

# Wyniki inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce w roku 2014

opracowanie

**Michał Żmihorski**

Konsultant naukowy projektu

Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology, Uppsala, Szwecja

e-mail: [michal.zmihorski@gmail.com](mailto:michal.zmihorski@gmail.com)

opracowano na potrzeby projektu **POIS.05.01.00-00-380/12** pn.:

**„Ochrona kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce”**



**INFRASTRUKTURA  
I ŚRODOWISKO**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

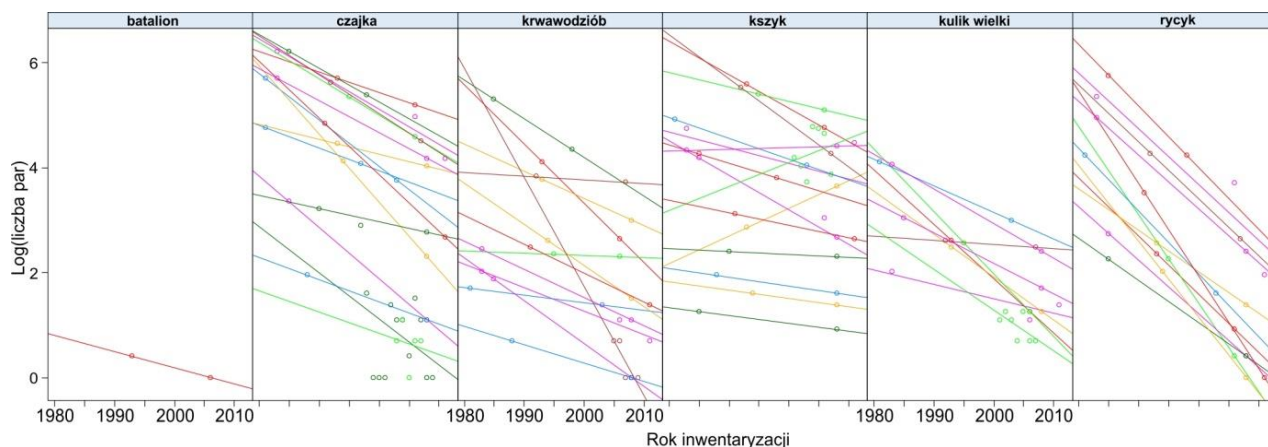
Warszawa, listopad 2014 r.

## Spis treści

1. Wstęp .....	3
2. Metodyka .....	4
2.1. Prace terenowe .....	4
2.1.1. Wariant podstawowy .....	4
2.1.2. Transekty biebrzańskie .....	6
2.1.3. Wariant szybki .....	6
2.2. Analiza danych.....	7
3. Wyniki.....	9
3.1. Ostoje kontrolowane w ramach wariantu podstawowego.....	10
3.2. Ostoja Biebrzańska .....	19
3.3. Ostoje położone na Lubelszczyźnie .....	22
4. Podsumowanie i dyskusja .....	23
Literatura .....	25

## 1. Wstęp

Populacja kulika wielkiego w Polsce wykazuje w ciągu ostatnich dziesięcioleci drastyczny spadek liczebności. Niekorzystne zmiany populacyjne są obserwowane w wielu krajowych ostojach gatunku. Podobne długoterminowe negatywne trendy liczebności notowane są w przypadku szeregu innych gatunków siewek, m.in. czajki, krwawodzioba i rycyka, występujących, podobnie jak kulik wielki, na siedliskach łąkowych. Jedną z głównych przyczyn zanikania tych gatunków są postępujące w szybkim tempie zmiany środowiskowe, skutkujące ubywaniem siedlisk odpowiednich do żerowania, założenia przez te ptaki gniazd i bezpiecznego wyprowadzenia lęgów (Rycina 1).



**Rycina 1.** Długoterminowe trendy liczebności siewek łąkowych w Polsce. Każda powierzchnia próbna zaznaczona jest innym kolorem. Liczebność na osi Y przedstawiono w skali logarytmicznej. Dane źródłowe stanowiły dostępne publikowane wyniki cenzusów sześciu omawianych gatunków siewek.

Przeprowadzona w latach 2013 i 2014 ogólnopolska inwentaryzacja kulika wielkiego miała na celu zebranie aktualnych danych na temat stanu populacji gatunku i rozmieszczenia jego stanowisk łąkowych w celu zwiększenia skuteczności i optymalizacji metod jego ochrony. Prace zostały zrealizowane przez Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian” w ramach projektu POIS.05.01.00-00-380/12 pn.: „Ochrona kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce”, współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W sezonie lęgowym 2014 r. inwentaryzacja objęła 23 ostoje kulika wielkiego, w tym 15 obszarów Natura 2000: Dolina Dolnego Bugu PLB140001, Dolina Liwca PLB140002, Dolina Wkry i Mławki PLB140008, Dolina Omulwi i Płodownicy PLB140005, Bagno Całowanie PLH140001, Bagno Pulwy PLB140015, Bagno Wizna PLB200005, Ostoja Biebrzańska PLB200006, Nadnoteckie Łęgi PLB300003, Dolina Środkowej Warty PLB300002, Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego PLB300001, Bagno Bubnów PLB060001, Krowie Bagno PLB060011, Dolny Wieprz PLH060051 i Dolina Tyśmienicy PLB060004, ostoję IBA Ostoja Kurpiowska PL156, wraz z 5 innymi, cennymi dla kulika wielkiego obszarami zlokalizowanymi na Równinie Kurpiowskiej – doliny rzek: Szkwy, Orzyc i Rozogi, kompleksy łąk „Karaska” i „Brzozowy Kąt”, a także dwie niewielkie ostoje gatunku położone na Lubelszczyźnie – kompleksy łąk „Żelizna” i „Garbatówka”.

## 2. Metodyka

W roku 2014 prace terenowe prowadzono w sumie w 23 ostojach zlokalizowanych głównie we wschodniej i centralnej części kraju, gdzie inwentaryzowany gatunek występuje najliczniej (Rycina 2). Inwentaryzację prowadzono trzema metodami, dostosowanymi do wielkości ostoi i charakteru prac terenowych możliwych do przeprowadzenia w każdej z nich. Były to metody określane w dalszej części opracowania jako: (1) wariant podstawowy, (2) transekty biebrzańskie, (3) wariant szybki. Zastosowane metody różniły się między sobą głównie pod względem: częstotliwości wizyt w terenie, sposobu prowadzenia obserwacji i zakresu zbieranych informacji np. dotyczących kategorii lęgowości obserwowanych ptaków.



**Rycina 2.** Rozmieszczenie kwadratów 2x2 km w wybranych ostojach kulika wielkiego w Polsce (kolor czerwony), spośród których losowano kwadraty kontrolowane w ramach „wariantu podstawowego” i „transektów biebrzańskich”. W przypadku obszarów zlokalizowanych na Lubelszczyźnie (kolor niebieski) inwentaryzowano całe powierzchnie poszczególnych ostoi metodą „wariantu szybkiego”.

### 2.1. Prace terenowe

Prace terenowe prowadzone były w ostojach kulika wielkiego od kwietnia do czerwca 2014 r. Polegały na przemieszczaniu się obserwatora w granicach wybranych do inwentaryzacji kwadratów o wymiarach 2x2 km lub w granicach całych ostoi, wzdłuż wcześniej wyznaczonych przez obserwatora tras przejścia (transektów). Podczas kontroli obserwator notował obecność wszystkich widzianych i słyszanych osobników kulika wielkiego na specjalnych formularzach terenowych.

#### 2.1.1. Wariant podstawowy

W ramach „wariantu podstawowego” zinwentaryzowano w sumie 16 ostoi kulika wielkiego. Obszar każdej z ostoi pokryto siecią kwadratów o wymiarach 2x2 km, a następnie dla poszczególnych kwadratów obliczono udział użytków zielonych w powierzchni kwadratu

(definiowanych jako poligony w warstwie Corine Land Cover o kodach 231 i 411). Kolejnym krokiem był wybór podzbioru kwadratów, w których pokrycie powierzchni użytkami zielonymi przekraczało 120 ha. Takie kwadraty uznano za potencjalnie odpowiednie do zasiedlenia przez kulika wielkiego, który jest silnie związany z wielkopowierzchniowymi łąkami i pastwiskami, unikając przy tym terenów zadrzewionych i zabudowanych. Ponieważ sumaryczna liczba kwadratów wyznaczonych w granicach 16 ostoi znacznie przekraczała zakres prac terenowych przewidzianych w ramach realizowanego przez TP „Bocian” projektu, konieczne było ograniczenie badań terenowych jedynie do części z nich. W małych ostojach kulika wielkiego inwentaryzowano wszystkie kwadraty potencjalnie odpowiadające wymaganiom gatunku, natomiast w dużych ostojach spośród puli kwadratów odpowiednich do zasiedlenia przez kulika wielkiego losowano określoną liczbę kwadratów (więcej w: Chylarecki 2013).

Z uwagi na niską ogólną liczebność kulika wielkiego w Polsce, w podzbiore wylosowanych w dużych ostojach kwadratów należało spodziewać się niewielkiej liczby stanowisk gatunku, co mogło utrudniać określenie relacji między jego występowaniem a cechami środowiska (np. powierzchnią użytków zielonych). Z tego względu pożądane było zwiększenie liczby kwadratów zasiedlanych przez kulika wielkiego. W tym celu zestaw wylosowanych kwadratów uzupełniano kwadratami wskazanymi przez lokalnych ekspertów, zasiedlonymi lub prawdopodobnie zasiedlonymi przez ten gatunek, a tym samym wartych inspekcji terenowej. W sumie skontrolowano 297 kwadratów, z czego 223 wybrano w sposób losowy. Podzbiór celowo wybranych kwadratów był kontrolowany taką samą metodyką jak kwadraty wybrane losowo, jednak traktowany był nieco inaczej podczas późniejszej analizy danych. Wykaz ostoi i liczby wybranych w nich kwadratów przedstawia Tabela 1.

