

Metodyka oceny zagrożeń dla ptaków na lądowych farmach wiatrowych

Wersja XII 2010

Przemysław Busse

Wstęp

Ogólnie, ocena stopnia zagrożeń dla ptaków wynikających z budowy farm wiatrowych jest zadaniem bardzo trudnym i musi być prowadzona ze świadomością rozmaitych ułomności wynikających z fragmentaryczności danych zebranych w terenie na bardzo zróżnicowanych lokalizacjach, różnymi metodami i z bardzo różną intensywnością (Hötker i inni 2006). Dodatkowo, istnieją tylko śladowej wielkości dane dotyczące terenów Polski, podczas gdy geograficzne położenie farmy decyduje o kolizyjności ptaków w czasie wędrówek. Obecnie zbierane na kilkudziesięciu lokalizacjach dane monitoringowe wskazują wyraźnie na duże zróżnicowanie lokalnych zachowań ptaków, co powoduje konieczność poszukiwania metod estymacji kolizyjności wykorzystujących w maksymalnym stopniu wyniki obserwacji lokalnych. **Zastosowana w niniejszym opracowaniu metoda** uwzględnia już specyficzność lokalną zachowań (wykorzystanie przestrzeni powietrznej i standardyzację zasięgu obserwacji) i **jest oparta na doświadczeniach zebranych przy opracowaniu wyników monitoringów na ok. 100 planowanych farmach wiatrowych w całej Polsce.**

Wstępem do oceny zagrożeń dla ptaków w wyniku planowanej inwestycji farmy wiatrowej musi być tzw. *screening*, czyli **przegląd wstępny** i przygotowanie lokalnie ukierunkowanego programu monitoringu przed realizacyjnego, który jest podstawą do finalnej prognozy zagrożeń dla ptaków, które mogą wystąpić w tej konkretnej lokalizacji przy budowie farmy o określonej liczbie turbin o określonych parametrach technicznych i przy założonym ich rozmieszczeniu. Następnie, musi być przeprowadzony co najmniej roczny monitoring przedwykonawczy, jego wyniki opracowane i stworzona finalna prognoza zagrożeń – ich wielkości, potencjalnego wpływu na jednostki ochrony obszarowej i gatunki specjalnej troski. Prognoza może zwracać sugestie zmian w parametrach budowanej farmy, jej wielkości i/lub rozmieszczeniu turbin oraz ewentualnie, zalecenia minimalizujące przewidywane zagrożenia.

Screening – przegląd wstępny

Do przygotowania przeglądu wstępnego i planu monitoringu niezbędne jest posiadanie informacji wyjściowej od inwestora/dewelopera: mapy topograficznej z zaznaczonym planowanym zasięgiem farmy, planowanej liczby turbin i ich typu (parametry techniczne – wysokość wieży i średnica rotora) i ew. wszelkich już zebranych przez inwestora danych przyrodniczych (np.

waloryzacja przyrodnicza gminy). Dane te uzupełnia się o istniejące dane ornitologiczne – publikowane lub archiwalne, rozmieszczenie i charakterystykę powierzchniowych form ochrony przyrody (Parki Narodowe, rezerваты, obszary NATURA 2000), zdjęcia lotnicze lub satelitarne itp. Niezbędna jest wizyta **wykwalfikowanego – doświadczonego ornitologa** w terenie w okresie, gdy grunt nie jest pokryty śniegiem, sporządzenie dokumentacji fotograficznej i przeprowadzenie wywiadów z miejscową ludnością (szczególnie cenne są kontakty z leśnikami, myśliwymi, nauczycielami przyrody i ... dziećmi).

Przy opracowaniu screeningu trzeba brać pod uwagę aktualność danych i ich wiarygodność – spotyka się opracowania na zenująco niskim poziomie ornitologicznym, szczególnie w warstwie oceniającej walory środowiska. Zwykle najmniej wiarygodne są waloryzacje przyrodnicze gmin, często wykonywane przez osoby zupełnie nie posiadające kwalifikacji ornitologicznych. Niestety, szereg Standardowych Formularzy Danych dla obszarów Natura 2000 jest również na bardzo niskim poziomie. W tej sytuacji screening musi się w znacznej mierze opierać na doświadczeniu przygotowującego go ornitologa. Dla ułatwienia sobie tej pracy należy posługiwać się załączonymi Tabelami 1 i 2, przypominającymi o pewnych podstawowych parametrach, które **powinny być wzięte pod uwagę**. Wnioski ze screeningu prowadzą do wyznaczenia liczby i rozmieszczenia w czasie obserwacji monitoringu.

Tabela 1
Ocena potencjalnych zagrożeń (przykładowo)

Parametr lokalizacji	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń		
	Niskie	Średnie	Wysokie
Ptaki istotne do ochrony (Załącznik I UE, Red Book)	X		
Lęgowe ptaki drapieżne		X	
Przelotne/zimujące ptaki drapieżne	X		
Kolonie lęgowe	X		
Zgrupowania pozalęgowe/noclegowiska/ciągi lokalne	X		
Koncentracja przelotu			X
Relacje przestrzenne z obszarami chronionymi	X		
Liczba turbin w projekcie/oddziaływania skumulowane	X		

Tabela 2
Ocena sezonowości zagrożeń (przykładowo)

Sezon	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń		
	Niskie	Średnie	Wysokie
Migracja wiosenna (1 III – 30 IV)			X
Okres lęgowy (1 V – 30 VI)	X		
Okres połęgowy (1 VII – 31 VIII)	X		
Migracja jesienna (1 IX– 15 XI)		X	
Zimowanie (16 XI – 28 II)	X		

Metodyka monitoringu

Założenia monitoringu ornitologicznego

- Pełny monitoring farmy wiatrowej obejmuje monitoring przed wykonawczy i monitoring roboczy, po uruchomieniu inwestycji,
- Schemat monitoringu jest ustanowiony ramowo – według zasad przyjętych na innych lokalizacjach, w tym opcjonalnych zasad wskazanych w zaleceniach z 2008 roku, co umożliwi porównania i stworzenie koherentnej wiedzy przedmiotu dla dalszych zastosowań praktycznych,
- Mimo wspólnego schematu, monitoring w konkretnej lokalizacji jest przystosowany w szczególności do specyfiki warunków tego terenu,
- Przyjęto elastyczny system metodyczny, umożliwiający adaptację rozwiązań metodycznych do sytuacji stwierdzonej w trakcie obserwacji,

Metodyka obserwacji monitoringowych

Okres wędrówki jesiennej (1 wrzesień – 15 listopad)

1. Stacjonarne obserwacje wizualne aktywnego przelotu i przebywania/żerowania ptaków ze szczególnym uwzględnieniem gatunków potencjalnie wrażliwych, a specyficznych dla danej lokalizacji. Szczegółowe obserwacje ze stałego punktu na terenie lokalizacji – w centralnej części przewidywanego pola wiatrowego.
2. Obserwacje zaczynają się od nie później niż 2 godz. po wschodzie słońca i trwają od 4 do 6 godz. W ciągu pierwszych 3 godzin w okresach przelotów szczególna uwaga była skierowana na przelot ptaków wróblowatych, później na ptaki drapieżne. Czas notowany co 15 minut.

