



**Monitoring radarowy linii
energetycznej będący częścią
projektu „Ochrona bociana
białego w dolinach rzecznych
wschodniej Polski”
LIFE15 NAT/PL/000728**

Raport końcowy
tabela obserwacji radarowych
z roku 2018- 2019

Zamawiający:



Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków
Ul. Mostowa 25
Białowieża 17-230

Wykonawca raportu:



3Gsc K.Gajko M.Ksepko J.Ksepko sp.j.
3Bird Radar System
Oliszki 6
16-040 Choroszcz

Białystok, kwiecień 2019

Weryfikacja dokumentu	3
1. Wstęp	4
2. Cel badań	4
3. Metodyka	4
3.1. Zakres prowadzonych prac	4
3.2. Teren badań	5
3.3. Obiekt badań	6
3.4. Okres prowadzenia badań radarowych	9
3.5. Warunki pogodowe	9
3.6. Radar ornitologiczny	9
3.7. Klasyczne obserwacje ornitologiczne	12
3.8. Nocne nasłuchy akustyczne	16
4. Wyniki	16
4.1. Skład gatunkowy i liczebność	16
4.2. Wysokość przelotów	24
4.3. Rodzaj reakcji	32
4.4. Odległość reakcji	39
4.5. Liczba tras oraz wysokość przelotów zarejestrowana przez radar ornitologiczny	45
4.6. Kierunki przelotów	53
4.7. Akustyczne rejestracje	54
4.8. Wpływ warunków pogodowych na zachowanie ptaków	55
5. Dyskusja	58
6. Wnioski	62
7. Literatura	63

Weryfikacja dokumentu

Tytuł zlecenia		Monitoring radarowy		
Nazwa dokumentu		Monitoring radarowy linii energetycznej będącego częścią projektu „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski”		
Zleceniodawca		Prace zleczone przez Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków		
Aktualizacje/wersja raportu	Data	Nazwa pliku	Monitoring radarowy linii energetycznej będącego częścią projektu „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski”_2019.docx	
1.0.	2019.04.30	Opis pliku	Raport końcowy z monitoringu radarowego linii energetycznej będącego częścią projektu „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski”	
			Przygotowane przez	Sprawdzone przez
		Osoba	Krzysztof Gajko	Jcek Ksepko
		Podpis		
		Osoba	Rafał Siuchno	Krzysztof Gajko
		Podpis		
		Osoba	Jacek Ksepko	Krzysztof Gajko
		Podpis		
		Osoba		
		Podpis		
		Osoba		
Podpis				

1. Wstęp

Monitoring radarowy napowietrznej linii energetycznej był prowadzony na zlecenie Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków i wchodził w skład projektu „Ochrona bociana białego w dolinach rzecznych wschodniej Polski” nr LIFE15 NAT/PL/000728. W ramach monitoringu uzgodniono ze Zleceniodawcą, że pomiary radarowe zostaną wykonane na odcinku linii 110kV przecinającej dolinę Narwi w miejscowości Ruś. Poniższy raport jest podsumowaniem prac w dwóch kolejnych latach prowadzenia badań, gdzie w roku 2018 były prowadzone badania na linii energetycznej bez zamontowanych znaczników ostrzegawczych, a w roku 2019 były prowadzone analogiczne badania dla tej linii po założeniu znaczników ostrzegawczych typu FireFly.

2. Cel badań

Celem prowadzonych badań było określenie (1) składu gatunkowego ptaków, na które oddziałuje linia, wpływu wytypowanego odcinka napowietrznej linii na zachowanie migrujących ptaków w tym rejonie poprzez (2) opisanie wysokości przelotu względem linii, (3) rodzaju reakcji wykazywanej w stosunku do linii przez ptaki oraz (4) odległości jej wystąpienia przed zamontowaniem i po zawieszeniu znaczników ostrzegawczych typu FireFly. Badania prowadzono z wykorzystaniem radaru ornitologicznego, który pozwolił na precyzyjne wyznaczanie liczebności, wysokości oraz rozkładu przestrzennego tras przelotów ptaków względem linii elektroenergetycznej, zwłaszcza w godzinach nocnych.

3. Metodyka

3.1. Zakres prowadzonych prac

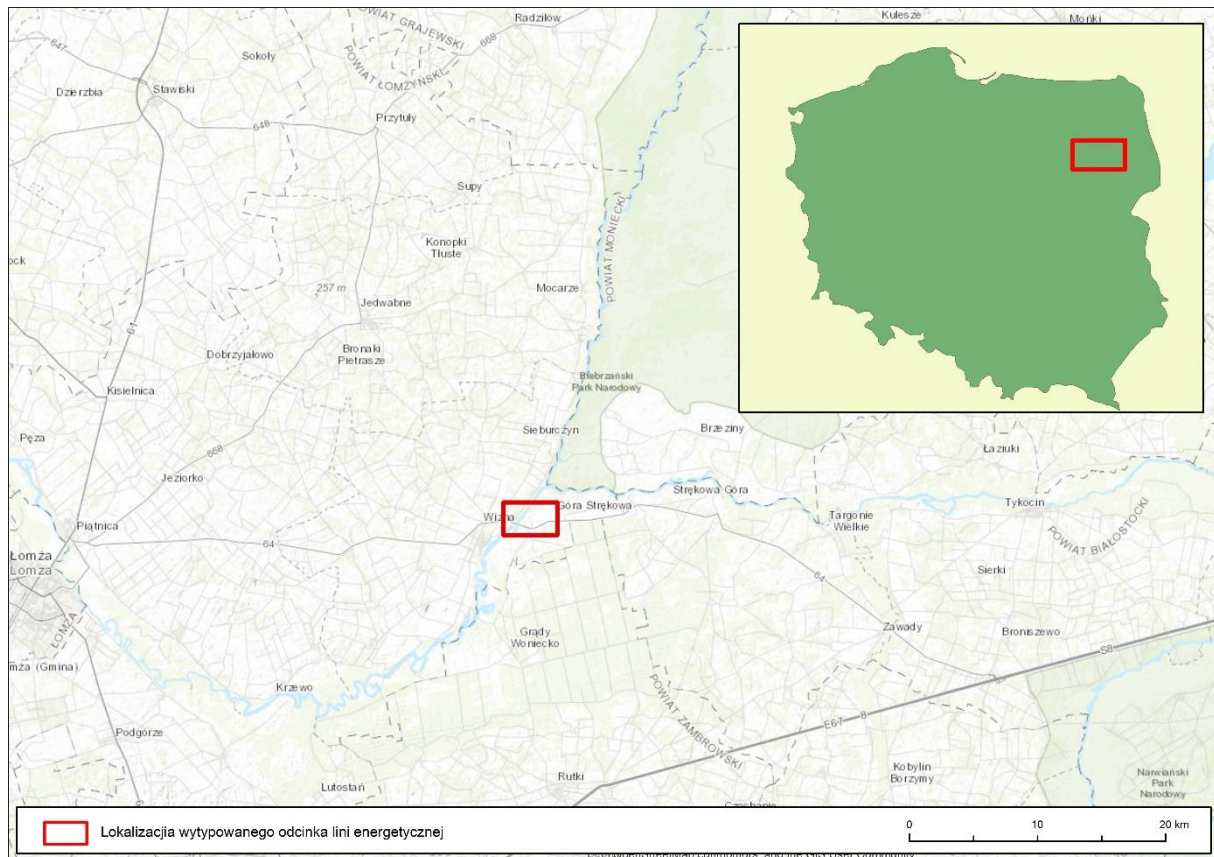
1. Zapis tras przelotów ptaków wykrytych przez radar ornitologiczny do postaci wektorowej.
2. Prowadzenie obserwacji bezpośrednich od świtu do zmierzchu z wykorzystaniem lornetki i lunety.
3. Przypisanie informacji opisowych do tras przelotów wykrytych przez radar ornitologiczny, zarejestrowanych w ramach obserwacji bezpośrednich tj. gatunek, liczebność, wiek i płeć, a jeżeli będzie to możliwe: kierunek lotu, charakter lotu, wysokość lotu, reakcja na linię energetyczną (zwiększenie pułapu przelotu, zmniejszenie pułapu przelotu, zawrócenie przed linią, kolizja, brak reakcji) oraz odległość reakcji na linię energetyczną.

4. Rejestracja akustyczna w godzinach nocnych podczas całodobowych sesji pomiarowych.
5. Interpretacje wyników pomiaru radarowego oraz analiz statystycznych zebranych danych w celu określenia oceny skuteczności oznakowania linii wysokiego napięcia znacznikami ostrzegawczymi.
6. Sporządzenie raportu z wykonanych prac.

3.2. Teren badań

Badania przeprowadzono w okresie marzec-kwiecień 2018-2019 we wschodniej Polsce w dolinie rzeki Narew, w pobliżu miejscowości Ruś w gminie Wizna, powiecie łomżyńskim, województwie podlaskim (Rys. 3.1). Obszar badań należy do południowej części Kotliny Biebrzańskiej, mezoregionu wchodzącego w skład makroregionu Niziny Północnopodlaskiej. Od zachodu ogranicza ją Wysoczyzna Kolneńska, od południa Wysoczyzna Wysokomazowiecka, od wschodu Wysoczyzna Białostocka, od północy Pojezierze Ełckie i Równina Augustowska. Rzeka Biebrza jest głównym ciekim regionu. Bierze początek na Wzgórzach Sokólskich na południe od wsi Nowy Dwór i do ujścia ma 165 km długości. Południową częścią Kotliny Biebrzańskiej przepływa rzeka Narew, która bierze swój początek na białoruskim Przedpolesiu. Po wpłynięciu do Polski rozlewa się w Jezioro Siemianowskie, po czym od tamy w Bondarach płynie cały czas, jako rzeka aż do Jeziora Zegrzyńskiego, gdzie łączy się z Bugiem, i 22 km dalej wpada do Wisły. Jest to rzeka o wysokim zabagnieniu dna doliny, anastomozująca, o łącznej długości 484 km, z czego 448 km znajduje się w granicach Polski. Na odcinku od Suraża do Rzędzian jest objęta ochroną w Narwiańskim Parku Narodowym (Kondracki 2000). Badany obszar znajduje się w bezpośredniej bliskości Biebrzańskiego Parku Narodowego, który jest oddalony o 4,5 km na północy-wschód. Obszar ten, co roku przyciąga miliony ptaków wodno-błotnych w trakcie ich wędrówek, które zatrzymują się w tym miejscu by odpoczywać i żerować. Jest to również cenny obszar dla wielu ptaków lęgowych (Dyrcz 2005, Nowakowski 2002). Na południe i wschód od badanego obiektu rozciąga się Bagno Wizna - rozległy kompleks częściowo zmeliorowanych łąk o dużym znaczeniu dla awifauny lęgowej i migrującej (Górski 2002, Pugacewicz 2004). Całość obszaru należy do sieci Natura 2000, specjalnego obszaru ochrony siedlisk PLH200008 Dolina Biebrzy oraz obszaru specjalnej ochrony ptaków PLB200006 Ostoja Biebrzańska. W bezpośrednim obszarze badań dolina Narwi zwęża się do ok. 800 m i z obu stron jest ograniczona suchymi wniesieniami, które

porastają lasy mieszane z przewagą sosny. Samo dno doliny zajmują okresowo zalewane torfowiska niskie z luźnymi zakrzaczeniem, użytkowane rolniczo. Równoległe do koryta rzeki, które ma szerokość 75 m, biegnie starorzecze o szerokości 60 m, w czasie rozlewisk wiosennych połączone z głównym nurtem rzeki.



Ryc. 3.1. Lokalizacja badanego odcinka linii energetycznej 110 kV

3.3. Obiekt badań

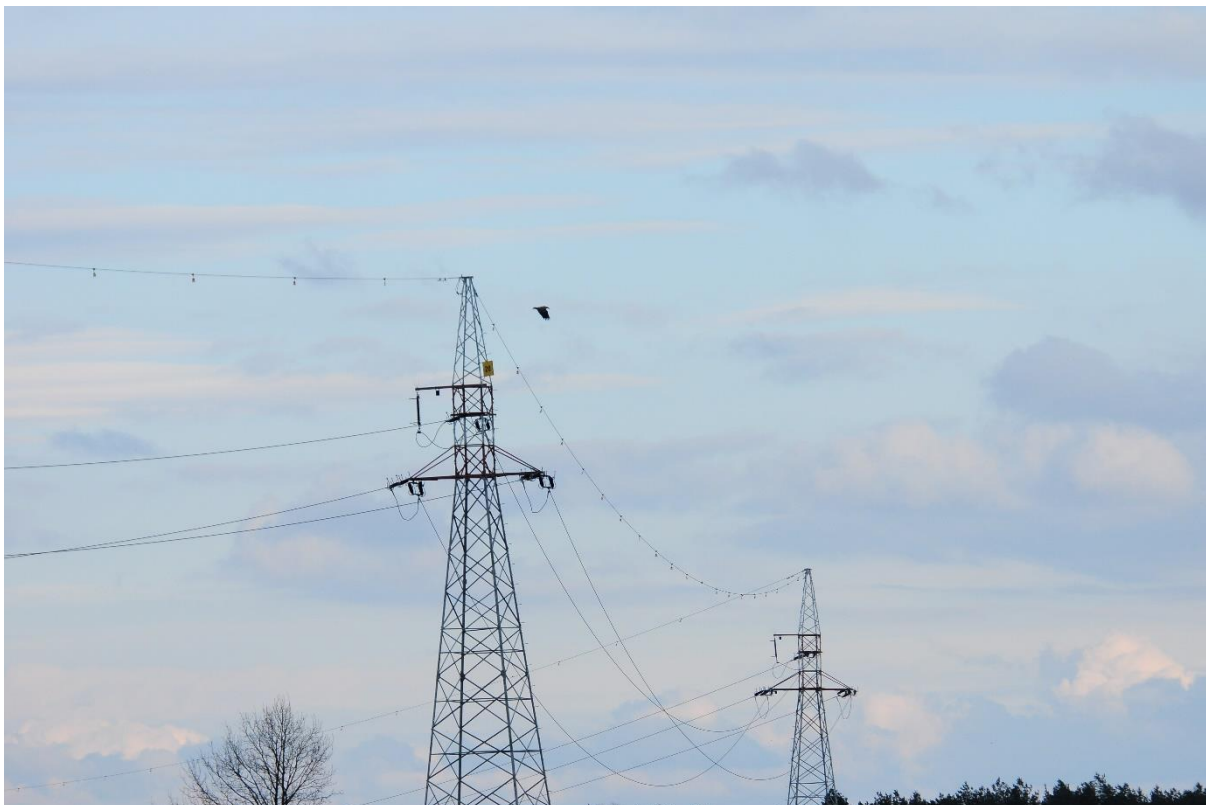
Obiektem badań był wytypowany odcinek linii energetycznej 110 kV Wizna – Białystok, zawieszony pomiędzy kratowymi słupami typu S-24. Na całej długości linii, pomiędzy sąsiednimi konstrukcjami wsporczymi, zawieszono trzy przewody fazowe AFL-6-240 mm² o naprężeniu nominalnym 10 kg/mm² i jeden przewód odgromowy AFL-1,7-70 mm², o naprężeniu 17 kg/mm², zawieszony na szczycie słupów. Odległość pomiędzy przęsłami (długość linii zawieszony pomiędzy sąsiednimi konstrukcjami wsporczymi) przecinającymi dolinę wynosiła kolejno 300 m, 200 m, 320 m (Rys. 3.2). Linia energetyczna przecinająca dolinę Narwi biegnie równoległe do mostu oddalonego o 135 m od linii w najbliższym punkcie i wyniesionego ok 5 m nad dolinę. Most ten łączy dwa przeciwległe brzegi doliny i biegnie

po nim droga krajowa numer 64. Droga ta w tym miejscu generuje ruch pojazdów o natężeniu 4 210 pojazdów na dobę (<https://www.gddkia.gov.pl>, stan na 2015 rok).

Wiosną 2019 roku, przed rozpoczęciem badań zostały zamontowane znaczniki ostrzegawcze typu FireFly, rozmieszczone równomiernie na przewodzie odgromowym, na całej szerokości badanego odcinka linii energetycznej (Rys. 3.3 i Rys. 3.4). Znaczniki te są pokryte fluorescencyjnym kololorami zwiększającymi postrzeganie ich przez ptaki. Zawierają materiały foto luminescencyjne, które świecą w nocy oraz obracają się nawet przy lekkim wietrze, co zwiększa ich widoczność. Dzięki odbijaniu promieni UV i światła widzialnego, ptaki mogą zauważyć zabezpieczenia nawet w przypadku słabego oświetlenia i mgły (<http://www.hammarprodukter.com>).



Ryc. 3.2. Linia energetyczna przecinająca dolinę Narwi w pobliżu miejscowości Ruś - przed zamontowaniem znaczników ostrzegawczych (fot. Rafał Siuchno)



Ryc. 3.3. Linia energetyczna przecinająca dolinę Narwi w pobliżu miejscowości Ruś - po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych typu FireFly (fot. Rafał Siuchno)



Ryc. 3.4. Znacznik ostrzegawczy typu FireFly, zamontowany na linii energetycznej przecinającej dolinę Narwi w pobliżu miejscowości Ruś (fot. Rafał Siuchno)

3.4. Okres prowadzenia badań radarowych

W każdym roku prowadzenia badań, wykonano po dwie sesje: w drugiej połowie marca i pierwszej połowie kwietnia 2018 i 2019 roku. Każda z nich składała się z czterech całodobowych pomiarów.

Tab. 3.1. Harmonogram pomiarów radarowych w dolinie rzeki Narew w latach 2018 i 2019

Sesja pomiarowa	Data pomiarów		Czas pomiarów [h]
	Od	Do	
1	2018.03.25 20:00	2018.03.29 21:00	97
2	2018.04.11 02:00	2018.04.15 05:00	99
3	2019.03.14 19:00	2019.03.18 19:00	96
4	2019.04.03 20:00	2019.04.07 20:00	96
Suma			388

3.5. Warunki pogodowe

Warunki pogodowe na badanej powierzchni były mierzone za pomocą stacji pogodowej Airmar PB150 umieszczonej w pobliżu radaru ornitologicznego na wysokości 1 m n.p.t. Stacja pogodowa rejestrowała ciśnienie atmosferyczne [hPa], temperaturę powietrza [°C], prędkość [m/s] i kierunek wiatru (stopnie). Dane pogodowe były zapisywane w bazie danych PostgreSQL z częstotliwością 30 zapisów na minutę. Radar ornitologiczny rejestrował również opady deszczu, które były wyrażone w postaci udziału w pokryciu powierzchni badanej. Udział ten był wyliczany dla kolejnych godzin pomiarów radarowych. Przez cały okres badawczy notowano za pomocą luxometru natężenie światła [lux]. Zasięg widoczności z punktów obserwacyjnych był określany w skali 0-4 na podstawie widoczności kolejnych przęseł linii energetycznej, gdzie zero oznaczało brak widoczności, 4 – bardzo dobra widoczność czwartego przęsła.

3.6. Radar ornitologiczny

W badaniach został użyty radar ornitologiczny 3Bird Radar System (3BRS), należący do firmy 3Gsc K.Gajko J.Ksepko Sp.j. Urządzenia radarowe były zamontowane na mobilnej platformie w taki sposób, aby były możliwe regulacje: wysokości roboczych radaru w zakresie 3,5 – 5 m n.p.m. oraz kąta rejestracji radaru wertykalnego. System radarowy składał się z dwóch zintegrowanych radarów: radaru pracującego w paśmie S-Band, rotującego w płaszczyźnie horyzontalnej i radaru pracującego w paśmie X-Band rotującego w płaszczyźnie pionowej (Ryc. 3.5).

Radar poziomy rejestrował pomiary współrzędnych płaskich, a radar pionowy rejestrował pomiary wysokości lotów. Współpraca dwóch radarów pozwalała na pomiar 3 współrzędnych (X, Y, Z) dla wszystkich przelotów ptaków detektowanych we wspólnej strefie roboczej.

Obydwa radary były konstrukcjami typu Slotted waveguide array o następujących parametrach:

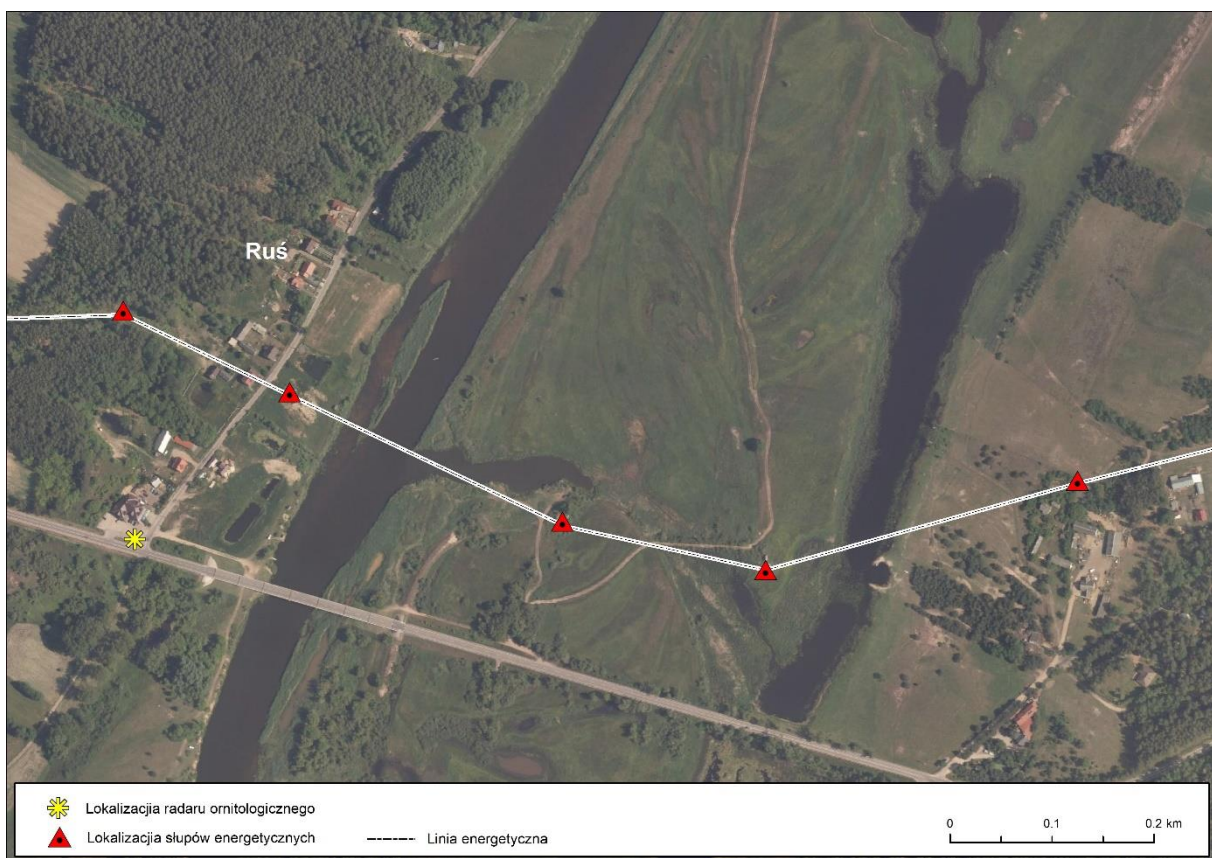
- Radar poziomy o częstotliwości pracy 3050 MHz (S-Band), mocy 30kW w impulsie i 46W mocy średniej, wyposażony w antenę o długości 3,6 m, obracającą się z prędkością 45 RPM (obrotów/minutę). Emituje krótkie, trwające 0,15 μ s wiązki promieniowania o rozmiarach 1,8° (wysokość) x 12,5° (szerokość), mające na celu wykrycie ptaków w promieniu do 10 km.
- Radar pionowy o częstotliwości pracy 9410 MHz (X-Band), mocy 25kW w impulsie i 26W mocy średniej, wyposażony w antenę o długości 2,4 m, rotującą z prędkością 30 RPM (obrotów/minutę). Emituje krótkie, trwające 0,15 μ s wiązki promieniowania o rozmiarach 0,95° (wysokość) x 20° (szerokość), mające na celu wykrycie wysokości przelotów ptaków w odległości do 5 km.