**Tabela 1.** Ostoje zinwentaryzowane w 2014 r. metodą „wariantu podstawowego”, wraz z liczbą kwadratów „łąkowych” (o powierzchni użytków zielonych przekraczającej 120 ha wg. Corine Land Cover) i liczbą kwadratów skontrolowanych w ramach prac terenowych. Dodatkowo podano procentowy udział powierzchni poszczególnych ostoi i wybranych w nich kwadratów „łąkowych” objętych inwentaryzacją (ostatnie dwie kolumny)

Ostoj	Skrót	Powierzchnia ostoi [km <sup>2</sup> ]	Liczba kwadratów 2x2 km		Inwentaryzacja objęła	
			„łąkowych”	kontrolowanych	% powierzchni ostoi	% kwadratów „łąkowych”
Dolina Dolnego Bugu	bug	743	88	24	13	27
Ostoj Kurpiowska	kur	595	99	33	22	33
Dolina Liwca	liw	274	45	15	22	33
Nadnoteckie Łęgi	nad	161	44	26	65	59
Dolina Środkowej		327	80	33	40	41
Noteci i Kanału Bydgoskiego	not					
Dolina Omulwi i Płodownicy	omu	344	64	32	37	50
Dolina Orzyca	orz	68	18	10	59	56
Dolina Środkowej Warty	war	571	76	33	23	43
Bagno Wizna	wiz	145	35	18	50	51
Dolina Wkry i Mławki	wkr	288	54	30	42	56
Brzozowy Kąt	brz	33	8	8	97	100
Bagno Całowanie	cal	34	7	6	71	86

Karaska	kar	29	6	4	55	67
Bagno Pulwy	pul	41	12	9	88	75
Dolina Rozogi	roz	48	16	7	58	44
Dolina Szkwy	szk	60	15	9	60	60
<b>Razem</b>		<b>3727</b>	<b>667</b>	<b>297</b>	<b>32</b>	<b>45</b>

W ramach „wariantu podstawowego” obserwator liczył ptaki przemieszczając się wzdłuż wcześniej wyznaczonego transektu. Każdy transekt był odwiedzany trzykrotnie w ciągu sezonu wiosennego w 2014 roku w następujących terminach: 10-20 kwietnia, 1-10 maja, 1-10 czerwca. W trakcie przemarszu transektem obserwator notował stwierdzone kuliki kwalifikując poszczególne obserwacje do właściwych kategorii lęgowości. Efektem trzech wizyt w danym kwadracie było określenie bezwzględnej liczebności kulika wielkiego z wyszczególnieniem liczby obserwacji w poszczególnych kategoriach lęgowości. Szczegóły dotyczące metodyki, w tym przede wszystkim interpretacji zachowań ptaków i odpowiadających im kategorii lęgowości są przedstawione w osobnym opracowaniu metodycznym (Chylarecki 2013).

### 2.1.2. Transekty biebrzańskie

W przypadku Ostoi Biebrzańskiej podstawową inwentaryzowaną jednostką był kwadrat 2x2 km. Spośród wszystkich kwadratów wpisanych w granicę ostoi wybrano te, w których użytki zielone pokrywały powierzchnię większą niż 120 ha, a następnie z tego zbioru wylosowano kwadraty do inwentaryzacji terenowej (podobnie jak w przypadku „wariantu podstawowego”). Zbiór ten uzupełniono kwadratami wskazanymi przez ekspertów ornitologów jako zasiedlone lub potencjalnie zasiedlone przez kulika wielkiego. W Ostoi Biebrzańskiej, o powierzchni łącznej 1485 km<sup>2</sup>, wskazano w sumie 231 kwadratów "łkowych", z czego w roku 2014 skontrolowano 53 kwadraty, z których 17 wybrano w sposób losowy.

W największej spośród inwentaryzowanych ostoi, a zarazem najtrudniej dostępnej dla pieszego obserwatora, zrezygnowano z dokładnego przeszukiwania całej powierzchni wybranych kwadratów, jak to miało miejsce w przypadku „wariantu podstawowego”. Zamiast tego wyznaczano 4-kilometrowe transekty wpisane w sieć kwadratów 2x2 km, z których każdy przynajmniej częściowo wychodził poza dany kwadrat. Obserwator prowadził trzy kontrole wzdłuż wyznaczonych transektów, notując stwierdzone kuliki w czterech kategoriach odległości od linii transektu (0-300 m, 300-500 m, 500-700 m, >700 m). Osobno notowane były ptaki obserwowane w locie. Wszystkie obserwacje zapisywane były w podziale na dwa odcinki 4-kilometrowego transektu: odcinek A (2 km), zlokalizowany w granicach wyznaczonych kwadratów, oraz odcinki B+C (w sumie 2 km), które w znacznym stopniu zlokalizowane były poza wyznaczonym kwadratem (szczegóły w: Chylarecki 2013).

### 2.1.3. Wariant szybki

Podczas inwentaryzacji wybranych ostoi na Lubelszczyźnie zastosowano metodę „wariantu szybkiego”, optymalizującą wykrywalność stanowisk lęgowych kulika wielkiego przy relatywnie niskich środkach czasowych poświęconych na prace terenowe (Tabela 2). Celem tej metody było wykrycie większości stanowisk kulika wielkiego w granicach potencjalnych jego lęgowisk wskazanych przez lokalnych ekspertów.

W ramach „wariantu szybkiego” w każdej ostoi przeprowadzono dwie kontrole w ciągu sezonu lęgowego (nie trzy, jak w przypadku „wariantu podstawowego” i „transektów

biebrzańskich”) w terminach: 10-30 kwietnia i 1-10 maja, a obserwator był zobowiązany lustrować powierzchnię ostoi z odległości nie większej niż 500 m od przebiegu transektu (a nie 250 m jak w przypadku „wariantu podstawowego”). Obserwatorzy spędzali więc mniej czasu w terenie i nie kontrolowali tak dokładnie całej ostoi. Należy tym samym oczekiwać, że wykrywalność badanego gatunku w przypadku tej metodyki była niższa niż w przypadku „wariantu podstawowego”. Szczegóły metodyczne dotyczące „wariantu szybkiego”, wraz z graficznymi przykładami planowania przebiegu transektów, przedstawiono w osobnym opracowaniu (Chylarecki i Żmihorski 2014). W odróżnieniu od „wariantu podstawowego” metoda ta nie dawała informacji o bezwzględnej liczebności gatunku, jednak wydaje się, że pozwalała na wykrycie większości obecnych w danej ostoi par kulika wielkiego. Szacunki liczebności gatunku określone na podstawie omawianej metodyki należy traktować jako niepełne.

**Tabela 2.** Powierzchnie poszczególnych ostoi na Lubelszczyźnie objęte inwentaryzacją w 2014 roku

Ostoja	Inwentaryzowana powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	Metoda inwentaryzacji
Dolina Tyśmienicy	25,3	wariant szybki
Żelizna, w tym:	62,8	
<i>Żelizna Wschód</i>	38,9	wariant szybki
<i>Żelizna Zachód</i>	23,9	wariant szybki
Dolny Wieprz	75,1	wariant szybki
Bagno Bubnów i Staw, w tym:	16,8	
<i>Bagno Bubnów</i>	11,0	wariant podstawowy*
<i>Bagno Staw</i>	5,8	wariant podstawowy*
Krowie Bagno	40,8	wariant szybki
Garbatówka	3,1	wariant szybki
<b>Razem</b>	<b>223,9</b>	

\* mimo prowadzenia prac metodą „wariantu podstawowego” (trzykrotne liczenia cenzusowe - patrz: rozdział 2.1.1) zebrane dane były analizowane zgodnie z metodyką wariantu szybkiego.

## 2.2. Analiza danych

Wstępna statystyczna analiza danych obejmowała statystyki opisowe wykorzystujące podstawowe narzędzia graficznej eksploracji danych (histogramy, wykresy gęstości jądrowej). W dalszej kolejności, przeprowadzono modelowanie wykorzystujące modele liniowe i addytywne (GLM, GAMM), celem uchwycenia wpływu wybranych cech środowiska (udział łąk, liczba krów itp.) i parametrów kontroli (np. godzina rozpoczęcia liczenia) na obecność i liczebność kulika wielkiego na badanych powierzchniach. Wykorzystane dopasowania z użyciem splinów (metoda GAM) umożliwiły testowanie nieliniowych zależności między występowaniem gatunku a danymi cechami środowiska. Informacje odnośnie preferencji gatunku co do określonych warunków środowiskowych, uzyskane w trakcie tych analiz, wykorzystano do wskazania zestawu optymalnych modeli rozpatrywanych w przypadku modeli z klasy *N-mixture* (patrz niżej).

Kolejnym krokiem było modelowanie liczebności kulika wielkiego z wykorzystaniem modeli z klasy *N-mixture* umożliwiających korektę niepełnej wykrywalności. Założono, że nawet jeśli dany kwadrat jest zasiedlony przez kulika to z przyczyn losowych (chwilowa

nieobecność ptaków żerujących poza powierzchnią, przeszkody terenowe utrudniające efektywną kontrolę całej powierzchni, ukrywanie się lub uciekanie ptaków przed obserwatorem i inne) obecność ptaków może pozostać niewykryta lub ich liczebność zaniżona w czasie kontroli. W efekcie obserwowana liczba ptaków jest zawsze niższa niż rzeczywista, co prowadzi do zaniżania szacunków liczebności inwentaryzowanego gatunku. Ponadto, cechy środowiska wpływające na wykrywalność (np. wysokość roślinności) mogą być błędnie interpretowane jako cechy determinujące liczebność. Zastosowanie modeli z klasy *N-mixture* umożliwia wskazanie cech środowiska lub parametrów kontroli wpływających na prawdopodobieństwo wykrycia gatunku, jeśli jest on obecny, a także - co szczególnie istotne w przypadku inwentaryzacji mającej na celu oszacowanie całkowitej wielkości populacji - określenie rzeczywistej liczebności gatunku (poprawionej o osobniki niewykryte). Więcej informacji dotyczących analiz tego typu i algorytmów wykorzystywanych w analizach zawiera raport z inwentaryzacji kulika wielkiego w roku 2013 (Chylarecki 2014 i literatura tam cytowana).

W przypadku danych zebranych metodą „wariantu podstawowego” w modelowaniu liczebności kulika wielkiego z wykorzystaniem modeli z klasy *N-mixture* pierwotnie rozpatrywano efekt następujących zmiennych wpływających na wykrywalność gatunku: (1) numer kontroli ( $k_1, k_2, k_3$ ), (2) położenie danego kwadratu w granicach mezoregionu Kurpie (tak vs. nie), gdyż był on wykazywany jako istotny w roku 2013, (3) długość transektu raportowaną przez obserwatora dla każdego kwadratu, (4) czas kontroli (godzina rozpoczęcia liczenia w danym kwadracie), (5) interakcja między numerem kontroli i położeniem danego kwadratu w obrębie mezoregionu Kurpie, gdyż wykazano, że zmienność wykrywalności w kolejnych kontrolach była inna na Kurpiach niż w pozostałych regionach (Chylarecki 2014). W czasie wstępnych analiz odrzucono jednak podział na Kurpie i pozostałe powierzchnie, a także interakcję z numerem kontroli, gdyż te zmienne nie poprawiały dopasowania modeli. Długość transektu była mocno skorelowana z czasem trwania kontroli, wydaje się zatem że długość transektu jest dobrym wskaźnikiem wysiłku obserwatora włożonego w wyszukiwanie stanowisk kulika w danym kwadracie. Zakładano, że liczebność gatunku może być funkcją (1) ostoi (uwzględnianej jako kategoriyczny czynnik ustalony), (2) powierzchni użytków zielonych w danym kwadracie (wartości zlogarytmowane), a także (3) typu kwadratu - czy był wylosowany, czy też został wskazany przez ekspertów jako prawdopodobnie zasiedlony przez kulika (uwzględniany jako kategoriyczny czynnik ustalony). Ponieważ modele z rozkładem błędów typu „Poisson” i „Zero-inflated Poisson” były na ogół wyraźnie gorzej dopasowane niż modele z rozkładem błędu typu „Negative-Binomial” (na podstawie wartości AIC), wykorzystano ten ostatni typ rozkładu w analizach modeli z klasy *N-mixture*. Przewidywaną liczbę par ekstrapolowano na pozostałe kwadraty (tj. niekontrolowane). Sumaryczną liczebność w zbiorze kwadratów niekontrolowanych określano jako sumę wartości przewidywanych (górnny przedział) lub sumę tych wartości przewidywanych które przekraczały wartość progową, przyjętą w zeszłym roku (tj. 0,535).