3. Dane meteorologiczne notowane wraz z czasem ich zmiany (jeśli wystąpiła): temperatura, zachmurzenie, widoczność, opad, wiatr (siła i kierunek).
4. Notowane są wszystkie zaobserwowane gatunki, liczebność i szczegóły zachowania (**przelot – kierunek, wysokość**, cel lotu, np. „przelot na żerowisko”, „aktywna wędrówka”; żerowanie; odpoczynek; **odległość od obserwatora**). Notowanie w zeszytach obserwacyjnych, w odpowiednich kolumnach i przy użyciu standardowych skrótów.
5. Dla ptaków drapieżnych jest ustalany czas pobytu na terenie lokalizacji (jednostką przebywania jest jedna godzina). Nie należy jednak notować co godzina ptaka siedzącego na czatowni (lub... gnieździe).

Okres zimowy (połowa listopada – koniec lutego)

Obserwacje o swobodnym wyborze tras obserwacyjnych (transektów), wynikającym z gromadzonych doświadczeń. Zakres i dokumentacja obserwacji jak w czasie kontroli jesiennych.

Okres wiosenno-lęgowy-polegowy (od początku marca do końca sierpnia)

Kontrola wykorzystania terenów przeznaczonych pod lokalizację turbin przez ptaki. W okresie wędrówki wiosennej (do końca kwietnia) obserwacje stacjonarne, z dodatkiem transektowych, potem przejścia transektowe jak w okresie zimowym.

Tabela 3

Tabela podstawowej liczby obserwacji w sezonach

Sezon	Czas trwania sezonu (dni/tyg.)	Liczba obserwacji
Wiosna (1 III-30 IV)	60/8	6
Lęgowy (1 V-30 VI)	60/8	6
Polegowy (1 VII-31 VIII)	60/8	6
Jesień (1 IX-15 XI)	75/10	8
Zima (16 XI-28 II)	105/14	7
RAZEM		33

Liczba obserwacji w sezonie jest ustalana przez **ornitologa** przy opracowaniu planu monitoringu. Plan może zawierać wskazanie konieczności dodatkowych obserwacji, np. w celu określenia lęgowości gatunków istotnych, istnienia noclegowisk itp.

Konkretne terminy obserwacji w obrębie sezonu są ustalane przez **obserwatora**, m.in. w zależności od pogody, jednakże **nie powinny następować częściej niż raz na pentadę i nie rzadziej niż raz na trzy pentady.**

Opracowanie danych z monitoringu

Przesłanki metody

Jako podstawę wyjściową konstrukcji metody przyjęto wyniki trzyletnich (2000-2002) badań na 13 farmach wiatrowych w północnej Hiszpanii, obejmujących łącznie 741 turbin wiatrowych (Lekuona i Ursua 2007). Turbiny były rozmieszczone w odstępach 75-100 m. Wielkość turbin była zróżnicowana: wysokość 45-65 m, średnica rotora 40-80 m, moc 450-1500 kW. Obserwacje były prowadzone na 37 stanowiskach obserwacyjnych, przez cały rok, w tygodniowych odstępach czasu. Prowadzono równoległe obserwacje ptaków, z opisem ich zachowania w rejonie turbin oraz zbierano ofiary kolizji. Przeprowadzono testy na znikanie ofiar kolizji w wyniku drapieżnictwa. Na podstawie obserwacji określono skład gatunkowy i liczebności poszczególnych gatunków oraz częstość z jaką przedstawiciele danego gatunku znajdowali się w sytuacji ryzykownej („*risk situation*”), czyli zmierzały w kierunku pola pokrytego przez rotor turbiny. Na tej podstawie określono „*specific risk index*” (SRI) właściwy dla każdego gatunku. Jest to miara jaki procent ptaków obserwowanych na terenie farmy może przelecieć przez pole rotora, a więc znaleźć się w strefie wysokiego ryzyka kolizji, jeśli by ptak nie podjął reakcji zapobiegawczej. 24,1% ptaków w pobliżu turbiny wykazywało gwałtowną reakcję unikania, 20,3% - reakcję zdecydowaną i 15,6% - korygowało poprzednią trajektorię lotu (łącznie ok. 60%), tak by uniknąć zderzenia (ogromna większość pozostałych w ogóle nie leciało na trajektorii bezpośrednio kolizyjnej). Stąd też liczba ptaków, które uległy kolizji była wielokrotnie niższa niż liczba ptaków w sytuacji ryzykownej. W czasie całego trzyletniego okresu badań stwierdzono 345 osobników, które zginęły w wyniku **kolizji** z turbinami; ogólna liczba zaobserwowanych ptaków osiągnęła w tych badaniach 200 528 osobników; Na podstawie tych danych obliczono **empiryczne prawdopodobieństwo kolizji śmiertelnej** (przeciętnie 17/10 000 osobników, czyli **0,17%**). Należy jednak podkreślić, że przy przenoszeniu wnioskowania z turbin mniejszych, szybkoobrotowych, posadowionych w odstępach tak niewielkich jak 75-100 m na nowoczesne turbiny wolnoobrotowe posadowiane w odległościach co najmniej 400 m, **szacunki są poważnie zawyżone**. Prawdopodobieństwo jest również dodatkowo zawyżone przez pominięcie pozostawiania ofiar z dni poprzedzających kontrolę (wg. testów znikania ofiar – ok. 20%). Dane dla gatunków, których kolizje stwierdzono jako pojedyncze przypadki obarczone są najpoważniejszym prawdopodobieństwem zawyżenia wartości wskaźnika kolizyjności. **Należy tu więc przyjęte prawdopodobieństwa traktować jako wartości maksymalne, a nawet nierealistycznie zawyżone.**