System 3BRS rejestrował aktywność przelotów ptaków w czasie rzeczywistym. Ślady wykrytych tras przelotów ptaków, były zapisywane w bazie danych PostgreSQL w postaci obiektów wektorowych (linie i punkty) oraz w postaci tabel przechowujących wartości mierzonych parametrów. Dla każdego wykrytego w danym czasie pojedynczego ptaka lub stada ptaków została zapisana jedna trasa przelotu. Z pomocą bezprzewodowego łącza sieciowego, wszystkie trasy przelotów ptaków zarejestrowanych w danym momencie były wyświetlane na ekranie komputera terenowego. Obraz ten był wykorzystywany przez ornitologa prowadzącego obserwacje klasyczne (obserwacja za pomocą lornetki, lunety).

Promień operacyjny radaru horyzontalnego był ustawiony na odległość 10 km a radaru wertykalnego na odległość 5 km. Skuteczność detekcji ptaków przez system radarowy była ściśle uzależniona od mocy radaru, wielkości ptaków i stad ptaków bytujących w otaczającej przestrzeni, wysokości przelotu oraz charakteru przestrzeni, w jakiej realizuje się pomiary.

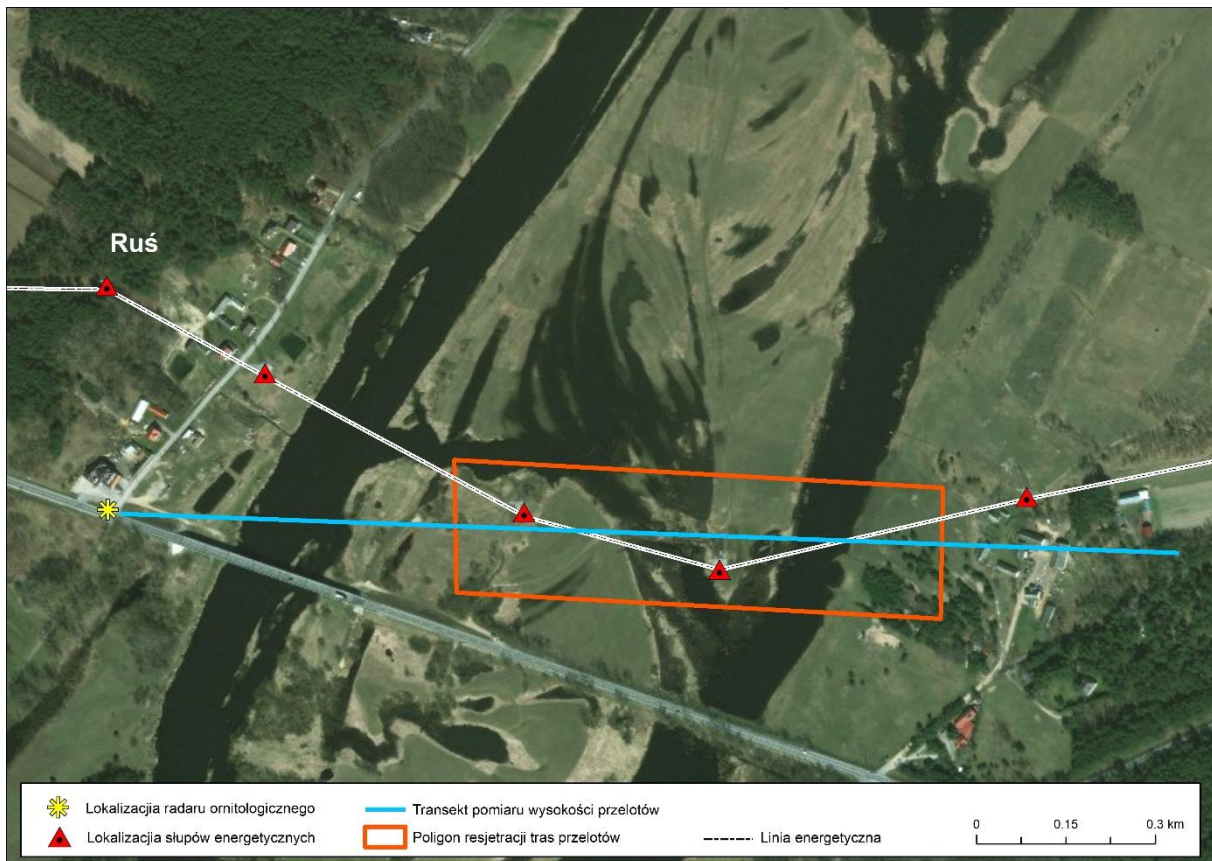


Ryc. 3.5. Radar ornitologiczny 3 Bird Radar System na badanej powierzchni (fot. Jacek Ksepko)



Ryc. 3.6. Lokalizacja radaru ornitologicznego 3 Bird Radar System w stosunku do linii energetycznej

W celu wykonania analizy zmienności wysokości przelotów ptaków zarejestrowanych przez radar, wyznaczono transekt (MTR 500m) o długości 500 m i wysokości 100 m, biegnący w poprzek doliny. Wyniki przedstawiono, jako liczbę ptaków na godzinę na 500 m transektu. W celu sprecyzowania liczby tras przelotów ptaków przemieszczających się nad linią energetyczną przecinającą dolinę Narwi oraz wyeliminowanie obserwacji ptaków, dla których wytypowany odcinek linii energetycznej nie ma znaczenia, wyznaczono obszar, na podstawie, którego analizowano tylko te trasy przelotów, które były zarejestrowane w bezpośrednim zasięgu wytypowanego odcinka linii energetycznej. Wyniki przedstawiono, jako liczbę tras przelotów w przedziałach wysokości przelotu i przedziałach godzinowych dla poszczególnych okresów badawczych (Rys. 3.7).



Ryc. 3.7. Wytypowany transekt pomiaru wysokości (MTR) przelotów ptaków oraz obszar analizy tras przelotów ptaków

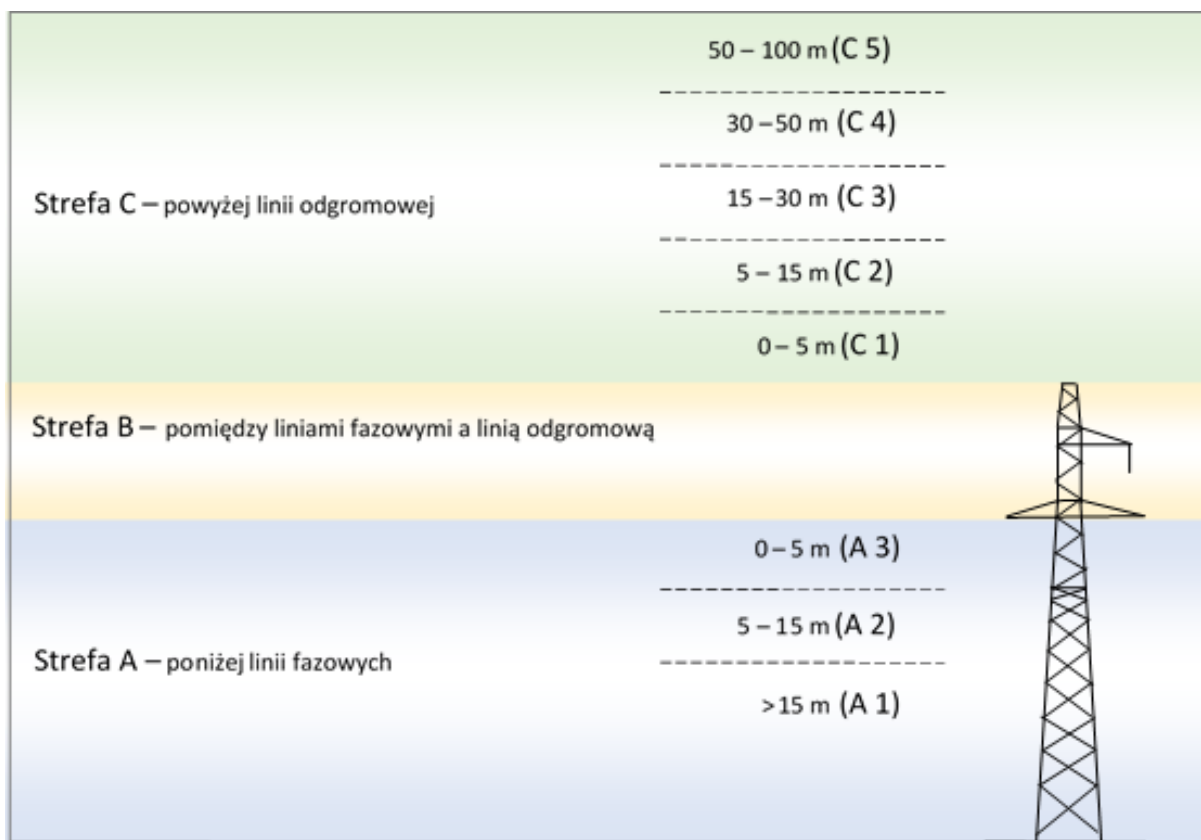
3.7. Klasyczne obserwacje ornitologiczne

W trakcie prac terenowych ornitolog był wyposażony w lornetkę ZenRay o powiększeniu 8x42, lunetę Ecotone80x400, aparat Nikon D90 o ogniskowej 400 mm oraz w przenośną stację roboczą połączoną za pomocą Wi-Fi z serwerami radarowego systemu wykrywania ptaków. Na stacji roboczej były wyświetlane trajektorie przelotów ptaków

aktualnie wykrywanych przez radar. Ornitolog miał za zadanie przypisanie dla poszczególnych tras przelotu gatunku, liczby osobników, wysokości przelotu względem linii (Tab. 3.2, Rys. 3.8), rodzaju reakcji na linie energetyczną (Tab. 3.3), oraz odległości jej wystąpienia [m]. Na potrzeby prac wytypowano jeden reprezentatywny punkt obserwacyjny – P1, który podczas drugiej sesji pomiarowej został przeniesiony bliżej linii energetycznej – P2 (Rys. 3.9). Obserwacje rozpoczynały się pół godziny przed wschodem słońca i kończyły pół godziny po zachodzie słońca, z dwoma półgodzinnymi przerwami po porannym szczycie aktywności ptaków oraz w godzinach popołudniowych.

Tab. 3.2. Przelot ptaków w odniesieniu do linii energetycznej

Kod wysokości	Zakres wysokości [m]	Opis wysokości przelotu
A1	>15	poniżej linii fazowej
A2	6-15	poniżej linii fazowej
A3	0-5	poniżej linii fazowej
B	-	na wysokości linii
C1	0-5	powyżej linii odgromowej
C2	6-15	powyżej linii odgromowej
C3	16-30	powyżej linii odgromowej
C4	31-50	powyżej linii odgromowej
C5	51-100	powyżej linii odgromowej
X	-	bez przejścia przez linie



Ryc. 3.8. Podział kategorii wysokości na tle słupa energetycznego

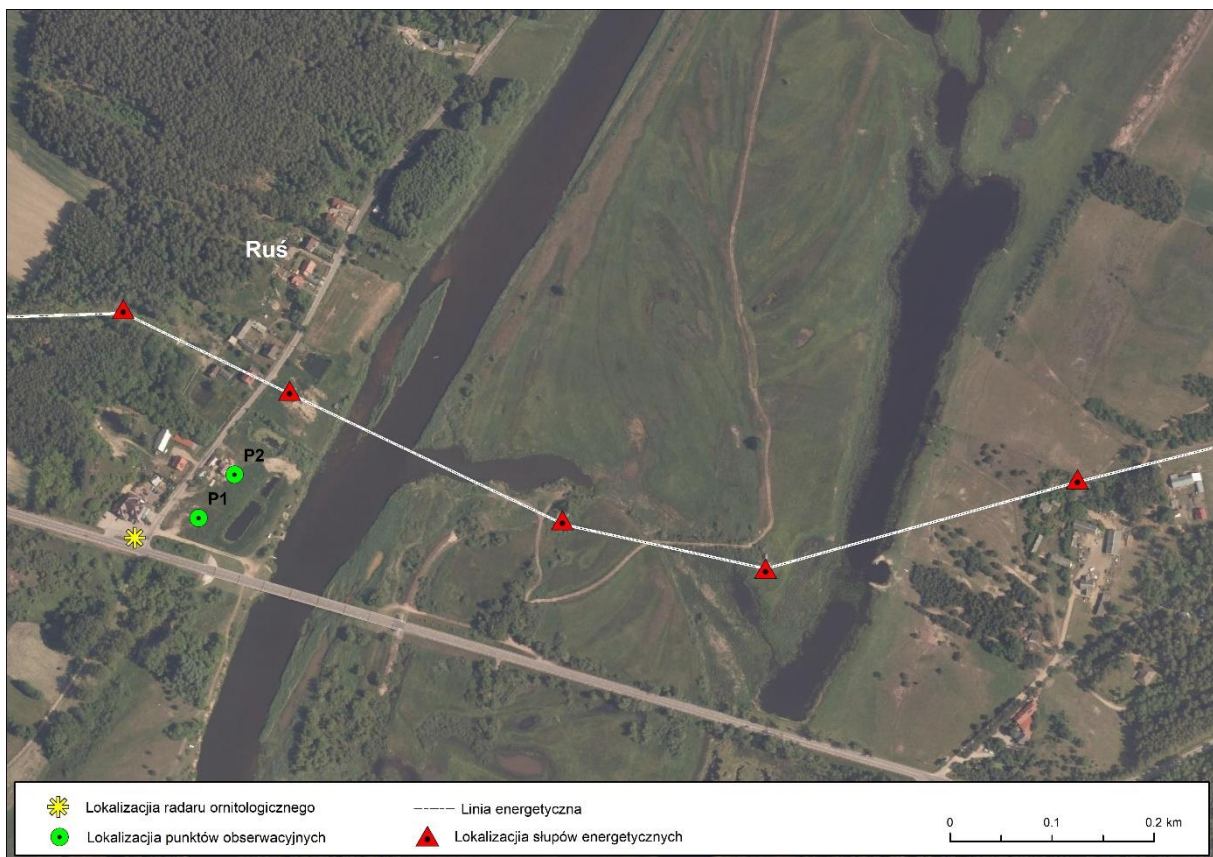
Tab. 3.3. Wzorce reakcji ptaków w stosunku do linii energetycznej stosowane w trakcie obserwacji klasycznych

Kod reakcji	Rodzaj reakcji
X	Brak reakcji
PPO	Powolne podniesienie lotu z odległości
PPB	Powolne podniesienie lotu z bliska
N	Nagła bliska reakcja (wirowanie, przerażenie, nagłe wzniesienie itp.)
O	Obniżenie lotu
Z	Zawrócenie lotu
Kkon	Kolizja z linią i kontynuacja lotu
Kup	Kolizja z linią i upadek
L	Lądowanie na linii

Tab. 3.4. Podział czasu obserwacji ze względu na rodzaj kontroli

Numer sesji	Data	Wschód słońca	Zachód słońca	Czas obserwacji wizualnych (liczby godzin obserwacji bez przerw na posiłki)		
				Godziny poranne	Pora dzienna	Godziny wieczorne
Sesja 1	2018.03.26	06:19	18:54	05:49 – 8:19 (2 h 30 min)	8:19 – 16:54 (7 h 35 min)	16:54 – 19:24 (2 h 30 min)
	2018.03.27	06:17	18:56	05:47 – 8:17 (2 h 30 min)	8:17 – 16:56 (7 h 39 min)	16:56 – 19:26 (2 h 30 min)
	2018.03.28	06:14	19:00	05:44 – 8:14 (2 h 30 min)	8:14 – 17:00 (7 h 46 min)	17:00 – 19:30 (2 h 30 min)
	2018.03.29	06:12	19:01	05:42 – 8:12 (2 h 30 min)	8:12 – 17:01 (7 h 49 min)	17:01 – 19:31 (2 h 30 min)

Numer sesji	Data	Wschód słońca	Zachód słońca	Czasy obserwacji wizualnych (liczby godzin obserwacji bez przerw na posiłki)		
				Godziny poranne	Pora dzienna	Godziny wieczorne
Sesja 2	2018.04.11	05:41	19:23	05:11 – 7:41 (2 h 30 min)	7:41 – 17:23 (8 h 42 min)	17:23 – 19:53 (2 h 30 min)
	2018.04.12	05:39	19:25	05:09 – 7:39 (2 h 30 min)	7:39 – 17:25 (8 h 46 min)	17:25 – 19:55 (2 h 30 min)
	2018.04.13	05:36	19:27	05:06 – 7:36 (2 h 30 min)	7:36 – 17:27 (8 h 51 min)	17:27 – 19:57 (2 h 30 min)
	2018.04.14	05:34	19:28	05:04 – 7:34 (2 h 30 min)	7:34 – 17:28 (8 h 54 min)	17:28 – 19:58 (2 h 30 min)
Sesja 3	2019.03.15	05:46	17:34	05:15 – 07:46 (2 h 30 min)	07:46 – 15:34 (6 h 18 min)	15:34 – 18:04 (2 h 30 min)
	2019.03.16	05:43	17:35	05:13 – 07:43 (2 h 30 min)	07:43 – 15:35 (6 h 22 min)	15:35 – 18:05 (2 h 30 min)
	2019.03.17	05:41	17:37	05:11 – 07:41 (2 h 30 min)	07:41 – 15:37 (6 h 26 min)	15:37 – 18:07 (2 h 30 min)
	2019.03.18	05:39	17:39	05:09 – 07:39 (2 h 30 min)	07:39 – 15:39 (6 h 30 min)	15:39 – 18:09 (2 h 30 min)
Sesja 4	2019.04.04	05:58	19:10	05:28 – 07:58 (2 h 30 min)	07:58 – 17:10 (7 h 42 min)	17:10 – 19:40 (2 h 30 min)
	2019.04.05	05:55	19:12	05:25 – 07:55 (2 h 30 min)	07:55 – 17:12 (7 h 47 min)	17:12 – 19:42 (2 h 30 min)
	2019.04.06	05:53	19:13	05:23 – 07:53 (2 h 30 min)	07:53 – 17:13 (7 h 50 min)	17:13 – 19:43 (2 h 30 min)
	2019.04.07	05:51	19:15	05:21 – 07:51 (2 h 30 min)	07:51 – 17:15 (7 h 54 min)	17:15 – 19:45 (2 h 30 min)



Ryc. 3.9. Rozmieszczenie punktów klasycznych obserwacji ornitologicznych w sąsiedztwie linii energetycznej



Ryc. 3.10. Stanowisko obserwacji wizualnych z przenośną stacją robaczą

3.8. Nocne nasłuchy akustyczne

Akustyczne rejestracje prowadzono w trybie ciągłym 30 minut po zachodzie słońca do 30 minut przed wschodem słońca. Do zapisu dźwięków użyto specjalistycznego mikrofonu kierunkowego Telinga z czaszą paraboliczną, dedykowanego do rejestracji głosów ptaków oraz cyfrowego rejestratora dźwięków Zoom H6. Antenę kierowano pod kątem 45 stopni do płaszczyzny lądu w taki sposób, aby zakłócenia w jak najmniejszym stopniu wpływały, na jakość nagrań.

4. Wyniki

4.1. Skład gatunkowy i liczebność

W 2018 roku w czasie prowadzonych badań zaobserwowano 49 gatunków ptaków, w tym 8 gatunków wymienionych w I Załączniku Dyrektywy Ptasiej, 5 wpisanych do Polskiej czerwonej księgi zwierząt (Tab.4.1). Łącznie w trakcie 3 208 stwierdzeń zanotowano 90 289 osobników ptaków. Dominującymi gatunkami z udziałem powyżej 5% w całym zgrupowaniu były: szpak *Sturnus vulgaris* 42 822 osobniki (47%), nieznaczone gęsi *Anser sp.* 18 306 os. (20%), w skład, których wchodziły głównie dwa gatunki (gęś białoczelna *Anser albifrons* i gęś zbożowa *Anser fabalis*), batalion *Philomachus pugnax* 14 097 os. (16%), śmieszka *Larus*

ridibundus 8 884 os. (10%) (Tab. 4.2). W 2019 roku w czasie prowadzonych badań zaobserwowano 48 gatunków ptaków, w tym 8 gatunków wymienionych w I Załączniku Dyrektywy Ptasiej, 6 wpisanych do Polskiej czerwonej księgi zwierząt (Tab.4.1). Łącznie w trakcie 4 206 stwierdzeń zanotowano 74 317 osobników ptaków. Dominującymi gatunkami z udziałem powyżej 5% w całym zgrupowaniu były: batalion *Philomachus pugnax* 39 752 os. (53%), śmieszka *Larus ridibundus* 15 900 os. (21%), gęś białoczelna *Anser albifrons* 3 740 os.(5%) (Tab. 4.3).

Tab. 4.1. Skład gatunkowy i status ochronny ptaków zanotowany w trakcie prowadzenia wizualnych obserwacji. Oznaczenia w kolumnach: I Załącznik Dyrektywy Ptasiej: ● – wymieniony, Pckz (Polska Czerwona Księga Zwierząt): CR – krytycznie zagrożone EN – zagrożone (przypisuje się im wysokie ryzyko wymarcia w niedalekiej przyszłości), VU – narażone, NT – bliskie zagrożenia, LC – najmniejszej troski, SPEC: SPEC 1 - gatunki zagrożone globalnie, SPEC 2 - gatunki skoncentrowane w Europie o niekorzystnym statusie ochronnym w Europie, SPEC 3 - gatunki nieskoncentrowane w Europie o niekorzystnym statusie ochronnym w Europie, Non-SPEC - gatunki nieskoncentrowane w Europie o korzystnym statusie ochronnym w Europie, Non-SPECEW - gatunki skoncentrowane w Europie o korzystnym statusie ochronnym w Europie, IUCN Europejska Czerwona Lista Ptaków (European Red List of Birds, BirdLife International 2015): IUCN Red List Category (Europe): Gatunki EX - wymarłe, RE – regionalnie wymarłe, CR – krytycznie zagrożone, EN – zagrożone, VU – narażone, NT – bliskie zagrożenia, LC – najmniejszej troski.