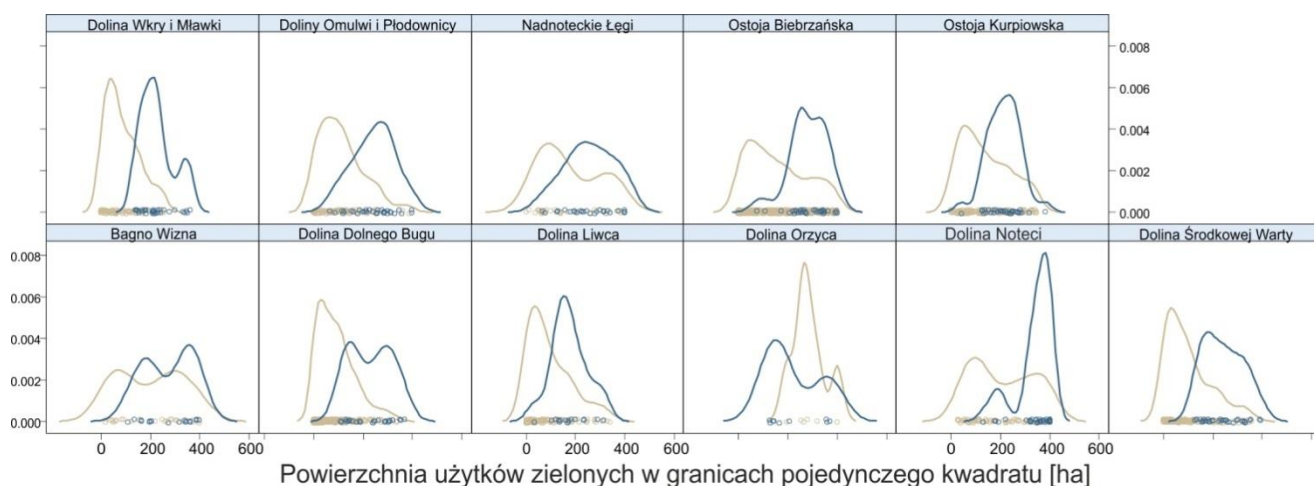
W przypadku „transektów biebrzańskich” wykorzystano modele z klasy *Distance Sampling*. Modele tego typu zakładają, że wraz ze zwiększaniem odległości od trasy przemarszu fragmenty inwentaryzowanej powierzchni są kontrolowane mniej efektywnie, a znajdujące się na nich zwierzęta stają się coraz łatwiejsze do przeoczenia. W efekcie obserwator zauważa wszystkie kuliki znajdujące się w niewielkiej odległości do wyznaczonego transektu, natomiast ptaki znajdujące się 300-500 metrów i dalej od trasy przejścia obserwatora mogą zostać przeoczone. Efektywność kontrolowania powierzchni nie jest zatem równomierna. Modele z grupy *Distance Sampling* umożliwiają określenie, za pomocą



dopasowania określonej funkcji, w jaki sposób prawdopodobieństwo wykrycia osobnika zmniejsza się wraz z dystansem do obserwatora, a w dalszej kolejności określenie liczby niezauważonych przez obserwatora osobników, mimo że były one obecne na inwentaryzowanej powierzchni (ale głównie w najdalszych kategoriach odległości od transektu). W założeniach teoretycznych zastosowanie tych procedur umożliwia określenie rzeczywistej liczby osobników przebywających w zasięgu wzroku na podstawie obserwowanej liczby osobników w poszczególnych kategoriach odległości do obserwatora. Do przeliczenia liczby osobników na liczbę par użyto współczynnika takiego jak w zeszłym roku, czyli 2,24. Więcej szczegółów odnośnie tej metodyki zawiera raport z inwentaryzacji kulika wielkiego w roku 2013 (Chylarecki 2014 i literatura tam cytowana).

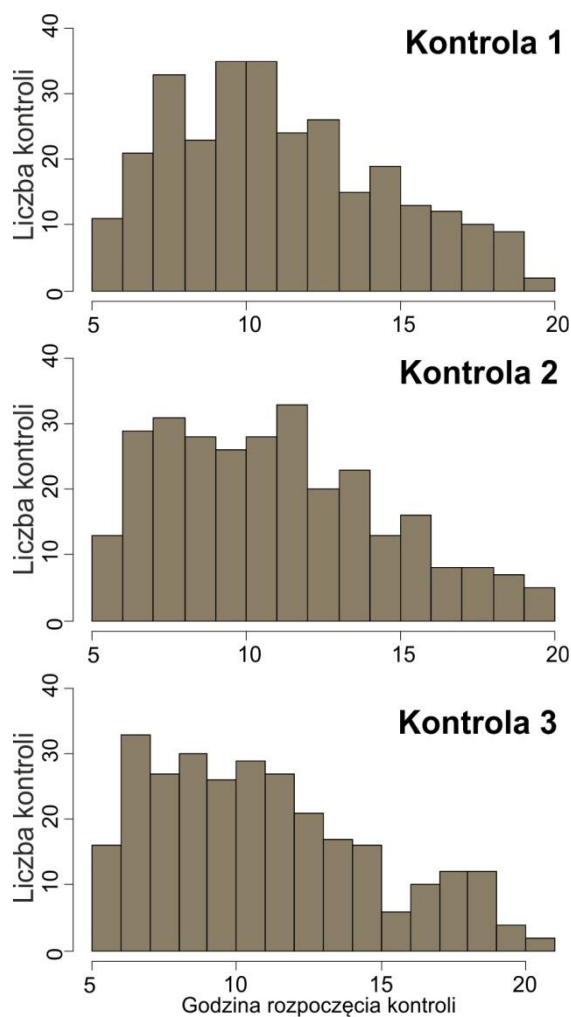
### 3. Wyniki

Zgodnie z założeniami powierzchni losowane na potrzeby inwentaryzacji (kwadraty 2x2 km) w ramach „wariantu podstawowego” i „transektów biebzańskich” charakteryzowały się znacznie większym udziałem użytków zielonych niż pozostałe kwadraty wyznaczone w tych ostojach (Rycina 3).



**Rycina 3.** Rozkład powierzchni użytków zielonych w kwadratach wylosowanych do inwentaryzacji (niebieskie krzywe i symbole) i pozostałych (szare krzywe i symbole) w poszczególnych ostojach. Ostoje małe pominięto.

Kontrole kwadratów w ramach „wariantu podstawowego” i „transektów biebzańskich” były prowadzone w ciągu całego dnia, jednak na większości kwadratów rozpoczynały się w godzinach 8-10, a kontrole rozpoczynające się późnym popołudniem (po godz. 15) były względnie rzadkie (Rycina 4).



**Rycina 4.** Rozkład czasu rozpoczynania prac terenowych podczas poszczególnych kontroli.

### 3.1. Ostoje kontrolowane w ramach wariantu podstawowego

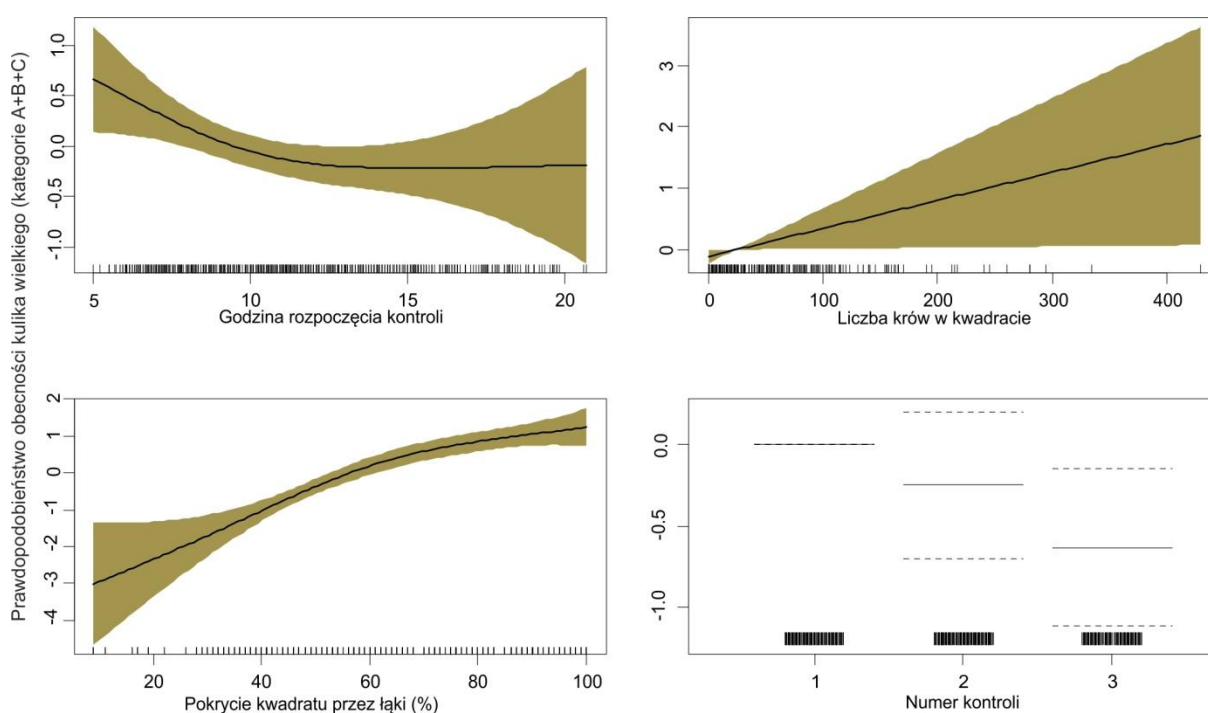
Stwierdzenia lęgowych osobników kulika wielkiego podczas kontroli 297 kwadratów zlokalizowanych w 16 ostojach zinwentaryzowanych w ramach „wariantu podstawowego” w 2014 r. zależały przede wszystkim od procentowego udziału użytków zielonych w danym kwadracie (Tabela 3). Wraz ze wzrostem pokrycia kwadratu przez te siedliska prawdopodobieństwo stwierdzenia gatunku rośnie niemal liniowo (Rycina 5). Liczba krów stwierdzana w kwadracie była liniowym predyktorem obecności badanego gatunku, jednak efekt ten nie był precyzyjnie oszacowany (duże przedziały ufności, rycina 5). Najwyższe prawdopodobieństwo stwierdzenia kulika wielkiego było notowane dla godzin porannych (a najniższe w środku dnia) oraz w czasie pierwszej kontroli (a najniższe w trzeciej, tabela 3).