Zupełnie odrębnymi danymi referencyjnymi są wskaźniki unikania wlotu w strefę rotora podawane przez innych autorów dla ptaków obserwowanych na rzeczywistych farmach

wiatrowych w innych krajach, np. dla orłów – 98% (wstępne dane - Percival 2007), dla błotniaków – 99% (Whitfield i Madders 2005). Dla drobnych ptaków wskaźniki unikania zdecydowanie przekraczają 99%. Wstępne zakładanie wskaźnika na poziomie 95% jest uważane za „nierealistyczne” (Percival 2007), choć w początkach modelowania śmiertelności wychodzono z takich założeń. Później jednak stwierdzono, że założenie takie jest błędne. Gęsi np. cechują się skutecznym unikaniem kolizji z turbinami wiatrowymi: wg danych Fernley'a i innych (2006) kolizji unika 99,93% gęsi (**według nowszych danych tego autora – 2008 – aż 99,99%!**). Nawet orły wykazują unikanie na poziomie 99,4% (Fernley 2009).

Opracowanie wyników

W opracowaniu wyników uwzględniono jako parametry wejściowe dane uzyskiwane w stosowanym standardzie obserwacyjnym: **gatunek ptaka, liczbę osobników, wysokość lotu i odległość obserwowanych ptaków od obserwatora**. Kierunek przelotu, notowany przez obserwatora, nie został jeszcze uwzględniony, gdyż model estymacyjny dla osiągnięcia kolejnego stopnia dokładności wymaga danych z obserwacji wiatrowych i wyników monitoringu powykonawczego na farmach polskich.

Wynikowa tabela estymacji **wskaźnika kolizyjności** (najprawdopodobniejsza liczba kolizji na turbinę na rok) powstaje w wyniku **estymacji prawdopodobieństwa kolizji pojedynczego ptaka** zaobserwowanego na lokalizacji farmy za pomocą programu komputerowego WINDFARM RISK (stosowana jest aktualnie najnowsza wersja programu WINDFARM RISK 7.1) opracowanego specjalnie do tego celu **i przemnożeniu go przez estymowaną liczbę osobników występujących tam w ciągu roku**.

Założenia metodyczne programu

Wszystkie przeliczenia są prowadzone dla konkretnych gatunków; ogólny **wskaźnik kolizyjności** jest sumą wskaźników gatunkowych.

1. Estymacja liczby pojawów osobników gatunku na lokalizacji

1.1. Stwierdzone w czasie obserwacji ptaki reprezentują realne godziny obserwacji (wg. podanych godzin obserwacyjnych) i dla oceny rzeczywistej liczby ptaków pojawiających się na danym stanowisku zastosowano **przelicznik sezonowy**, wynikający z liczby jasnych godzin dnia (zależnej od sezonu), skorygowany o **empiryczny współczynnik aktywności**, wynikający z tego, że godziny obserwacji pokrywają część dnia, w której ptaki są najaktywniejsze (również i tu przyjęto wartości współczynnika korekcji prawdopodobnie zawyżający uzyskiwane liczebności).

Przyjęte sezony:

Wiosna – 1 III–30 IV (dzień 12-godzinny)

Lęgowy – 1 V–30 VI (dzień 18-godzinny)

Polegowy-wędrówka jesienna – 1 VII–15 XI (dzień 12-godzinny)

Zimowy – 16 XI–28 II (dzień 6-godzinny)

*Przykład: wiosną w ciągu 4 godz. obserwacji stwierdzono 100 osobników gatunku X; przeliczenie godzinowe na cały dzień to $(100/4)*12 = 300$ jest zawyżone, gdyż obserwacje były prowadzone w czasie gdy ptaki są aktywniejsze niż w pozostałych godzinach dnia; przemnożenie powyższego wyniku przez empiryczny współczynnik 0,8 ($300*0,8 = 240$) daje bardziej zbliżony do rzeczywistości wynik 240.*

5.2. Realny dzień obserwacyjny jest próbą reprezentującą pentadę (kolejny okres 5-dniowy, wg. standardowego podziału roku na 73 takie okresy); **wartość dla pentady jest pięciokrotną wartością dla pojedynczego dnia.**

*Przykład: $5*240 = 1200$ (przyjęcie, że w pentadzie pojawiło się na terenie 1200 ptaków tego gatunku – czego 960 osobników w dniach, gdy nie prowadziliśmy obserwacji. Jest to podstawowa zasada metody próbkowania.).*

1.3. Liczebności w pentadach, w których nie przeprowadzono obserwacji zostały uznane za równoważne liczbowo średnim z wartości sąsiadujących pentad z obserwacjami.

Przykład: w pentadzie nr 55 estymowana liczba osobników 1200, a w pentadzie nr 57 – 400 os., stąd estymowana liczba dla pentady nr 56 wynosi: $(1200+400)/2 = 800$. Jest to powszechnie używana interpolacja wartości.

1.4. **Estymowana liczba pojawów** osobników danego gatunku na stanowisku jest sumą całoroczną wszystkich pentad (1-73).

2. Ocena prawdopodobieństwa kolizji osobnika

2.1. Do określenia prawdopodobieństwa wejścia w **sferę ryzyka kolizji** użyto estymacji na podstawie danych obserwacyjnych: **liczby obserwowanych ptaków, odległości**, z jakiej były obserwowane i ich **lokalizacji w przestrzeni** (na ziemi/drzewach, w locie: poniżej zasięgu rotora, w zasięgu rotora i ponad zasięgiem rotora). Na tym etapie ustalane są **wskaźnik odległości** (prawdopodobieństwo znalezienia się w strefie kolizyjnej ptaka zaobserwowanego w określonej odległości) i **wskaźnik wysokości** przelotu (prawdopodobieństwo znalezienia się ptaka w strefie kolizyjnej rotora) - te dwa wskaźniki, na tym etapie, określają prawdopodobieństwo wlotu ptaka w kwadrat o boku średnicy rotora; następnie uwzględnia się **korektę na kołowość** zasięgu rotora – 0,785 – i **korektę na aspekt trajektorii lotu** względem płaszczyzny rotora – 0,4929. Skorygowana wartość

wskaźnika wlotu w strefę ryzyka jest prawdopodobieństwem wlotu osobnika w strefę, gdzie mógłby być uderzony przez śmigła rotora, **gdyby** nie istniała reakcja unikania niebezpieczeństwa (**ptak był głuchy i ślepy**).