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Rok		I Załącznik DP	PCKZ	SPEC	IUCN (Europe)
			2018	2019				
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	+	+	●	EN	SPEC 2	LC
2	Bernikla białolica	<i>Branta leucopsis</i>	+		●		Non-SPEC	LC
3	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>	+	+	●	LC	SPEC 1	LC
4	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>	+	+	●		Non-SPEC	LC
5	Błotniak zbożowy	<i>Circus cyaneus</i>		+	●	VU	SPEC 3	NT
6	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	+	+	●		SPEC 2	LC
7	Bogatka	<i>Parus major</i>		+			Non-SPEC	LC
8	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>	+	+			Non-SPEC	LC
9	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	+	+			SPEC 2	VU
10	Czapla biała	<i>Ardea alba</i>		+	●		Non-SPEC	LC
11	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>	+	+			Non-SPEC	LC
12	Czyż	<i>Spinus spinus</i>		+			Non-SPECE	LC
13	Dudek	<i>Upupa epops</i>	+				SPEC 3	LC
14	Dymówka	<i>Hirundo rustica</i>	+				SPEC 3	LC
15	Dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>	+				Non-SPEC	LC
16	Dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>	+				SPEC 2	LC
17	Dzwoniec	<i>Chloris chloris</i>		+			Non-SPECE	LC
18	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>	+	+			Non-SPEC	LC
19	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>	+	+			Non-SPEC	LC
20	Gęgawa	<i>Anser anser</i>	+	+			Non-SPEC	LC
21	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>	+	+			Non-SPEC	LC
22	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>	+	+			Non-SPECEW	LC
23	Gil	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>		+			Non-SPEC	LC
24	Gołąb domowy	<i>Columba livia domestica</i>	+				Non-SPEC	LC
25	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	+	+			Non-SPECE	LC

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Rok		I Załącznik DP	PCKZ	SPEC	IUCN (Europe)
			2018	2019				
26	Jastrząb	<i>Accipiter gentilis</i>		+			Non-SPEC	LC
27	Kawka	<i>Corvus monedula</i>	+	+			Non-SPECE	LC
28	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	+	+			Non-SPEC	LC
29	Krakwa	<i>Anas strepera</i>		+			SPEC 3	LC
30	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>	+	+			Non-SPEC	LC
31	Kruk	<i>Corvus corax</i>	+	+			Non-SPEC	LC
32	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	+	+			SPEC 2	LC
33	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	+	+			Non-SPEC	LC
34	Kulik wielki	<i>Numenius arquata</i>		+		VU	SPEC 2	VU
35	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>	+	+			Non-SPECEW	LC
36	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>	+	+	●		Non-SPECEW	LC
37	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	+	+			Non-SPECE	LC
38	Makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>	+				SPEC 2	LC
39	Mewa siwa	<i>Larus canus</i>		+			Non-SPECE	LC
40	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>	+	+			Non-SPECE	NT
41	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>	+	+			Non-SPEC	LC
42	Nurogęs	<i>Mergus merganser</i>	+	+			Non-SPEC	LC
43	Oknówka	<i>Delichon urbicum</i>	+				SPEC 3	LC
44	Piskliwiec	<i>Actitis hypoleucos</i>	+				Non-SPEC	LC
45	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>	+	+			Non-SPEC	LC
46	Płaskonos	<i>Anas clypeata</i>		+			SPEC 3	LC
47	Potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>		+			Non-SPEC	LC
48	Pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>	+				SPEC 3	LC
49	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>	+	+		EN	SPEC 3	LC
50	Rybitwa wielkodzioba	<i>Hydroprogne caspia</i>	+				SPEC 3	LC
51	Rybołów	<i>Pandion haliaetus</i>	+		●	VU	SPEC 3	LC
52	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>	+	+			SPEC 2	VU
53	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>	+	+			Non-SPEC	LC
54	Sroka	<i>Pica pica</i>	+	+			Non-SPEC	LC
55	Szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>	+				Non-SPEC	LC
56	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>	+	+			SPEC 3	LC
57	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		+			Non-SPECE	LC
58	Śmieszka	<i>Larus ridibundus</i>	+				Non-SPECE	LC
59	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>		+			Non-SPECE	LC
60	Świstun	<i>Anas penelope</i>	+	+		CR	Non-SPECEW	LC
61	Wrona siwa	<i>Corvus cornix</i>	+				Non-SPEC	LC
62	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>		+			Non-SPECE	LC
63	Żuraw	<i>Grus grus</i>	+	+	●		SPEC 2	LC

Tab. 4.2. Liczebność, liczba stwierdzeń i udział procentowy poszczególnych gatunków stwierdzonych w dwóch sesjach pomiarowych w trakcie obserwacji wizualnych (2018)

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	10	14087	14097	15.613%	1	526	527	16.428%
2	Bernikla białolica	<i>Branta leucopsis</i>	-	2	2	0.002%	-	1	1	0.031%
3	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>	14	9	23	0.025%	14	8	22	0.686%
4	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>	1	1	2	0.002%	1	1	2	0.062%
5	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	23	70	93	0.103%	8	43	51	1.590%
6	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>	-	77	77	0.085%	-	9	9	0.281%
7	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	131	45	176	0.195%	31	24	55	1.714%
8	Czapla biała	<i>Egretta alba</i>	21	12	33	0.037%	3	3	6	0.187%
9	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>	25	33	58	0.064%	12	13	25	0.779%
10	Dudek	<i>Upupa epops</i>	-	2	2	0.002%	-	2	2	0.062%
11	Dymówka	<i>Hirundo rustica</i>	-	78	78	0.086%	-	21	21	0.655%
12	Dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>	-	1	1	0.001%	-	1	1	0.031%
13	Dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>	-	1	1	0.001%	-	1	1	0.031%
14	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>	10	37	47	0.052%	3	5	8	0.249%
15	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>	27	44	71	0.079%	11	10	21	0.655%
16	Gęgawa	<i>Anser anser</i>	353	63	416	0.461%	9	4	13	0.405%
17	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>	282	113	395	0.437%	29	5	34	1.060%
18	Gęś białoczelna / Gęś zbożowa	<i>Anser albifrons / Anser fabalis</i>	922	51	973	1.078%	10	1	11	0.343%
19	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>	319	171	490	0.543%	16	6	22	0.686%
20	Gołąb domowy	<i>Columba livia domestica</i>	24	-	24	0.027%	2	-	2	0.062%
21	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	38	27	65	0.072%	5	17	22	0.686%
22	Kawka	<i>Corvus monedula</i>	17	2	19	0.021%	6	1	7	0.218%
23	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	373	384	757	0.838%	129	62	191	5.954%
24	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>	1	1	2	0.002%	1	1	2	0.062%
25	Kruk	<i>Corvus corax</i>	5	34	39	0.043%	5	13	18	0.561%
26	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	8	19	27	0.030%	1	11	12	0.374%

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
27	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	98	104	202	0.224%	29	46	75	2.338%
28	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>	-	4	4	0.004%	-	2	2	0.062%
29	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>	29	28	57	0.063%	13	3	16	0.499%
30	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	107	137	244	0.270%	37	36	73	2.276%
31	Makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>	-	13	13	0.014%	-	1	1	0.031%
32	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>	26	72	98	0.109%	17	16	33	1.029%
33	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>	6	50	56	0.062%	6	6	12	0.374%
34	Nieoznaczona gęś	<i>Anser sp.</i>	16098	2208	18306	20.275%	166	46	212	6.608%
35	Nieoznaczona kaczka	<i>Anas sp.</i>	210	192	402	0.445%	24	44	68	2.120%
36	Nieoznaczone siewkowce	<i>Charadriiformes</i>	-	401	401	0.444%	-	29	29	0.904%
37	Nieoznaczony wróblowy	<i>Passeriformes</i>	4	176	180	0.199%	1	12	13	0.405%
38	Nurogęs	<i>Mergus merganser</i>	43	4	47	0.052%	7	2	9	0.281%
39	Oknówka	<i>Delichon urbicum</i>	-	4	4	0.004%	-	1	1	0.031%
40	Piskliwiec	<i>Actitis hypoleucos</i>	-	1	1	0.001%	-	1	1	0.031%
41	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>	-	13	13	0.014%	-	2	2	0.062%
42	Pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>	-	1	1	0.001%	-	1	1	0.031%
43	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>	90	-	90	0.100%	4	-	4	0.125%
44	Rybitwa wielkodzioba	<i>Hydroprogne caspia</i>	-	6	6	0.007%	-	2	2	0.062%
45	Rybołów	<i>Pandion haliaetus</i>	2	-	2	0.002%	1	-	1	0.031%
46	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>	-	10	10	0.011%	-	5	5	0.156%
47	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>	2	-	2	0.002%	1	-	1	0.031%
48	Sroka	<i>Pica pica</i>	4	39	43	0.048%	4	10	14	0.436%
49	Szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>	12	-	12	0.013%	1	-	1	0.031%
50	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>	40183	2639	42822	47.428%	202	90	292	9.102%
51	Śmieszka	<i>Larus ridibundus</i>	5800	3084	8884	9.840%	532	638	1170	36.471%
52	Świstun	<i>Anas penelope</i>	12	-	12	0.013%	1	-	1	0.031%
53	Wrona siwa	<i>Corvus cornix</i>	24	74	98	0.109%	20	38	58	1.808%

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
54	Żuraw	<i>Grus grus</i>	114	197	311	0.344%	11	14	25	0.779%
Suma			65468	24821	90289	100%	1374	1834	3208	100%

Tab. 4.3. Liczebność, liczba stwierdzeń i udział procentowy poszczególnych gatunków stwierdzonych w dwóch sesjach pomiarowych w trakcie obserwacji wizualnych (2019)

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	2915	36837	39752	53.49%	92	1090	1182	28.10%
2	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>	20	42	62	0.08%	18	3	21	0.50%
3	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>	-	5	5	0.01%	-	5	5	0.12%
4	Błotniak zbożowy	<i>Circus cyaneus</i>	1	-	1	0.00%	1	-	1	0.02%
5	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	4	63	67	0.09%	3	58	61	1.45%
6	Bogatka	<i>Parus major</i>	45	-	45	0.06%	3	-	3	0.07%
7	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>	24	680	704	0.95%	2	7	9	0.21%
8	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	124	28	152	0.20%	30	22	52	1.24%
9	Czapla biała	<i>Ardea alba</i>	14	18	32	0.04%	4	9	13	0.31%
10	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>	29	28	57	0.08%	14	20	34	0.81%
11	Czyż	<i>Spinus spinus</i>	701	-	701	0.94%	16	-	16	0.38%
12	Dzwoniec	<i>Chloris chloris</i>	3	-	3	0.00%	1	-	1	0.02%
13	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>	671	48	719	0.97%	30	6	36	0.86%
14	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>	207	9	216	0.29%	70	2	72	1.71%
15	Gęgawa	<i>Anser anser</i>	185	15	200	0.27%	40	8	48	1.14%
16	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>	3709	31	3740	5.03%	107	5	112	2.66%
17	Gęś białoczelna / Gęś zbożowa	<i>Anser sp.</i>	-	290	290	0.39%	-	2	2	0.05%
18	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>	87	1013	1100	1.48%	6	17	23	0.55%
19	Gil	<i>Pyrhula pyrrhula</i>	8	-	8	0.01%	1	-	1	0.02%
20	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	213	56	269	0.36%	18	18	36	0.86%

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
21	Jastrząb	<i>Accipiter gentilis</i>	-	1	1	0.00%	-	1	1	0.02%
22	Kawka	<i>Corvus monedula</i>	59	17	76	0.10%	12	7	19	0.45%
23	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	1543	905	2448	3.29%	150	63	213	5.06%
24	Krakwa	<i>Anas strepera</i>	-	1	1	0.00%	-	1	1	0.02%
25	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>	1	2	3	0.00%	1	2	3	0.07%
26	Kruk	<i>Corvus corax</i>	31	43	74	0.10%	19	38	57	1.36%
27	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	3	22	25	0.03%	2	7	9	0.21%
28	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	234	162	396	0.53%	92	78	170	4.04%
29	Kulik wielki	<i>Numenius arquata</i>	4	1	5	0.01%	3	1	4	0.10%
30	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>	162	1	163	0.22%	6	1	7	0.17%
31	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>	2	54	56	0.08%	1	5	6	0.14%
32	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	61	57	118	0.16%	24	20	44	1.05%
33	Mewa siwa	<i>Larus canus</i>	5	48	53	0.07%	4	5	9	0.21%
34	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>	82	16	98	0.13%	41	8	49	1.17%
35	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>	5	12	17	0.02%	3	12	15	0.36%
36	Nieoznaczona gęś	<i>Anser sp.</i>	2435	266	2701	3.63%	86	25	111	2.64%
37	Nieoznaczona kaczka	<i>Anas sp.</i>	750	24	774	1.04%	34	3	37	0.88%
38	Nieoznaczone siewkowce	<i>Charadriiformes</i>	245	84	329	0.44%	12	7	19	0.45%
39	Nieoznaczony drozd	<i>Turdus sp.</i>	21	-	21	0.03%	2	-	2	0.05%
40	Nieoznaczony wróblowy	<i>Passeriformes sp.</i>	31	-	31	0.04%	4	-	4	0.10%
41	Nurogęs	<i>Mergus merganser</i>	10	-	10	0.01%	5	-	5	0.12%
42	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>	-	4	4	0.01%	-	2	2	0.05%
43	Płaskonos	<i>Anas clypeata</i>	14	4	18	0.02%	3	3	6	0.14%
44	Potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>	1	-	1	0.00%	1	-	1	0.02%
45	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>	180	118	298	0.40%	28	7	35	0.83%
46	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>	15	2	17	0.02%	1	2	3	0.07%
47	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>	1	1	2	0.00%	1	1	2	0.05%

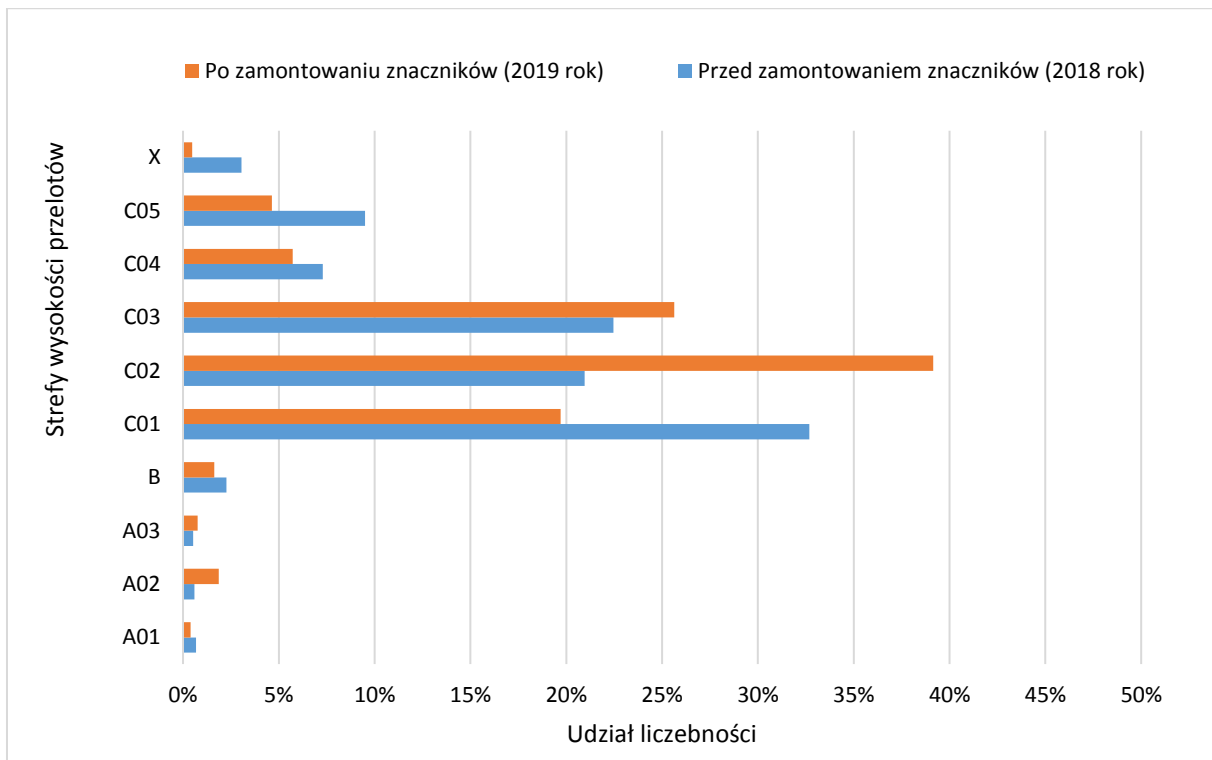
Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Liczebność				Stwierdzenia			
			Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %	Sesja 1	Sesja 2	Suma	Udział %
48	Sroka	<i>Pica pica</i>	13	5	18	0.02%	11	5	16	0.38%
49	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>	1137	573	1710	2.30%	63	59	122	2.90%
50	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	7515	8385	15900	21.39%	616	699	1315	31.26%
51	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>	-	1	1	0.00%	-	1	1	0.02%
52	Świstun	<i>Anas penelope</i>	-	13	13	0.02%	-	2	2	0.05%
53	Wrona siwa	<i>Corvus corone</i>	198	103	301	0.41%	85	80	165	3.92%
54	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>	8	-	8	0.01%	2	-	2	0.05%
55	Żuraw	<i>Grus grus</i>	482	21	503	0.68%	13	8	21	0.50%
Suma			24208	50109	74317	100%	1781	2425	4206	100%

4.2. Wysokość przelotów

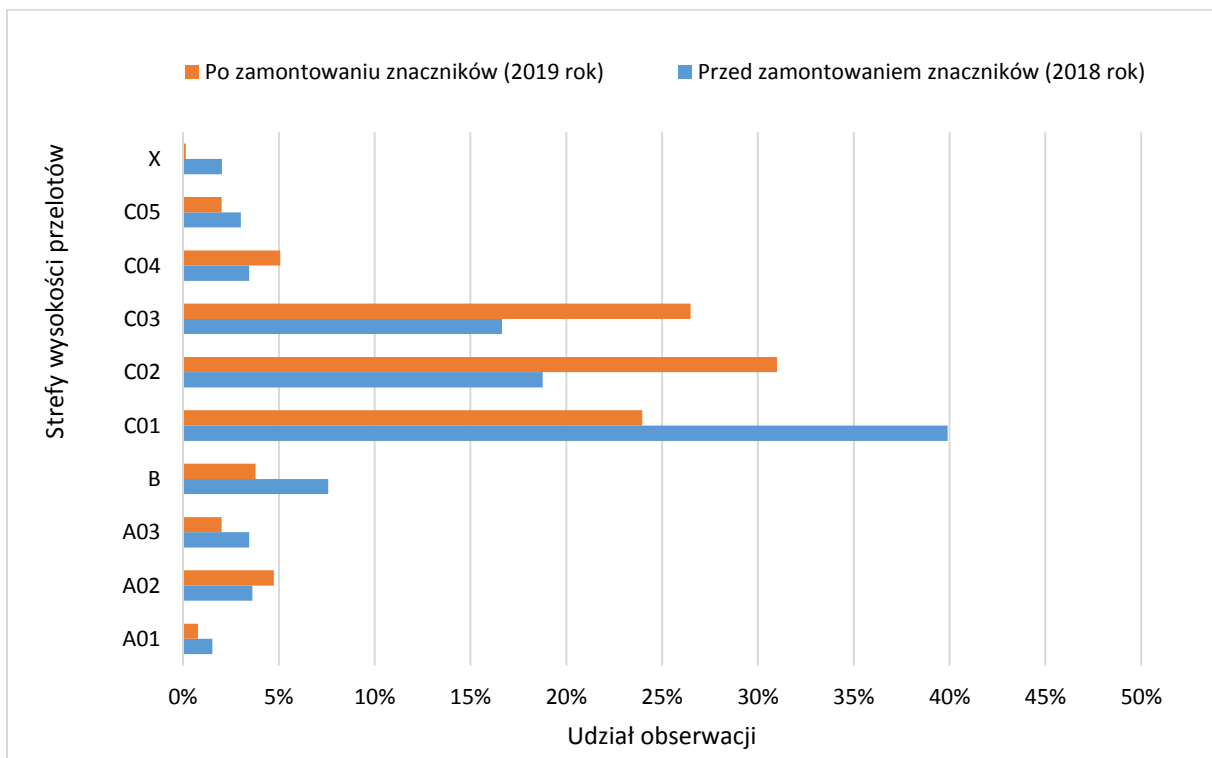
W 2018 roku udział procentowy wysokości przelotów ptaków w stosunku do linii energetycznej kształtował się na następującym poziomie: 92,9% wszystkich stwierdzonych ptaków przeleciało nad linią odgromową, 2,3% przeleciało pomiędzy liniami, 1,8% przeleciało pod liniami fazowymi, natomiast 3,0% przemieszczało się równolegle do linii w bliskiej odległości bez jej przecięcia. W strefie A1 i A2 najliczniej reprezentowanym gatunkiem była śmieszka, odpowiednio $n = 407$ i $n = 231$, w strefie A3 batalion $n=168$, w strefie B szpak $n = 703$, w strefie C1 szpak $n = 15\ 459$, w strefie C2 szpak $n = 11\ 277$, w strefie C3 szpak $n = 7\ 734$, w strefie C4 szpak $n = 3\ 195$, w strefie C5 gęsi $n = 4\ 216$. Najliczniej przelatującym gatunkiem w pobliżu linii energetycznej bez jej przecięcia były gęsi, $n = 2\ 185$ (Tab 4.6).

W 2019 roku udział procentowy wysokości przelotów ptaków w stosunku do linii energetycznej kształtował się na następującym poziomie: 94,8% wszystkich stwierdzonych ptaków przeleciało nad linią odgromową, 1,6% przeleciało pomiędzy liniami, 3% przeleciało pod liniami fazowymi, natomiast 0,5% przemieszczało się równolegle do linii w bliskiej odległości bez jej przecięcia. W strefie A1, A2, A3 najliczniej reprezentowanym gatunkiem był batalion, odpowiednio $n = 278$, $n = 810$ i $n = 284$, w strefie B gawron $n = 418$, w strefie C1, C2, C3 batalion odpowiednio $n = 9\ 993$, $n = 21\ 513$, $n = 6\ 350$, w strefie C4 gęś białoczerna $n = 984$, w strefie C5 śmieszka $n = 932$. Najliczniej przelatującym gatunkiem w pobliżu linii energetycznej bez jej przecięcia był żuraw $n = 354$ (Tab 4.6).

Porównanie udziałów procentowych liczebności ptaków i stwierdzeń w latach 2018 i 2019 w przedziałach wysokości przelotów względem linii, wskazuje na występowanie różnic w preferowanych zakresach przelotów. Udział liczebności ptaków, wyrażenie zmalał w strefie C01 (0-5m nad linią), natomiast wyraźnie wzrósł w strefach C02 i C03 (odpowiednio 6-15m i 16-30m nad linią) (Rys. 4.1). Z tego względu, że pojedyncze stada ptaków o wysokiej liczebności osobników mogły mieć istotny wpływ na wyniki dotyczące wysokości przelotu, oddzielnie przeanalizowano wyniki dotyczące poszczególnych obserwacji. Wyniki tej analizy potwierdziły wyższą aktywność ptaków w strefach C02 i C03, a niższą tuż nad linią w strefie C01 po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych (Rys. 4.2). Odnotowane różnice w preferowanych pułapach przelotów mogą wskazywać na to, że ptaki znacznie łatwiej postrzegają linię energetyczną na której są zamontowane znaczniki ostrzegawcze.