**Tabela 3.** Model GAMM opisujący wpływ parametrów kontroli i cech środowiska na prawdopodobieństwo obecności kulika wielkiego w kategoriach łęgowości A+B+C w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku

Predyktor	Estymacja	SE	t	P
(Intercept)	-1,90	0,34	-5,52	<b>0,00000</b>
factor(nr.kontroli)[T.2]	-0,25	0,23	-1,11	0,26855
factor(nr.kontroli)[T.3]	-0,63	0,24	-2,62	<b>0,00884</b>

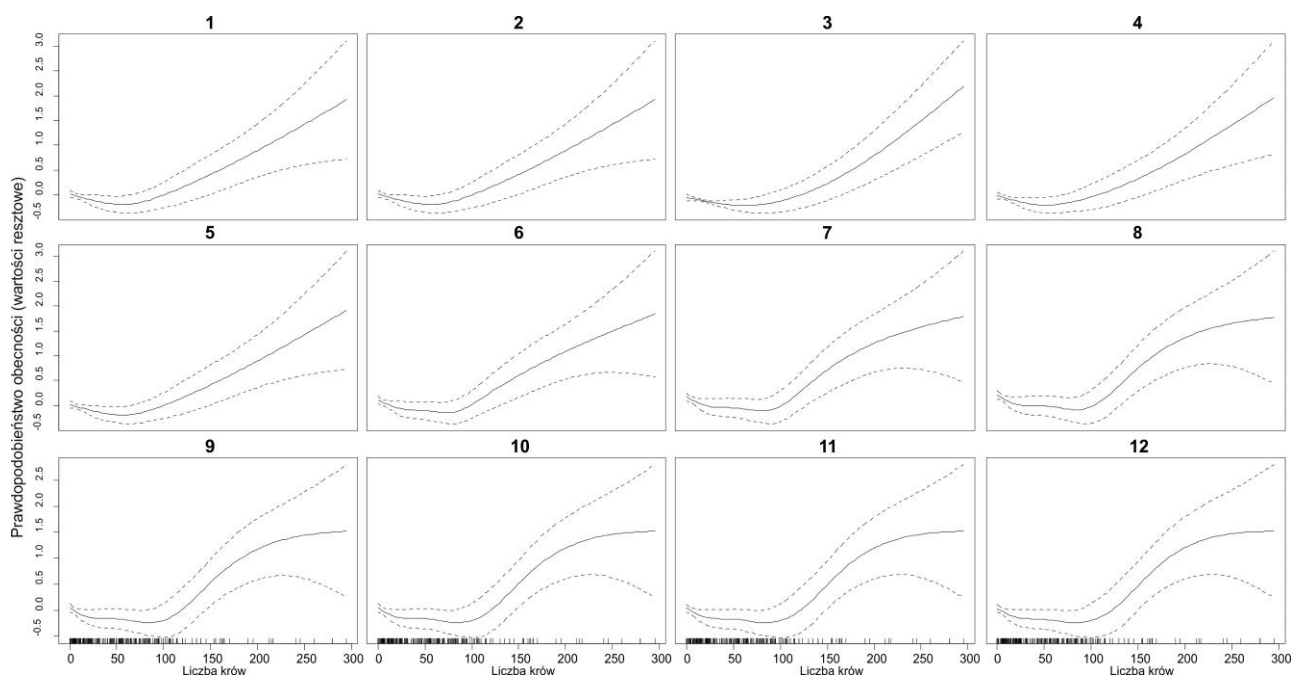
  

	edf	Ref,df	F	P
s(GODZINA)	1,74	1,74	4,46	<b>0,01680</b>
s(KROWY)	1,00	1,00	4,34	<b>0,03760</b>
s(PROCENT ŁĄK)	2,05	2,05	27,45	<b>0,00000</b>



**Rycina 5.** Wizualizacja modelu GAMM opisującego prawdopodobieństwa obecności kulika wielkiego w kategoriach łęgowości A+B+C jako funkcję parametrów kontroli i cech środowiska w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku

Bardziej szczegółowa analiza efektu liczby krów na prawdopodobieństwo stwierdzenia kulika wielkiego wykazuje nieliniowy efekt tej zależności jednak w miarę zwiększania sugerowanego stopnia komplikacji dopasowania zależność ta pozostaje podobna. Dla niewielkich liczebności krów, dla których to dysponowano największą liczbą obserwacji, prawdopodobieństwo obecności gatunku było stabilne lub nieco spadało (liczba krów przedstawiona na osi X w przedziale 0-100), tymczasem wyraźny efekt liczby krów był notowany dopiero od liczby ok. 100 osobników (a więc 0,25 krowy/ha kwadratu), chociaż precyzja określenia tej zależności była bardzo niska (Rycina 6). Również zagęszczenie krów na powierzchnię użytków zielonych nie miało istotnego wpływu na obecność kulika wielkiego (analizy nieprzedstawione na rycinie).



**Rycina 6.** Zależność prawdopodobieństwa obecności kulika wielkiego w kategoriach łęgowości A+B+C na badanych kwadratach zlokalizowanych w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 r. od liczby krów w danym kwadracie, modelowana z wykorzystaniem różnego sugerowanego stopnia komplikacji dopasowania (K, zaznaczone nad każdym wykresem).

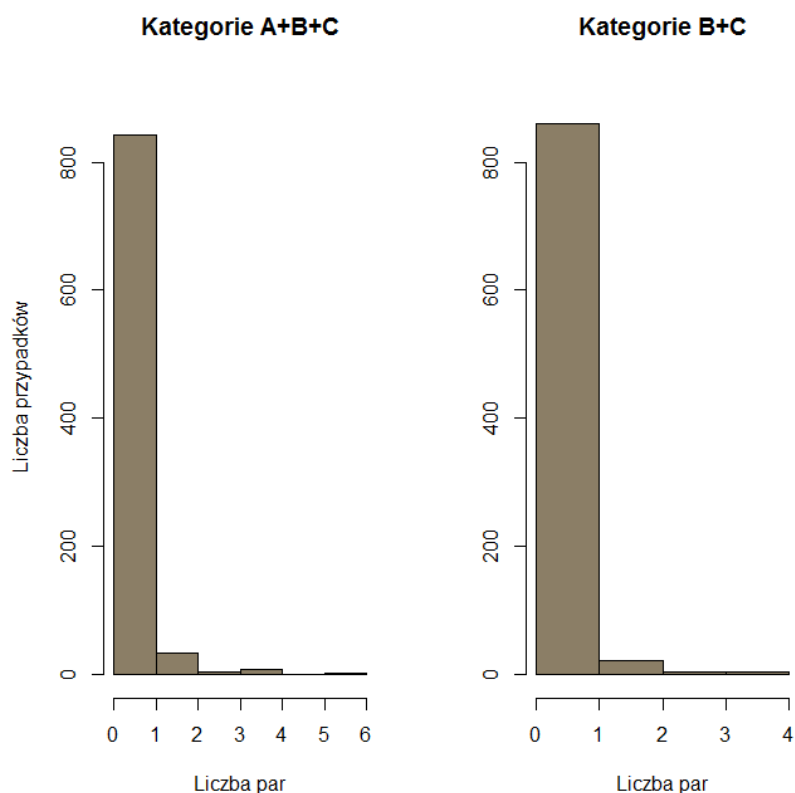
W wyniku przeprowadzonej w 2014 r. inwentaryzacji największej osobników kulika wielkiego stwierdzono w ostojach „Dolina Wkry i Mławki”, „Nadnoteckie Łęgi”, „Bagno Pulwy”, „Dolina Omulwi i Płdownicy” oraz „Dolina Dolnego Bugu”. W tych pięciu ostojach stwierdzono obecność ponad 80% wszystkich stwierdzonych podczas inwentaryzacji par kulika wielkiego. W trzech spośród 16 inwentaryzowanych ostoi obecności gatunku nie stwierdzono (Tabela 4).

**Tabela 4.** Obserwowana liczba osobników i liczba par kulika wielkiego w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku

Ostoja	Liczba osobników			Liczba par różnych kategorii	
	1	2	3	Kategorie A+B+C	Kategorie B+C
Brzozowy Kąt	4	4	3	3	3
Bagno Całowanie	0	0	0	0	0
Dolina Dolnego Bugu	18	17	11	12	12
Dolina Liwca	3	3	3	3	2
Dolina Środkowej Warty	7	6	6	5	5
Dolina Szkwy	2	2	0	1	1
Dolina Wkry i Mławki	28	30	33	36	27
Karaska	2	1	2	1	1
Nadnoteckie Łęgi	18	18	13	16	10
Dolina Omulwi i Płdownicy	14	7	5	11	10
Dolina Orzyca	0	0	0	0	0
Ostoja Kurpiowska	10	6	5	7	7
Bagno Pulwy	19	18	22	15	11
Dolina Rozogi	0	0	0	0	0

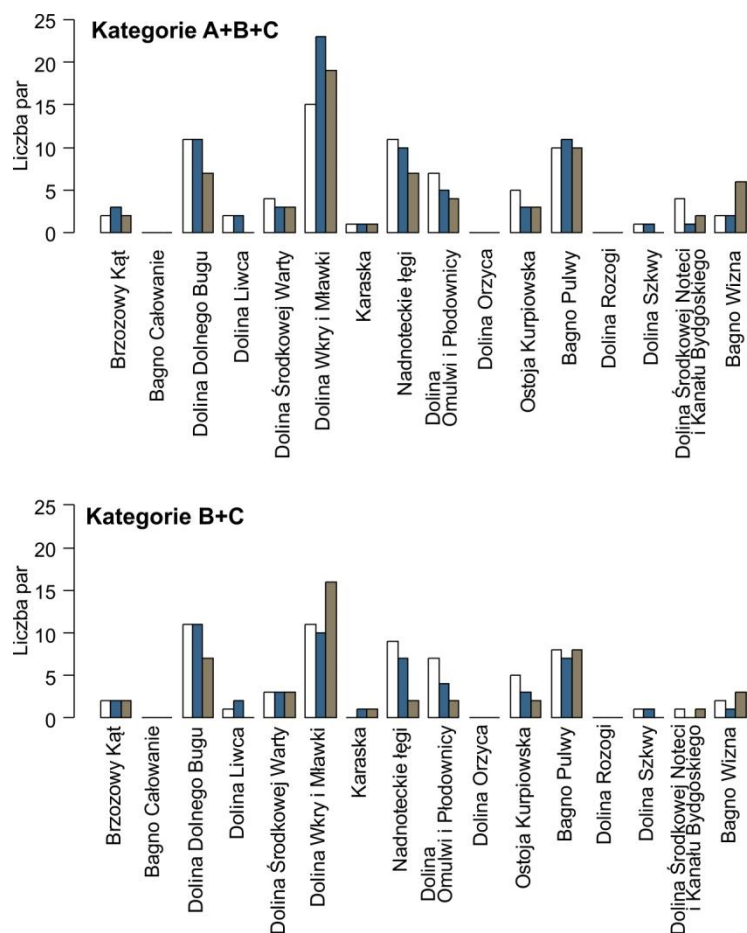
Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego	4	1	2	6	2
Bagno Wizna	4	3	8	6	3
<b>Razem</b>	<b>133</b>	<b>116</b>	<b>113</b>	<b>122</b>	<b>94</b>

Podczas zdecydowanej większości kontroli nie stwierdzono par łęgowych kulika wielkiego w obrębie inwentaryzowanych kwadratów. Na nielicznych, w których stwierdzono obecność tego gatunku, jego liczebność rzadko kiedy przekraczała jedną parę. Maksymalnie obserwowano pięć par kulika wielkiego w jednym kwadracie (Rycina 7).



**Rycina 7.** Rozkład liczby par kulika wielkiego podczas poszczególnych kontroli kwadratów zlokalizowanych w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku. Wartości przedstawiają liczebność dla każdej z trzech kontroli oddzielnie.