2.2. Finalna estymacja *ryzyka kolizji* – prowadzona jest na podstawie *wskaźnika wlotu w strefę ryzyka*, z uwzględnieniem *wskaźnika kolizji* (przyjęto tu **bardzo ostrożną wartość = 0,01**, co się równa *wskaźnikowi unikania* = 0,99, używanego w literaturze) oraz wskaźnika *prawdopodobieństwa „trafienia”* przy rzeczywistym przelocie przez powierzchnię rotora. Nawet duże ptaki (np. błotniaki), które przelatują przez strefę rotora mają **85-95%** szans, że **NIE** zostaną uderzone łopata śmigła (Band i inni 2007). Według tej pracy, spośród gęsi, które przelatują przez strefę kolizyjną ginie tylko 12% (**0,12**). W stosowanej w programie metodzie przyjęto wartości – **0,15** dla ptaków dużych (np. błotniaków, jastrzębi), **0,05** – dla ptaków wielkości szpaka i **0,01** dla drobnych ptaków śpiewających. Aktualne empiryczne estymacje **uniknięcia kolizji** (a więc odwrotności obliczanego tu *ryzyka kolizji*) podawane w literaturze przekraczają **0,998** - Fernley 2009, także w przypadku bardzo dużych ptaków, jak np. orła przedniego – **0,9994!**)

3. Estymacja kolizyjności gatunku na lokalizacji

Finalną wartością *estymowanej kolizyjności* jest gatunkowy *wskaźnik kolizyjności rocznej* dla jednej turbiny, obliczany jako iloczyn *estymowanej liczby pojawów* gatunku (pkt 1) i *ryzyka kolizji* (pkt 2). Podanie kolizyjności w odniesieniu do jednej turbiny ułatwia porównania między różnymi farmami. **Całkowity oczekiwany poziom kolizji na danej farmie otrzymuje się mnożąc otrzymany wskaźnik kolizji przez liczbę turbin w farmie.**

Główne czynniki wpływające na dokładność estymacji

Estymacja jest pewnym przybliżeniem opisu stanu faktycznego otrzymanym na podstawie określonego zespołu przesłanek obserwacyjnych i założeń przeliczeniowych, z których jedne mają większy, inne mniejszy wpływ na otrzymany wynik. Istnieją też dwa rodzaje obciążeń estymacji – kierunkowe, systematycznie wpływające na wysokość ocenionego prawdopodobieństwa kolizji (zawyżenie lub zniżenie wyniku liczbowego) i bezkierunkowe, o charakterze szumu informacyjnego, nie wpływające kierunkowo na wielkości estymowane, ale zmniejszające dokładność ich określenia. **Przy interpretacji wyników monitoringu najważniejsza jest świadomość ew. obciążeń kierunkowych, które mogły by prowadzić do przeceniania zagrożeń lub zbyt optymistycznego podejścia do wyników.**

W zastosowanych procedurach monitoringu i oceny występują oba typy obciążeń wyników:

1. Dane obserwacyjne -

- liczebność obserwacji i czas ich trwania (czynnik działający bezkierunkowo) – im obserwacji jest więcej, a czas ich trwania jest dłuższy, tym precyzyjniejszego wyniku można się spodziewać; zwiększenie intensywności obserwacji powoduje zmniejszenie szansy przypadkowego zniekształcenia wyników przez zjawiska akcydentalne (np. pojawienie się dużego stada ptaków stadnych, jak szpaki, kwiczoły czy krukowate) lub, odwrotnie, trafienia na dzień bez przelotu,
- zmienne warunki atmosferyczne (czynnik bezkierunkowy lub zaniżający wyniki) – na razie niema metody oceny wpływu tego czynnika i ew. skorygowania wyników (niema jak ocenić w jakim stopniu np. przymglenie lub mżawka wpływają na wykrywalność ptaków lub ich aktywność),
- przelot ptaków na znacznych wysokościach lub w znacznej odległości od obserwatora (zaniżenie wyniku obserwacyjnego, bez wpływu na ocenę kolizyjności) – pominięte ptaki z założenia przelatują poza zasięgiem strefy ryzyka – **przy zastosowanym tu wariancie estymacji czynnik ten został w znacznym stopniu wyeliminowany.**

2. Założenia obliczeniowe -

- przeliczenia godzinowe na dzień obserwacji (czynnik bezkierunkowy lub działający w różnym czasie w przeciwnych kierunkach) zastosowanie jednej długości dnia i jednego wskaźnika kompensującego dla całych dość długich sezonów powoduje, że na początku i końcu sezonu liczebności mogą być przeszacowane, podczas gdy w środku nie doszacowane;
- przeliczenia na pentady, w tym pentady w których brak było obserwacji (czynnik bezkierunkowy, obniżający precyzję szacunku),
- obliczanie liczby ptaków mogących wejść w strefę ryzyka (w dawnych wersjach programu silnie zawyżało wartości ryzyka) – oceniana była kwadratowa strefa ryzyka wokół kołowej rzeczywistej strefy pokrywanej przez pracujący rotor turbiny; dodatkowo, co jest nawet istotniejsze – strefa ryzyka jest w rzeczywistości pionowym dyskiem o średnicy rotora, lecz wysokości zaledwie rzędu 1-2 m, obracającym się w zależności od kierunku wiatru: przy przelocie na kierunku prostopadłym do kierunku wiatru strefa zagrożenia, to zaledwie kilka do kilkunastu procent ryzyka obliczanego - **przy zastosowanym tu wariancie estymacji czynnik ten został wyeliminowany.**

- w dyskusjach nad wpływem przyjętego wskaźnika unikania pojawiają się opinie, że założenie określonej wartości tego wskaźnika może mieć ogromny wpływ na wyniki obliczeń. Wszystkie te opinie opierają się jednym zestawieniu konsekwencji zmiany przyjętych parametrów przy używaniu modelu Banda, podanym w pracy Chamberlaina i innych (2006). Wynik ten jest skutkiem fundamentalnego błędu logiczno-statystycznego autorów (operowano wskaźnikiem omijania „ U ”, a nie wskaźnikiem przelotu przez rotor „ P ”, a $P = 1 - U!!!$) i nie ma żadnej wartości jako argument w dyskusji. Przyjęcie takiej lub innej wartości z zakresu wartości prawdopodobnych wskaźnika „ P ” prowadzi jedynie do obniżenia precyzji estymacji, ale w zakresie nie większym niż wszelkie inne założenia.