Rys. 4.1 Udział liczebność ptaków obserwowanych w poszczególnych klasach wysokości przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych



Rys. 4.2 Udział obserwacji ptaków w poszczególnych klasach wysokości przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych



Ryc. 4.3. Łabędzie nieme przelatujące nad linią odgromową (fot. Rafał Siuchno)

Aby zobrazować zmienność zachowania ptaków po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych, przeanalizowano udział procentowy liczebności kluczowych gatunków ptaków w poszczególnych sezonach dla poszczególnych stref wysokości w stosunku do całej puli liczebności ptaków obserwowanych w danym roku (Tab. 4.5). Za gatunki kluczowe przyjęto te ptaki, które w obu sezonach badawczych odznaczyły się najwyższą liczebnością oraz ptaki o dużej masie oraz małej zdolności manewrowania podczas lotu. Wartości ujemne mówią o spadku udziału liczebności ptaków w danej strefie, natomiast dodatnie o wzroście udziału przelotów w poszczególnych wysokościach. Największą zmienność po zamontowaniu znaczników zaobserwowano u bataliona, udział przelotów znacznie zmalał w strefach B oraz C01 a widocznie wzrósł w strefie C02. Wśród gęsi obserwowano spadek udziału przelotów w strefie B, C01, C02 natomiast wzrost w strefie C03 i C04. Wśród przelotów kormoranów odnotowano spadek w strefach C01 i C02 a wzrost w strefie C03, C04 i C05. Szpaki nie odznaczyły się zmiennością przelotów, jednak może to nie wynikać z braku wpływu znaczników ostrzegawczych na przeloty tych ptaków, a z znacznych różnic w liczebności obserwowanych osobników w poszczególnych latach. Wśród przelotów śmieszki zmalał udział w strefie B i C01 natomiast wzrósł w strefach C02, C03, C04, C05. Odnotowano spadek przelotów łabędzi w strefie B, natomiast odnotowano wzrost w strefach C01 i C02. Liczba lotów

bociana białego wzrosła w strefie A02, natomiast spadek w strefie C02. Wśród przelotów czapli znaczny spadek zanotowano w strefie C02, natomiast odnotowano wzrost w strefie C03 i C04.

Tab. 4.5 Zmiana udziału procentowego liczebności gatunków kluczowych w poszczególnych wysokościach pomiędzy 2018 a 2019 rokiem. A1 >15 m poniżej linii fazowych, A2 5-15 m poniżej linii fazowych, A3 0 -5 m poniżej linii fazowych, B pomiędzy liniami, C1 0-5 m nad linią odgromową, C2 5-15 m nad linią odgromową, C3 15-30 m nad linią odgromową, C3 30-50 m nad linią odgromową, C3 50-100 m nad linią odgromową. Znaczące zmiany udziałów procentowych w latach 2018 i 2019 zaznaczono kolorem czerwonym.

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	A01	A02	A03	B	C01	C02	C03	C04	C05	X
1	Bataliony	<i>Philomachus pugnax</i>	-0.31%	1.68%	-0.48%	-3.54%	-23.08%	35.58%	-6.21%	-2.67%	-0.99%	0.00%
2	Gęsi	<i>Anser sp.</i>	0.00%	0.00%	0.00%	-1.15%	-10.41%	-7.89%	17.53%	14.55%	-2.42%	-10.22%
3	Kormorany	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-0.53%	-1.59%	-4.62%	0.98%	-8.38%	-18.95%	20.41%	2.42%	9.25%	1.01%
4	Szpaki	<i>Sturnus vulgaris</i>	0.00%	2.61%	0.56%	7.42%	4.19%	-2.65%	3.58%	-5.82%	-9.14%	-0.75%
5	Śmieszki	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-4.58%	-2.24%	-0.85%	-2.79%	-24.89%	15.40%	14.79%	0.98%	4.33%	-0.15%
6	Łabędzie	<i>Cygnus sp</i>	-0.33%	-1.74%	3.84%	-9.73%	8.64%	7.40%	-11.02%	3.45%	0.15%	-0.66%
7	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	9.97%	40.48%	4.24%	-4.30%	4.00%	-13.80%	-9.32%	2.99%	-1.97%	-32.26%
8	Czaple	<i>Ardea sp</i>	0.00%	3.40%	0.02%	-2.20%	-4.20%	-33.60%	16.00%	22.64%	5.62%	-7.69%

Tab. 4.6. Zestawienie liczebności obserwowanych ptaków w klasach wysokości przelotu w kolejnych sezonach: A1 >15 m poniżej linii fazowych, A2 5-15 m poniżej linii fazowych, A3 0 -5 m poniżej linii fazowych, B pomiędzy liniami, C1 0-5 m nad linią odgromową, C2 5-15 m nad linią odgromową, C3 15-30 m nad linią odgromową, C3 30-50 m nad linią odgromową, C3 50-100 m nad linią odgromową

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018										2019											
			A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma	A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	142	50	168	542	6797	2613	3228	417	140		14097	278	810	284	123	9993	21513	6635	116			39752
2	Bernikla białolica	<i>Branta leucopsis</i>								2			2											0
3	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>	2	1	2	1	4	1	6		3	3	23				8	48	3	1	2			62
4	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>	1		1								2			1		3		1				5
5	Błotniak zbożowy	<i>Circus cyaneus</i>											0			1								1
6	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	6	4	3	4	6	17	17		6	30	93	11	30	5		7	3	6	2	3		67
7	Bogatka	<i>Parus major</i>											0				45							45
8	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>				12	22	21	22				77						2	24	416	262		704
9	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	2	3	15	18	44	20	15	55	3	1	176		4		6	15	19	57	42	9		152

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018										2019											
			A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma	A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma
10	Czapla biała	<i>Ardea alba</i>					6	20	7				33		3			2	5	8	10	4		32
11	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>		1	1	2	6	30	4	7		7	58		1	1		6	14	17	17	1		57
12	Czyż	<i>Spinus spinus</i>											0		300	175		156	70					701
13	Dudek	<i>Upupa epops</i>		1	1								2											0
14	Dymówka	<i>Hirundo rustica</i>	2	2	2	9	17	3	38	5			78											0
15	Dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>				1							1											0
16	Dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>		1									1											0
17	Dzwoniec	<i>Chloris chloris</i>											0					3						3
18	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>					14	9	20	4			47				418	8	79	112	102			719
19	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>				4	21	36	4		6		71	7	24	4	26	25	26	43	58		3	216
20	Gęgawa	<i>Anser anser</i>				24	65	3	3	200	59	62	416					18	26	99	57			200
21	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>					49	65	130	25	73	53	395						122	1956	984	646	32	3740
22	Gęś białoczelna / Gęś zbożowa	<i>Anser sp.</i>					60		264		249	400	973							290				290
23	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>					60	85	287	2	55	1	490						20	1008	72			1100
24	Gil	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>											0					8						8
25	Gołąb domowy	<i>Columba livia domestica</i>				9			15				24											0
26	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	1	2	1		15	6	7		29	4	65		2			10	183	74				269
27	Jastrząb	<i>Accipiter gentilis</i>											0									1		1
28	Kawka	<i>Corvus monedula</i>				9	5	2	3				19		2		37	8	19	9		1		76
29	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	4	17	35	17	155	350	151	25	2	1	757		16		79	296	668	988	140	233	28	2448
30	Krakwa	<i>Anas strepera</i>											0					1						1
31	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>			1					1			2								3			3
32	Kruk	<i>Corvus corax</i>		3	9	2	8	11	6				39	1	13	8	11	3	14	10	14			74
33	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	1		5	8	9	4					27	2	1	1		3	15	3				25

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018										2019											
			A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma	A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma
34	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	2	1	4	11	70	72	34	1		7	202	1	7	3	8	97	105	157	18			396
35	Kulik wielki	<i>Numenius arquata</i>											0					2	1	2				5
36	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>			2		2						4						91	18		54		163
37	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>		11		10	7	3	26				57					48	8					56
38	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	1	15	4	66	95	37	21		3	2	244		12	9	27	26	28	8	6	2		118
39	Makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>			13								13											0
40	Mewa siwa	<i>Larus canus</i>											0					4	5	44				53
41	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>		2		4	35	16	35	6			98		2	2	2	33	12	45	2			98
42	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>	10	2	1	1	37	1	1	1	1	1	56		2	1		2	1	5	6			17
43	Nieoznaczona gęś	<i>Anser sp.</i>				215	2009	2463	6149	2021	3780	1669	18306				1	21	219	722	933	805		2701
44	Nieoznaczona kaczka	<i>Anas sp.</i>	2	3		1	83	43	67	36	84	83	402		5		1	7	18	238	60	445		774
45	Nieoznaczone siewkowce	<i>Charadriiformes</i>	2		30	31	229	66	43				401		4	5	25	43	57	186	9			329
46	Nieoznaczony drozd	<i>Turdus sp.</i>											0							21				21
47	Nieoznaczony wróblowy	<i>Passeriformes sp.</i>		4		4	137	27	8				180					4	23	4				31
48	Nurogęś	<i>Mergus merganser</i>	2			1	5	8	30	1			47						2	8				10
49	Oknówka	<i>Delichon urbicum</i>							4				4											0
50	Piskliwiec	<i>Actitis hypoleucos</i>	1										1											0
51	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>			13								13					4						4
52	Płaskonos	<i>Anas clypeata</i>											0					2	3		13			18
53	Potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>											0				1							1
54	Pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>				1							1											0
55	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>							16	74			90				2	3	4	147	129	13		298

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018										2019											
			A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma	A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	X	Suma
56	Rybitwa wielkodzioba	<i>Hydroprogne caspia</i>						6					6											0
57	Rybołów	<i>Pandion haliaetus</i>									2		2											0
58	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>					1	9					10				1	1	15					17
59	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>				2							2			1	1							2
60	Sroka	<i>Pica pica</i>	1	11	3	2	23		1			2	43		8	4	5				1			18
61	Szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>	12										12											0
62	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>		159	60	703	15459	11277	7734	3195	3915	320	42822		51	12	155	689	405	370	28			1710
63	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	407	231	93	321	3913	1537	1818	396	136	32	8884		58	31	131	3045	5200	5605	864	932	34	15900
64	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>											0			1								1
65	Świstun	<i>Anas penelope</i>							12				12								13			13
66	Wrona siwa	<i>Corvus corone</i>	5	19	8	8	21	23	13		1		98		27	23	111	42	53	42	1	2		301
67	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>											0		8									8
68	Żuraw	<i>Grus grus</i>	2				26	43	34	111	23	72	311					2	2	77	133	32	257	503
Suma			608	543	475	2043	29515	18927	20275	6583	8570	2750	90289	300	1390	571	1216	14642	29090	19056	4251	3447	354	74317

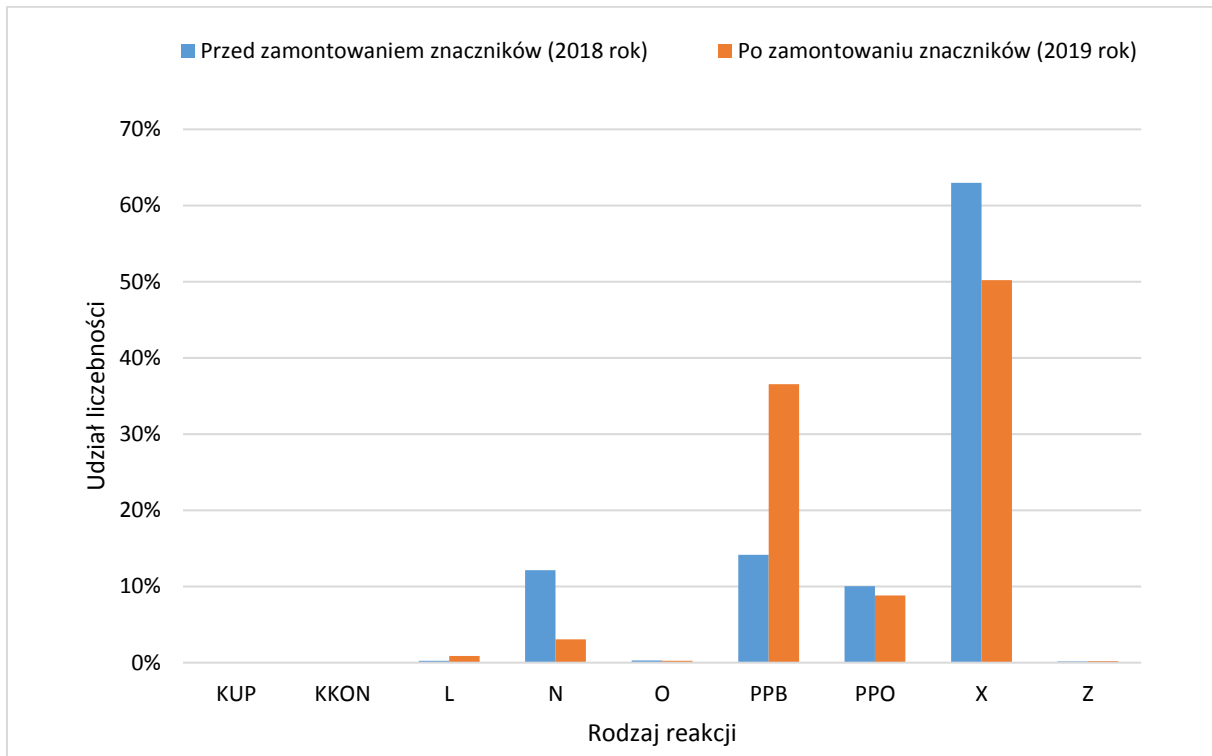
4.3. Rodzaj reakcji

W 2018 roku, przed zamontowaniem większość przelatujących ptaków nad linią nie wykazywała widocznej reakcji, co stanowiło 62,9% wszystkich obserwacji, natomiast u pozostałych 37,1% ptaków, które wykazały reakcje, dominowała reakcja powolnego podniesienia z bliskiej odległości i przelot nad linią odgromową – 14,2%. Nagłą bliską reakcję wykazało 12,1% ptaków, w tym jedna z nich skończyła się kolizją i upadkiem. Przed przejściem przez linię 0,3% osobników obniżało swój lot, 0,2% decydowało się na zawrót przed linią energetyczną, natomiast 0,3% ptaków siadało na linii (Tab. 4.8). Gatunkiem, który najczęściej odznaczał się powolnym podniesieniem z odległości był batalion ($n = 2\ 759$). Gatunkiem, który najliczniej odznaczył się powolnym podniesieniem z bliska oraz wykazał nagłą bliską reakcję był szpak (odpowiednio $n = 7\ 480$, $n = 6\ 887$). Najliczniejszym ptakiem obniżającym swój lot tuż przed linią była śmieszka ($n = 174$). Najczęściej zawracał przed linią i lądował bezpośrednio na niej szpak, odpowiednio $n = 45$ i $n = 197$. Gatunkiem, który zginął w wyniku kolizji był batalion, jeden osobnik z stada składającego się z 30 ptaków.

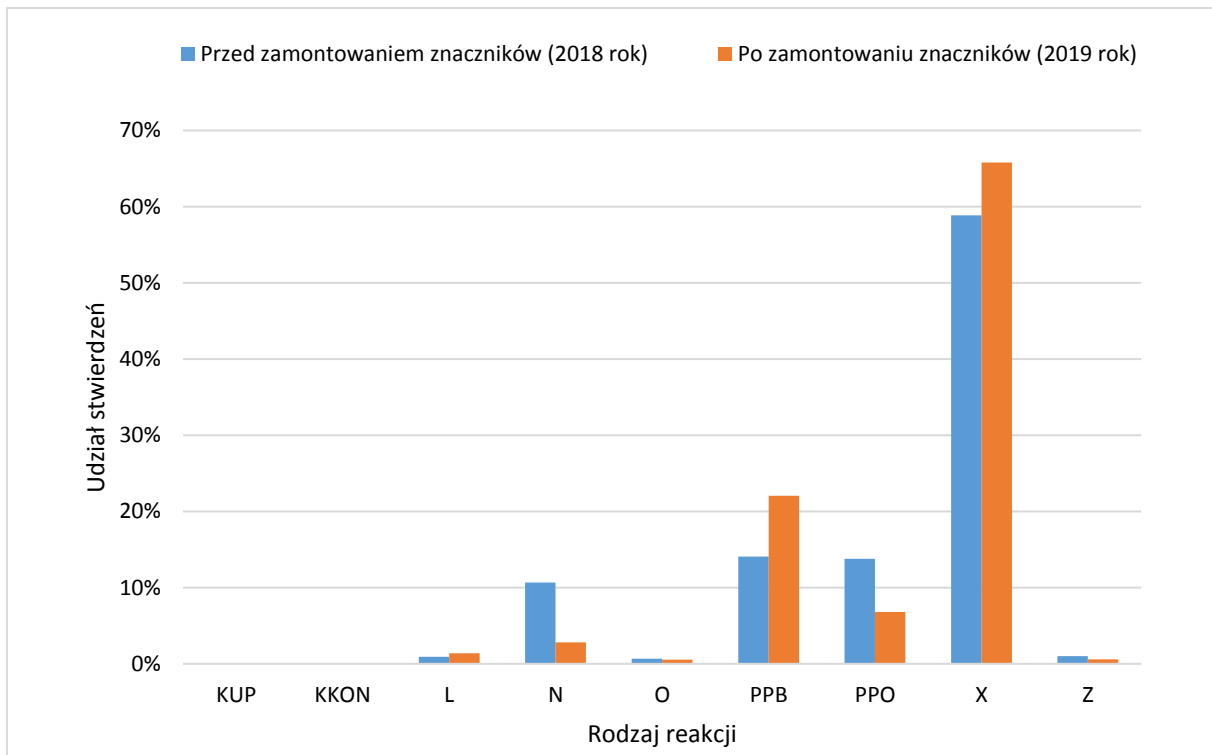
W 2019 roku, po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych połowa przelatujących ptaków nad linią nie wykazywała widocznej reakcji, co stanowiło 50,2% wszystkich obserwacji, natomiast u pozostałych 49,8% ptaków, które wykazały reakcje, dominowała reakcja powolnego podniesienia z bliskiej odległości i przelot nad linią odgromową – 36,6%. Nagłą bliską reakcję wykazało 3,1% ptaków, w tym jedna z nich skończyła się kolizją i kontynuacją lotu. Przed przejściem przez linię 0,2% osobników obniżało swój lot, 0,2% decydowało się na zawrót przed linią energetyczną, natomiast 0,9% ptaków siadało na linii (Tab. 4.8). Gatunkiem, który najliczniej odznaczył się powolnym podniesieniem z bliska oraz wykazał nagłą bliską reakcję był batalion (odpowiednio $n = 3\ 924$, $n = 1\ 663$). Najliczniejszym ptakiem obniżającym swój lot tuż przed linią był batalion $n = 102$. Najczęściej zawracał przed linią kormoran $n = 64$. Najliczniej lądującym na linii gatunkiem był gawron $n = 418$. Gatunkiem, który uległ kolizji i kontynuował lot był batalion.

Zamontowanie znaczników ostrzegawczych wpłynęło na rodzaj reakcji ptaków względem linii energetycznej. Udział liczebności ptaków, wykazujących nagłą reakcję tuż przed linią (N) wyraźnie zmalał. Natomiast zwiększył się udział liczebności ptaków wykazujących powolną reakcję z bliskiej odległości (PPB) (Rys. 4.4). Z tego względu, że pojedyncze stada ptaków o wysokiej liczebności osobników mogły mieć istotny wpływ na wyniki dotyczące rodzaju reakcji,

oddzielnie przeanalizowano wyniki dotyczące poszczególnych obserwacji. Wyniki tej analizy nie różniły się znacząco (Rys 4.5).



Rys. 4.4 Udział liczebności ptaków wykazujących poszczególne reakcje przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych. X - brak reakcji, PPO - Powolne podniesienie lotu z odległości, PPB - powolne podniesienie lotu z bliska, N - nagła bliska reakcja (wirowanie, przerażenie, nagłe wzniesienie itp.), O - obniżenie lotu, Z - zawrócenie lotu, KKON - kolizja z linią i kontynuacja lotu, KUP - kolizja z linią i upadek, L- lądowanie na linii



Rys. 4.5 Udział stwierdzeń ptaków wykazujących poszczególne reakcje przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych. X - brak reakcji, PPO - Powolne podniesienie lotu z odległości, PPB - powolne podniesienie lotu z bliska, N - nagła bliska reakcja (wirowanie, przerażenie, nagłe wzniesienie itp.), O - obniżenie lotu, Z - zawrócenie lotu, KKon - kolizja z linią i kontynuacja lotu, Kup - kolizja z linią i upadek, L- lądowanie na linii

Aby zobrazować zmienność zachowania ptaków przed i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych przeanalizowano udział procentowy liczebności kluczowych gatunków ptaków w poszczególnych sezonach dla poszczególnych rodzajów wykazywanej reakcji w stosunku do całej puli liczebności ptaków obserwowanych w danym roku (Tab. 4.7). Za gatunki kluczowe przyjęto te ptaki, które w obu sezonach badawczych odznaczyły się najwyższą liczebnością, oraz ptaki o dużej masie oraz małej zdolności manewrowania podczas lotu. Wartości ujemne mówią o spadku udziału liczebności ptaków wykazujących daną reakcję, natomiast dodatnie o wzroście udziału ptaków wykazujących poszczególne reakcję.

Największą zmienność po zamontowaniu znaczników obserwowano u bataliona, udział ptaków wykazujących nagłą reakcję zmalał, natomiast wzrósł udział ptaków wykazujących powolne podniesienie lotu z bliskiej odległości. Wśród gęsi wyraźnie zmalał udział ptaków wykazujących powolną reakcję z bliskiej i dalekiej odległości, natomiast wzrósł udział wśród ptaków niewykazujących żadnych reakcji. Udział kormoranów wykazujących reakcję nagłą wyraźnie zmalał, natomiast wzrósł udział ptaków wykazujących powolną reakcję z bliskiej i dalekiej odległości. Szpaki nie odznaczyły się zmiennością wykazywanej reakcji w poszczególnych sezonach, może to wynikać z znacznych różnic w liczebności obserwowanych osobników w poszczególnych latach. Wśród przelotów śmieszki zanotowana spadek udziału ptaków wykazujących reakcję nagłą i reakcji powolnego podniesienia lotu z odległości, natomiast wzrósł udział ptaków niewykazujących żadnej reakcji. Wśród przelotów łabędzi obserwowano spadek udziału ptaków wykazujących reakcję nagłą, oraz powolnego podniesienia z bliska, wzrósł natomiast udział ptaków u których nie zaobserwowano żadnych reakcji. Bocian biały nie wykazał istotnej zmiany, co do typu reakcji na przestrzeni dwóch sezonów. Wśród przelotów czapli obserwowano wyraźny spadek wśród osobników wykazujących reakcję powolnego podniesienia z bliska.