Liczba par kulika wielkiego stwierdzana podczas poszczególnych kontroli (oryginalne dane bez poprawki na wykrywalność) była zbliżona. W przypadku kategorii łęgowości B+C w siedmiu ostojach liczebność stwierdzona w czasie ostatniej kontroli nie była niższa niż stwierdzona w czasie dwóch wcześniejszych kontroli, chociaż w niektórych (np. Nadnoteckie Łęgi, Dolina Omulwi i Płodownicy, Dolina Dolnego Bugu) spadek liczby obserwowanych par w kolejnych kontrolach był wyraźny (Rycina 8).



**Rycina 8.** Liczba par kulika wielkiego stwierdzona w każdej z 16 ostoi gatunku w trakcie trzech kontroli: 1 kontrola – biały słupek, 2 kontrola – niebieski słupek, 3 kontrola – beżowy słupek, wykonanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 r. Wartości nie zostały poprawione o niepełną wykrywalność.

W ostojach inwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” średnia liczba par i frekwencja par lęgowych w kwadratach podczas poszczególnych kontroli wykazywały znaczną zmienność. Generalnie, zauważalny był spadek frekwencji i liczby par w czasie, a więc między pierwszą a trzecią kontrolą. Podobny wzorzec obserwowany był dla dwóch metod określania liczby par lęgowych (kategorie A+B+C oraz B+C) (Tabela 5). Najwyższą średnią liczbę par kulika wielkiego obserwowanych w czasie jednej kontroli zarejestrowano w ostoi Bagno Pulwy – kuliki notowano tam w przypadku 50-60% kontroli.

**Tabela 5.** Średnia frekwencja i średnia liczba par kulika wielkiego podczas przeciętnej kontroli kwadratu w każdej z 16 ostoi zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku

Ostoja	Kategorie lęgowości A+B+C						Kategorie lęgowości A+B					
	Frekwencja par [%]			Liczba par			Frekwencja par [%]			Liczba par		
	Numer kontroli											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brzozowy Kąt	25	37,5	25	0,2	0,4	0,2	25	25	25	0,2	0,2	0,2
Bagno Całowanie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolina Dolnego Bugu	33,3	33,3	20,8	0,5	0,5	0,3	33,3	33,3	20,8	0,5	0,5	0,3
Dolina Liwca	6,7	13,3	0	0,1	0,1	0	6,7	13,3	0	0,1	0,1	0
Dolina Środkowej Warty	12,1	6,1	6,1	0,1	0,1	0,1	9,1	6,1	6,1	0,1	0,1	0,1
Dolina Szkwy	11,1	11,1	0	0,1	0,1	0	11,1	11,1	0	0,1	0,1	0
Dolina Wkry i Mławki	26,7	30	26,7	0,5	0,8	0,6	26,7	16,7	23,3	0,4	0,3	0,5
Karaska	25	25	25	0,2	0,2	0,2	0	25	25	0	0,2	0,2
Nadnoteckie Łęgi	19,2	23,1	15,4	0,4	0,4	0,3	19,2	23,1	7,7	0,3	0,3	0,1
Dolina Omulwi i Płodownicy	21,9	15,6	12,5	0,2	0,2	0,1	21,9	12,5	6,2	0,2	0,1	0,1
Dolina Orzyca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostoja Kurpiowska	9,1	6,1	6,1	0,2	0,1	0,1	9,1	6,1	3	0,2	0,1	0,1
Bagno Pulwy	66,7	55,6	55,6	1,1	1,2	1,1	66,7	55,6	55,6	0,9	0,8	0,9
Dolina Rozogi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego	12,1	3	6,1	0,1	0	0,1	3	0	3	0	0	0
Bagno Wizna	11,1	11,1	11,1	0,1	0,1	0,3	11,1	5,6	11,1	0,1	0,1	0,2

Rozpatrywano przydatność 10 modeli z klasy *N-mixture* oraz model zerowy (bez predyktorów) do wyjaśniania liczebności kulików na inwentaryzowanych powierzchniach. Porównywane modele różniły się zarówno strukturą predyktorów wykrywalności, jak i strukturą predyktorów liczebności gatunku (Tabela 6). Wszystkie modele zakładały rozkład błędów ujemny dwumianowy.

**Tabela 6.** Porównywane modele liniowe z poprawką na wykrywalność (*N-mixture models*), tłumaczące liczebność kulika wielkiego w zależności od cech środowiska i parametrów kontroli. Rozpatrywanymi predyktorami wykrywalności były: numer kontroli („numerkontroli”: 1, 2, 3), długość transektu („dlugosc”) i godzina rozpoczęcia kontroli („godzina”). Predyktorami liczebności były: ID ostoi („nazwa.powierzchni”), powierzchnia użytków zielonych w kwadracie (w skali logarytmicznej, „loggrasslands”) oraz typ kwadratu (losowy lub wskazany; „czylosowy”)

Model	Predyktory wykrywalności	Predyktory liczebności
fm0	~1	~1,
fm1	~ numerkontroli+dlugosc	~nazwa.powierzchni+loggrasslands+czylosowy,
fm2	~ numerkontroli+dlugosc+godzina	~nazwa.powierzchni+loggrasslands+czylosowy,
fm3	~ numerkontroli+dlugosc+godzina	~nazwa.powierzchni+czylosowy,
fm4	~ numerkontroli+dlugosc	~nazwa.powierzchni+czylosowy,
fm5	~dlugosc	~nazwa.powierzchni+loggrasslands+czylosowy,
fm6	~numerkontroli	~nazwa.powierzchni,
fm7	~numerkontroli	~nazwa.powierzchni+loggrasslands+czylosowy,
fm8	~numerkontroli	~nazwa.powierzchni+czylosowy

fm9	~dlugosc	~nazwa.powierzchni+czylosowy,
fm10	~1	~nazwa.powierzchni+loggrasslands+czylosowy,

Najlepszym modelem spośród rozpatrywanych był model **fm7** uwzględniający jedynie numer kontroli (k1, k2, k3) jako predyktor wykrywalności oraz trzy predyktory liczebności gatunku: nazwę powierzchni (ostoi; jedną z szesnastu), logarytmowaną powierzchnię użytków zielonych w danym kwadracie, oraz informację czy dany kwadrat był wyznaczony losowo, czy też wskazany przez lokalnych ekspertów. Model ten był jedynie nieznacznie lepszy od modelu fm10, który nie zawierał żadnych predyktorów wykrywalności (Tabela 7).

**Tabela 7.** Zestawienie modeli liniowych z poprawką na wykrywalność (*N-mixture models*) uszeregowanych względem ich przydatności dla tłumaczenia obecności i wykrywalności kulika wielkiego na inwentaryzowanych powierzchniach, na podstawie kryterium informacyjnego Akaike (AIC). Dla każdego modelu podano: jego skróconą nazwę, liczbę parametrów, wartość AIC, różnicę w wartości AIC między danym modelem a najlepszym modelem ( $\Delta$ AIC), relatywną wagę danego modelu w zestawie wszystkich modeli ( $\omega$ AIC), oraz kumulatywną wagę (Kum.  $\omega$ AIC). Najlepszy model ma najniższą wartość  $\Delta$ AIC

Model	Liczba parametrów	AIC	$\Delta$ AIC	$\omega$ AIC	Kum. $\omega$ AIC
fm7	22	610,26	0,00	0,28	0,28
fm10	20	610,33	0,07	0,27	0,55
fm2	24	611,40	1,14	0,16	0,70
fm1	23	611,44	1,18	0,15	0,86
fm5	21	611,59	1,33	0,14	1,00
fm3	23	629,21	18,95	0,00	1,00
fm9	20	630,48	20,22	0,00	1,00
fm4	22	630,51	20,25	0,00	1,00
fm8	21	633,10	22,84	0,00	1,00
fm6	20	633,67	23,41	0,00	1,00
fm0	3	643,02	32,76	0,00	1,00

Najlepszy spośród rozpatrywanych modeli tłumaczących liczebność i wykrywalność kulika wielkiego przewidywał znaczne różnice w liczebności między inwentaryzowanymi ostojami. Model przewidywał, że rzeczywista liczebność była zdecydowanie niższa w ostojach Bagno Całowanie, Dolina Orzyca i Dolina Rozogi (w czasie prac terenowych nie stwierdzono tam obecności kulika wielkiego). Najwyższe liczebności w przeciętnym kwadracie 2x2 km były przewidywane dla ostoi Bagno Pulwy i Dolina Wkry i Mławki (Tabela 8). Powierzchnia łąk w kwadracie była wysoce istotnym predyktorem liczebności gatunku, również typ kwadratu (wybrany losowo lub wskazany) istotnie wyjaśniał liczebność kulika wielkiego — zgodnie z oczekiwaniami, w kwadratach losowych liczebność gatunku była wyraźnie niższa. Prawdopodobieństwo wykrycia kulika wielkiego było najwyższe podczas pierwszej kontroli, a najniższe podczas trzeciej, ostatniej kontroli (Tabela 8).

**Tabela 8.** Podsumowanie modelu **mf7** najlepiej tłumaczącego liczebność i wykrywalność kulika wielkiego w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku. Dla poszczególnych poziomów każdego z predyktorów podano szacowaną wielkość efektu wraz z odchyleniem standardowym (SE), wartość statystyki (z) i istotność (P)

Predyktor	Estymacja	SE	z	P
Liczebność (Intercept)	-9,09	2,15	-4,22	<b>0,00002</b>