Weryfikacja metody

Kilka faktów z literatury i praktyki w Polsce:

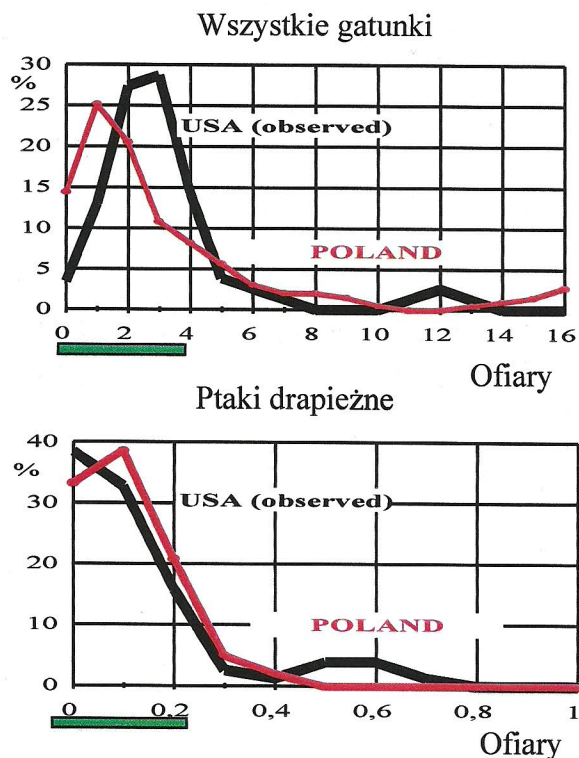
- USA, Minnesota – 73 turbiny (ustawione co 90-180 m) – 2 lata obserwacji – 11 martwych ptaków (Higgins i inni 2007),

- łącznie 4724 turbiny na 18 farmach (Sterner i in. 2007 – dane z 14 publikacji różnych autorów z *różnych krajów*): roczne kolizyjności ptaków drapieżnych na jedną turbinę – na 9 farmach 0,00 (słownie: *zero*), a na pozostałych, nie zerowych: 0,012 – 0,036 – 0,050 – 0,007 – (0,050 i 0,023 to słynne Altamon Pass, słynne, bo stoi tam ok. 1200 turbin!) - 0,1 – 0,176 – 0,048. Dla porównania oceny omawianą tu metodą dla ptaków drapieżnych to dla przykładu **0,032** dla myszołowa, czy **0,001** dla krogulca – **a więc metoda ma sens praktyczny.**

- W Polsce: farma 9 turbin przy, a częściowo wręcz w pasie przelotu nadmorskiego (codzienne kontrole) – 2 sezony wędrówkowe (wiosna i jesień), razem ok. 4 miesiące – żadnej kolizji (3 ptaki martwe z wcześniejszego okresu, nie wiadomo jak długiego – szkielety), farma 24 turbiny – od marca do grudnia – jeden gołąb domowy, farma ok. 20 turbin – trzy lata obserwacji – poniżej 10 osobników.

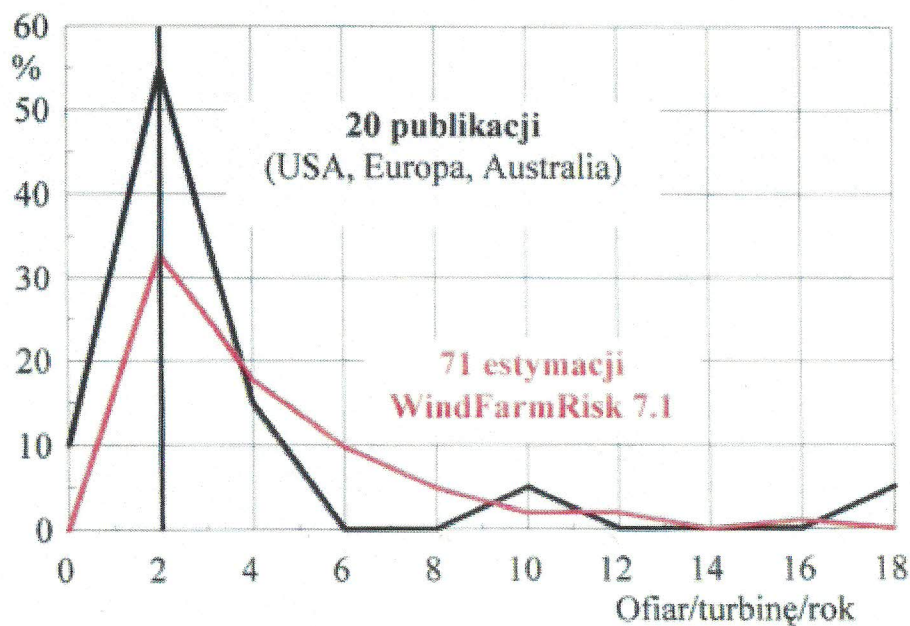
Porównanie wyników estymacji na 51 lokalizacjach w Polsce i **OBSERWACYJNYCH** danych amerykańskich (Erickson i inni 2008) pokazuje **Rysunek 1**: Podane tam są rozkłady liczby farm z określoną liczebnością ofiar na turbinę/rok. **Rozkłady te wykazują, że występuje znaczna zgodność rezultatów estymacji według omawianej metody** (wyniki ogólne nieco niedoszacowane, ale dla ptaków drapieżnych nieco przeszacowane) **z danymi obserwacyjnymi w terenie.**

Rysunek 1



Przy porównaniu najnowszych danych z 71 lokalizacji w Polsce, **zgodność prognoz z rozkładem dla 20 farm światowych**, w tym **głównie europejskich** (Hötter i inni 2006) jest jeszcze większa, a kształt krzywej dla estymacji wskazuje, że są one **OSTROŻNIEJSZE** niż rzeczywiste straty populacji ptasich na farmach wiatrowych - Rysunek 2.