Tab. 4.7. Zmiana udziału procentowego liczebności gatunków kluczowych wykazujących poszczególne typy reakcji pomiędzy 2018 a 2019 rokiem. X - brak reakcji, PPO - Powolne podniesienie lotu z odległości, PPB - powolne podniesienie lotu z bliska, N - nagła bliska reakcja (wirowanie, przerażenie, nagłe wzniesienie itp.), O - obniżenie lotu, Z - zawrócenie lotu, KKon - kolizja z linią i kontynuacja lotu, Kup - kolizja z linią i upadek, L- lądowanie na linii. Znaczące zmiany udziałów procentowych w latach 2018 i 2019 zaznaczono kolorem czerwonym.

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	L	N	O	PPB	PPO	Z	X
1	Bataliony	<i>Philomachus pugnax</i>	0.00%	-19.10%	0.03%	39.24%	-9.70%	0.14%	-10.60%
2	Gęsi	<i>Anser sp.</i>	0.00%	0.13%	0.00%	-2.29%	-8.79%	-0.06%	11.02%
3	Kormorany	<i>Phalacrocorax carbo</i>	0.00%	-15.45%	-0.66%	11.86%	8.26%	2.09%	-6.10%
4	Szpaki	<i>Sturnus vulgaris</i>	5.97%	-11.70%	-0.07%	-5.89%	-0.41%	-0.11%	12.20%
5	Śmieszki	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-0.09%	-2.11%	-1.80%	-1.29%	-12.23%	0.00%	17.53%
6	Łabędzie	<i>Cygnus sp</i>	0.00%	-10.56%	1.63%	6.83%	-17.29%	0.98%	18.41%
7	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	0.00%	-2.15%	-1.08%	-0.66%	2.33%	0.00%	1.56%
8	Czaple	<i>Ardea sp</i>	0.00%	2.27%	1.12%	-16.36%	-2.07%	-2.20%	17.24%

Tab. 4.8. Zestawienie składu gatunkowego oraz liczebności ptaków ze względu na rodzaj reakcji, jaki wykazywały ptaki w stosunku do linii. Oznaczenia w kolumnach: X - brak reakcji, PPO - Powolne podniesienie lotu z odległości, PPB - powolne podniesienie lotu z bliska, N - nagła bliska reakcja (wirowanie, przerażenie, nagłe wzniesienie itp.), O - obniżenie lotu, Z - zawrócenie lotu, KKon - kolizja z linią i kontynuacja lotu, Kup - kolizja z linią i upadek, L- lądowanie na linii

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018									2019								
			KUP	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma	KKON	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	1		3282	32	2941	2759		5082	14097	1		1663	102	23890	3924	54	10118	39752
2	Bernikla białolica	<i>Branta leucopsis</i>								2	2									0
3	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>			1					3	23			3		43	1		15	62
4	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>								2	2								5	5
5	Błotniak zbożowy	<i>Circus cyaneus</i>									0								1	1
6	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>			2	1	2	2		86	93					1	3		63	67
7	Bogatka	<i>Parus major</i>									0								45	45
8	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>					3			74	77								704	704
9	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>			9		25	7	7	128	176			1		9	7	1	134	152
10	Czapla biała	<i>Ardea alba</i>								1	33					1			31	32
11	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>			1		20	6	2	29	58			3	1	4	5		44	57

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018									2019								
			KUP	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma	KKON	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma
12	Czyż	<i>Spinus spinus</i>									0				30				671	701
13	Dudek	<i>Upupa epops</i>									2	2								0
14	Dymówka	<i>Hirundo rustica</i>								5	73	78								0
15	Dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>									1	1								0
16	Dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>									1	1								0
17	Dzwoniec	<i>Chloris chloris</i>									0								3	3
18	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>									47	47		418		3	12		286	719
19	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>			1		9	9	4	48	71			1	2	11	18	21	163	216
20	Gęgawa	<i>Anser anser</i>			36		2	16		362	416					9	9		182	200
21	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>					25	51		319	395					119	310		3311	3740
22	Gęś białoczelna / Gęś zbożowa	<i>Anser sp.</i>			40					933	973								290	290
23	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>							34	456	490						9		1091	1100
24	Gil	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>								0									8	8
25	Gołąb domowy	<i>Columba livia domestica</i>		9						15	24									0
26	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>		1	3				4	57	65			1		1	4		263	269
27	Jastrząb	<i>Accipiter gentilis</i>								0									1	1
28	Kawka	<i>Corvus monedula</i>		9	2					8	19		37						39	76
29	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>			133	5	50	76	4	489	757			52		452	448	64	1432	2448
30	Krakwa	<i>Anas strepera</i>								0				1						1
31	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>								2	2								3	3
32	Kruk	<i>Corvus corax</i>		1		1	1			36	39		1		5	3		1	64	74
33	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>			1		5	4	8	9	27					5			20	25
34	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>			30		10	33	5	124	202				1	80	24	2	289	396
35	Kulik wielki	<i>Numenius arquata</i>								0									5	5
36	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>								4	4					90			73	163
37	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>			4			28	4	21	57					15	5		36	56

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018									2019								
			KUP	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma	KKON	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma
38	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>			52	2	40	50	19	81	244			14	4	20	10	15	55	118
39	Makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>								13	13									0
40	Mewa siwa	<i>Larus canus</i>									0				4	1			48	53
41	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>			3		27	2		66	98			1		16	22		59	98
42	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>			2		36			18	56			2		2			13	17
43	Nieoznaczona gęś	<i>Anser sp.</i>					782	2647	13	14864	18306			40		4	38		2619	2701
44	Nieoznaczona kaczka	<i>Anas sp.</i>			21		13	23	3	342	402			60					714	774
45	Nieoznaczone siewkowce	<i>Charadriiformes</i>			60		30	45	30	236	401			37		42			250	329
46	Nieoznaczony drozd	<i>Turdus sp.</i>									0								21	21
47	Nieoznaczony wróblowy	<i>Passeriformes sp.</i>			20		3			157	180					17			14	31
48	Nurogęś	<i>Mergus merganser</i>					2	31	1	13	47					2			8	10
49	Oknówka	<i>Delichon urbicum</i>								4	4									0
50	Piskliwiec	<i>Actitis hypoleucos</i>								1	1									0
51	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>								13	13						1		3	4
52	Płaskonos	<i>Anas clypeata</i>									0						2		16	18
53	Potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>									0								1	1
54	Pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>								1	1									0
55	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>								90	90					29	51	2	216	298
56	Rybitwa wielkodzioba	<i>Hydroprogne caspia</i>								6	6									0
57	Rybołów	<i>Pandion haliaetus</i>								2	2									0
58	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>						8		2	10					1			16	17
59	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>								2	2								2	2
60	Sroka	<i>Pica pica</i>					1			42	43		1			1			16	18
61	Szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>								12	12									0
62	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>		197	6887	30	7480	1201	45	26982	42822		110	75		198	41		1286	1710

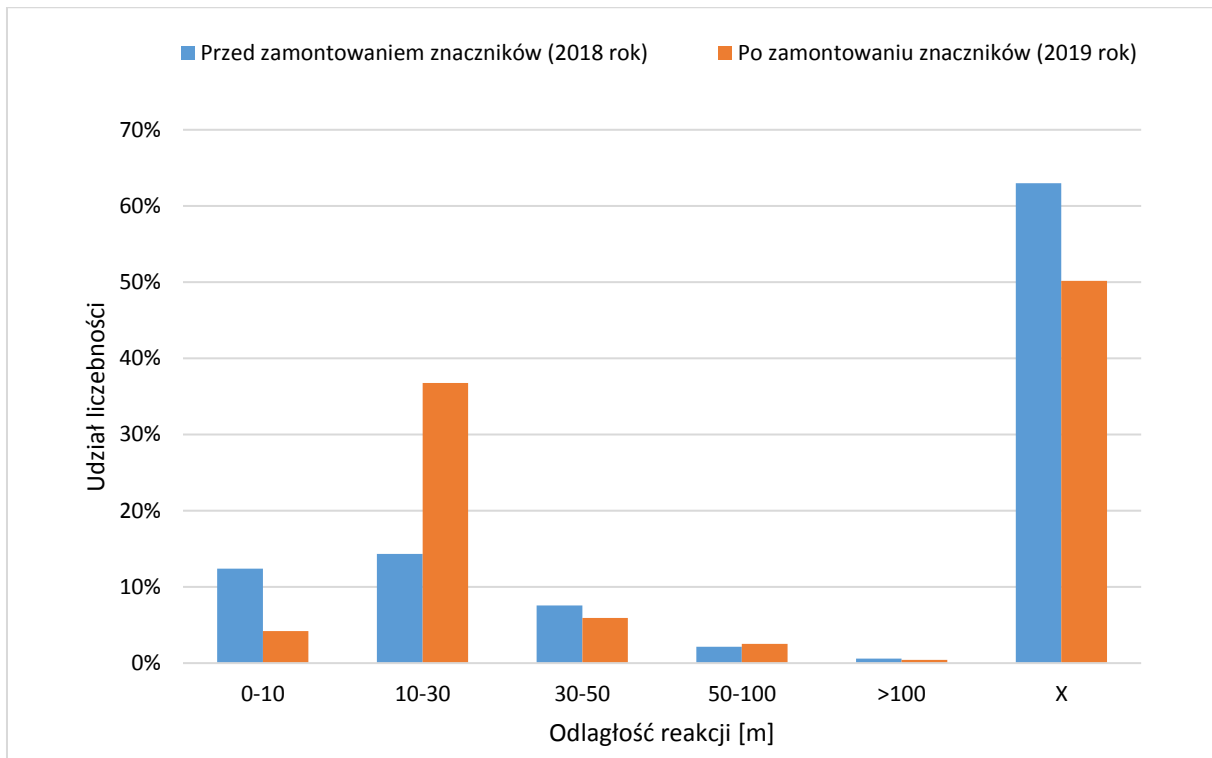
Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018									2019								
			KUP	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma	KKON	L	N	O	PPB	PPO	Z	X	Suma
63	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		8	372	174	1279	1991	1	5059	8884			330	26	2084	1618	1	11841	15900
64	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>								0									1	1
65	Świstun	<i>Anas penelope</i>								12	12								13	13
66	Wrona siwa	<i>Corvus corone</i>		4	1		3	14		76	98		95	1	1	14		1	189	301
67	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>								0									8	8
68	Żuraw	<i>Grus grus</i>						4		307	311				1	3			499	503
Suma			1	229	10963	245	12789	9049	151	56862	90289	1	662	2285	172	27171	6566	162	37298	74317

4.4. Odległość reakcji

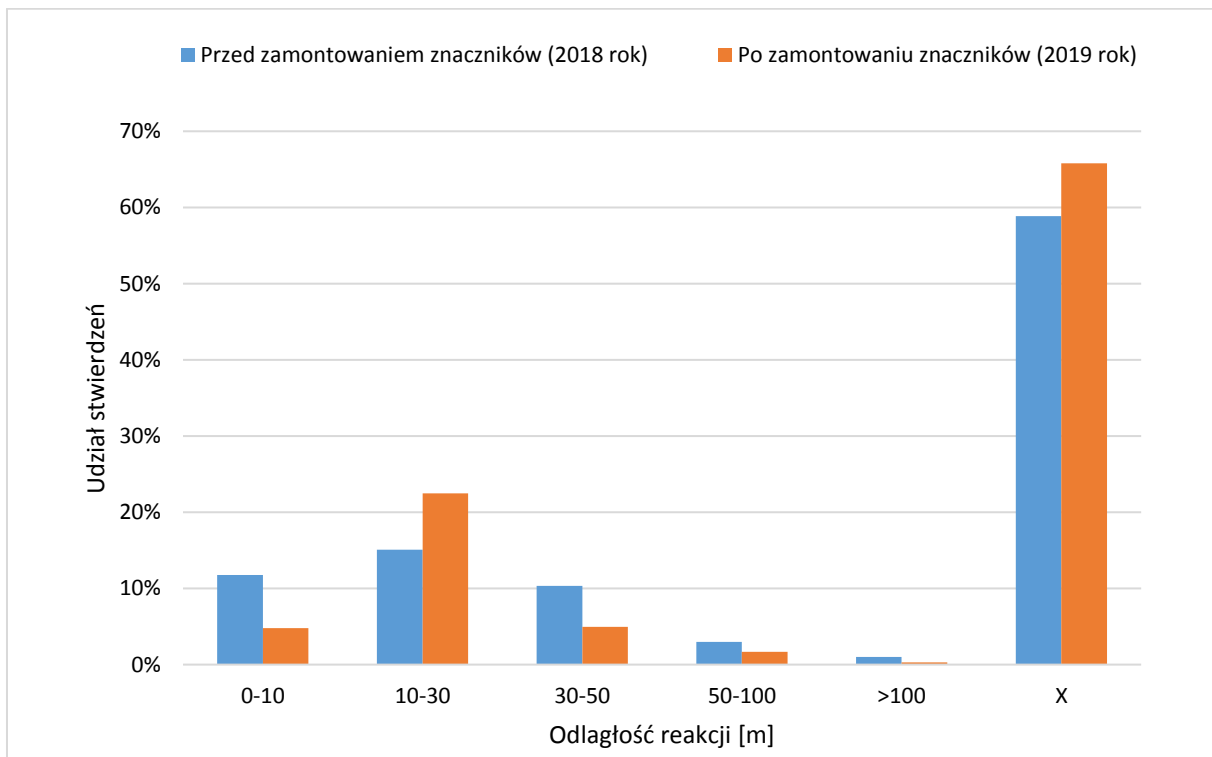
W roku 2018 przed zamontowaniem znaczników ostrzegawczych reakcja ptaków względem linii energetycznej najczęściej pojawiała się w odległości 10-30 m przed linią – 14,3% wszystkich ptaków, następnie 12,4% ptaków wykazywało reakcję w odległości 0-10 m, 7,5% – w odległości 30-50 m, 2,2% w odległości 50-100 m, 0,6% powyżej 100 m (Tab. 4.10). Gatunkiem najliczniej wykazującym reakcję w odległości 0-10m i 10-30m był szpak odpowiednio $n = 7\ 084$ i $n = 7\ 510$. W klasie odległości 30-50m najliczniej notowano śmieszkę $n = 1\ 917$. W klasie 50-100m i >100m najliczniej wykazywał reakcję batalion odpowiednio $n = 898$ i $n = 231$.

W roku 2019 po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych reakcja ptaków względem linii energetycznej najczęściej pojawiała się w odległości 10-30 m przed linią – 36,8% wszystkich ptaków, następnie 5,9% ptaków wykazywało reakcję w odległości 30-50m, 4,2% – w odległości 0-10m, 2,5% w odległości 50-100 m, 0,4% powyżej 100m (Tab. 4.10). Gatunkiem najliczniej wykazującym reakcję w odległości 0-10m, 10-30m, 30-50m, 50-100m był batalion odpowiednio $n = 1\ 766$, $n = 23\ 944$, $n = 2\ 876$, $n = 1\ 021$. W klasie odległości >100m najliczniej wykazywała reakcję śmieszka $n = 255$.

Zamontowanie znaczników ostrzegawczych wpłynęło na odległość wykazywanej reakcji względem linii energetycznej. Udział liczebności ptaków, wykazujących bliską reakcję tj. 0-10m przed linią zmalał, natomiast wzrósł znacząco w przedziale 10-30m (Rys. 4.6). Z tego względu, że pojedyncze stada ptaków o wysokiej liczebności osobników mogły mieć istotny wpływ na wyniki dotyczące rodzaju reakcji, oddzielnie przeanalizowano wyniki dotyczące poszczególnych obserwacji. Wyniki tej analizy nie różniły się znacząco (Rys 4.7).



Rys 4.6 Udział procentowy liczebności ptaków wykazujących reakcję w klasach odległości przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych



Rys. 4.7 Udział procentowy stwierdzeń ptaków wykazujących reakcję w klasach odległości przed zamontowaniem i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych

Aby zobrazować zmienność zachowania ptaków przed i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych przeanalizowano udział procentowy liczebności kluczowych gatunków ptaków w poszczególnych sezonach dla poszczególnych odległości wykazywanych reakcji w stosunku do całej puli liczebności ptaków obserwowanych w danym roku (Tab. 4.9). Za gatunki kluczowe przyjęto te ptaki, które w obu sezonach badawczych odznaczyły się najwyższą liczebnością oraz ptaki o dużej masie oraz małej zdolności manewrowania podczas lotu. Wartości ujemne mówią o spadku udziału liczebności ptaków w danym przedziale, natomiast dodatnie o wzroście udziału wykazywanych reakcji w poszczególnych klasach odległości.

Największą zmienność odległości reakcji po zamontowaniu znaczników obserwowano u bataliona, udział ptaków wykazujących reakcję z odległości 0-10m zmalał natomiast wzrósł udział ptaków wykazujących reakcje w odległości 10-30m. Wśród gęsi zmalał udział ptaków wykazujących reakcję w odległości 30-50m. Udział kormoranów wykazujących reakcję w odległości 0-10m wyraźnie zmalał, natomiast wzrósł udział ptaków wykazujących reakcję w odległości 10-30m i 30-50m. Szpaki nie odznaczyły się zmiennością wykazywanej reakcji w poszczególnych klasach odległości na przestrzeni dwóch sezonów, może to wynikać z znacznych różnic w liczebności obserwowanych osobników w poszczególnych latach. Wśród przelotów śmieszki zanotowana spadek udziału ptaków wykazujących reakcję w odległości 30-50m, natomiast wzrost w odległości 50-100m i >100m. Udział łabędzi wykazujących reakcję z bliskiej odległości zmniejszył się. Bocian biały nie odznaczyły się zmiennością wykazywanej reakcji w poszczególnych klasach odległości na przestrzeni dwóch sezonów. Czaple odznaczyły się zmiennością wykazywanej reakcji w klasach odległości 10-30m.

Tab. 4.9. Zmiana udziału procentowego liczebności gatunków kluczowych wykazujących poszczególne typy reakcji pomiędzy 2018 a 2019 rokiem. Znaczące zmiany udziałów procentowych w latach 2018 i 2019 zaznaczono kolorem czerwonym.

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X
1	Bataliony	<i>Philomachus pugnax</i>	-18.85%	39.23%	-4.41%	-3.80%	-1.57%	-10.60%
2	Gęsi	<i>Anser sp.</i>	0.13%	-2.35%	-7.60%	-0.10%	-1.09%	11.02%
3	Kormorany	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-15.58%	13.95%	5.49%	1.58%	0.67%	-6.10%
4	Szpaki	<i>Sturnus vulgaris</i>	-5.72%	-5.96%	-0.35%	-0.13%	-0.04%	12.20%
5	Śmieszki	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-2.04%	-1.53%	-15.63%	0.11%	1.56%	17.53%
6	Łabędzie	<i>Cygnus sp</i>	-8.26%	1.15%	5.94%	-9.93%	-7.31%	18.41%
7	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	-2.15%	-1.73%	4.48%	-1.08%	-1.08%	1.56%
8	Czaple	<i>Ardea sp</i>	2.27%	-18.56%	-3.20%	2.25%	0.00%	17.24%

Tab. 4.10. Zestawienie liczebności poszczególnych gatunków w szacowanych klasach odległości, u których wystąpiła reakcja względem linii

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018							2019						
			0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma	0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma
1	Batalion	<i>Philomachus pugnax</i>	3283	2961	1642	898	231	5082	14097	1766	23944	2876	1021	27	10118	39752
2	Bernikla białolica	<i>Branta leucopsis</i>						2	2							0
3	Bielik	<i>Haliaeetus albicilla</i>	1		3			19	23	3	43	1			15	62
4	Błotniak stawowy	<i>Circus aeruginosus</i>						2	2						5	5
5	Błotniak zbożowy	<i>Circus cyaneus</i>							0						1	1
6	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	2	3		1	1	86	93		1	3			63	67
7	Bogatka	<i>Parus major</i>							0						45	45
8	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>		3				74	77						704	704
9	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	9	25	14			128	176	1	10	7			134	152
10	Czapla biała	<i>Ardea alba</i>			1			32	33		1				31	32
11	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>	1	22	6			29	58	3	4	4	2		44	57
12	Czyż	<i>Spinus spinus</i>							0	30					671	701
13	Dudek	<i>Upupa epops</i>						2	2							0
14	Dymówka	<i>Hirundo rustica</i>	5					73	78							0

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018							2019						
			0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma	0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma
15	Dzięcioł duży	<i>Dendrocopos major</i>						1	1							0
16	Dzięcioł zielony	<i>Picus viridis</i>						1	1							0
17	Dzwoniec	<i>Chloris chloris</i>							0						3	3
18	Gawron	<i>Corvus frugilegus</i>						47	47	418	3	12			286	719
19	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>	5	9	8	1		48	71	3	32	18			163	216
20	Gęgawa	<i>Anser anser</i>	36	2	16			362	416		9		9		182	200
21	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>		25	29		22	319	395		119	106	204		3311	3740
22	Gęś białoczelna / Gęś zbożowa	<i>Anser sp.</i>	40					933	973						290	290
23	Gęś zbożowa	<i>Anser fabalis</i>			34			456	490				9		1091	1100
24	Gil	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>							0						8	8
25	Gołąb domowy	<i>Columba livia domestica</i>	9					15	24							0
26	Grzywacz	<i>Columba palumbus</i>	4		2		2	57	65	1	1	1	3		263	269
27	Jastrząb	<i>Accipiter gentilis</i>							0						1	1
28	Kawka	<i>Corvus monedula</i>	11					8	19	37					39	76
29	Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	134	54	37	36	7	489	757	52	516	254	155	39	1432	2448
30	Krakwa	<i>Anas strepera</i>							0	1						1
31	Krogulec	<i>Accipiter nisus</i>						2	2						3	3
32	Kruk	<i>Corvus corax</i>	1	2				36	39	7	3				64	74
33	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	1	5	8		4	9	27		5				20	25
34	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	33	12	31	2		124	202	1	82	19	5		289	396
35	Kulik wielki	<i>Numenius arquata</i>							0						5	5
36	Kwiczół	<i>Turdus pilaris</i>						4	4		90				73	163
37	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>	4	4	3	25		21	57		15		5		36	56
38	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	52	60	12	17	22	81	244	18	24	19	2		55	118
39	Makolągwa	<i>Carduelis cannabina</i>						13	13							0
40	Mewa siwa	<i>Larus canus</i>							0		4		1		48	53
41	Mewa srebrzysta	<i>Larus argentatus</i>	3	27	2			66	98	1	16	22			59	98
42	Myszołów	<i>Buteo buteo</i>	2	36				18	56	2	2				13	17