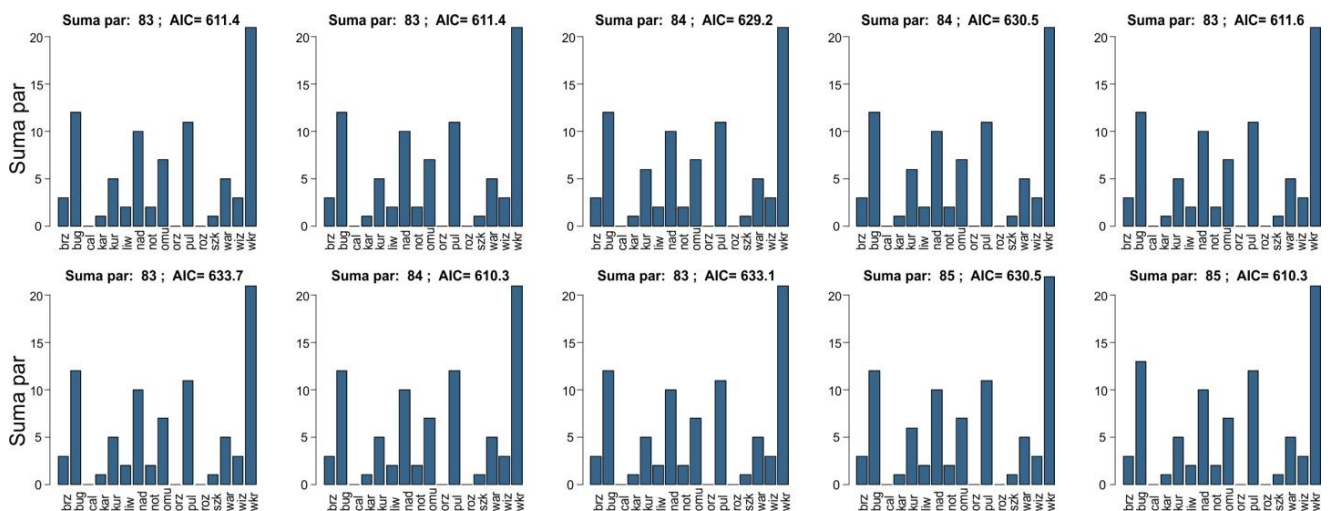


nazwa.powierzchni[T.bug]	-0,07	0,80	-0,09	0,92605
nazwa.powierzchni[T.cal]	-13,41	547,21	-0,02	0,98044
nazwa.powierzchni[T.kar]	-0,28	1,33	-0,21	0,83571
nazwa.powierzchni[T.kur]	-0,79	0,84	-0,94	0,34814
nazwa.powierzchni[T.liw]	-0,77	1,06	-0,72	0,46878
nazwa.powierzchni[T.nad]	-0,62	0,81	-0,77	0,44424
nazwa.powierzchni[T.not]	-3,18	1,06	-3,01	<b>0,00260</b>
nazwa.powierzchni[T.omu]	-0,76	0,81	-0,94	0,34860
nazwa.powierzchni[T.orz]	-14,98	899,35	-0,02	0,98671
nazwa.powierzchni[T.pul]	1,16	0,85	1,36	0,17439
nazwa.powierzchni[T.roz]	-14,94	847,38	-0,02	0,98593
nazwa.powierzchni[T.szk]	-1,31	1,27	-1,03	0,30314
nazwa.powierzchni[T.war]	-1,36	0,87	-1,57	0,11596
nazwa.powierzchni[T.wiz]	-1,50	0,96	-1,56	0,11761
nazwa.powierzchni[T.wkr]	0,32	0,76	0,42	0,67560
loggrasslands	5,08	1,14	4,46	<b>0,00001</b>
Czylosowy=tak	-0,78	0,34	-2,26	<b>0,02392</b>

Wykrywalność:

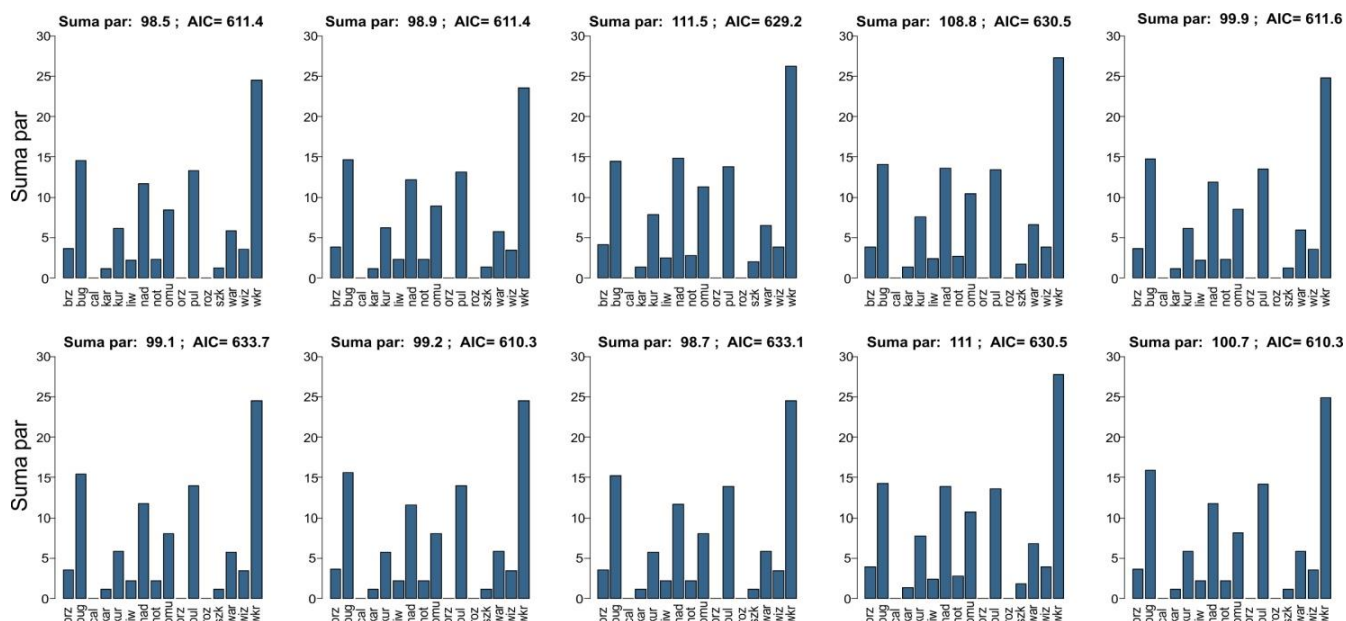
	Estymacja	SE	z	P
(Intercept)	0,47	0,29	1,62	0,10580
numerkontroli[T.k2]	-0,37	0,29	-1,28	0,20150
numerkontroli[T.k3]	-0,57	0,29	-1,95	<b>0,05070</b>

Rozpatrywane modele (z wyłączeniem modelu zerowego), mimo że różniły się stopniem dopasowania (wyrażonym wartościami AIC), przewidywały podobną liczbę lęgowych osobników kulika wielkiego na kwadratach inwentaryzowanych w poszczególnych ostojach (obliczoną metodą mediany, Rycina 9).



**Rycina 9.** Liczba par kulika wielkiego w kategoriach B i C w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku oszacowana z wykorzystaniem dziesięciu modeli klasy *N-mixture* z użyciem mediany. Dla każdego wykresu podano wartość kryterium informacyjnego Akaike (AIC), wskazującego dopasowanie danego modelu do danych (im mniejsza wartość AIC tym lepsze dopasowanie).

W przypadku przewidywanych liczebności par lęgowych kulika wielkiego obliczanych metodą średnich różnice między poszczególnymi modelami były nieco większe (Rycina 10).



**Rycina 10.** Liczba par kulika wielkiego w kategoriach B i C w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku oszacowana z wykorzystaniem dziesięciu modeli klasy *N-mixture* z użyciem wartości średnich. Dla każdego wykresu podano wartość kryterium informacyjnego Akaike (AIC), wskazującego dopasowanie danego modelu do danych (im mniejsza wartość AIC tym lepsze dopasowanie).

Przyjmując, że model *mf7* jest najlepiej dopasowany do danych, a tym samym najbardziej wiarygodny, obliczono przewidywaną przez ten model liczbę par kulika wielkiego zarówno dla kwadratów kontrolowanych, jak i niekontrolowanych, przedstawiono również sumaryczną liczebność, będącą sumą liczebności w kwadratach kontrolowanych i niekontrolowanych, poprawionych w obu przypadkach o efekt niepełnej wykrywalności. Przewidywana sumaryczna liczebność par lęgowych kulika wielkiego w 16 ostojach zinwentaryzowanych w 2014 roku metodą „wariantu podstawowego” wyniosła 99-150 par w kategoriach B+C (w zaokrągleniu 100-150 par, Tabela 9).

**Tabela 9.** Obserwowana sumaryczna liczba par kulika wielkiego w kategoriach lęgowości B+C (wartość maksymalna z trzech kontroli) stwierdzona podczas trzech kontroli ( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ ) w 16 ostojach zinwentaryzowanych metodą „wariantu podstawowego” w 2014 roku oraz liczba par gatunku przewidywana przez model *mf7* (uwzględniająca niepełną wykrywalność) liczona dwiema metodami (średnia i mediana), przewidywana liczebność w kwadratach niekontrolowanych w roku 2014, oraz sumaryczna liczebność, będąca sumą wartości przewidywanych w kwadratach kontrolowanych i niekontrolowanych

Ostoja	Obserwowana liczba par	Przewidywana liczba par					
		Kwadraty kontrolowane		Kwadraty niekontrolowane		Sumaryczna liczebność	
		Średnia	Mediana	min	max	min	max
Dolina Wkry i Mławki	20	24,5	21	3,08	8,20	24	29
Brzozowy Kąt	3	3,6	3	0	0	3	3
Bagno Całowanie	0	0	0	0	0	0	0
Dolina Dolnego Bugu	12	15,6	12	5,56	17,91	18	30
Dolina Liwca	2	2,2	2	0	5,02	2	7

Dolina Środkowej Warty	5	5,8	5	0	4,26	5	9
Karaska	1	1,2	1	0	0,19	1	1
Nadnoteckie Łęgi	10	11,6	10	2,53	6,31	13	16
Dolina Omulwi i Płodownicy	7	8,0	7	0,58	5,65	8	13
Dolina Orzyca	0	0,0	0	0	0	0	0
Ostoja Kurpiowska	5	5,8	5	0	13,14	5	18
Bagno Pulwy	11	13,9	12	2,15	2,63	14	15
Dolina Rozogi	0	0,0	0	0	0	0	0
Dolina Szkwy	1	1,13	1	0	0,49	1	1
Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego	2	2,2	2	0	1,42	2	3
Bagno Wizna	3	3,5	3	0	2,49	3	5
<b>Suma</b>	<b>82</b>	<b>99.03</b>	<b>84</b>	<b>13.9</b>	<b>67.71</b>	<b>99</b>	<b>150</b>

### 3.2. Ostoja Biebrzańska

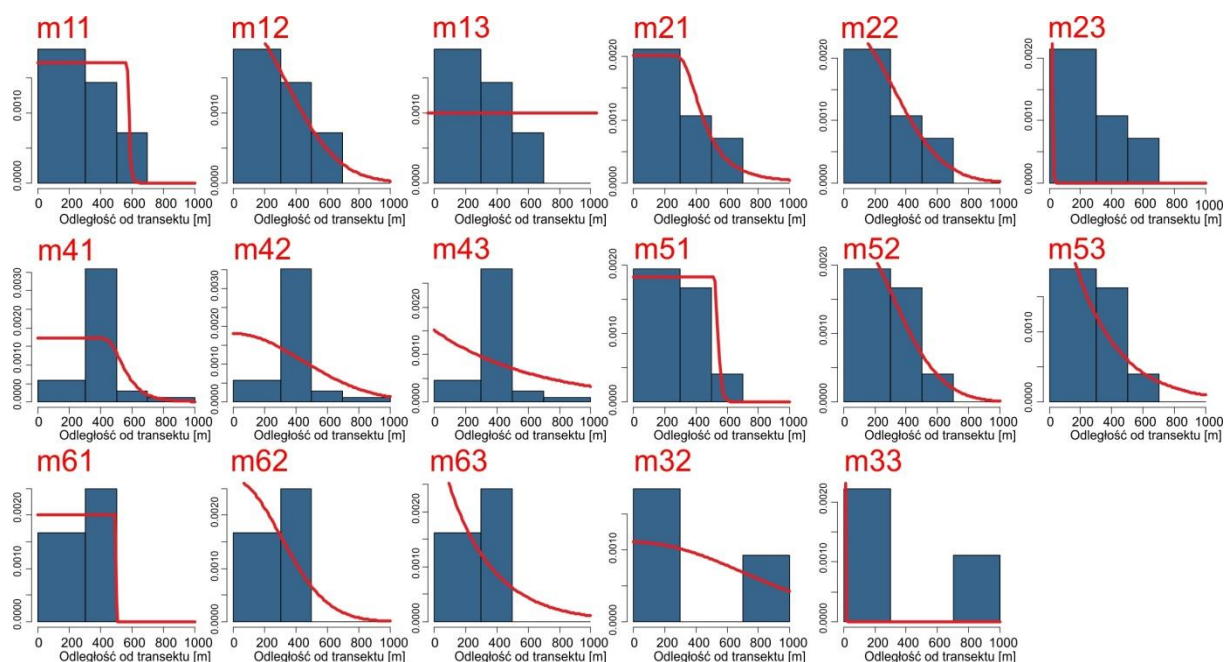
Spośród 18 modeli rozpatrywanych w ramach analiz dotyczących „transektów biebrzańskich” jedynie kilka było wiarygodnych. Część z modeli przewidywała ujemną zależność powierzchni użytków zielonych i liczebności kulika wielkiego, co jest artefaktem wynikającym z niewielkich liczebności gatunku i słabego przybliżenia realnego udziału użytków zielonych w sąsiedztwie odcinków B+C kontrolowanych transektów. Były to modele M41-43 i M51-53 (Tabela 10). Ponadto modele z funkcją dopasowania typu "exp" charakteryzowały się znacznie gorszym dopasowaniem do danych (na podstawie AIC) niż pozostałe. We wszystkich modelach natomiast, zgodnie z oczekiwaniami, kwadraty losowane odznaczały się niższymi liczebnościami kulika niż kwadraty wskazywane (Tabela 10).

