies with simultaneous activities for the protection of nature. The use of renewable energy sources (RES), however, does not affect, for example, birds. These animals are particularly vulnerable to the impact of wind farms, solar energy installations, monocultures for the production of biofuels and others. The publication describes the actual and potential impacts of RES on avifauna, both negative and beneficial. It seems that if we want to combine renewable energy with effective protection of birds, we should pay attention to the location of the investment and bird species inhabiting the areas near the devices.*

**Key words:** renewable energy sources, birds, sustainable development, biodiversity, climate changes