Rysunek 2



MOŻNA się więc opierać na estymacjach przy szacowaniu zagrożeń w konkretnych lokalizacjach farm wiatrowych w Polsce.

Podstawy do interpretacji wyników i stworzenia prognozy

W wyniku zastosowania programu WINDFARM RISK, oprócz tabeli estymacji kolizji generowane są dodatkowo pliki zawierające gatunkowe zestawienia charakteryzujące lokalizację pod względem szeregu elementów decydujących o realności i wielkości zagrożeń i ułatwiających prognozę wpływu na określony gatunek: *gatunkowy profil występowania ptaków w ciągu roku* – koncentracje występowania, *gatunkowy profil wykorzystania przestrzeni powietrznej*, *kierunkowość przemieszczeń* oraz pełne zestawienie danych obserwacyjnych dla każdego gatunku. Dane te są dostępne zarówno w odniesieniu do całego roku, jak i poszczególnych sezonów roku (w wersji 7.1 programu).

Zestaw tych informacji umożliwia rzeczową interpretację danych ogólnych oraz przewidywania ew. środków zaradczych, zmniejszających zagrożenia.

Na finalną ocenę przewidywanych zagrożeń, wynikających z budowy w określonym miejscu farmy wiatrowej podstawowy wpływ ma interpretacja wyników wskaźników kolizji ze szczególnym uwzględnieniem gatunków, które ze względu na swą rzadkość lub zagrożenie wymagają specjalnie starannej ochrony (np. orły). Drugim istotnym parametrem jest rozkład czasowy obserwacji w sezonach – systematyczne pojawianie się gatunku w okresie lęgowym sugeruje gnieźdzenie się tego gatunku w pobliżu farmy (to jest wyjaśniane w ramach dodatkowych obserwacji, zaleconych specyficznie dla tej lokalizacji), natomiast koncentracja stwierdzeń w okresie wędrówek zmusza do ewentualnego wzięcia pod uwagę lokalnych strumieni przelotu i w skrajnych wypadkach rekomendacje modyfikacji rozmieszczenia turbin na terenie farmy. W przypadkach ewidentnej lęgowości gatunku ważnego w zakres rozważań wchodzi problem ewentualnej utraty przez ten gatunek terenów żerowiskowych i odstraszenie od tradycyjnej lokalizacji gniazdowej. *Rozważania takie mają jednak sens tylko w przypadku stwierdzenia stosunkowo wysokiej estymowanej liczby pojawów na danej lokalizacji – akcydentalne pojawianie się nie daje podstaw do podejmowania jakichkolwiek specjalnych działań.*

Ocena parametryczna lokalizacji

Oprócz oceny indywidualnych zagrożeń dla poszczególnych gatunków, istotną rolę w ocenie lokalizacji ma ustalenie relatywnej wartości potencjalnych zagrożeń w stosunku do innych zbadanych miejsc, przeznaczonych na budowę farm wiatrowych. W miarę zwiększania się liczby ocenianych lokalizacji wartość tych porównań będzie rosła. W chwili obecnej możliwe jest porównanie w obrębie 71 zbadanych lokalizacji.

Przyjęty w niniejszym opracowaniu system oceny parametrycznej jest rozwinięciem roboczej wersji oceny, opartej na 6 parametrach charakteryzujących lokalizację: liczbie zaobserwowanych gatunków, liczebności ptaków (liczbie zaobserwowanych ptaków na godzinę przeprowadzonych obserwacji), i estymowanej kolizyjności: ogólnej, ptaków drapieżnych, ptaków z *Załącznika I* i ptaków z Polskiej Czerwonej Księgi. Na podstawie usytuowania wartości parametru dla ocenianej farmy w stosunku do rozkładu wartości tego parametru w całej próbie, przypisywano wartość punktową dla każdego parametru i po zsumowaniu tych wartości, otrzymywano punktację łączną. Ta wersja systemu posłużyła do zebrania doświadczenia w tworzeniu i rozwoju systemu oceny parametrycznej, który oceniałby sytuację kompleksowo i możliwie obiektywnie.

Obecnie zastosowana tabela oceny parametrycznej farmy (Tabela X – przykładowa na następnej stronie) obejmuje cztery segmenty: (1) **parametry ogólne** – *Liczba gatunków*, *Liczebność* (na godz.), *Pułap przelotów* (procent ptaków przelatujących na wysokości zasięgu rotora), (2) **parametry sezonowe** – *Estymowana kolizyjność* dla kolejnych sezonów, (3) **parametry gatunkowe** – *Kolizyjność ptaków drapieżnych* i *Kolizyjność ptaków z Załącznika I* oraz (4) **parametry lęgowe** – *Lęgowość na powierzchni*, *Lęgowość gatunków strefowych* w okolicy. Każdy parametr jest oceniany w skali 0-10 punktów. Wszystkie parametry, poza sektorem 4, są oceniane automatycznie na podstawie usytuowania wartości parametru dla ocenianej farmy w stosunku do rozkładu wartości tego parametru w całej próbie w przedziałach: poniżej I kwartyła rozkładu ($< Q_1$) – 10 pktów, między I kwartyłem a medianą ($Q_1 - ME$) – 8 pkt, między medianą a 3 kwartyłem ($ME - Q_3$) – 5 pkt., między 3 kwartyłem a 95 percentylem ($Q_3 - P_{95}$) – 2 pkt. i powyżej 95 percentyla ($> P_{95}$). Parametry lęgowe oceniane są wg skali podanej w *Tabeli Oceny Parametrycznej*. Poszczególne parametry mają swoje wagi (od 1 do 5) w zależności od roli jaką dany parametr pełni w eksperckiej ocenie ogólnej: i tak, w segmencie ogólnym *Liczba gatunków* ma mniejszą wagę niż *Liczebność* i *Pułap*, gdyż w znacznie większym stopniu zależy od indywidualnych właściwości obserwatora (np. skrupulatności w wychwytywaniu pojedynczych osobników ptaków leśnych lub zamieszkujących biotopy utrudniające obserwację – krzaki, trzciny); w segmencie sezonowym największą wagę ma okres lęgowy (choć kolizyjność jest w tym czasie niska, to trzeba brać pod uwagę również funkcję odstraszenia), następnie - okresy wędrówek, kiedy to z reguły kolizyjność jest największa; w segmencie gatunkowym większą wagę mają gatunki z *Załącznika I Dyrektywy* niż ptaki drapieżne (oczywiście, przez połączenie wag, największą wagę mają gatunki drapieżne i równocześnie znajdujące się w *Załączniku*); ogólna ocena gatunków lęgowych ma znacznie mniejszą wagę niż obecność gatunków strefowych. Ogólną ocenę parametryczną stanowi suma wszystkich punktów i jej lokalizacja na skali procentowej – od 0 do 100% (od 0 do 300 punktów).