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	2018							2019						
			0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma	0-10	10-30	30-50	50-100	>100	X	Suma
43	Nieoznaczona gęś	<i>Anser sp.</i>		795	1793	652	202	14864	18306	40	4	14	24		2619	2701
44	Nieoznaczona kaczka	<i>Anas sp.</i>	21	16	20	3		342	402	60					714	774
45	Nieoznaczone siewkowce	<i>Charadriiformes</i>	60	60	41	4		236	401	37	42				250	329
46	Nieoznaczony drozd	<i>Turdus sp.</i>							0						21	21
47	Nieoznaczony wróblowy	<i>Passeriformes sp.</i>	20	3				157	180		17				14	31
48	Nurogęś	<i>Mergus merganser</i>	1	2		30	1	13	47		2			8	10	
49	Oknówka	<i>Delichon urbicum</i>						4	4							0
50	Piskliwiec	<i>Actitis hypoleucos</i>						1	1							0
51	Pliszka siwa	<i>Motacilla alba</i>						13	13			1		3	4	
52	Płaskonos	<i>Anas clypeata</i>							0			2		16	18	
53	Potrzos	<i>Emberiza schoeniclus</i>							0					1	1	
54	Pustułka	<i>Falco tinnunculus</i>						1	1							0
55	Rożeniec	<i>Anas acuta</i>						90	90		31	51		216	298	
56	Rybitwa wielkodzioba	<i>Hydroprogne caspia</i>						6	6							0
57	Rybołów	<i>Pandion haliaetus</i>						2	2							0
58	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>			1	1	6	2	10		1			16	17	
59	Sójka	<i>Garrulus glandarius</i>						2	2					2	2	
60	Sroka	<i>Pica pica</i>		1				42	43	1	1			16	18	
61	Szczygieł	<i>Carduelis carduelis</i>						12	12							0
62	Szpak	<i>Sturnus vulgaris</i>	7084	7510	1176	55	15	26982	42822	185	198	41		1286	1710	
63	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	380	1301	1917	223	4	5059	8884	356	2085	946	417	255	11841	15900
64	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>							0					1	1	
65	Świstun	<i>Anas penelope</i>						12	12					13	13	
66	Wrona siwa	<i>Corvus corone</i>	5	3	13	1		76	98	97	15			189	301	
67	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>							0					8	8	
68	Żuraw	<i>Grus grus</i>			4			307	311		1		3	499	503	
Suma			11207	12941	6813	1949	517	56862	90289	3120	27321	4397	1860	321	37298	74317

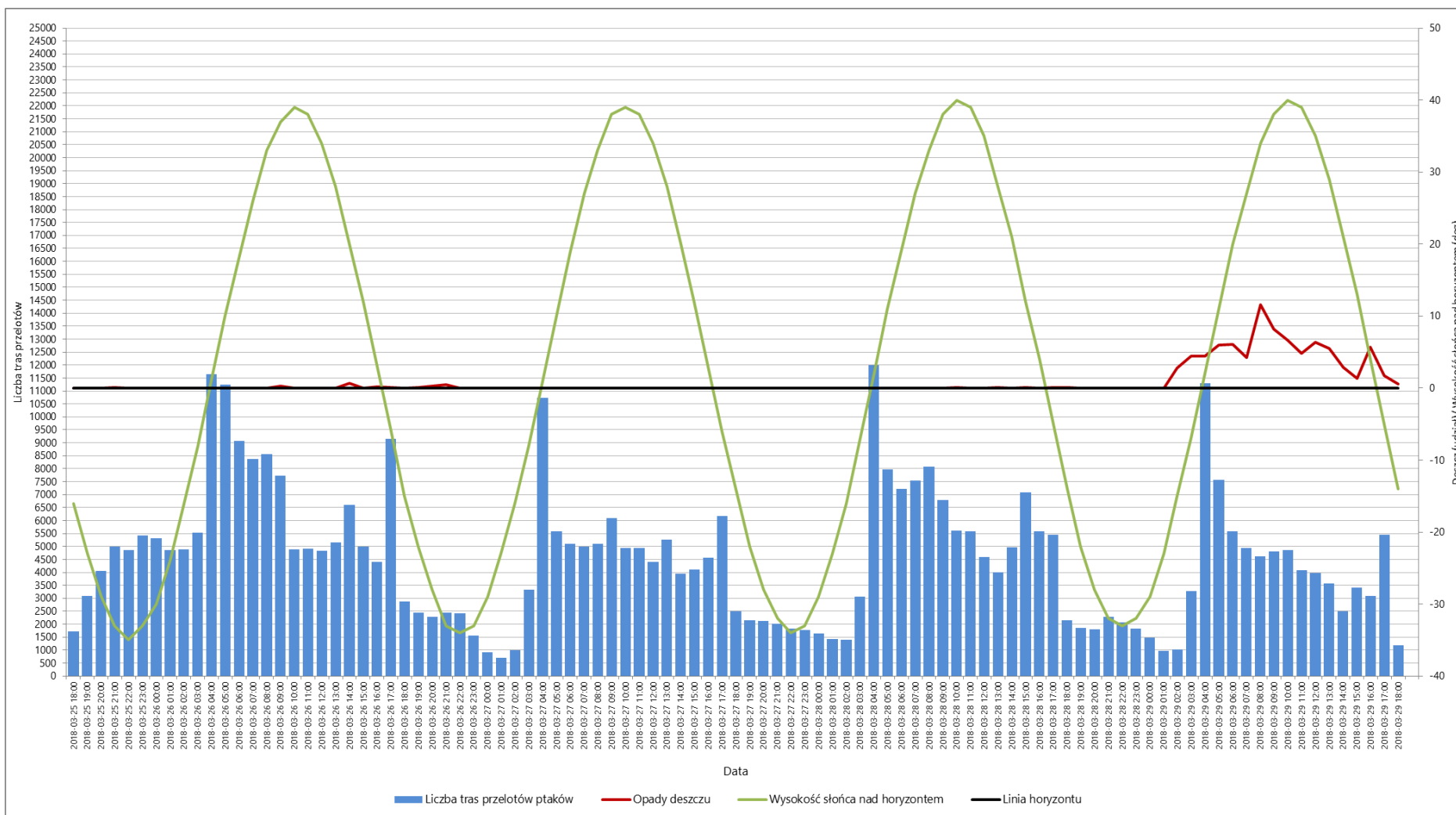
4.5. Liczba tras oraz wysokość przelotów zarejestrowana przez radar ornitologiczny

łącznie w trakcie pierwszej sesji pomiarowej w 2018 roku radar ornitologiczny zarejestrował 444 244 tras przelotów ptaków (Rys. 4.8). Maksymalne natężenie tras przelotów ptaków w tej sesji zarejestrowano dnia 2018.03.28 w godzinach 04:00-5:00 (UTC) i wyniosło 2,7% (n = 12 002) wszystkich zarejestrowanych tras przelotów ptaków. Najwyższe natężenie przelotów ptaków, rozpoczynało się tuż ze wschodem słońca i stopniowo malało w ciągu dnia. W nocy radar rejestrował niewielką aktywność ptaków. Podczas drugiej sesji pomiarowej w 2018 zarejestrowano 434 337 tras przelotów ptaków (Rys. 4.9). Maksymalne natężenie tras przelotów ptaków w tej sesji zarejestrowano 2018.04.14 w godzinach 04:00-5:00 (UTC) – 1,9% (n = 8 410) wszystkich zarejestrowanych tras przelotów. Najwyższe aktywności ptaków zawsze rejestrowano tuż ze wschodem słońca. Nocne migracje zarejestrowane w ciągu drugiej sesji pomiarowej w 2018 r. odznaczyły się niską aktywnością.

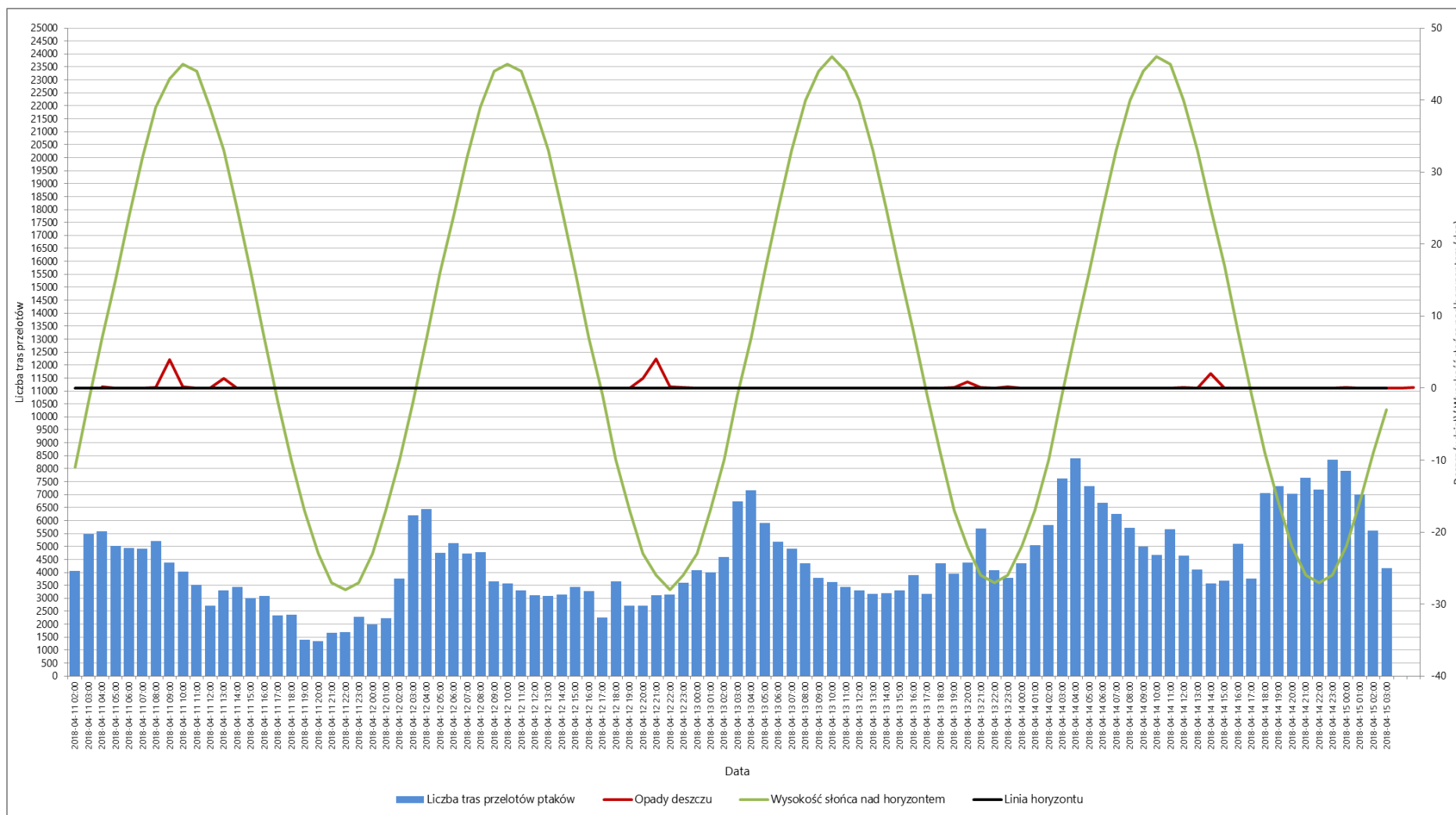
łącznie w trakcie pierwszej sesji pomiarowej w 2019 roku radar ornitologiczny zarejestrował 484 460 tras przelotów ptaków (Rys. 4.11). Maksymalne natężenie tras przelotów ptaków w tej sesji zarejestrowano dnia 2018.03.18 w godzinach 07:00-8:00 (UTC) i wyniosło 3,5% (n = 16 958) wszystkich zarejestrowanych tras przelotów ptaków. Najwyższe natężenie przelotów ptaków, rozpoczynało się tuż ze wschodem słońca i stopniowo malało w ciągu dnia. W nocy radar rejestrował niewielką aktywność ptaków. Podczas drugiej sesji pomiarowej w 2019 zarejestrowano 790 512 tras przelotów ptaków (Rys. 4.12). Maksymalne natężenie tras przelotów ptaków w tej sesji zarejestrowano 2018.04.07 w godzinach 04:00-5:00 (UTC) – 3,0% (n = 23 601) wszystkich zarejestrowanych tras przelotów. Najwyższe aktywności ptaków zawsze rejestrowano tuż ze wschodem słońca. Nocne migracje zarejestrowane w ciągu drugiej sesji pomiarowej odznaczyły się niską aktywnością z wyjątkiem ostatniej nocy, gdzie zarejestrowano wysoką liczebność tras przelotów.

Na wykresach MTR zobrazowano zmienność wysokości przelotu ptaków w poszczególnych strefach wysokości, zarejestrowanych przez radar w sezonie 2018 przed zamontowaniem znaczników ostrzegawczych (Rys. 4.10) i po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych w sezonie 2019 (Rys. 4.13). W trakcie pierwszego sezonu maksymalna liczba tras przelotów została stwierdzona na wysokości 30 m (n = 414, 2,4%), natomiast maksymalna godzinowa liczba przelotów została stwierdzona na wysokości 22m (n=35), dnia 2018.04.13 o godzinie 5:00. Najwyższe stwierdzenia przelotów w strefie pomiędzy liniami były stwierdzane dnia

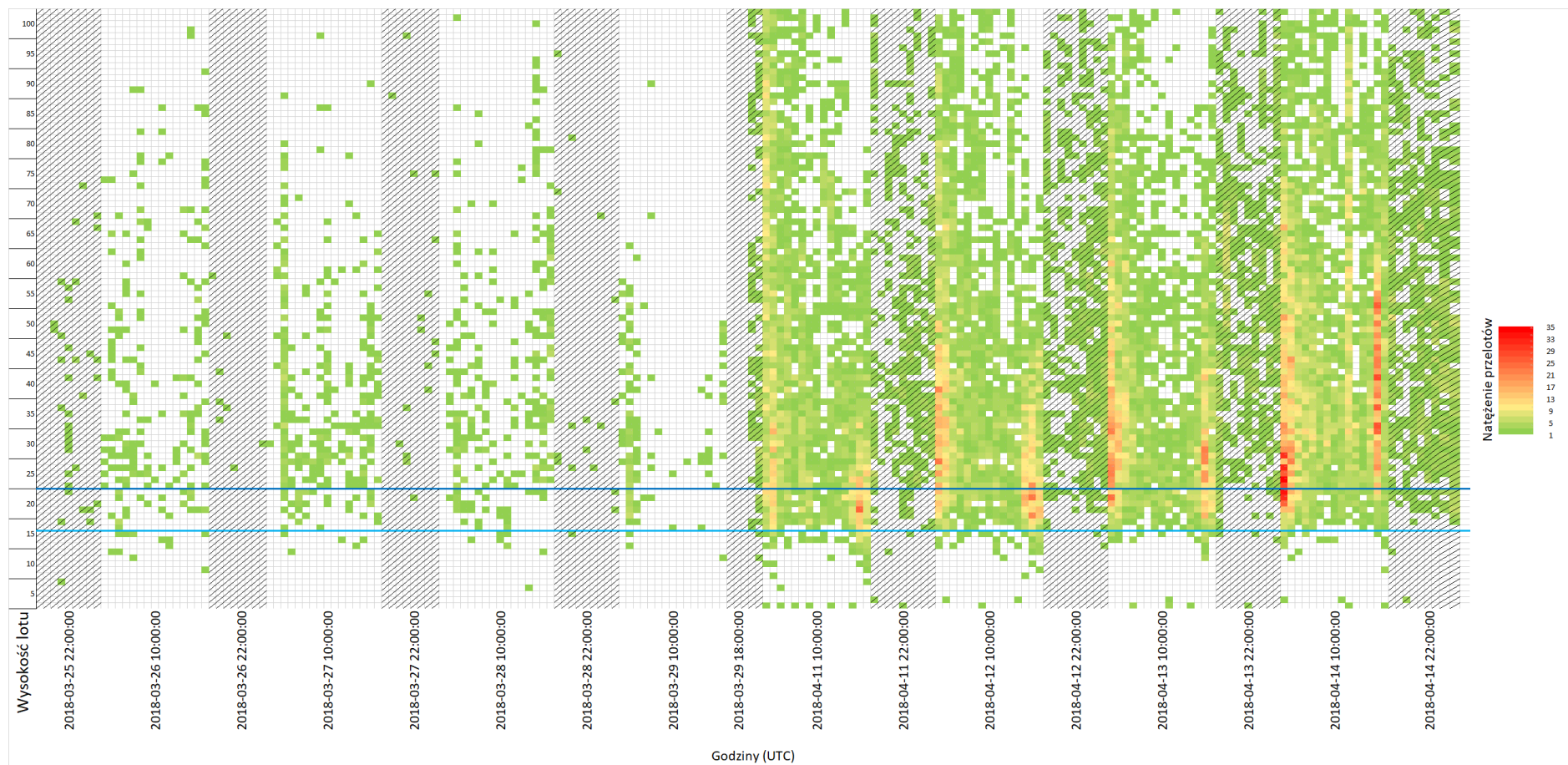
2018.04.11 16:00 (n = 24), 2018.04.12 16:00 (n = 22), 2018.04.12 3:00 (n = 23), 2019.04.14 3:00 (n = 33). W trakcie drugiego sezonu maksymalna liczba tras przelotów została stwierdzona na wysokości 29 m (n = 1887, 2,1%), maksymalna godzinowa liczba przelotów została stwierdzona na wysokości 21m (n = 180), dnia 2019.04.04 o godzinie 4:00. Najwyższe stwierdzenia przelotów w strefie pomiędzy liniami były stwierdzane dnia 2019.04.03 00:00 (n = 110), 2019.04.06 01:00 (n = 157). Zebrane dane wykazały zmienność dobową w preferowanej wysokości, na jakiej poruszały się ptaki. Wpływ znaczników ostrzegawczych na przelot ptaków był wyraźny. W kolejnym sezonie badawczym, zmniejszył się udział przelotów ptaków przez linię (strefa B) oraz zwiększyła się wysokość przelotu ptaków względem linii odgromowej. W obu sezonach wysokości nocnych przelotów były rejestrowane na wyższych pułapach, powyżej linii energetycznej.



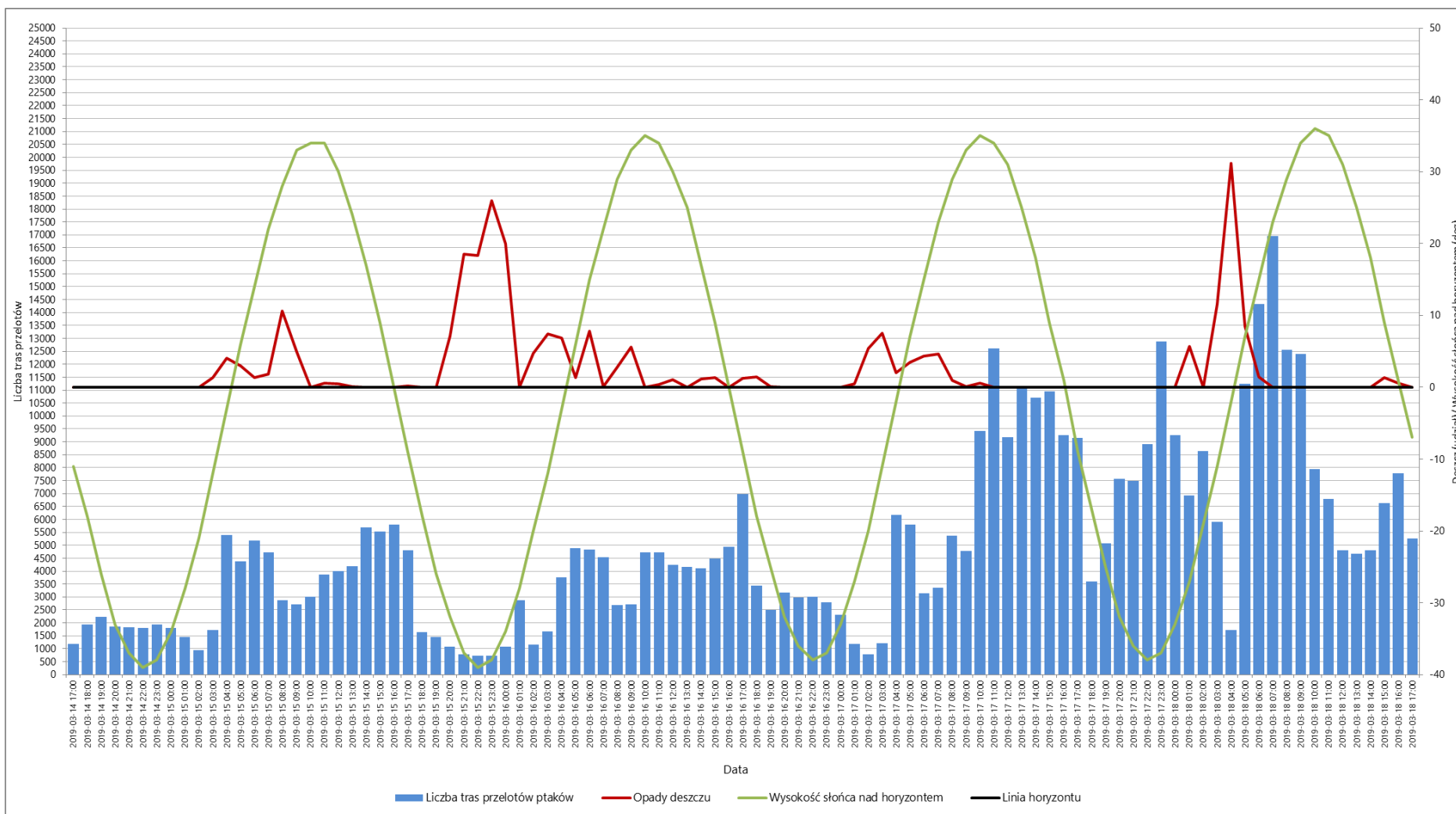
Rys. 4.8 Liczba tras przelotów ptaków zarejestrowanych podczas pierwszej sesji pomiarowej w 2018 roku. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)