**Tabela 10.** Oszacowane parametry (exp(B)) w ramach 18 modeli tłumaczących liczebność kulika wielkiego w obrębie 53 kwadratów w Ostoje Biebrzańskiej kontrolowanych w 2014 roku metodą „transektów biebrzańskich”. Dla każdego modelu podano: skróconą nazwę, odcinek transektu, numer kontroli, parametry części modelu wyjaśniającej liczebność gatunku i jego wykrywalność oraz wartość kryterium informacyjnego Akaike (AIC). Czerwoną czcionką zaznaczono modele, których wiarygodność wydaje się być najwyższa

Model	Charakterystyka modelu			Liczebność		Wykrywalność		AIC
	odcinek	funkcja	kontrola	stała	log(łaki)	typ=losowy	stała	
m11	A	hazard	1	0,00	26,65	0,21	6,36	104,52
<b>m12</b>	<b>A</b>	<b>halfnorm</b>	<b>1</b>	<b>0,00</b>	<b>26,67</b>	<b>0,21</b>	<b>5,81</b>	<b>103,70</b>
m13	A	exp	1	0,00	26,68	0,21	-	5723,07
m21	A	hazard	2	0,13	2,47	0,51	6,02	110,31
<b>m22</b>	<b>A</b>	<b>halfnorm</b>	<b>2</b>	<b>0,16</b>	<b>2,47</b>	<b>0,51</b>	<b>5,76</b>	<b>107,82</b>
m23	A	exp	2	3,82	4,82	0,16	1,34	4309,74
<b>m31</b>	<b>A</b>	<b>hazard</b>	<b>3</b>	<b>0,06</b>	<b>44,68</b>	<b>0,26</b>	<b>-4,31</b>	<b>58,33</b>
m32	A	halfnorm	3	0,00	48,33	0,26	6,58	58,45
m33	A	exp	3	1,82	6,34	0,42	0,60	2870,82
m41	B+C	hazard	1	1497,96	0,03	0,07	6,27	356,72
m42	B+C	halfnorm	1	1610,60	0,03	0,07	6,09	370,24

m43	B+C	exp	1	1686,49	0,03	0,07	6,49	379,56
m51	B+C	hazard	2	2,51	0,43	0,45	6,29	93,20
m52	B+C	halfnorm	2	3,59	0,43	0,45	5,74	92,34
m53	B+C	exp	2	5,14	0,43	0,45	5,63	93,89
m61	B+C	hazard	3	0,01	7,69	0,14	6,21	79,22
m62	B+C	halfnorm	3	0,02	7,73	0,14	5,70	81,81
m63	B+C	exp	3	0,02	7,73	0,14	5,67	84,00

Funkcje opisujące spadek wykrywalności wraz ze wzrostem dystansu od transektu w przypadku różnych modeli przyjmowały różny kształt. Szczególnie mało wiarygodne były modele z funkcją niemal płaską (np. model m13), a także modele przewidujące gwałtowny spadek wykrywalności już w niewielkiej odległości od osi transektu (np. model m23) (Rycina 11).



**Rycina 11.** Oczekiwane zagęszczenie kulika wielkiego (słupki) i funkcja opisująca spadek tego zagęszczenia wraz ze wzrostem dystansu od transektu (krzywa). Model m31 nie został przedstawiony z uwagi na problemy obliczeniowe.

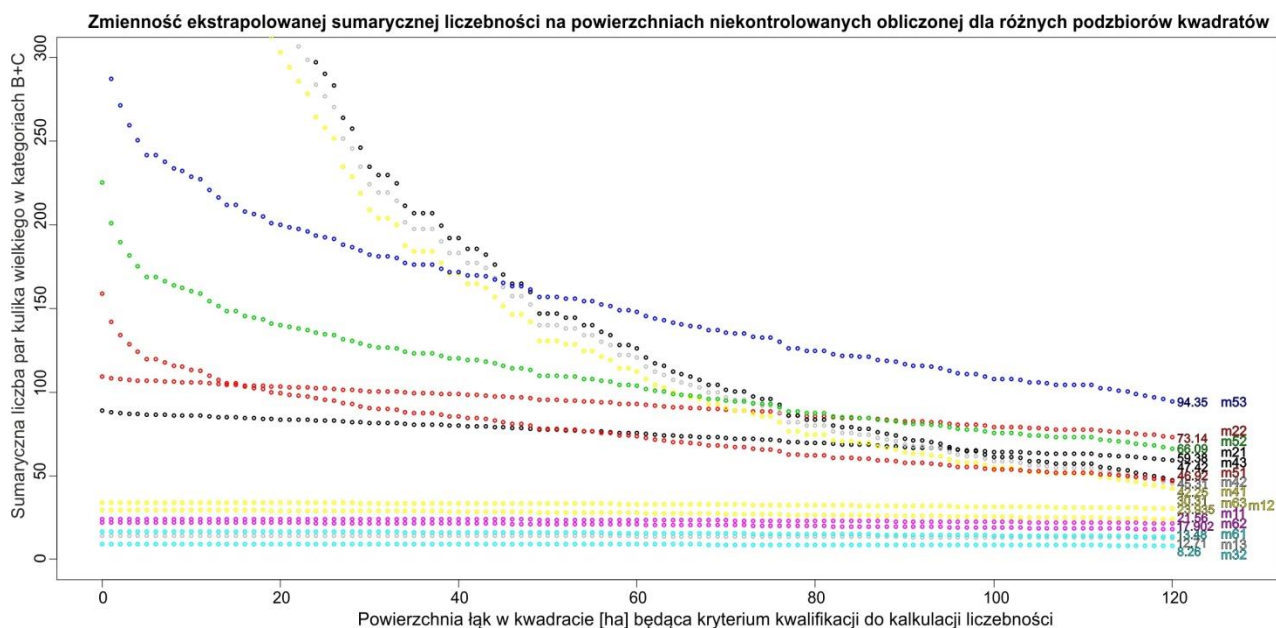
Poszczególne modele różniły się znacznie pod względem przewidywanej liczebności kulika wielkiego zarówno na kontrolowanych, jak i niekontrolowanych kwadratach (Tabela 11). Zwracają uwagę szczególnie wysokie szacunki liczebności generowane przez modele o bardzo słabym dopasowaniu wg kryterium AIC, wykorzystujące nietypowe pod względem kształtu funkcje spadku wykrywalności wraz z odległością (Rycina 11). Liczba par przewidywana przez poszczególne modele dla wszystkich kwadratów w domenie >120 ha użytków zielonych i >40 ha użytków zielonych dla części modeli nie różniły się znacznie.

**Tabela 11.** Obserwowana i oszacowana przez poszczególne modele liczebność kulika wielkiego w Ostoi Biebrzańskiej w kwadratach kontrolowanych w 2014 roku metodą „transektów biebrzańskich” (kolumny 2 i 3) i niekontrolowanych (kolumny 4 i 7). Dla każdego modelu podano szacunki liczebności gatunku ekstrapolowane na kwadraty z powierzchnią użytków zielonych przekraczającą 120 ha oraz na kwadraty z powierzchnią użytków zielonych przekraczającą 40 ha. Suma osobników w kwadratach kontrolowanych i niekontrolowanych (kolumny 5 i 8) została następnie przeliczona na pary lęgowe (kolumny 6 i 9). Dwa najbardziej wiarygodne modele zaznaczono czerwoną czcionką

Model	Obserwowana liczba osobników	Oszacowana liczba osobników w kwadratach kontrolowanych	Domena łąki > 120 ha		Domena łąki > 40 ha			
			Ekstrapolacja na kwadraty niekontrolowane	[3]+[4]	Liczba par lęgowych	Ekstrapolacja na kwadraty niekontrolowane	[3]+[7]	Liczba par lęgowych
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
m11	<b>14</b>	24	21,56	45,56	<b>20</b>	23,86	47,86	<b>21</b>
<b>m12</b>		<b>33,58</b>	<b>30,31</b>	<b>63,89</b>	<b>29</b>	<b>33,54</b>	<b>67,12</b>	<b>30</b>
m13		14	12,71	26,71	<b>12</b>	14,08	28,08	<b>13</b>
m21	<b>14</b>	28,65	59,38	88,03	<b>39</b>	80,1	108,75	<b>49</b>
<b>m22</b>		<b>35,34</b>	<b>73,14</b>	<b>108,48</b>	<b>48</b>	<b>98,64</b>	<b>133,98</b>	<b>60</b>
m23		1742,88	1819,5	3562,38	<b>1590</b>	2274,32	4017,2	<b>1793</b>
m31	<b>6</b>	1728,82	2474,1	4202,92	<b>1876</b>	2674,96	4403,78	<b>1966</b>
m32		7,97	8,26	16,23	<b>7</b>	8,89	16,86	<b>8</b>
m33		1906,83	3728,99	5635,82	<b>2516</b>	4542,07	6448,9	<b>2879</b>
m41	<b>50*</b>	86,31	42,25	128,56	<b>57</b>	170,86	257,17	<b>115</b>
m42		92,64	45,31	137,95	<b>62</b>	183,39	276,03	<b>123</b>
m43		96,99	47,42	144,41	<b>64</b>	192,13	289,12	<b>129</b>
m51	<b>12</b>	22	46,92	68,92	<b>31</b>	85,42	107,42	<b>48</b>
m52		30,96	66,09	97,05	<b>43</b>	120,37	151,33	<b>68</b>
m53		44,24	94,35	138,59	<b>62</b>	171,99	216,23	<b>97</b>
m61	<b>10</b>	20,01	13,48	33,49	<b>15</b>	16,23	36,24	<b>16</b>
m62		26,63	17,9	44,53	<b>20</b>	21,42	48,05	<b>21</b>
m63		35,72	23,94	59,66	<b>27</b>	28,66	64,38	<b>29</b>

\* w jednym miejscu obserwowano 34 osobniki

W zależności od progowej powierzchni użytków zielonych w kwadracie przyjętej jako kryterium wyznaczania domeny do ekstrapolacji liczebności kulika, a także w zależności od modelu wykorzystanego w tym celu, oszacowane liczebności były różne i wahały się od ok. 20 do ponad 100 par dla modeli o dodatnim wpływie użytków zielonych na liczebność kulika. Modele zakładające ujemny udział - co prawie na pewno jest wynikiem artefaktu powodowanego małą próbą - przewidywały znaczne liczebności populacji w momencie włączania w domenę kwadratów o niewielkim lub zerowym udziale użytków zielonych (Rycina 12).