Niezależnie od osiągniętej oceny parametrycznej wszystkie „złe” wskaźniki poszczególnych parametrów powinny być skomentowane, gdyż często zdarza się, że taki wynik został spowodowany zjawiskiem zupełnie akcydentalnym, np. przelotem pojedynczego dużego stada krukowatych na wysokości zasięgu rotora albo ogólnie drastyczna dominacja jednego, pospolitego i liczego gatunku ptaka, np. szpaka. Można tu przeprowadzić symulację skutków usunięcia wartości skrajnych, a nieistotnych dla oceny ogólnej.

Tabela X Ocena parametryczna farmy XXX

Parametry	Granica Punkty	< Q1	Q1-ME	ME-Q3	Q3-P95*	> P95*	Suma
Liczba gatunków	Wzór	10	8	5	2	0	
Ngat	Lokalizacja	< 68	< 63	< 94	< 111	111 >	
	Punkty x 1					127	0
Liczebność	Wzór	< 54	< 101	< 169	< 300	> 300	
Nobs./godz.	Lokalizacja				220		
	Punkty x 2				4		4
Pałap przelotu	Wzór	< 9,5	< 17	< 25,5	< 33,5	> 33,5	
% w rotorze	Lokalizacja			21			
	Punkty x 2			10			10
Wiosna	Wzór	< 0,38	< 1,15	< 1,9	< 2,53	> 2,53	
Kol 1	Lokalizacja			1,33			
	Punkty x 2			10			10
Legowy	Wzór	< 0,01	< 0,3	< 1,19	< 2,86	> 2,86	
Kol 1	Lokalizacja			0,44			
	Punkty x 5			25			25
Polegowy	Wzór	< 0,19	< 1,06	< 2,38	< 4,91	> 4,91	
Kol 1	Lokalizacja			1,65			
	Punkty x 1			5			5
Jesien	Wzór	< 0,5	< 1,5	< 2,56	< 4,17	> 4,17	
Kol 1	Lokalizacja		1,3				
	Punkty x 2		16				16
Zima	Wzór	< 0,01	< 0,12	< 0,6	< 0,95	> 0,95	
Kol 1	Lokalizacja			0,18			
	Punkty x 1			5			5
Drapieżne	Wzór	< 0,04	< 0,08	< 0,14	< 0,26	> 0,26	
Kol 1	Lokalizacja			0,11			
	Punkty x 3			15			15
Dyrektywa UE	Wzór	< 0,1	< 0,3	< 0,8	< 1,4	> 1,4	
Kol 1	Lokalizacja	0,09					
	Punkty x 5	50					50
Legowe x 1	Tolerancyjne	8 - 10		4 - 7	6	0 - 3	
				6			6
Strefowe x 5		> 3 km		1 - 3 km*		< 1,0 km*	
		10	10	1 - 8		0	
		50					50
							196
							65 %

* - wymagany komentarz

Przy interpretacji kolizyjności bardzo ważne jest uwzględnienie charakteru występowania gatunku, np. gdy jest on obserwowany głównie w okresie lęgowym estymacje kolizyjności trzeba odnosić do liczebności populacji lokalnej lub najwyższej populacji polskiej (Tomiałojć i Stawarczyk 2003) albo, gdy jest to gatunek obserwowany przede wszystkim podczas wędrówek – do populacji europejskiej (Hagemeijer i Blair 1997). Uzyskuje się wtedy bardziej realistyczny obraz potencjalnych zagrożeń.

Efekty kumulacyjne i efekt bariery

Oddziaływania skumulowane dotyczą zarówno ptaków gniazdowych, jak i przelotnych. Dla większości ptaków gniazdujących na otwartych przestrzeniach, turbina stanowi element obcy, zniechęcający do gniazdowania, podobnie jak dla niektórych gatunków takim elementem odstrasającym są wysokie drzewa (możliwość czatowania tam ptaków drapieżnych). Zasięg tego oddziaływania jest zróżnicowany gatunkowo i zwykle w przypadku turbin nie przekracza 200 m, choć są gatunki gniazdujące nawet w odległości 30 m od wieży. Gdy turbiny, lub ich rzędy, zostaną postawione w odstępach 400-500 lub więcej metrów w dalszym ciągu farma może być miejscem gniazdowania tych gatunków i efekt kumulacyjny w takiej farmie jest niewielki. Większe zagęszczenia turbin – jeśli są w obu kierunkach - mogą wywołać efekt kumulacji oddziaływań poszczególnych turbin i istotnie obniżyć zagęszczenia ptaków na terenie farmy. Można jednak w pewnym stopniu zmniejszyć odstęp między turbinami w rzędzie, o ile są zachowane większe odstęp między rzędami.

Oddziaływania skumulowane w obrębie farmy dla ptaków przelotnych polegają na tym, że „z punktu widzenia” ptaka pojedyncza turbina stanowi innego rodzaju przeszkodę niż dwie lub więcej turbin stanowiących farmę. Pojedyncza turbina jest obiektem łatwym do ominięcia, tak jak ominięcie pojedynczego dużego drzewa. Ruch śmigieł rotora jest widoczny ze znacznej odległości i skłania lecącego ptaka do ominięcia przeszkody, z czym nie ma żadnej trudności. Dostawienie w pewnej odległości drugiej turbiny powoduje, że przestrzeń przed ptakiem dzieli się na dwa rodzaje przestrzeni – (1) między turbinami, gdzie ptak może przelecieć bezpiecznie, ale z pewnym „obciążeniem psychicznym” - z jednej strony coś obcego i z drugiej coś obcego – w wyniku czego musi podjąć decyzję: przelecieć pomiędzy turbinami – wznieść się na większą wysokość – ominąć bokiem; (2) przestrzeń poza turbinami, gdzie można lecieć bezpiecznie. W przypadku większej liczby turbin w farmie, decyzje są trudniejsze, gdyż w zależności od kierunku lotu ptaka i w zależności od aktualnego wiatru, trasy bezpiecznego przelotu nie są tak oczywiste. Generalnie jednak, im szersze są optyczne „korytarze” między turbinami lub ich rzędami, tym kumulacja oddziaływań jest mniejsza i farma bezpieczniejsza dla przelotnych ptaków. Tworzenie takich korytarzy przelotu jest w większych farmach ważnym elementem minimalizującym zagrożenia dla ptaków przelatujących przez teren. Układ przestrzenny korytarzy powinien wynikać ze stwierdzonych lokalnie kierunków przemieszczania się ptaków (co jest określane w czasie monitoringu).