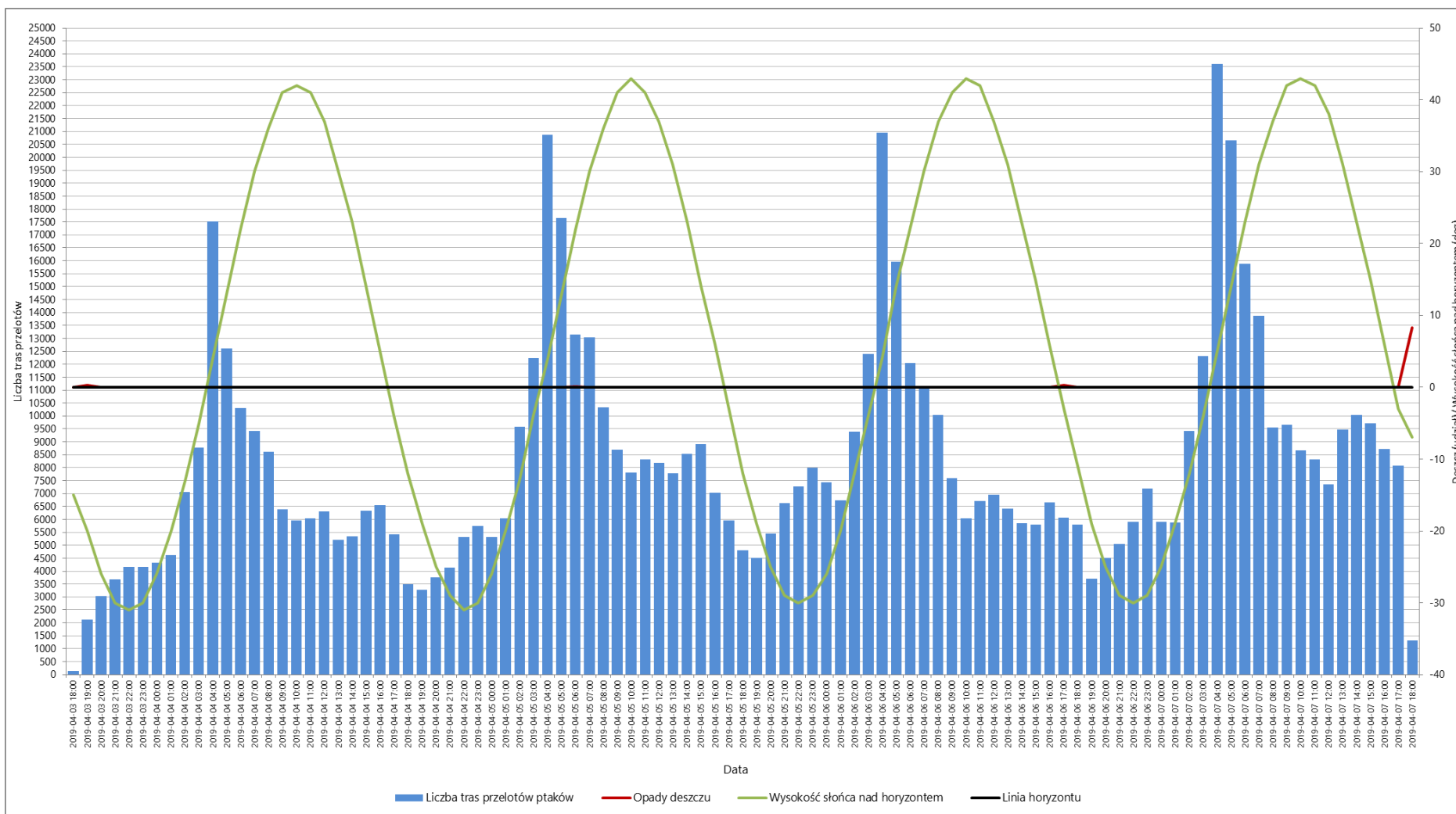
Rys. 4.9 Liczba tras przelotów ptaków zarejestrowanych podczas drugiej sesji pomiarowej w 2018 roku. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowy)



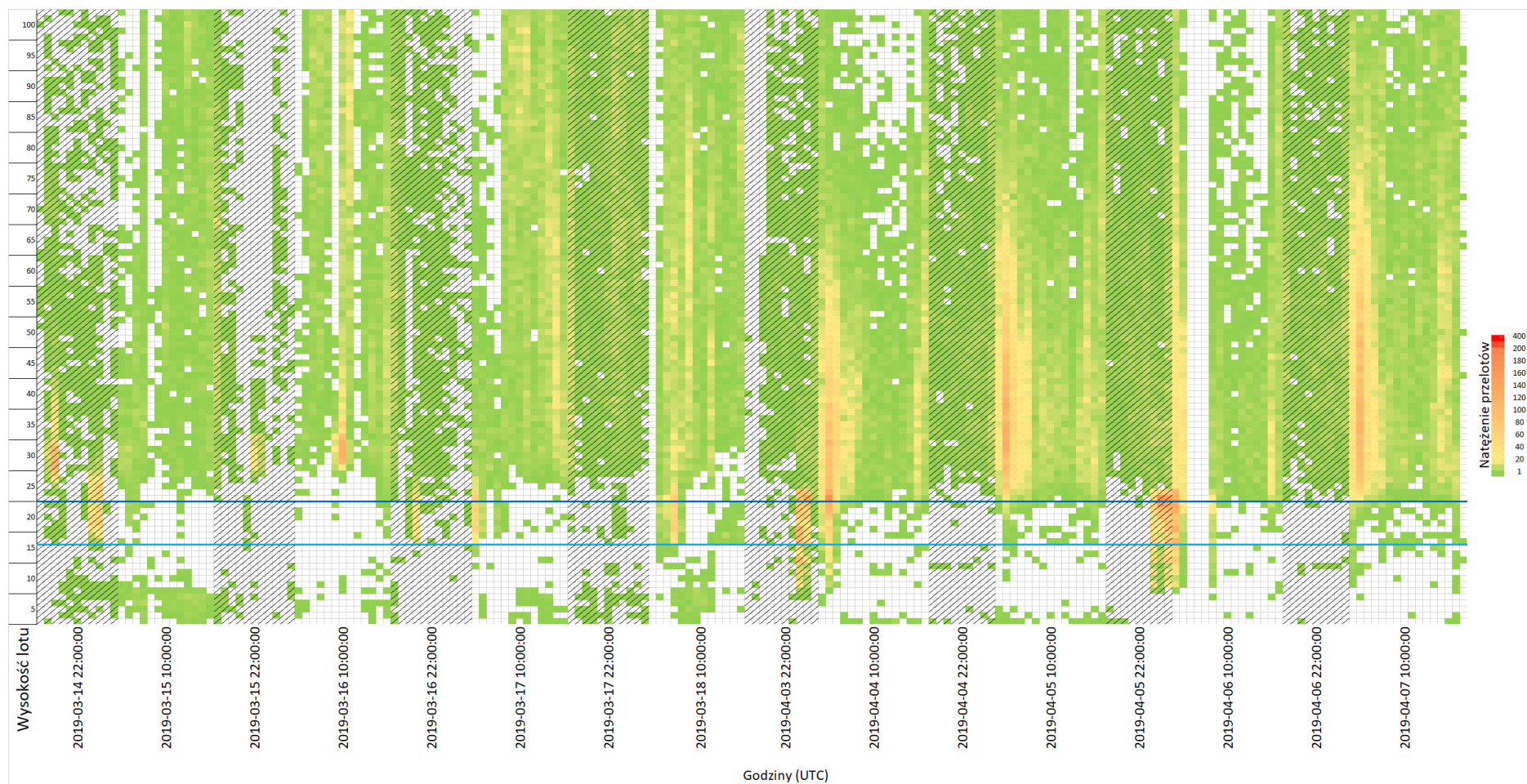
Rys. 4.10 Liczba tras przelotów ptaków w klasach wysokości na godzinę obserwacji i 500 m transektu pomiarowego (MTR500m). Sezon 2018 roku. Ciemno niebieską linią oznaczono średnią wysokość linii odgromowej, jasno niebieską średnią wysokość dolnych linii fazowych, kreskowane pole symbolizuje godziny nocne. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)



Rys. 4.11 Liczba tras przelotów ptaków zarejestrowanych podczas pierwszej sesji pomiarowej w 2019 roku. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)



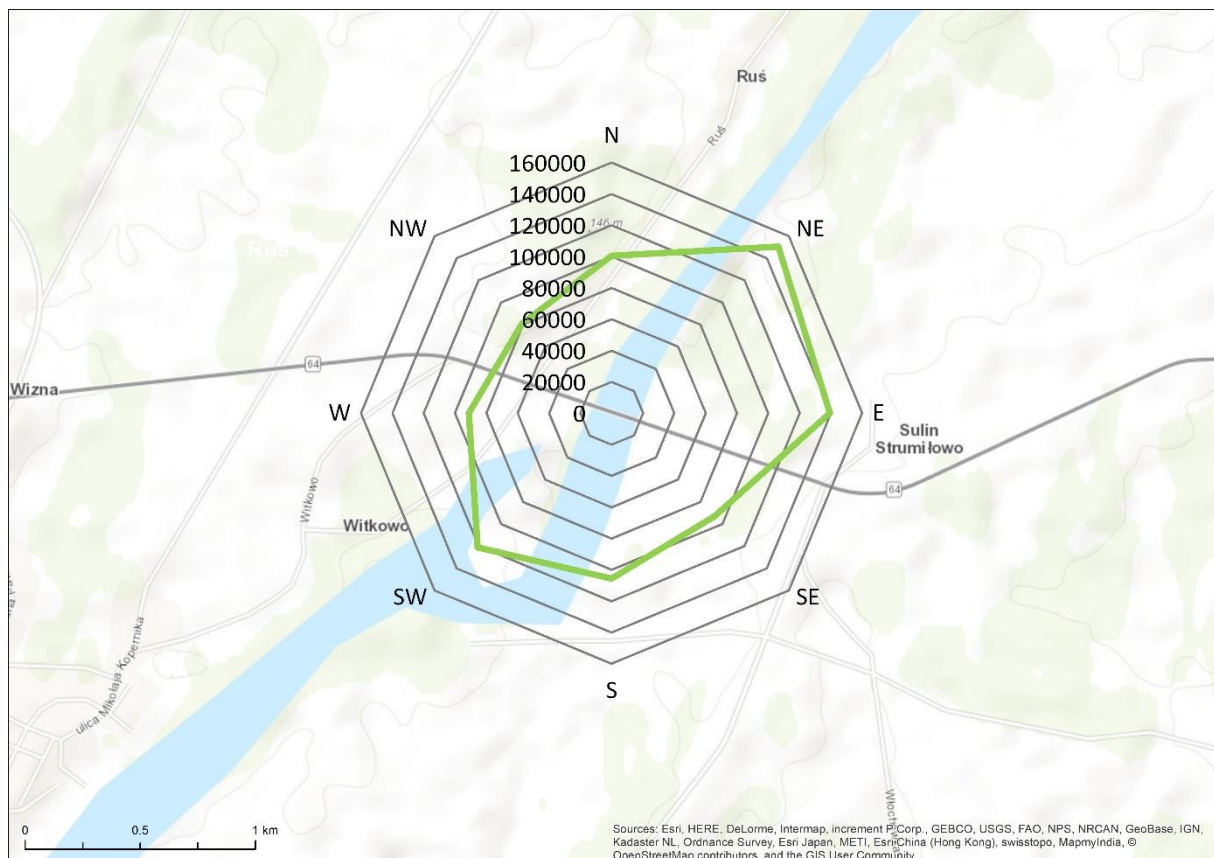
Rys. 4.12 Liczba tras przelotów ptaków zarejestrowanych podczas drugiej sesji pomiarowej w 2019 roku. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)



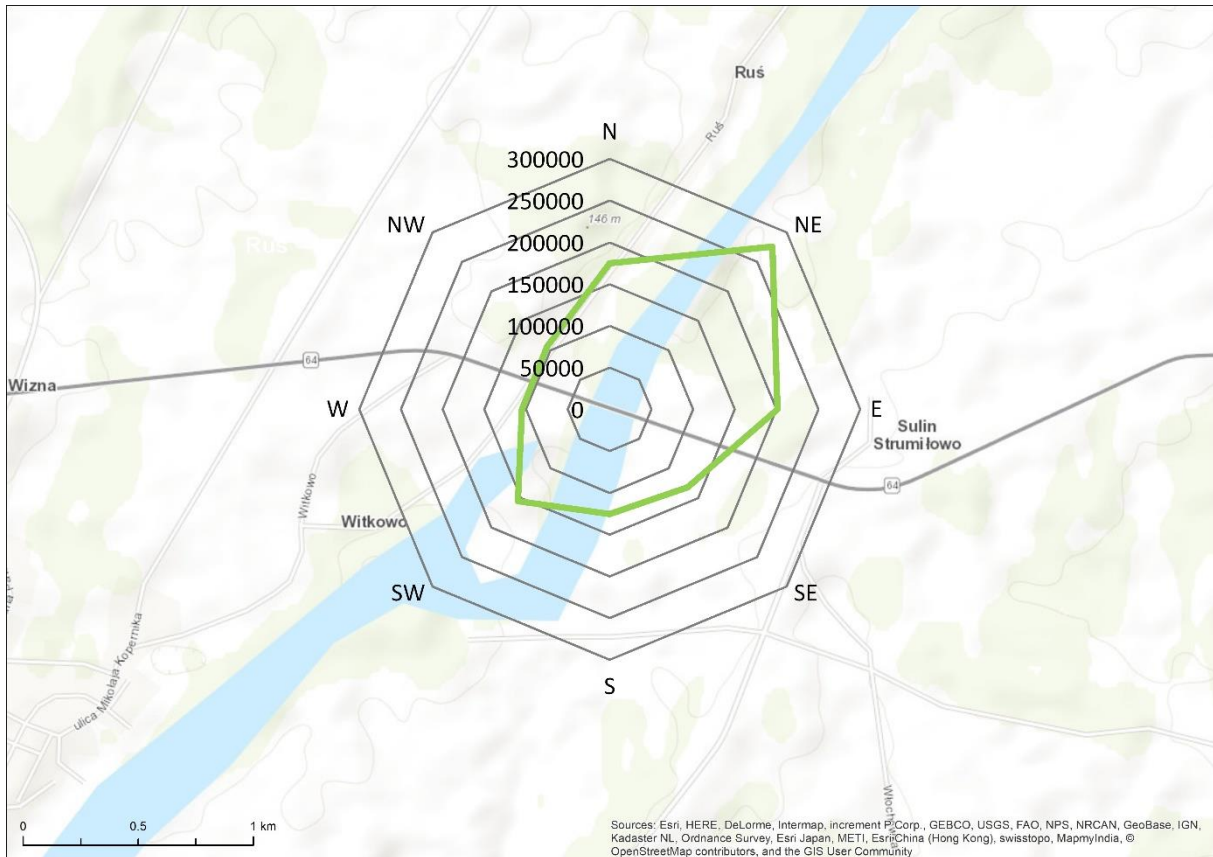
Rys. 4.13 Liczba tras przelotów ptaków w klasach wysokości na godzinę obserwacji i 500m transektu pomiarowego (MTR500m). Sezon 2019. Ciemno niebieską linią oznaczono średnią wysokość linii odgromowej, jasno niebieską średnią wysokość dolnych linii fazowych j, kreskowane pole symbolizuje godziny nocne. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)

4.6. Kierunki przelotów

Dominujące kierunki przelotów ptaków nad badanym obszarem były zgodne z układem przestrzennym doliny Narwi: północny-wschód i południowy zachód. W sezonie 2018 dominującymi kierunkami wszystkich ptaków zarejestrowanych przez radar ornitologiczny w obu sesjach pomiarowych były kierunek północno-wschodni – 17,1%, oraz wschodni – 15,8%. Kierunek południowo-zachodni wykazało 13,7% wszystkich zarejestrowanych ptaków, południowy – 12%, północny – 11,4%, południowo-wschodni – 10,5%, północno-zachodni – 9,2%, zachodni – 10,4% (Rys. 4.14). W sezonie 2019 dominującymi kierunkami wszystkich ptaków zarejestrowanych przez radar ornitologiczny w obu sesjach pomiarowych były kierunek północno-wschodni – 21,6%, oraz wschodni – 15,8%. Kierunek południowo-zachodni wykazało 12,2% wszystkich zarejestrowanych ptaków, południowy – 9,8%, północny – 13,7%, południowo-wschodni – 10,3%, północno-zachodni – 8,3%, zachodni – 8,2% (Rys. 4.15).



Rys. 4.14. Kierunki przelotów ptaków zarejestrowane w 2018 roku



Rys. 4.15 Kierunki przelotów ptaków zarejestrowane w 2019 roku

4.7. Akustyczne rejestracje

Łącznie podczas nocnych rejestracji akustycznych stwierdzono 32 gatunki ptaków. Wśród dominujących gatunków z udziałem powyżej 5% w całym zgrupowaniu, zarejestrowano: krzyżówkę *Anas platyrhynchos* 39,5%, krwawodziób *Tringa totanus* 16,0%, łyska *Fulica atra* 12,6%, czajka *Vanellus vanellus* 7,5%. Dane radarowe dotyczące nocnych przelotów ptaków nie wykazały występowania intensywnych migracji nocnych. Potwierdziły to nasłuchy akustyczne, podczas których zarejestrowano odgłosy należące głównie do ptaków wodno-błotnych o niskiej liczbie stwierdzeń. Wskazuje to, że część odgłosów należała do ptaków przemieszczających się lokalnie. W sezonie 2019 analiza MTR wykazały wyższe natężenia przelotów w strefie pomiędzy liniami w godzinach nocnych, dane akustyczne wskazują, że aktywność tych ptaków dotyczy gatunków wodno-błotnych głównie łyski oraz krzyżówki.

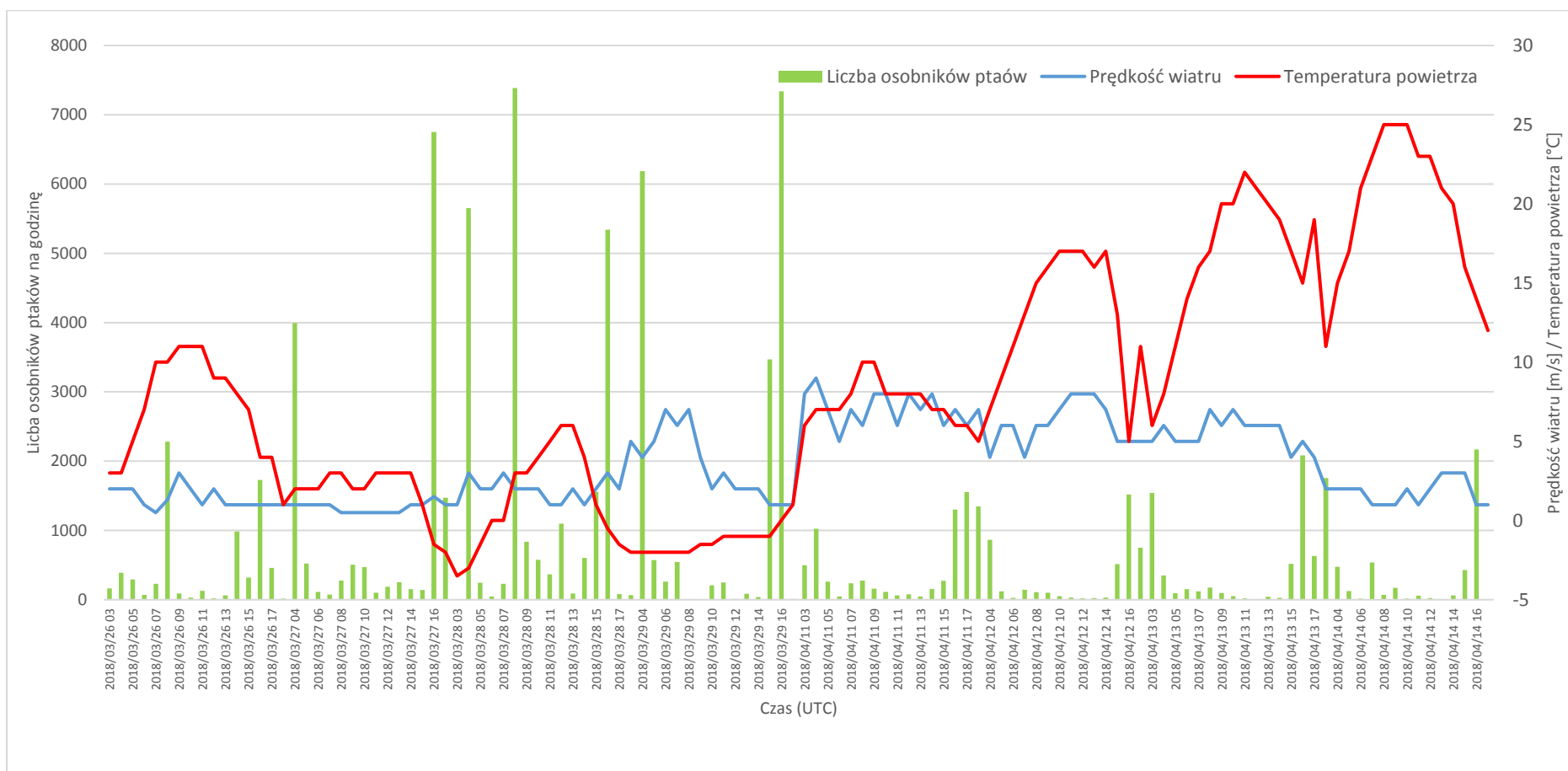
Tab. 4.11. Skład gatunkowy oraz liczba stwierdzeń ptaków zarejestrowanych podczas nocnych nasłuchów audio

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Sezon		Suma	Udział
			2018	2019		
1	Bocian biały	<i>Ciconia ciconia</i>	1	2	3	0.4%
2	Brodzic piskliwy	<i>Actitis hypoleucos</i>	2	3	5	0.6%