**Rycina 12.** Przewidywana liczba par kulika wielkiego w kategoriach łągowości B+C w Ostoi Biebrzańskiej w 2014 roku w zależności od sposobu definiowania domeny (tj. zbioru kwadratów przekraczających progową powierzchnię użytków zielonych), na którą ekstrapolowano liczebność z poszczególnych modeli. Progowa powierzchnia użytków zielonych waha się od 0 do 120 ha (przedstawiona na osi X; wszystkie kwadraty o powierzchni równej lub większej tworzą domenę ekstrapolacji). Wartości przewidywane przez poszczególne modele zaznaczono różnymi kolorami.

Spośród modeli wstępnie określonych jako wiarygodne (zaznaczone czerwoną czcionką w tabeli 11) jedynie dwa zostały wykorzystane do ekstrapolacji na domenę > 0 ha użytków zielonych (czyli na wszystkie kwadraty). Ostateczne liczby par przewidywane przez modele m12 i m22 mieszczą się w zakresie 29-65 (Tabela 12).

**Tabela 12.** Zestawienie obserwowanej i oszacowanej liczby osobników kulika wielkiego w Ostoi Biebrzańskiej w obrębie kwadratów kontrolowanych w 2014 roku metodą „transektów biebrzańskich” (kolumny 2 i 3) i niekontrolowanych (kolumny 4 i 7), a także wartości łączne (tj. suma oszacowań liczebności w kwadratach kontrolowanych i niekontrolowanych - kolumny 5 i 8) i przeliczone na liczbę par łągowych (kolumny 6 i 9)

Model	Obserwowana liczba osobników	Oszacowana liczba osobników w kwadratach kontrolowanych	Domena łąki > 120 ha			Domena łąki > 0 ha		
			Ekstrapolacja na kwadraty niekontrolowane	[3]+[4]	Pary łągowe	Ekstrapolacja na kwadraty niekontrolowane	[3]+[7]	Pary łągowe
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
m12	<b>14</b>	33,58	30,31	63,89	<b>29</b>	33,62	67,20	<b>30</b>
m22	<b>14</b>	35,34	73,14	108,48	<b>48</b>	109,40	144,74	<b>65</b>

### 3.3. Ostoje położone na Lubelszczyźnie

W siedmiu ostojach kontrolowanych w roku 2014 metodą „wariantu szybkiego” stwierdzono w sumie obecność 22 par łągowych kulika wielkiego w kategoriach B+C oraz 28 par gatunku w kategoriach A+B+C. Kulika wielkiego szczególnie często obserwowano w dwóch ostojach: Krowie Bagno i Żelazna. Zastanawiający jest natomiast zupełny brak stanowisk łągowych gatunku w dolinie Wieprza, największej spośród inwentaryzowanych ostoi (Tabela 13).

**Tabela 13.** Liczba par lęgowych kulika wielkiego w kategoriach lęgowości B+C oraz A+B+C w sześciu ostojach zlokalizowanych na Lubelszczyźnie zinwentaryzowanych metodą „wariantu szybkiego” w 2014 roku

Ostoja	Liczba par w kategoriach lęgowości	
	B+C	A+B+C
Bagno Bubnów i Staw	3	5
Dolny Wieprz	0	0
Dolina Tyśmienicy	0	1
Garbatówka	0	0
Krowie Bagno	8	10
Żelizna	11	12
<b>Suma</b>	<b>22</b>	<b>28</b>

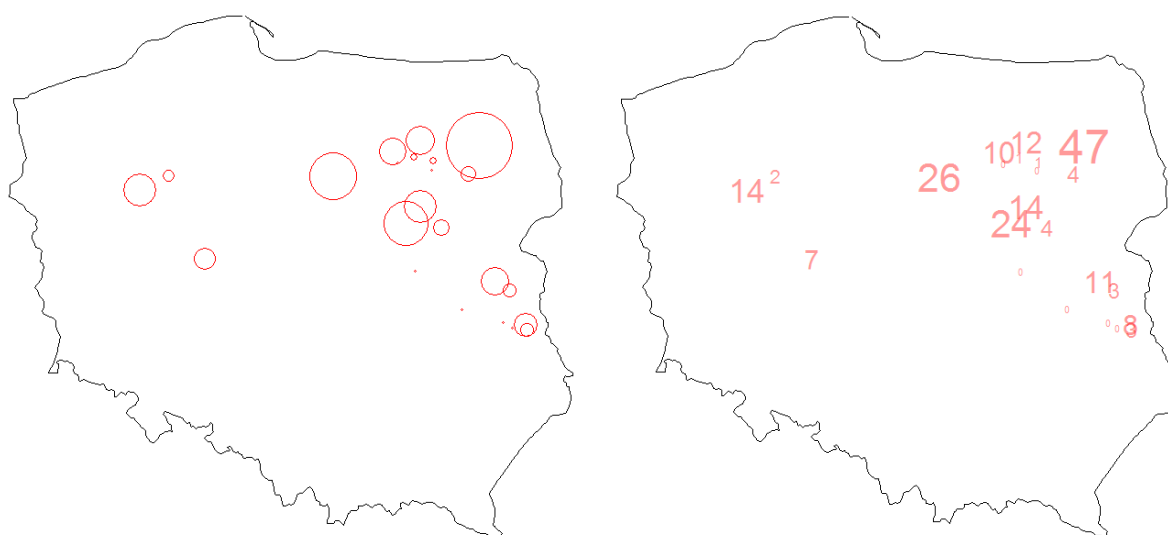
#### 4. Podsumowanie i dyskusja

Sumaryczna liczebność kulika wielkiego w zinwentaryzowanych w 2014 r. kluczowych ostojach gatunku w Polsce wyniosła około 150-250 par lęgowych (Tabela 14). Najliczniejsza populacja lęgowa kulika wielkiego występuje w Ostoi Biebrzańskiej (70-100 par w 2013 roku i 30-65 par w 2014 roku), choć jej faktyczna liczebność jest trudna do ustalenia ze względu na mało precyzyjne estymatory z modelowania. Na środkowym i północnym Mazowszu funkcjonuje kilka mniejszych populacji, których średnia liczebność waha się od 10 do 30 par (głównie Bagno Pulwy, Dolina Omulwi i Płodownicy, Dolina Dolnego Bugu oraz Dolina Wkry i Mławki). Te dwa skupiska populacji kulika wielkiego (Ostoja Biebrzańska oraz cztery ostoje mazowieckie) utrzymują zdecydowaną większość krajowej populacji gatunku. Stanowiska w zachodniej Polsce i na Lubelszczyźnie są zasiedlane przez mniej liczne subpopulacje lub wręcz pojedyncze osobniki (Rycina 13).

W porównaniu z oszacowaniami bazującymi na danych z inwentaryzacji przeprowadzonej w roku 2013 (Chylarecki 2014) wydaje się, że liczebność badanego gatunku w 16 ostojach kontrolowanych metodą "wariantu podstawowego" pozostaje stabilna, natomiast wyraźnie niższą liczebność odnotowano w przypadku Ostoi Biebrzańskiej (Tabela 14). Chylarecki (2014), na podstawie inwentaryzacji kulika wielkiego wykonanej w 2013 roku, oszacował liczebność gatunku w tej ostoi na ok. 70-100 par lęgowych, tymczasem dane zebrane w roku 2014 sugerują, iż liczebność gatunku jest tutaj niemal dwukrotnie niższa ok. 30-65 par. Niezależnie od kwestii metodycznych, związanych z wyborem najbardziej wiarygodnego modelu (poszczególne modele rozpatrywane w odniesieniu do danych z 2013 szacowały liczebność gatunku na 29-154 pary), faktyczna liczba zaobserwowanych w 2014 r. osobników kulika wielkiego była niższa. O ile w roku 2013 w 27 inwentaryzowanych kwadratach obserwowano 75 osobników (z wykluczeniem ptaków w locie, które nie były uwzględniane w analizach), a więc średnio 2,78 osobników na kwadrat, o tyle w kolejnym sezonie lęgowym na 53 kwadratach objętych inwentaryzacją stwierdzono 110 ptaków (wyłączono jedno stado 34 kulików), a więc średnio 2,08 osobników na kwadrat. Znacznie wzrósł odsetek ptaków obserwowanych w locie – z 6,3% w roku 2013 do 22,2% w roku kolejnym. Zmiany rozkładu stwierdzeń osobników kulika wielkiego w różnych kategoriach obserwacji (na ziemi vs. w locie) częściowo tłumaczą uzyskanie w roku 2014 niższych szacunków liczebności gatunku. Dodatkowo rok 2014 charakteryzował się niższymi poziomami wód w dolinach rzecznych niż rok poprzedni, co mogło niekorzystnie wpłynąć na jakość siedlisk lęgowych kulika wielkiego, a tym samym na jego liczebność.

**Tabela 14.** Zbiorcze zestawienie liczby par kulika wielkiego we wszystkich inwentaryzowanych ostojach gatunku w roku 2013 i 2014

Ostoja	Liczba par	
	2013	2014
Ostoja Biebrzańska	66-98	29-65
Dolina Dolnego Bugu	16-30	18-30
Ostoja Kurpiowska	10-26	5-18
Dolina Liwca	2-7	2-7
Nadnoteckie Łęgi	15-18	13-16
Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego	2-3	2-3
Dolina Omulwi i Płdownicy	9-14	8-13
Dolina Orzyca	0	0
Dolina Środkowej Warty	4-7	5-9
Bagno Wizna	3-5	3-5
Dolina Wkry i Mławki	27-33	24-29
Brzozowy Kąt	1	3
Bagno Całowanie	0	0
Karaska	1	1
Bagno Pulwy	11-12	14-15
Dolina Rozogi	0	0
Dolina Szkwy	2-3	1
Bagno Bubnów i Staw	Brak danych	3
Dolny Wieprz	Brak danych	0
Dolina Tyśmienicy	Brak danych	0
Garbatówka	Brak danych	0
Krowie Bagno	Brak danych	8
Żelizna	Brak danych	11



**Rycina 13.** Średnia liczba par kulika wielkiego w 2014 roku w 23 ostojach gatunku w Polsce. Wielkość symboli na lewym rysunku jest proporcjonalna do średniej liczby par w poszczególnych ostojach przedstawionych na prawym rysunku.



## Literatura

Chylarecki P. 2013. Założenia metodyczne do inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce. Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”, Warszawa.

Chylarecki P. 2014. Wyniki inwentaryzacji kulika wielkiego w kluczowych ostojach gatunku w Polsce w roku 2013. Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”, Warszawa.

Chylarecki P., Żmihorski M. 2014. Założenia metodyczne do inwentaryzacji kulika wielkiego w ostojach gatunku na Lubelszczyźnie. Towarzystwo Przyrodnicze „Bocian”, Warszawa.