Efekt bariery może występować w przypadku dużych farm wiatrowych, gdzie nie zadbano o utworzenie „korytarzy powietrznych”. Polega on na tym, że ptak reaguje nie na pojedyncze turbiny, ale na cały ich zespół i stara się nie wlatywać między turbiny. Z jednej strony obniża to szanse kolizji, z drugiej zaś strony ptak jest zmuszony do omijania całej farmy. Dla ptaków lokalnych może to prowadzić do nadmiernych wydatków energii w regularnych lotach żerowiskowych, gdy farma znajduje się na linii dolotu na szczególnie dogodnym żerowisku. Dla ptaków wędrownych ominięcie farmy nie stanowi problemu energetycznego, gdyż dodatkowy wysiłek na przelecenie nawet kilku kilometrów więcej na liczącej tysiące kilometrów trasie wędrówki jest niezauważalny (ptaki są fizjologicznie przystosowane do korekty trasy nawet o setki kilometrów, gdy np. nastąpi przemieszczenie ich ze szlaku wędrówkowego przez silne wiatry).

Tworzenie szerokich „korytarzy powietrznych” w obrębie farmy wiatrowej eliminuje w znacznym stopniu efekt bariery i rozbija ją na grupy turbin, które zaczynają funkcjonować jak położone w niedużej odległości od siebie niewielkie farmy.

Charakterystyka ornitologiczna lokalizacji a obszary chronione Natura 2000

Okres pozalęgowy, a więc polęgowe koczowania/dyspersja polęgowa – przelot jesienny – zimowanie – przelot wiosenny, charakteryzują się tym, że ogromna większość ptaków nie jest związana z określonym terenem i może swobodnie przemieszczać się, zmieniając żerowiska i miejsca wypoczynku, dostosowując je do aktualnej zasobności pokarmowej, istniejących zagrożeń i warunków atmosferycznych. **W tym czasie wpływ inwestycji usytuowanych poza obszarami chronionymi na same obszary chronione jest żaden lub minimalny.** Wyjątkiem mogą tu być zabudowanie farmami wiatrowymi korytarzy wędrówkowych, tras ciągów noclegowiskowo-żerowiskowych lub unikalnych miejsc żerowania, dla których brak w pobliżu odpowiednich alternatyw. Podobne problemy mogą stworzyć rozległe, kilkuset-turbinowe pola wiatrowe ograniczające swobodę przelotu lub zmuszające do dalekich lotów żerowiskowych. W relacjach tych bardzo wiele zależy od charakterystyki obszaru chronionego – zestawu gatunków dla ochrony których został utworzony dany obszar i dla ochrony jakiego etapu cyklu życiowego ptaków został on powołany. Obszary utworzone dla ochrony lęgówisk mogą nie mieć zupełnie walorów ochronnych w okresach pozalégowych – i odwrotnie. W **okresie lęgowym** położenie lokalizacji na terenie obszaru chronionego wymaga skrupulatnej oceny zarówno potencjalnej kolizyjności, jak i możliwości utraty terenów żerowiskowych lub wypłoszenia pary z zajmowanego rewiru. Lokalizacje położone poza obszarami chronionymi, lecz wykazujące się częstym pojawianiem się ptaków o rozległych terytoriach łowczych mogą podlegać ocenie czy poza realną możliwością

kolizji nie powodują niezastępowalnej utraty zerowiska.

Wskaźnikami potencjalnego wpływu farmy wiatrowej na sąsiadującą Naturę 2000 mogą być (1) wskaźnik relacji estymowanej kolizyjności na terenie całej farmy do przeciętnego zagęszczenia gatunku na obszarze chronionym (wg danych ze SFD tego obszaru), skorygowany o wpływ odległości farmy od obszaru chronionego, oraz (2) ocena na ile awifauna obserwowana na lokalizacji jest podobna do awifauny obszaru chronionego (w opracowaniu przyjęto obliczanie powszechnie używanego wskaźnika Jaccarda podobieństwa zespołów ptaków z *Załącznika I Dyrektywy UE*). Należy przy tym pamiętać, że wpływ farmy spada proporcjonalnie do kwadratu odległości farma-obszar chroniony, a więc oddalenie farmy o np. 2 km powoduje, że wpływ ten jest czterokrotnie (a nie dwukrotnie) mniejszy niż w odległości 1 km. Obszary powołane dla ochrony ptaków mają zupełnie inną wagę przy ocenie potencjalnych zagrożeń dla ptaków niż obszary siedliskowe.

Ostateczna kwalifikacja następuje w wyniku uwzględnienia informacji dodatkowych i analizy zagrożeń dla gatunków bardzo istotnych, np. rozmieszczenia gniazd gatunków strefowych, analiza wyników estymacji dla poszczególnych gatunków z uwzględnieniem regularności występowania, stadności itp.

Literatura cytowana

- Band W., M. Madders, Whitfield D. P. 2007. *Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms*". w: *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Wyd. Quercus, Madrit
- Erickson W., Strickland D., Young D., Johnson G. 2008. *A Summary of Avian and Bat Fatality at Wind facilities in the U.S.* NWCC Res. Meeting, Milwaukee, November 2008
- Fernley J. 2009. *A Review of "Collision Avoidance of Golden Eagles at Wind Farms under the Band Collision Risk Model" by P. Whitfield.*
- Fernley J., Lowther S., Whitfield P. 2006. *A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate.* Rep. To West Coast Ltd.
- Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.) 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds.* T. & AD Poyser. London.
- Higgins K. F., Osborn R. G., Naugle D., E. 2007. *Effect of wind turbines on birds and bats in southwestern Minnesota, U.S.A.* w: *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Wyd. Quercus, Madrit