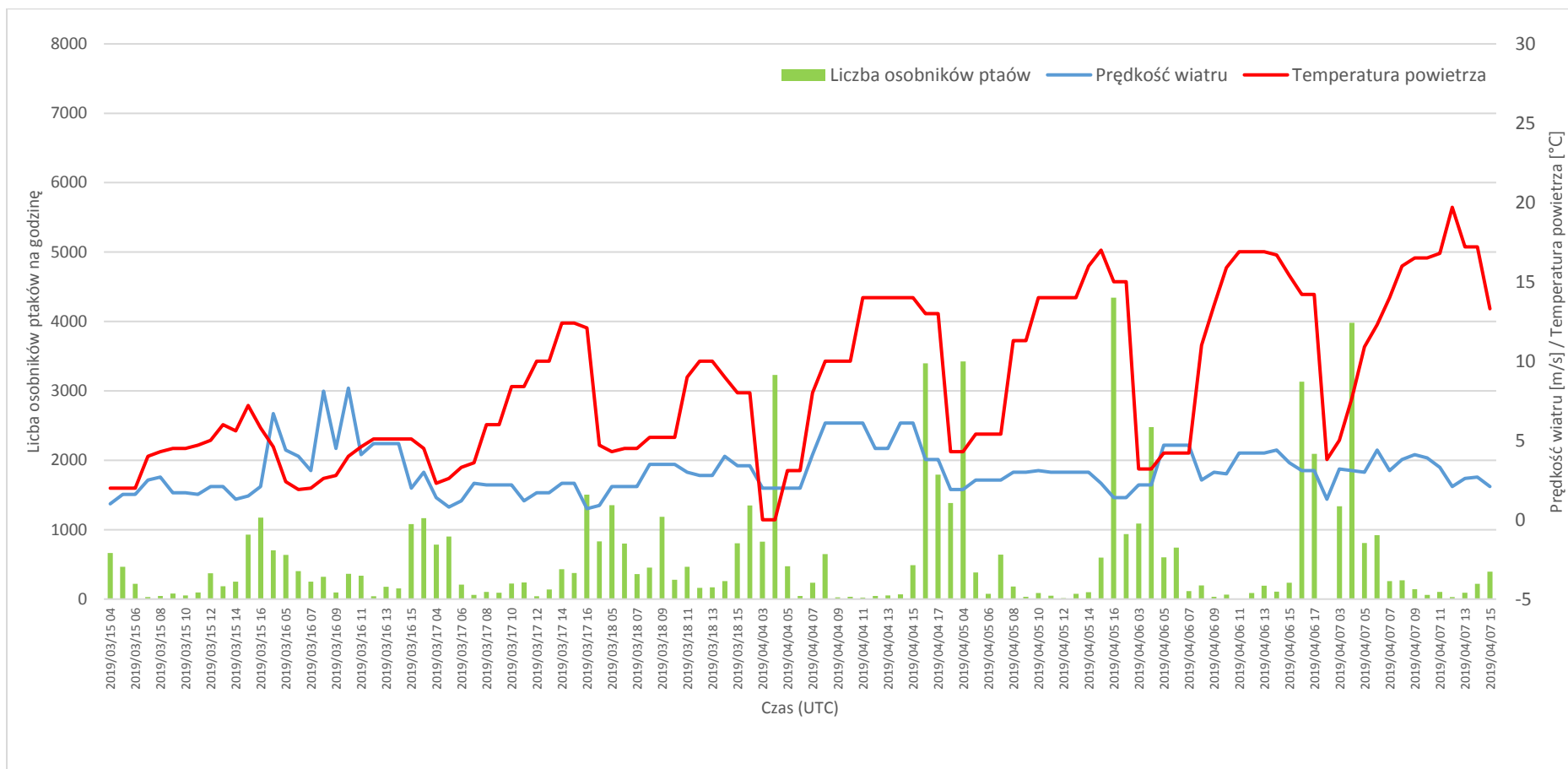
Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Sezon		Suma	Udział
			2018	2019		
3	Cyraneczka	<i>Anas crecca</i>	10	19	29	3.5%
4	Cyranka	<i>Anas querquedula</i>	1	1	2	0.2%
5	Czajka	<i>Vanellus vanellus</i>	60	2	62	7.5%
6	Czapla siwa	<i>Ardea cinerea</i>	5	4	9	1.1%
7	Drozdzik	<i>Turdus iliacus</i>	5	3	8	1.0%
8	Gągoł	<i>Bucephala clangula</i>	2	-	2	0.2%
9	Gęgawa	<i>Anser anser</i>	10	2	12	1.5%
10	Gęś białoczelna	<i>Anser albifrons</i>	33	14	47	5.7%
11	Gęś białoczelna / gęgawa	<i>Anser albifrons / Anser anser</i>	1	-	1	0.1%
12	Gęś białoczelna / zbożowa	<i>Anser albifrons / fabalis</i>	-	1	1	0.1%
13	Gęś zbożowa / tundrowa	<i>Anser fabalis / serrirostris</i>	14	10	24	2.9%
14	Kokoszka	<i>Gallinula chloropus</i>	16	3	19	2.3%
15	Kos	<i>Turdus merula</i>	2	-	2	0.2%
16	Kropiatka	<i>Porzana porzana</i>	9	3	12	1.5%
17	Krwawodziób	<i>Tringa totanus</i>	78	54	132	16.0%
18	Krzyżówka	<i>Anas platyrhynchos</i>	187	56	243	29.5%
19	Łabędź krzykliwy	<i>Cygnus cygnus</i>	2	-	2	0.2%
20	Łabędź niemy	<i>Cygnus olor</i>	3	-	3	0.4%
21	Łyska	<i>Fulica atra</i>	61	43	104	12.6%
22	Perkozek	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	2	-	2	0.2%
23	Pięgża	<i>Sylvia curruca</i>	1	-	1	0.1%
24	Pójdźka	<i>Athene noctua</i>	1	-	1	0.1%
25	Puszczyk	<i>Strix aluco</i>	-	1	1	0.1%
26	Rycyk	<i>Limosa limosa</i>	1	-	1	0.1%
27	Skowronek	<i>Alauda arvensis</i>	1	1	2	0.2%
28	Słonka	<i>Scolopax rusticola</i>	2	-	2	0.2%
29	Śmieszka	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	9	1	10	1.2%
30	Śpiewak	<i>Turdus philomelos</i>	8	5	13	1.6%
31	Świergotek łąkowy	<i>Anthus pratensis</i>	2	1	3	0.4%
32	Świstun	<i>Anas penelope</i>	21	8	29	3.5%
33	Wodnik	<i>Rallus aquaticus</i>	7	8	15	1.8%
34	Zięba	<i>Fringilla coelebs</i>	4	2	6	0.7%
35	Żuraw	<i>Grus grus</i>	7	8	15	1.8%
Suma			568	255	823	100%

4.8. Wpływ warunków pogodowych na zachowanie ptaków

W obu sezonach badawczych warunki pogodowe były podobne. Nie wykazano istotnego wpływu warunków pogodowych na zachowanie ptaków względem linii oraz liczbę tras przelotów ptaków (Rys. 16 i Rys. 17). Analiza stopnia widoczności rejestrowanej przez obserwatora oraz luxometr, względem rodzaju wykazywanej reakcji ptaków oraz jej odległości, a także wysokości przelotu nie wykazała istotnych zależności.



Rys. 4.16 Liczba tras przelotów ptaków w porze dziennej zarejestrowanych podczas pierwszej sesji pomiarowej w 2018 roku na tle warunków pogodowych. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)



Rys. 4.17 Liczba tras przelotów ptaków w porze dziennej zarejestrowanych podczas pierwszej sesji pomiarowej w 2019 roku na tel warunków pogodowych. Czas UTC (Uniwersalny czas koordynowany)

5. Dyskusja

Przeprowadzone badania są uzupełnieniem luki w polskiej literaturze ornitologicznej, w której odczuwalny jest brak opracowań omawianego zagadnienia (Kustusch et al. 2013). Zastosowanie radaru ornitologicznego w tego typu badaniach w Polsce zostało wykorzystane po raz pierwszy. Tymczasem w literaturze światowej metoda ta jest wskazywana, jako jedno z innowacyjnych podejść do uzupełnienia wiedzy na temat behawioru ptaków względem linii energetycznych (Bernardino et al. 2018). Metoda badań polegała na połączeniu obserwacji klasycznych prowadzonych przez ornitologa oraz pomiarów za pomocą radaru ornitologicznego. Pozwoliło to na jednoczesne wykorzystanie precyzji radaru oraz wiedzy obserwatorów. Radar ornitologiczny umożliwił dokładne wyznaczenie tras przelotu ptaków w przestrzeni oraz ich wysokości zwłaszcza w godzinach nocnych, kiedy prowadzenie klasycznych obserwacji przez ornitologia nie było praktycznie możliwe. Podczas prowadzonych obserwacji klasycznych, system radarowy o wiele szybciej i ze znacznych odległości wykrywał przemieszczające się ptaki niż obserwator. Dzięki temu ornitolog, na podstawie obrazu komputerowego, mógł przewidywać, kiedy i w jakim miejscu pojawią się dane ptaki. Reakcję, odległość jej wykazania, wysokość przelotu nad linią określał obserwator. Pomimo panującej zazwyczaj dobrej widoczności z punktu obserwacyjnego, dane te mogą być ograniczone, zwłaszcza dla ptaków przemieszczających się od strony zachodniej, gdzie ornitolog miał ograniczone pole widzenia z powodu mostu i krzewów. Badania przeprowadzono w dwóch kolejnych sezonach, przed założeniem znaczników ostrzegawczych typu FireFly, na linii energetycznej oraz po ich zamontowaniu.

Skład gatunkowy oraz liczebność ptaków na przestrzeni dwóch sezonów były typowe dla tego obszaru w tym okresie, co potwierdzają liczne badania przeprowadzone na tym terenie, (Nowakowski 2002, Świętochowski et al. 2010, Polakowski et al. 2011). Dominowały gatunki ptaków wróblowych oraz ptaków wodno-błotnych o wysokiej liczebności populacji (Kreiser et al. 2004). Gatunki wymienione w pierwszym załączniku Dyrektywy Ptasiej oraz w Polskiej Czerwonej Księdze, z wyjątkiem batalionów, stanowiły niewielki udział procentowy. Wysoka liczebność bataliona 14 097 osobników w sezonie 2018 i 39 752 os. w sezonie 2019 zarejestrowana w trakcie prowadzonych badań, świadczy o istotnym znaczeniu tego obszaru dla tego gatunku w skali międzynarodowej. Obserwowana liczba osobników jest zbliżona a nawet nieco wyższa niż wartość 1% dla populacji tego gatunku, przemieszczającej się z

zimowisk położonych w zachodniej Afryce do lęgówisk położonych w północnej Europie i zachodniej Syberii (całkowita populacja jest szacowana na 2 200 000 osobników; Westland International 2018).

Większość z zaobserwowanych gatunków miała tendencję do tworzenia stad. Gatunki stadne są generalnie uważane za bardziej wrażliwe na kolizje z przeszkodami antropogenicznymi niż pojedyncze ptaki (Drewitt & Langston 2008). Wynika to z tego, że wysokie zagęszczenia osobników wpływa na zmniejszenie przestrzeni do manewrowania wokół przeszkody.

W trakcie obserwacji dziennych, zanotowane wysokości przelotu ptaków względem linii przed zamontowaniem znaczników ostrzegawczych wykazały, że ponad 92% osobników stara się przekroczyć linię przelatując nad nią, w tym większość tuż nad linią. Po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych udział przelotów ptaków nad linią zwiększył się o 2% (94%). Natomiast obserwowano wyraźną różnicę w wysokości przelotu tuż nad linią, gdzie w kolejnym roku udział przelotów w bezpośredniej strefie nad linią zmalał znacząco. Wskazuje to, że ptaki dobrze widziały oznakowaną linię energetyczną. Dotyczyło to głównie gatunków przemieszczających się regularnie pomiędzy noclegowiskiem oraz żerowiskiem (szpak, batalion, śmieszka). Podczas długodystansowych lotów migracyjnych większość ptaków lata na wysokościach znacznie powyżej linii wysokiego napięcia (Gauthreaux, 1978, Newton 2010), co też obserwowano na badanej powierzchni w przypadku gęsi, żurawi, szponiastych czy bociana białego. Ptaki, które przelatywały pomiędzy poszczególnymi drutami oraz poniżej linii, zazwyczaj należały do gatunków synantropijnych, takich jak wrona siwa czy sroka. Wysokość nocnych migracji ptaków zarejestrowana przez radar, wskazuje na to, że ptaki lecą na wyższych pułapach. Zrozumiałym jest, że ptaki migrujące nocą lecą na dużych wysokościach po to, aby unikać przeszkód zarówno naturalnych jak i pochodzenia antropogenicznego (Newton 2010).

Rodzaj wykazywanej reakcji i odległość jej wystąpienia była zależna od cech poszczególnych gatunków oraz tendencji do tworzenia stad. W pierwszym roku badań zazwyczaj dominowała reakcja powolnego podniesienia z bliskiej odległości, pojawiająca się w odległości do 30 m przed linią. Zachowywały się tak przede wszystkim batalion, śmieszka oraz szpak, natomiast gęsi wykazywały reakcję z dalszej odległości. Po zamontowaniu znaczników ostrzegawczych również dominowała reakcja powolnego podniesienia z bliska, jednak udział tej reakcji wzrósł znacząco, natomiast zmalał udział reakcji nagłych, wykazywanych w bezpośredniej bliskości

linii energetycznej. Zmiany typu reakcji oraz ich odległości względem linii najlepiej były widoczne u bataliona i kormorana. Cechy takie jak budowa aparatu wzrokowego, masa ciała oraz powierzchnia skrzydeł wpływa na zwrotność gatunków (Kustuch et al. 2013). Dlatego też wskazuje się, że grupami najbardziej narażonymi na negatywny wpływ linii są dropie Otididae, żurawie Gruidae, bocianowe Ciconiformes, pelikany Pelicanidae, blaszkodziobe Anseriformes, chruściele Rallidae, sowy Strigiformes, ptaki szponiaste Accipitriformes, niektóre gatunki kurowatych Phasianidae oraz niektóre siewkowce Charadrii, w tym bekasowate Scolopacidae (Haas et al. 2005, Jenkins et al. 2010, Kustuch et al. 2013). Podczas prowadzonych badań potwierdzono powyższe zależności, na przykładzie gatunków należących do rodzaju łabędzi Cygnini (łabędź niemy, łabędź krzykliwy), u których przed zamontowaniem znaczników 28% obserwacji charakteryzowało się nagłą bliską reakcją względem linii, natomiast po zamontowaniu znaczników było to 17%. Niektóre badania dowodzą, że struktury pochodzenia antropogenicznego takie jak drogi (Schroeder 1977) oraz hałas generowany przez samochody poruszających się po tych drogach (Blokpoel & Hatch 1977) może zwiększać wpływ linii energetycznych na ptaki. Osobniki omijające takie przeszkody mogą znaleźć się na wysokości kolizyjnej. Inni autorzy z kolei sugerują, że ptaki unikają sąsiedztwa dróg, co wiąże się z potencjalną redukcją kolizji (Shaw et al. 2018). Podczas badań obserwowano ptaki omijające most na dużej wysokości, co wpływało na to, że znajdowały się poza strefą kolizji. Widywano również ptaki (batalion), które po ominięciu mostu opadały tuż nad wodę, a następnie zwiększały swój pułap lotu przed linią i przelatowały tuż nad nią.

Liczba tras przelotów zarejestrowana przez radar ornitologiczny zobrazowała dynamikę lotów ptaków w czasie. Zebrane dane wykazały wysoką aktywność przelotów w godzinach porannych oraz wieczornych. Nocne przeloty nie odznaczyły się dużym natężeniem. Co potwierdzają nagrania akustyczne, na których zarejestrowała się niewielka liczba głosów należących głównie do ptaków wodno-błotnych, które mogą należeć do ptaków przemieszczających się lokalnie. Kierunki przelotu przelotów dobowych, wskazują na dwa główne typy zachowania ptaków. Pierwszym są ptaki, które zatrzymały się w dolinie na postój podczas migracji i regularnie przemieszczały się o świcie i zmierzchu pomiędzy żerowiskiem a noclegowiskiem (szpak, batalion, śmieszka). Takie systematyczne, dobowe przemieszczanie, poprzez zwiększenie ekspozycji ptaków na linię energetyczną, może zwiększać ryzyko kolizji (Janss & Ferrer, 2000). Drugim typem przelotów były ruchy typowo migracyjne ptaków w

kierunku północnym-wschodnim. Odbywały się one głównie w godzinach nocnych, co ma związek z tym, że większość gatunków ptaków jest nocnymi migrantami (ptaki wróblowe) (Newton 2010). Rozkład przestrzenny przelotów ptaków zarejestrowany przez radar podczas obserwacji dziennych skupiał się w dolinie rzecznej w szczególności w jej zachodniej części – nad starorzeczem. Powiązane może to być z tym, że nad głównym nurtem rzeki most jest wyższy niż grobla, po której jest poprowadzona droga. Wpływ aktywności ludzkiej po obu stronach doliny jest podobny – na obu brzegach znajdują się budynki mieszkalne.

Powszechnie przyjmuje się, że niekorzystne warunki pogodowe mogą wpływać na zachowanie ptaków (Drewitt & Langston 2008). Gęsta mgła, kierunek i prędkość wiatru zmusza ptaki do obniżenia wysokości lotu (Bevanger 1994). Kolizje ptaków z przeszkodami pochodzenia antropogenicznego najczęściej występują właśnie przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych (Hüppop et al. 2016). Podczas obserwacji nie stwierdzono istotnego wpływu warunków atmosferycznych na rodzaj reakcję ptaków i jej odległość w stosunku linii energetycznej przed zamontowaniem znaczników ostrzegawczych oraz po ich zawieszeniu. Może to być powiązane z tym, że obserwator w trakcie takich warunków nie widział ptaków przelatujących nad linią, nie mógł określić rodzaju oraz odległości reakcji. Radar ornitologiczny w tym czasie rejestrował ruchy ptaków, jednak nie były one znaczne. Podczas złych warunków pogodowych ptaki są mało aktywne. Niektórzy autorzy również mówią o braku powiązania niekorzystnych warunków pogodowych i stopnia ryzyka kolizji ptaków z liniami energetycznymi (Bernardino et al. 2018).

Zamontowanie znaczników ostrzegawczych na wytypowanym odcinku linii energetycznej 110kV Białystok - Wizna wpłynęło na zwiększenie pułapu przelotów ptaków nad linią energetyczną, tym samym zwiększyły one widoczność linii, co za tym idzie poprawiło bezpieczeństwo przelatujących ptaków. Dane literaturowe mówią o różnej skuteczności znaczników różnego typu (Jenkins et al. 2010), jednak zawsze wpływają one na poprawę bezpieczeństwa ptaków. Analiza 21 linii energetycznych, na których zostały zamontowane znaczniki ostrzegawcze różnego typu, wykazała zmniejszenie kolizji ptaków o 55-94% (średnio 78%) (Barrientos 2011).

Lokalizacja napowietrznych linii energetycznych z założenia powinna przebiegać poza cennymi ptasimi siedliskami, takimi jak mokradła, duże rzeki, grzbiety górskie lub inne miejscach o dużym natężeniu ptaków migrujących (Faanes 1987, Harness & Carlton 2001). Założenie to

często nie jest realizowane. Dlatego też doskonalenie metod oceny wpływu linii energetycznych na ptaki z wykorzystaniem nowoczesnych technologii takich jak radar ornitologiczny, może mieć duży wpływ na bezpieczeństwo ptaków. Uzyskane dane w tego typu badaniach mogą być wykorzystywane do zaplanowania odpowiednich środków łagodzących, które będą stosowane w przypadku budowy nowych linii przesyłowych lub modernizacji już istniejących. Pomogłoby to firmom i władzom w dostosowaniu infrastruktury w sposób najbardziej przyjazny dla środowiska. Jednym z skutecznych rozwiązań, minimalizującym negatywny wpływ linii energetycznych na ptaki jest umieszczanie na przewodach odgromowych znaczników oraz barwienia lub powlekania mniej widocznych przewodów, zwiększających widoczność linii energetycznych (APLIC 2012).

6. Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały znaczny wpływ linii energetycznej na zachowanie ptaków w porze dziennej. Prawie połowa ptaków przelatujących wykazywała reakcje w stosunku do niej. Większość z nich rejestrowana była w niewielkiej odległości od badanego obiektu. Gatunkami najbardziej narażonymi na działanie linii energetycznej były duże i mało zwrotne ptaki tj. łabędzie, u których duża liczba przelotów w pobliżu linii kończyła się zawróceniem lub groźną sytuacją przejścia przez nią. Niektóre ze stadnych i mobilnych gatunków takich jak bataliony również wykazywały silną reakcję na linię, co mogło być związane z widocznym efektem bariery. Najwyższa aktywność ptaków, notowana w porze porannej, była związana z wylotem z noclegowisk na żerowiska w kierunku południowo-zachodnim. W ciągu dnia aktywność malała aż do intensywnych przelotów w kierunku północno-wschodnim, związanych z powrotem ptaków z żerowisk.

Nocne migracje ptaków rejestrowane przez radar ornitologiczny nie odznaczały się większą intensywnością. Większość tras nocnych przelotów rozkładała się równomiernie pod względem wysokości. Nocne nasłuch prowadzone za pomocą audio rejestracji, wykazały niską aktywność ptaków wodno-błotnych.

Po zamontowaniu znaczników typu FireFly linia energetyczna w dalszym ciągu wpływała znacząco na zachowanie ptaków. Jednak zamontowane znaczniki ostrzegawcze na linii energetycznej wpłynęły na:

- wzrost wysokości przelotów ptaków względem linii energetycznej,

- zmniejszenie liczby nagłych reakcji występujących tuż przed linią,
- wydłużenie odległości reakcji względem linii energetycznej.

Tym samym określono, że zamontowane znaczniki zwiększy bezpieczeństwo ptaków przecinających w swoich przelotach wytypowany odcinek linii energetycznej 110 kV Wizna – Białystok.

7. Literatura

Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). 2012. Reducing Avian Collisions with Power Lines: The State of the Art in 2012. Edison Electric Institute and APLIC. Washington, D.C.

Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J. F., Marques, A. T., Martins, R. C., ... & Moreira, F. 2018. Bird collisions with power lines: state of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, 222, 1–13.

Bevanger, K., 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis* 136, 412–425.

Barrientos, R., Alonso, J.C., Ponce, C., Palacín, C., 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conserv. Biol.* 25, 893–903.

Blokpoel, H., Hatch, D.R.M., 1977. Snow geese, disturbed by aircraft, crash into power lines. *Canadian field naturalist*, 90, 195.

Drewitt, A.L., Langston, R.H.W., 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1134, 233–266.

Faanes, C.A., 1987. Bird Behavior and Mortality in Relation to Power Lines in Prairie Habitats, Technical Report. Washington, DC.

Gauthreaux, S.A., 1978. Migratory behavior and flight patterns. In: Avery, M.L. (Ed.), *Proceedings of the Workshop "Impacts of Transmission Lines on Birds in Flight."* U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, 12–26.

Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Haas W., Schürenberg B. 2005. Protecting birds on powerlines: a practical guide on the risks to birds from electricity transmission facilities and how to minimise any such adverse effects. On behalf of NABU – German Society for Nature Conservation, Registered Charity and BirdLife Partner Germany.

Harness, R.E., Carlton, R., 2001. New solutions for bird collision and electrocution outage problems. In: Proceedings of the 2001 IEEE Power Engineering Society Winter Meetingpp. 341–354

Hüppop, O., Hüppop, K., Dierschke, J., Hill, R. 2016. Bird collisions at an offshore platform in the North Sea. *Bird Study* 63, 73–82.

Janss, G.F.E., Ferrer, M. 2000. Common crane and great bustard collision with power lines: collision rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin*. 28, 675–680.

Jenkins, A.R., Smallie, J.J., Diamond, M., 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conserv. Int.* 20, 263–278.

Kreiser, K., Waliczky, Z., Burfield, I. 2004. *Birds in the European Union*. BirdLife International.

Kustus, K., Wuczyński, A., & Gorczewski, A. 2013. Ptaki i napowietrzne linie elektroenergetyczne. Rodzaje oddziaływań, ich przyczyny i znaczenie dla populacji ptasich. *Ornis Polonica*, 54, 257–278.

Newton, I. 2010. *The migration ecology of birds*. Academic Press, London.

Nowakowski, J. 2002. Rola doliny Biebrzy dla awifauny: 1. Wiosenne zgrupowania ptaków wodno-błotnych w południowym basenie Biebrzy Drozdowskie *Zeszyty Przyrodnicze*, 1, 23–54.

Polakowski M., Broniszewska M., Jankowiak Ł., Ławicki Ł., Siuchno M. 2011. Liczebność i dynamika wiosennego przelotu gęsi w Kotlinie Biebrzańskiej. *Ornis Polonica*, 52: 159–180.

Shaw, J.M., Reid, T.A., Schutgens, M., Jenkins, A.R., Ryan, P.G., 2018. High power line collision mortality of threatened bustards at a regional scale in the Karoo, South Africa. *Ibis* 160, 431–446.

Świętochowski P., Maciorowski G., Henel K., Marczakiewicz P., Grygoruk G. 2010. Dolina Biebrzy. W: Wilk T., Jujka M., Krogulec J., Chylarecki P. (red.). *Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce*, 196–198.

<http://wpe.wetlands.org/> Waterbird Population Estimates, 2019.04.30.

<http://www.hammarprodukter.com>, 2019.04.30